



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

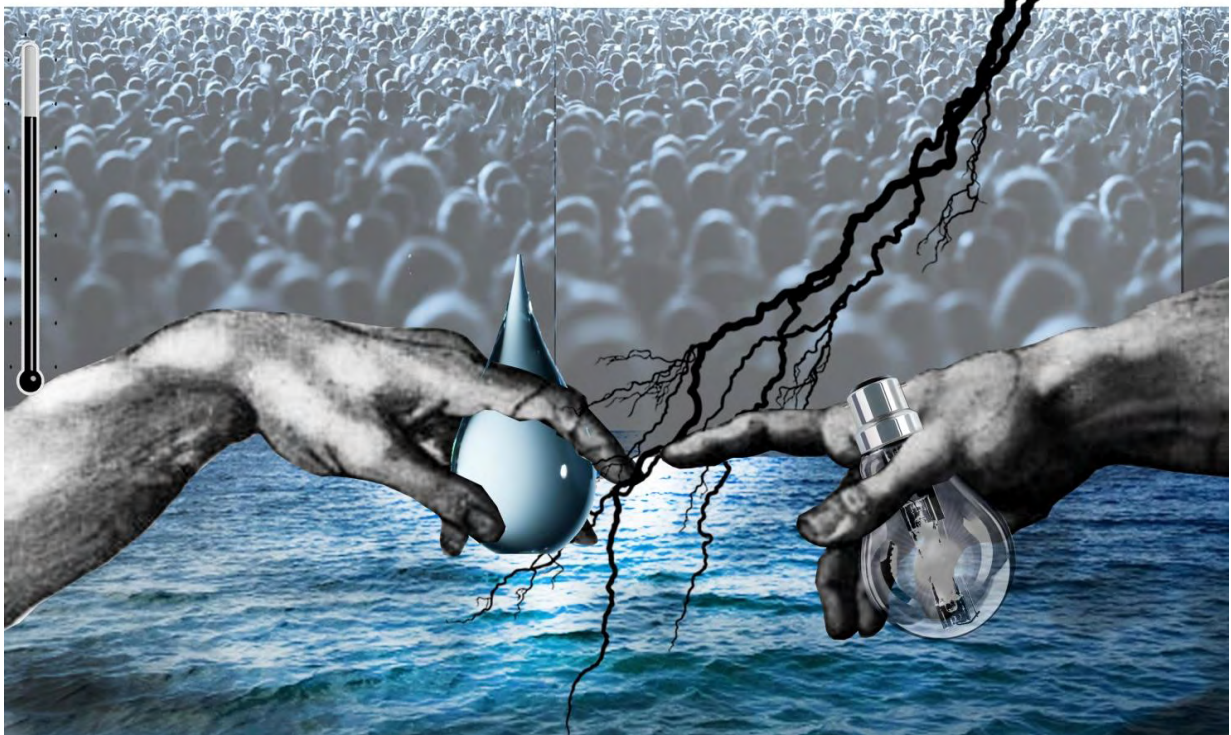
« Δεσμός (nexus) νερού και ενέργειας στην Ελλάδα, σε σχέση με
κοινωνικοοικονομικές και κλιματικές παραμέτρους »

υπό

ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΡΑΦΑΗΛ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Λασπίδου Χρυσή

Βόλος, 2018



© 2018 Παπαδημητρίου Ραφαήλ

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

- Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων):

Λασπίδου Χρυσή
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

- Δεύτερος Εξεταστής:

Κατσαρδή Βασιλική
Επίκουρος Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

- Τρίτος Εξεταστής:

Σπηλιωτόπουλος Μάριος
Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου του ακαδημαϊκού έτους 2017-2018 , για την ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Για τη βοήθεια στην πραγματοποίησή της, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την υπεύθυνη αναπληρώτρια καθηγήτρια κα. Λασπίδου Χρυσή, όπως και τον υποψήφιο διδάκτορα Κοφινά Δημήτριο και τη μεταδιδάκτορα Σπυροπούλου Αλεξάνδρα, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή τους, κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μου, την επίκουρο καθηγήτρια κα. Κατσαρδή Βασιλική και καθηγητή κ. Σπηλιωτόπουλο Μάριο του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου.

Ευχαριστώ τους φίλους μου, με βοήθησαν όποτε τους χρειάστηκα και έκαναν τη φοιτητική μου ζωή μια ευχάριστη εμπειρία.

Τέλος ,είμαι ευγνώμων πάνω από όλα στην οικογένεια μου, που είναι πάντα κοντά μου και με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα.

«Στις υπανάπτυκτες χώρες πρέπει να αποφεύγουμε να πίνουμε το νερό...

Στις ανεπτυγμένες πρέπει να αποφεύγουμε να εισπνέουμε τον αέρα!»

(από το περιοδικό Changing Times)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας μελετάται ο δεσμός (nexus) μεταξύ νερού και ενέργειας στην Ελλάδα σε σχέση με κοινωνικοοικονομικές και κλιματικές παραμέτρους. Χρησιμοποιούνται στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) και στοιχεία κατανάλωσης νερού από τη Δημοτική Εταιρία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Σκιάθου (ΔΕΥΑΣΚ)

Σε πρώτο στάδιο ερευνάται η σύνδεση νερού και ενέργειας στον τομέα της κατανάλωσης για το νησί της Σκιάθου. Αποδείχθηκε ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση των δύο μεταβλητών. Στη συνέχεια, εξετάστηκε η επίδραση της θερμοκρασίας, του τουρισμού και του πληθυσμού στην κατανάλωση ενέργειας και νερού σε διάφορους δήμους της Ελλάδας. Με βάση τα αποτελέσματα, προέκυψε ότι υπάρχει εξάρτηση των καταναλώσεων από τους παράγοντες που μελετήθηκαν, άλλοτε σε μικρότερο και άλλοτε σε μεγαλύτερο βαθμό.

Προτείνεται για μελλοντικές έρευνες, να συμπεριλάβουν δεδομένα κατανάλωσης νερού και από άλλα μέρη της Ελλάδας. Επίσης, θα ήταν σημαντικό να χρησιμοποιηθούν και δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας από ιδιωτικές εταιρίες, οι οποίες έχουν εισβάλλει δυναμικά στον χώρο της ενέργειας, προσελκύνοντας ολοένα και περισσότερους πελάτες.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: «Εισαγωγή»	9
1.1 ΝΕΡΟ	9
1.1.1 Ο κύκλος του νερού.....	9
1.1.2 Χρήσεις του νερού.....	11
1.1.3 Συλλογή, αποθήκευση και μεταφορά νερού.....	14
1.1.4 Η κρίση του νερού	17
1.1.5 Το νερό στην Ελλάδα	19
1.1.6 Νερό και Κλιματική αλλαγή.....	25
1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑ	27
1.2.1 Μορφές και Χρήσεις Ενέργειας	27
1.2.2 Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Ορυκτά Καύσιμα.....	29
1.2.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	35
1.2.4 Η ενέργεια στην Ελλάδα	38
1.2.5 Ενέργεια και Περιβάλλον	40
1.3 ΣΥΝΔΕΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	44
1.4 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: «Συσχέτιση Κατανάλωσης νερού και κατανάλωσης ενέργειας»	51
2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	51
2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	53
2.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: «Επίδραση τουρισμού στην κατανάλωση ενέργειας και νερού»	60
3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	60
3.1.1 Επίδραση τουρισμού στην κατανάλωση ενέργειας:	60
3.1.2 Επίδραση τουρισμού στην κατανάλωση νερού:.....	61
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	61
3.2.1 Έλεγχος συσχέτισης τουρισμού και κατανάλωσης ενέργειας:.....	61
3.2.2 Έλεγχος συσχέτισης τουρισμού και κατανάλωσης νερού:.....	74
3.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: «Επίδραση θερμοκρασίας στην κατανάλωση ενέργειας και νερού»	77
4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	77

4.1.1 Επίδραση θερμοκρασίας στην κατανάλωση ενέργειας:	77
4.1.2 Επίδραση θερμοκρασίας στην κατανάλωση νερού:	80
4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	81
4.2.1 Έλεγχος συσχέτισης θερμοκρασίας και κατανάλωσης ενέργειας:	81
4.2.1 Έλεγχος συσχέτισης θερμοκρασίας και κατανάλωσης νερού:	96
4.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: «Επίδραση πληθυσμού στην κατανάλωση ενέργειας και νερού»	101
5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	101
5.1.1 Επίδραση πληθυσμού στην κατανάλωση ενέργειας:.....	101
5.1.2 Επίδραση πληθυσμού στην κατανάλωση νερού:	104
5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	104
5.2.1 Συσχέτιση κατανάλωσης ενέργειας και πληθυσμού:	104
5.2.2 Συσχέτιση κατανάλωσης νερού και πληθυσμού:	108
5.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	111
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: «Συμπεράσματα».....	113
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	115

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: «Εισαγωγή»

1.1 ΝΕΡΟ

Το νερό αποτελεί έναν από τους πολυτιμότερους πόρους για τον πλανήτη, διαδραματίζοντας πρωταρχικό ρόλο ακόμα και για την ύπαρξη ζωής σε αυτόν. Πρόκειται για ένα αγαθό, που όχι μόνο καλύπτει τις βασικές ανάγκες του ανθρώπου, αλλά αποτελεί και κλειδί για την ανάπτυξη. Η σπουδαιότητά του αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι χρησιμοποιείται σε κάθε τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως θα αναπτυχθεί στη συνέχεια. Οποιοσδήποτε παράγοντας επηρεάζει αρνητικά την ποσότητα και την ποιότητα του νερού, θεωρείται επικίνδυνος για την επιβίωση στον πλανήτη και πρέπει να περιοριστεί. Τα τελευταία χρόνια, φαίνεται το αγαθό αυτό να βρίσκεται σε ανεπάρκεια, λόγω κυρίως της αλόγιστης χρήσης του από τον άνθρωπο. Κρίνεται επομένως απαραίτητο να βρεθούν συγκεκριμένες λύσεις στο πρόβλημα της λειψυδρίας, προτού η κατάσταση γίνει μη αναστρέψιμη. Στις παραγράφους που ακολουθούν θα γίνει αναλυτική παρουσίαση των πόρων και των προβλημάτων που σχετίζονται με την κατανάλωση του νερού.

1.1.1 Ο κύκλος του νερού

Το νερό της γης δεν παραμένει στάσιμο. Κινείται συνεχώς, αλλάζοντας φυσική κατάσταση (υδρατμοί-αέρια, πάγοι-στερεή, σταγόνες-υγρή). Η συνεχής ανακύκλωση του νερού, η οποία λαμβάνει χώρα τόσο στο έδαφος όσο και στο υπέδαφος ονομάζεται υδρολογικός κύκλος ή κύκλος του νερού (σχήμα 1.1.2). Το γεγονός ότι η διαδικασία αυτή είναι αδιάκοπη οφείλεται στην ενέργεια του ήλιου (Τιμπαλέξης Β., 2010).



Σχήμα 1.1.1: Ο κύκλος του νερού (Πηγή: www.deyat.gr).

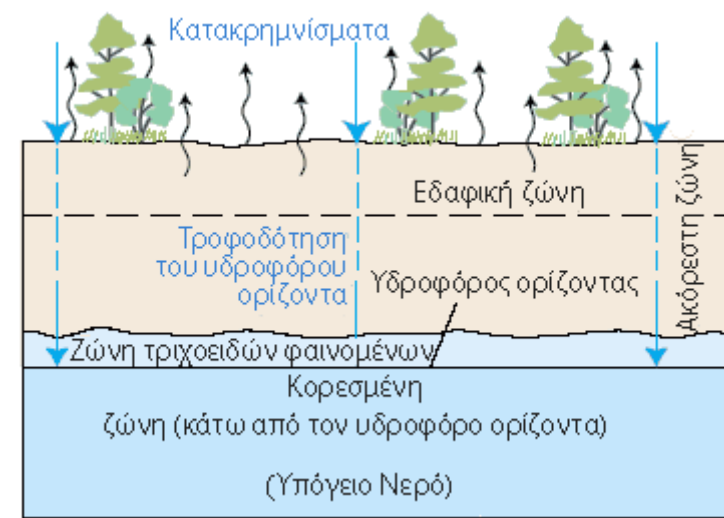
Πιο συγκεκριμένα, ο υδρολογικός κύκλος περιλαμβάνει τις δύο βασικές διεργασίες:

- τα επιφανειακά ύδατα των θαλασσών, των ποταμών και των λιμνών, λόγω της θέρμανση από τον ήλιο και των ανέμων, εξατμίζονται και συγκεντρώνονται ως υδρατμοί, σχηματίζοντας τα σύννεφα.
- οι υδρατμοί συμπυκνώνονται και υγροποιούνται με αποτέλεσμα να επιστρέφουν στο έδαφος μέσω των κατακρημνίσεων (βροχή, υετός). Με αυτόν τον τρόπο εμπλουτίζονται οι αποθήκες νερού που υπάρχουν στη γη (επιφανειακές και υπόγειες).

Η σημασία του κύκλου του νερού είναι τεράστια για τη διατήρηση της ζωής. Από τη θάλασσα, τις λίμνες και τα ποτάμια εξατμίζονται κάθε λεπτό περίπου ένα δισεκατομμύριο κυβικά μέτρα νερού, το οποίο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Επίσης, η διαπνοή των φυτών είναι ακόμη μια διεργασία, μέσω της οποίας το νερό εισέρχεται στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υδρατμών. Μια μικρή ποσότητα των εισερχόμενων υδρατμών στην ατμόσφαιρα προέρχεται και από τους πάγους, μέσω της εξάχνωσης, δηλαδή της μετατροπής του νερού από στερεή κατάσταση (πάγος) στην αέρια, χωρίς να μεσολαβεί η υγρή (σταγόνες). Τέλος, το νερό των κατακρημνισμάτων δεν ρέει αποκλειστικά, στα επιφανειακά ύδατα. Ορισμένες ποσότητες διαπερνούν το έδαφος και καταλήγουν σε ως υπόγεια ύδατα, τα οποία ακολουθούν μία από τις δύο πιθανές πορείες:

- επιστρέφει στα επιφανειακά ύδατα, ως εκτόνωση του υπόγειου νερού.
- εισέρχεται βαθύτερα, εμπλουτίζοντας τους υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες νερού για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Σε κάθε περίπτωση, το νερό αυτό επιστρέφει κάποια στιγμή στους ωκεανούς, όπου ολοκληρώνεται ο υδρολογικός κύκλος και ξεκινάει από την αρχή (Τιμπαλέξης Β., 2010).



Σχήμα 1.1.2: Ο κύκλος του νερού (Πηγή: water.usgs.gov).

1.1.2 Χρήσεις του νερού

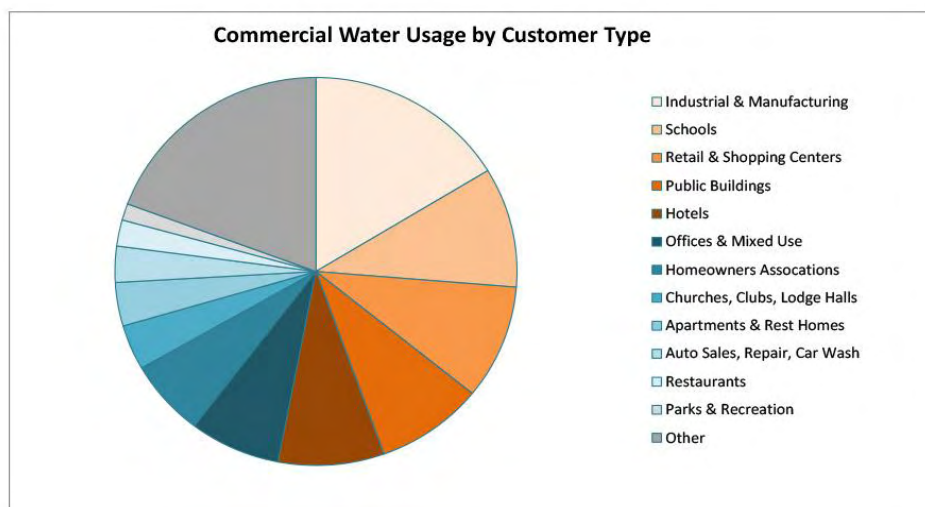
Η κατανάλωση νερού σε μια περιοχή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι πιο σημαντικοί είναι: το κλίμα, το βιοτικό επίπεδο, ο τρόπος ζωής, η επικρατούσα οικονομική κατάσταση, το κόστος και η διαθεσιμότητα του νερού (Μυλόπουλος Ν., 2002). Όσον αφορά την συνολική κατανάλωση νερού σε έναν οικισμό, αυτή προκύπτει ως το άθροισμα των εξής χρήσεων:

- ✓ Οικιακή χρήση → Περιλαμβάνει όλες εκείνες τις υδροβόρες δραστηριότητες σε επίπεδο νοικοκυριού. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλες οι ανθρώπινες ανάγκες που περιλαμβάνουν κατανάλωση νερού και αφορούν την προσωπική υγιεινή, την καθαριότητα του σπιτιού, το μαγείρεμα, την άρδευση κήπου κλπ..Η συγκεκριμένη χρήση ευθύνεται για μεγάλο ποσοστό της συνολικής υδατικής κατανάλωσης.



Σχήμα 1.1.3: Ποσοστιαία οικιακή κατανάλωση νερού (Πηγή: ΔΕΥΑ Χίου).

- ✓ Εμπορική χρήση → Περιλαμβάνει τις καταναλώσεις νερού σε όλα τα εμπορικά καταστήματα (εστιατόρια, ζαχαροπλαστεία κλπ.), τα γραφεία και τα ξενοδοχεία.



Σχήμα 1.1.4: Ποσοστιαία εμπορική κατανάλωση νερού (Πηγή: www.goletawater.com).

- ✓ Βιομηχανική χρήση → Περιλαμβάνονται όλες οι καταναλώσεις νερού από βιομηχανίες και βιοτεχνίες που βρίσκονται εντός του οικισμού, αλλά και από τις μεγάλες μονάδες που βρίσκονται εγκατεστημένες σε βιομηχανικές ζώνες. Οι βασικότερες διεργασίες για το σκοπό αυτό είναι η ψύξη ή θέρμανση του νερού για την παραγωγή ενέργειας, η χρήση του ως διαλύτη πολλών ουσιών, μεταξύ των οποίων και πολλοί ρυπαντές, και στα ορυχεία ως βοήθημα για τις εξορύξεις. Η κατανάλωση νερού μιας βιομηχανίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το παραγόμενο προϊόν όπως φαίνεται στον πίνακα 1.1.1 (Μυλόπουλος Ν., 2002).

Πίνακας 1.1.1: Τιμές βιομηχανικών καταναλώσεων νερού.

ΠΡΟΪΟΝ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ (m ³ / t)
Βενζίνη	7-35
Ζάχαρη	3-400
Μύρα	8-25
Πλαστικά	1-2
Σαπούνι	1-35
Συνθετικό μετάξι (Rayonne)	400-1000
Χάλυβας	6-300
Χαρτί	60-400

- ✓ Αγροτική χρήση → Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι καταναλώσεις νερού που αφορούν τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Το μεγαλύτερο ποσοστό σε αυτήν την κατηγορία καλύπτει το αρδευτικό νερό, δηλαδή εκείνο που χρησιμοποιείται για το πότισμα των χωραφιών.



Σχήμα 1.1.5: Αρδευτικό σύστημα σε καλλιεργήσιμη έκταση (Πηγή: www.yraithros.gr).

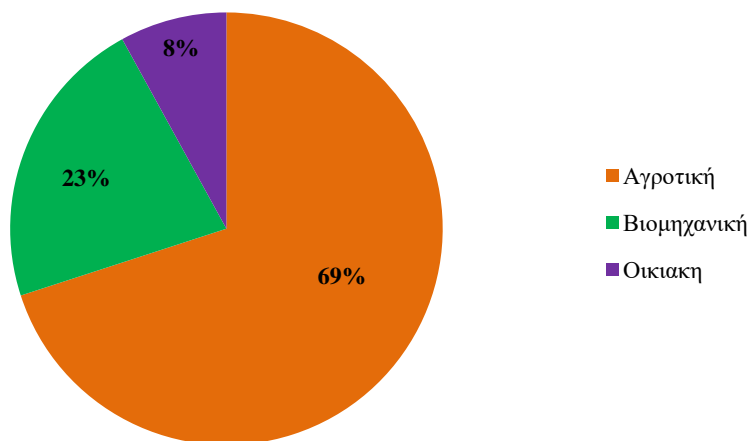
- ✓ Δημόσια χρήση → Πρόκειται για καταναλώσεις νερού που αφορούν δημόσιους χώρους (υγιεινής ή αναψυχής), δημόσια κτίρια, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, πυροπροστασία οικισμών κλπ..



Σχήμα 1.1.6: Το πλύσιμο οδών είναι δημόσια χρήση νερού (Πηγή: ortemhellas.gr).

Γενικά, όσον αφορά την κατανομή του νερού στις διάφορες χρήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο (Livernash & Seligman, 1992), προκύπτει ότι η γεωργία ευθύνεται για το 70% της συνολικής κατανάλωσης νερού, η βιομηχανία για το 22% και η οικιακή χρήση καλύπτει το 8% (Διάγραμμα 1.1.1).

Κατανομή νερού ανά χρήση



Διάγραμμα 1.1.1: Ποσοστιαία κατανομή νερού ανάλογα με τη χρήση του.

Παρ' όλα αυτά, οι καταναλώσεις παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των διαφόρων χωρών, καθώς εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι αναφέρθηκαν στην αρχή της παραγράφου.

Πέραν των όσων αναφέρθηκαν, υπάρχει και μια άλλη κατηγορία υδατικής «χρήσης», η οποία γίνεται χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση και αφορά τις απώλειες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν ποσότητες υδάτων που χάνονται λόγω διαρροών ή θραύσεων των αγωγών ύδρευσης ή λόγω υπερχείλισης δεξαμενών κλπ.. Είναι προφανές ότι οι απώλειες δεν συνιστούν υδατικές χρήσεις με την έννοια των προηγούμενων χρήσεων, αναφέρονται όμως γιατί αφορούν σημαντικές ποσότητες νερού (Μυλόπουλος Ν., 2002).

1.1.3 Συλλογή, αποθήκευση και μεταφορά νερού

Η συλλογή του νερού (υδροληψία) διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της υδροφόρου πηγής. Πιο συγκεκριμένα υπάρχει:

- I. Υδροληψία από επιφανειακά ύδατα, η οποία περιλαμβάνει συλλογή νερού από:
 - a. Ποτάμια → υδροληψίες από την κοίτη ή την όχθη ή το κυρίως ρεύμα του ποταμού με παρόχθια τεχνικά έργα.
 - b. Λίμνες (φυσικές ή τεχνητές) → με κατάλληλα τεχνικά έργα κοντά στους ταμιευτήρες.
- II. Υδροληψία από υπόγεια ύδατα, η οποία γίνεται με γεωτρήσεις, όταν το νερό βρίσκεται αποθηκευμένο στον υπόγειο υδροφόρο ή με έργα υδρομάστευσης, όταν το υπόγειο νερό εμφανίζεται επιφανειακά ως φυσική πηγή. Τα έργα υδρομάστευσης, ενώ είναι σχετικά απλά δεν επιδέχονται επέκταση. Από την άλλη οι γεωτρήσεις, πρέπει να γίνονται με συγκεκριμένο τρόπο, σε συγκεκριμένο βάθος και για συγκεκριμένη ποσότητα αντλούμενου νερού. Οποιαδήποτε από αυτές τις παραμέτρους παραβιαστεί, μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στον υπόγειο υδροφόρο (Μυλόπουλος Ν., 2002).



Σχήμα 1.1.7: Τυπικό σύστημα άντλησης νερού από γεώτρηση (Πηγή: georesources.gr).



Σχήμα 1.1.8: Φράγμα Μαραθώνα επί του ποταμού Χαράδρου (Πηγή: Wikipedia).

Σε γενικές γραμμές, το υπόγειο νερό υπερέχει και ποιοτικά και ποσοτικά του επιφανειακού. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι η καλύτερη προστασία του από τη ρύπανση, καθώς τα επιφανειακά ύδατα είναι πιο εκτεθειμένα σε αυτήν. Παρ'όλα αυτά τα τεχνικά έργα για υδροσυλλογή επιφανειακών υδάτων είναι πιο οικονομικά. Ένα σημαντικό μειονέκτημα των υπόγειων υδάτων είναι ότι σε περίπτωση ρύπανσής τους, είναι εξαιρετικά δύσκολος ο καθαρισμός τους. Επίσης, η υπεράντληση μπορεί να καταστήσει τους υδροφορείς υφάλμυρους. Τέλος, από τα επιφανειακά ύδατα, το νερό των λιμνών είναι συνήθως κατώτερης ποιότητας από των ποταμών, λόγω της στασιμότητάς του, προτιμάται όμως επειδή κατά κανόνα οι λίμνες είναι μεγαλύτεροι ταμιευτήρες (Μυλόπουλος Ν., 2002).

Η αποθήκευση του νερού συνήθως γίνεται σε επίγειες δεξαμενές ύδατος, οι οποίες περιλαμβάνουν συνήθως δύο θαλάμους, ώστε περίπτωση επισκευής ή καθαρισμού του ενός να λειτουργεί ο άλλος. Η κάτοψή τους είναι ορθογωνική ή κυκλική, ενώ διαθέτουν όλα τα απαραίτητα όργανα χειρισμού/έλεγχου (δικλείδες, όργανα χλωρίωσης νερού, μετρητές κλπ.).



Σχήμα 1.1.9: Δεξαμενή αποθήκευσης νερού στο νομό Αργολίδας (Πηγή: argonafplia.gr).

Σε ειδικές περιπτώσεις όπου το γεωγραφικό ανάγλυφο της περιοχής είναι επίπεδο, χωρίς υψώματα, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει η απαιτούμενη υψομετρική διαφορά για την τοποθέτηση επίγειας δεξαμενής, χρησιμοποιούνται οι υδατόπυργοι. Οι υδατόπυργοι τοποθετούνται σε όσο το δυνατόν υψηλότερο σημείο και όσο πιο κοντά γίνεται στο κέντρο βάρους της κατανάλωσης. Το κόστος ενός υδατόπυργου είναι πολύ μεγαλύτερο συγκριτικά με της επίγειας δεξαμενής, γι' αυτό και χρησιμοποιείται ο απολύτως απαραίτητος όγκος (χωρίς υπερδιαστασιολόγηση). Οι υδατόπυργοι δεν προσφέρουν δυνατότητα επέκτασης του αποθηκευτικού τους όγκου (Μυλόπουλος Ν., 2002).



Σχήμα 1.1.10: Υδατόπυργος στην Αγ. Παρασκευή (Πηγή: www.photographyinfo.gr).

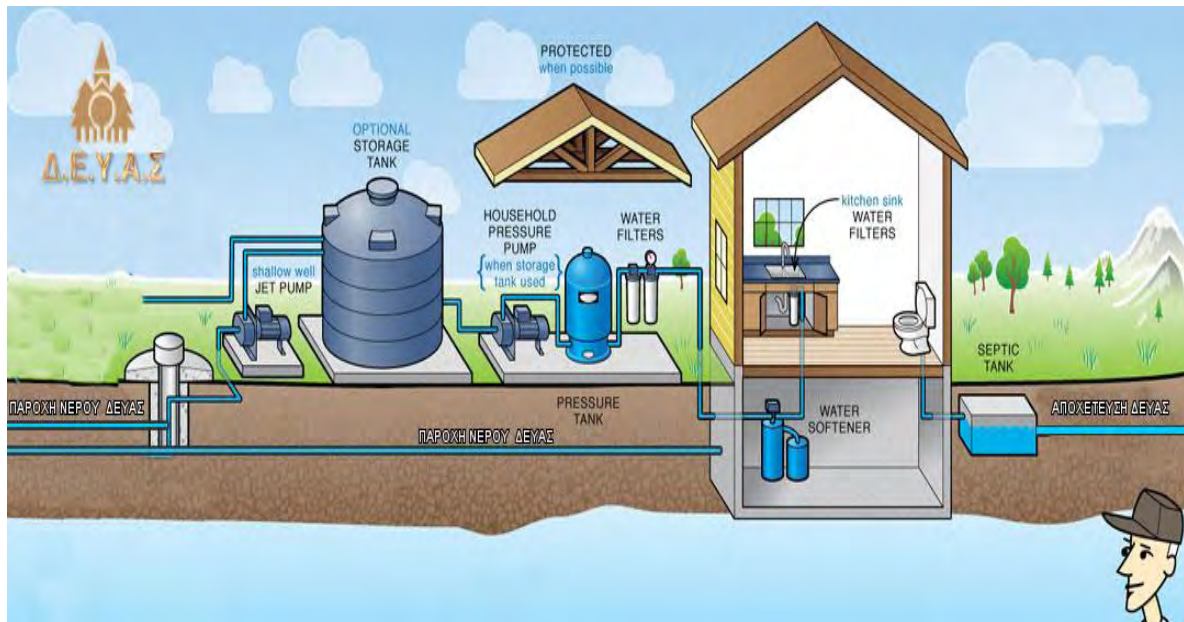
Σε κάθε περίπτωση η αποθήκευση του νερού είναι πολύ σημαντική για τους εξής λόγους:

- ✓ Είναι οικονομική λύση αποθήκευσης
- ✓ Προσφέρει πλήρη έλεγχο της ποσότητας και της ποιότητας του νερού
- ✓ Εξυπηρετεί έκτακτες περιπτώσεις ανάγκης (π.χ. υπερβολική ζήτηση, πυρόσβεση)
- ✓ Προστατεύουν το νερό από το εξωτερικό περιβάλλον

Η μεταφορά του νερού από τις δεξαμενές αποθήκευσης στο εσωτερικό των οικισμών και από εκεί στις ιδιοκτησίες γίνεται μέσω των δικτύων διανομής (Ευστρατιάδης Α. και Κουτσογιάννης Δ., 2006). Πρόκειται για δίκτυα που αποτελούνται από:

- Αγωγούς μεταφοράς → μεταφέρουν το νερό από τη δεξαμενή στον οικισμό.
- Αγωγούς διανομής → μεταφέρουν το νερό από τον αγωγό μεταφοράς στο πεζοδρόμιο, έξω από τις οικίες που θα γίνει η σύνδεση.
- Ιδιωτικές συνδέσεις → μεταφέρουν το νερό από τον αγωγό διανομής στο εσωτερικό των κτιρίων.

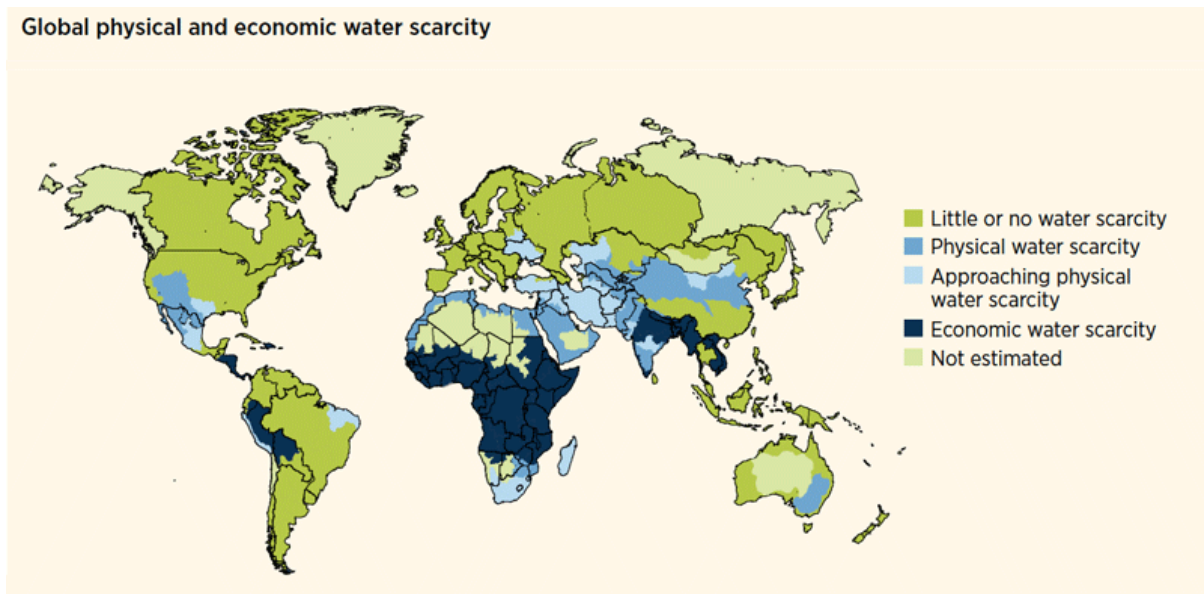
Ανάλογα με τη διάταξη των αγωγών το δίκτυο μπορεί να είναι είτε ακτινωτό (νερό από μία μόνο κατεύθυνση) είτε βροχωτό (νερό από τουλάχιστον δύο κατευθύνσεις).



Σχήμα 1.1.11: Σχηματική απεικόνιση δικτύου ύδρευσης (Πηγή: deyaskiathos.com).

1.1.4 Η κρίση του νερού

Το νερό, μπορεί να είναι ανανεώσιμο φυσικό αγαθό, αλλά σε καμία περίπτωση ανεξάντλητο. Παρουσιάζει έντονη ανισοκατανομή και μεταβάλλεται συνεχώς χωρικά και χρονικά. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την αλόγιστη χρήση του, έχει δημιουργήσει μια επικίνδυνη κατάσταση σε παγκόσμια κλίμακα (Κανακούδης Β. και Τσιτσιφλή Σ., 2015).



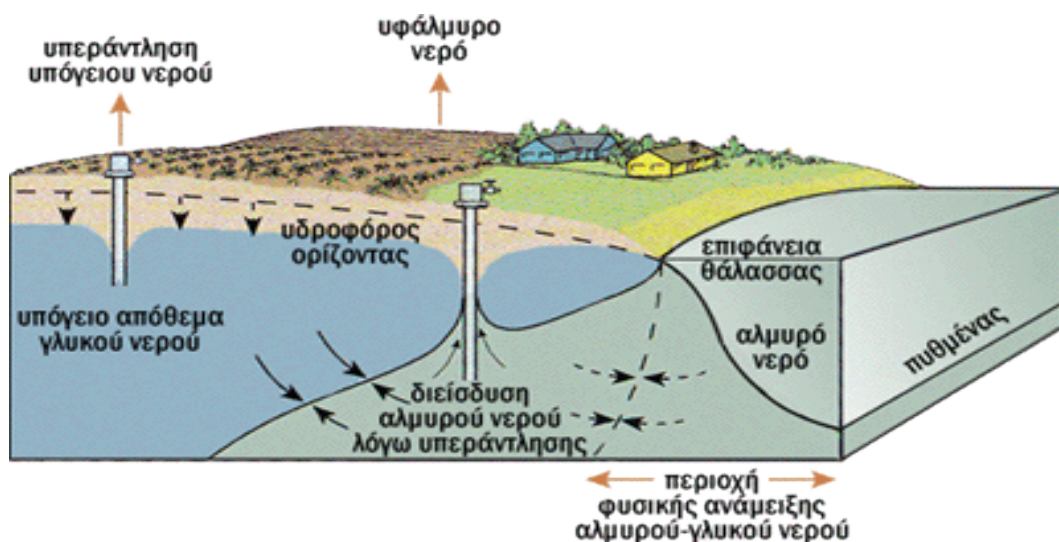
Σχήμα 1.1.12: Χάρτης διαθεσιμότητας/έλλειψης νερού (Πηγή: ncwrs.weebly.com).

Ήδη αρκετές χώρες (κυρίως στην Αφρική) υποφέρουν από λειψυδρία, ενώ άλλες βρίσκονται στα πρόθυρα αυτής, σε επίπεδο υδατικών αποθεμάτων. Υπολογίζεται ότι στο άμεσο μέλλον, όλο και περισσότερες χώρες θα βιώσουν καθεστώς ανυδρίας, σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας για τη συντήρηση της ζωής και την οικονομική ανάπτυξη, ενώ και για τις υπόλοιπες η έλλειψη νερού θα αποτελέσει περιοριστικό παράγοντα (Μυλόπουλος Ν., 2002).

Η κατάσταση αυτή μπορεί να περιγραφεί ως «κρίση του νερού», δηλώνοντας ότι το αγαθό βρίσκεται σε ανεπάρκεια. Οι παράγοντες που οδήγησαν σε αυτήν την κρίση είναι οι εξής:

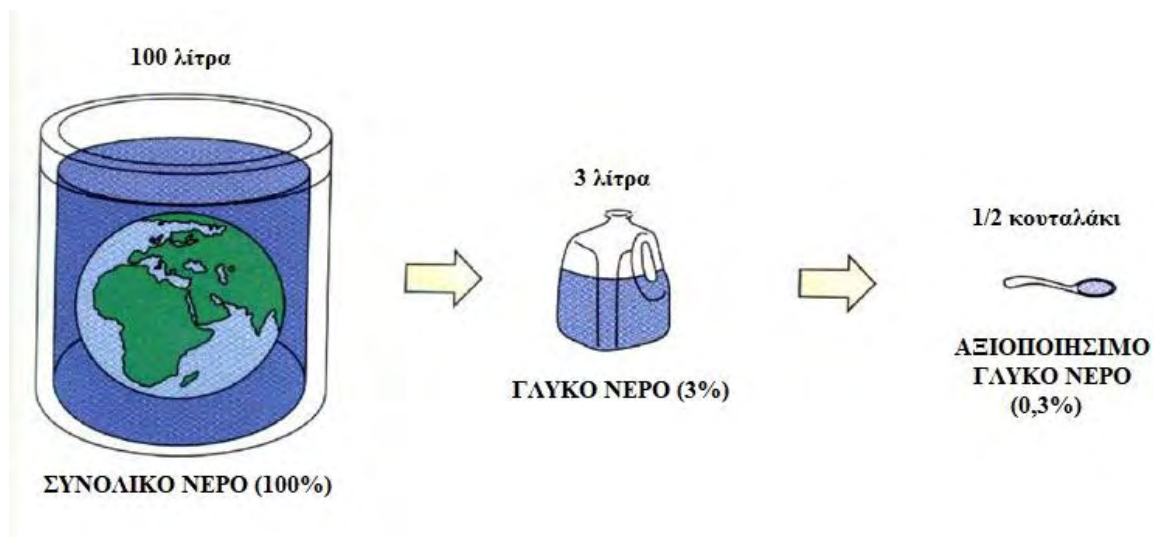
- 1) Η συνολική ποσότητα των ανανεώσιμων υδατικών αποθεμάτων παραμένει σχεδόν σταθερή με το χρόνο, σε επίπεδο λεκάνης απορροής ή υδρολογικού διαμερίσματος.
- 2) Οι υδατικοί πόροι που παρουσίαζαν ευκολία από τεχνικής και οικονομικής άποψης και προσφέρονταν περισσότερο για εκμετάλλευση, έχουν ήδη αξιοποιηθεί. Αυτό, πρόκειται να προκαλέσει θεαματική αύξηση του κόστους κατανάλωσης ανά κυβικό μέτρο νερού.
- 3) Η ζήτηση σε νερό αυξάνεται με πολύ γρηγορότερους ρυθμούς παγκοσμίως από ότι η ο πληθυσμός της γης.
- 4) Η ρύπανση των υδάτων είναι ο πλέον ανταγωνιστικός χρήστης του νερού, αφού καθιστά ένα σημαντικό τμήμα του μη αξιοποιήσιμο. Τα σημαντικότερα προβλήματα που οδηγούν σε υποβάθμιση της ποιότητας του νερού είναι η κλιματική αλλαγή, η απόρριψη των βιομηχανικών αποβλήτων στους ταμιευτήρες και η υπεράντληση που οδηγεί σε υφαλμύρωση. Τα φαινόμενα αυτά θα περιγραφούν στη συνέχεια (Μυλόπουλος Ν., 2002).

Το φαινόμενο της υφαλμύρωσης (σχήμα 1.1.12), πρόκειται ουσιαστικά για τη διείσδυση του θαλασσινού νερού σε υπόγειους υδροφορείς, λόγω της υπεράντλησης νερού από αυτούς και ταπείνωσης της στάθμης τους. Η υφαλμύρωση, οδηγεί σε υποβάθμιση της ποιότητας των υπόγειων υδάτων, τα οποία καθίστανται ακατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση (Αβραμίδη Ε., 2007).



Σχήμα 1.1.13: Το φαινόμενο της υφαλμύρωσης (Πηγή: <http://eclass.sch.gr>).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί, ότι παρ' ότι η Γη αποτελείται κατά ποσοστό 70% της επιφάνειάς της από νερό, χαρακτηριζόμενη και ως «γαλάζιος πλανήτης» γίνεται λόγος για εξάντληση των υδατικών αποθεμάτων. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας του γεγονότος ότι ελάχιστη ποσότητα του υπάρχοντος νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των υδατικών αναγκών. Πιο συγκεκριμένα, το 97% του συνολικού νερού είναι αλμυρό, δηλαδή βρίσκεται σε θάλασσες και ωκεανούς και επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί, άμεσα τουλάχιστον, για ύδρευση, λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε αλάτι (G. Tyler Miller, 1999). Από το υπόλοιπο 3%, που αποτελεί το «γλυκό νερό» του πλανήτη, το 2,15% βρίσκεται υπό τη μορφή πάγου και χιονιού στις πολικές κυρίως περιοχές. Μόλις το 0,65% μπορεί να αξιοποιηθεί για τις υδατικές ανάγκες, από το οποίο το 0,63% αποτελεί τα υπόγεια ύδατα και το 0,02% τα επιφανειακά ύδατα (λίμνες, ποτάμια). Εκτός αυτού, από το 0,63% που καλύπτουν τα υπόγεια ύδατα, περίπου η μισή ποσότητα βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο των 800 μέτρων, οπότε παραμένει πρακτικά μη αξιοποιήσιμο, τουλάχιστον προς το παρόν (Μυλόπουλος Ν., 2002).



Σχήμα 1.1.14: Αναπαράσταση γλυκού νερού της Γης (Πηγή: I, G. Tyler Miller, 1999).

1.1.5 Το νερό στην Ελλάδα

I. Κατανομή και χρήση του νερού

Στην Ελλάδα οι υδρολογικές και γεωμορφολογικές ιδιαιτερότητες, σε συνδυασμό με την ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης του νερού, δημιουργούν προβλήματα για την κάλυψη των αναγκών στις διάφορες χρήσεις του νερού. Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας, με την ανομοιόμορφη χωροχρονική κατανομή των βροχοπτώσεων, αλλά και τη γενικότερη γεωμορφολογική της σύσταση και την τεκτονική της δομή, την χαρακτηρίζουν ως σχεδόν άνυδρη χώρα. Αυτό πολλές φορές τεκμηριώνεται και από το ξηροθερμικό κλιματικό περιβάλλον του μεγαλύτερου μέρους της χώρας. Εντούτοις, για κάθε κάτοικό της, αναλογεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού, απ' ότι σε άλλες μεσογειακές χώρες (Αϊβαζίδης Κ. 2011)

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, η Ελλάδα χωρίζεται σε συνολικά 14 υδατικά διαμερίσματα (Πηγή: geodata.gov.gr), όπως φαίνεται στο σχήμα 1.1.14, τα οποία είναι:

1. Δυτικής Πελοποννήσου
2. Βόρειας Πελοποννήσου
3. Ανατολικής Πελοποννήσου
4. Δυτικής Στερεάς Ελλάδας
5. Ηπείρου
6. Αττικής
7. Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας
8. Θεσσαλίας
9. Δυτικής Μακεδονίας
10. Κεντρικής Μακεδονίας
11. Ανατολικής Μακεδονίας
12. Θράκης
13. Κρήτης
14. Νήσων Αιγαίου

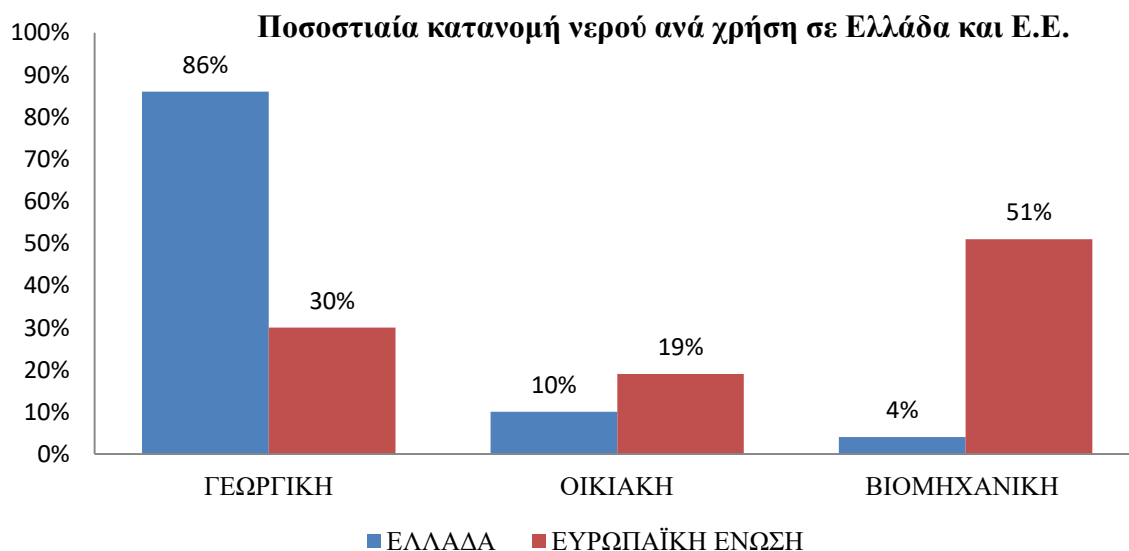


Σχήμα 1.1.15: Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας (Πηγή: ypeka.gr).

Τα υδατικά διαμερίσματα περιλαμβάνουν ολοκληρωμένα υδρογραφικά δίκτυα και χαρακτηρίζονται από παρόμοιες (κατά το δυνατόν) υδρολογικές συνθήκες, ενώ το καθένα από αυτά περιλαμβάνει μία ή περισσότερες υδρολογικές λεκάνες (Πηγή: geodata.gov.gr). Με βασικό κριτήριο τις βροχοπτώσεις και τις διαθέσιμες πηγές νερού, τα παραπάνω υδατικά διαμερίσματα, κατανέμονται σε 4 βασικές ζώνες διαθεσιμότητας υδατικών πόρων:

- i. Ανατολική Ελλάδα
- ii. Δυτική Ελλάδα
- iii. Βόρεια Ελλάδα
- iv. Νότια Ελλάδα

Όσον αφορά στις χρήσεις του νερού στην Ελλάδα, παρουσιάζονται παρακάτω με τη μορφή διαγράμματος (διάγραμμα 1.1.2), στο οποίο γίνεται και η σύγκριση με την αντίστοιχη χρήση στις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κανακούδης Β. και Τσιτσιφλή Σ., 2015).



Διάγραμμα 1.1.2: Ποσοστιαία κατανομή νερού ανάλογα με τη χρήση σε Ελλάδα και Ε.Ε..

II. Διαχείριση νερού

Την ύδρευση των πόλεων της Ελλάδας έχουν αναλάβει οι Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ), οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη λειτουργία, το σχεδιασμό και την κατασκευή των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης. Συνολικά, υπάρχουν 71 ΔΕΥΑ σε όλη την Ελλάδα. Βασικός στόχος των ΔΕΥΑ είναι η συλλογή, η επεξεργασία (χλωρίωση), η μεταφορά, η αποθήκευση και η διανομή του νερού, για την ικανοποίηση των υδατικών αναγκών των καταναλωτών. Αντίστοιχες διεργασίες αναλαμβάνει και για την αποχέτευση, αλλά και για την τακτοποίηση των λυμάτων που προκύπτουν από τη χρήση του νερού (Μυλόπουλος Ν., 2002).

III. Προβλήματα

Παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα έχει επαρκείς υδατικούς πόρους, επιφανειακούς και υπόγειους για να καλύψει τις υδατικές απαιτήσεις του πληθυσμού της, υπάρχουν προβλήματα που δυσχεραίνουν την αξιοποίησή τους (Κανακούδης Β. και Τσιτσιφλή Σ., 2015). Αρχικά, θα αναφερθούν τα προβλήματα που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον. Αυτά είναι:

- Το ανάγλυφο και η μορφολογία της χώρας
- Τα άνυδρα νησιά της, που είναι πολλά σε αριθμό
- Η άνιση χωροχρονική κατανομή των υδατικών πόρων
- Η εξάρτηση από επιφανειακές απορροές γειτονικών κρατών (Βόρεια Ελλάδα)

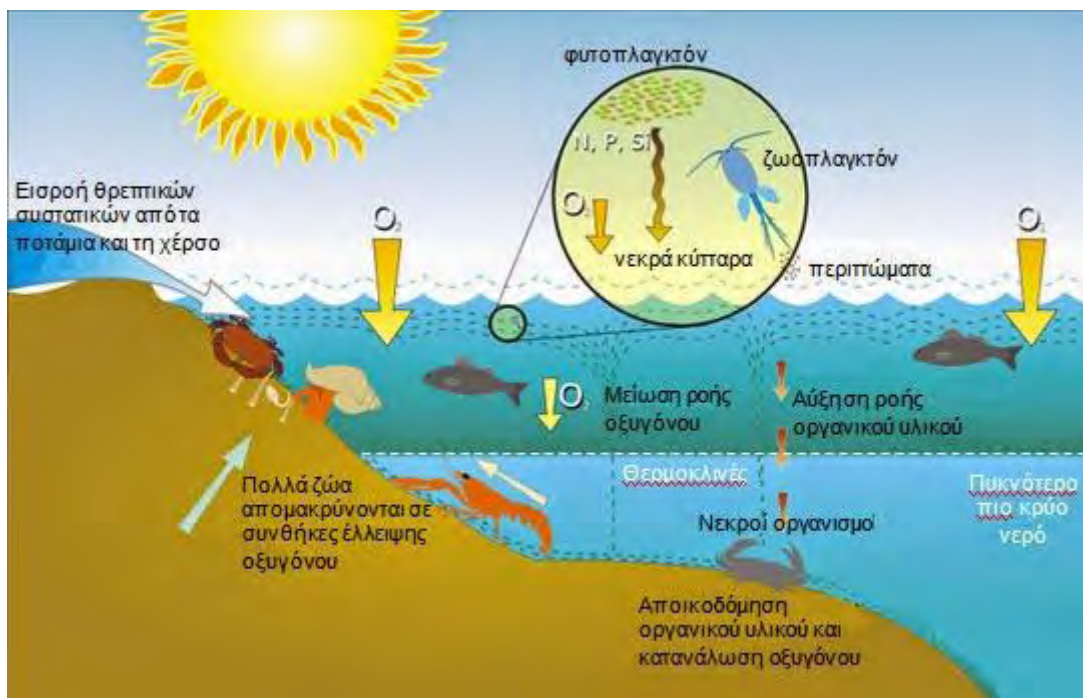
Πέραν αυτών των προβλημάτων, που είναι από τη φύση τους αναπόφευκτα, υπάρχουν κι άλλα προβλήματα, που σχετίζονται κυρίως με το πως ο άνθρωπος διαχειρίζεται τους υδατικούς πόρους (ποσότητα άντλησης, υπερβολική χρήση κλπ). Τα κυριότερα από αυτά, αφορούν στη ρύπανση, την υποβάθμιση της ποιότητας και της ανεξέλεγκτης κατανάλωσης του νερού και είναι τα εξής:

- Υπερβολική κατανάλωση για αγροτικό τομέα. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 1.1.2, ξοδεύεται ένα υπέρογκο ποσοστό του συνολικού νερού που αγγίζει το 86% μόνο στον τομέα της γεωργίας. Πρόκειται για υπερβολικά μεγάλη σπατάλη, αν συλλογιστεί κανείς ότι για τις αρδευτικές «ανάγκες» της Θεσσαλίας ξοδεύεται ποσότητα νερού ίση με εκείνη που χρειάζεται για να αρδευτεί όλο το Ισραήλ (Γεωργιοπούλου Τ. κ.α., 2007).
- Χρησιμοποίηση απαρχαιωμένων μεθόδων άρδευσης, όπως το σύστημα «βροχή» (καταιονισμός / ψεκασμός) ή τα κανόνια, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως και με τα οποία γίνεται μεγάλη σπατάλη νερού. Ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, οι απώλειες με αυτές τις μεθόδους ποτίσματος μπορεί να φτάσουν και στο 60% (Γεωργιοπούλου Τ. κ.α., 2007).



Σχήμα 1.1.16: Πότισμα καλλιεργούμενης έκτασης με κανόνι (Πηγή: Wikipedia).

- Ανεξέλεγκτη χρήση της γεώτρησης. Υπάρχουν καταγεγραμμένες πάνω από 170.000 γεωτρήσεις, ενώ στην πραγματικότητα είναι πολύ περισσότερες, αν συνυπολογιστούν και οι παράνομες. Πέραν της μεγάλης σπατάλης, η υπεράντληση υπόγειου ύδατος οδηγεί σε ταπείνωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και μπορεί να οδηγήσει στο φαινόμενο της υφαλμύρωσης, καθιστώντας το νερό μη αξιοποιήσιμο, λόγω της ανάμιξής του με το θαλασσίνο (Γεωργιοπούλου Τ. κ.α., 2007).
- Υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων. Η κυριότερη πηγή ρύπανσης τόσο του επιφανειακού όσο και του υπόγειου νερού είναι η γεωργία με τη χρήση των αγροχημικών. Η εντατικοποίηση της γεωργίας με τη μαζική χρήση των αγροχημικών έχει σαν αποτέλεσμα τη μόλυνση των υδάτινων αποδεκτών (ποταμών, λιμνών, υπόγειων υδροφορέων) με υπολείμματα των χημικών φαρμάκων. Αγροτική ρύπανση είναι αυτή που προκαλείται στα νερά από γεωργικές δραστηριότητες και αφορά στη ρύπανση από τα λιπάσματα που σχετίζεται με τον ευτροφισμό των νερών, καθώς και στη ρύπανση από τα φυτοφάρμακα (Κουτσογιάννης Δ., 2007).



Σχήμα 1.1.17: Σχηματική απεικόνιση ευτροφισμού (Πηγή: perivallon2015.blogspot.gr).

- Απόρριψη βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Στις χρήσεις του νερού στη Βιομηχανία περιλαμβάνονται η ψύξη ή θέρμανση του νερού για την παραγωγή ενέργειας, η χρήση του ως διαλύτη πολλών ουσιών, μεταξύ των οποίων και πολλοί ρυπαντές, και στα ορυχεία ως βοήθημα για τις εξορύξεις. Μια σοβαρή επίπτωση στο περιβάλλον είναι πως το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού που χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία επιστρέφει στη φύση και στον υδρολογικό κύκλο, συχνά μέσω ενός ποταμού ή λίμνης, δυστυχώς όμως αρκετά ρυπασμένο από χημικά ή βαριά μέταλλα, και συχνά θερμότερο. Το μεγαλύτερο ποσοστό νερού βιομηχανικής χρήσης

χρησιμοποιείται για ψύξη. Θερμά και υγρά απόβλητα, όμως, απορριπτόμενα σε υδάτινους αποδέκτες, αυξάνουν το μεταβολισμό των υδρόβιων οργανισμών και μειώνουν την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στα νερά. Με αυτόν τον τρόπο υποβαθμίζεται η ποιότητα του νερού και καθίσταται μη αξιοποιήσιμο (Αβραμίδα Ε.,2007)



Σχήμα 1.1.18: Απόρριψη βιομηχανικών αποβλήτων σε ύδατα (Πηγή: thessaliaeconomy.gr).

- Απώλειες υπάρχοντος δικτύου. Το υπάρχον δίκτυο διανομής είναι σε αρκετές περιοχές αρκετά απαρχαιωμένο, με αποτέλεσμα να υπάρχουν απώλειες λόγω διαρροών ή θραύσεων.

Όλα τα παραπάνω, σε συνδυασμό με την πολύ χαμηλή τιμολόγηση του νερού, κάνουν την κατάσταση στην Ελλάδα, εξαιρετικά δύσκολη και επικίνδυνη για το άμεσο μέλλον (Μυλόπουλος Ν., 2002).

Αναφορικά, υπάρχουν αρκετές μέθοδοι για την άρδευση των γεωργικών εκτάσεων, πιο εξελιγμένες και με ελάχιστες απώλειες. Η πιο εγγυημένη και οικονομική είναι η άρδευση με σταγόνες («στάγδην»), η οποία γίνεται μέσω ειδικών σωλήνων που τοποθετούνται κατά μήκος της φύτευσης και στάζουν νερό, περιορίζοντας την εξάτμισή του στο ελάχιστο. Σε αυτό το σημείο όμως, φαίνεται ότι η απροθυμία των αγροτών να αντικαταστήσουν τα υπάρχοντα συστήματα, είναι ένας ακόμη ανασταλτικός παράγοντας για την μείωση των απωλειών (Γεωργιοπούλου Τ. κ.α., 2007).

1.1.6 Νερό και Κλιματική αλλαγή

Η ενέργεια από τον ήλιο θερμαίνει τη γη και ο πλανήτης μας αντανακλά μέρος αυτής της θερμότητας πίσω στο διάστημα. Ωστόσο, ορισμένα αέρια της ατμόσφαιρας λειτουργούν όπως το γυαλί στο θερμοκήπιο, επιτρέπουν δηλαδή στην ενέργεια να εισέρχεται στην ατμόσφαιρα ενώ ταυτόχρονα την εμποδίζουν να διαφύγει. Ορισμένα αέρια του θερμοκηπίου, όπως οι υδρατμοί και το όζον, υπάρχουν ούτως ή άλλως στην ατμόσφαιρα. Χωρίς αυτά, η μέση θερμοκρασία της γης θα ήταν υπερβολικά χαμηλή, στους -18°C αντί των $+15^{\circ}\text{C}$ που είναι σήμερα. Όμως οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες ευθύνονται για την έκλυση τεράστιων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου (CO_2 , CH_4 , N_2O και O_3) στην ατμόσφαιρα, γεγονός που ενισχύει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συντελεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη (Πηγή: Wikipedia).

Το φαινόμενο της σταδιακής αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της γης, το οποίο καλείται κλιματική αλλαγή (ή υπερθέρμανση του πλανήτη), πρόκειται να έχει στο άμεσο μέλλον καταστροφικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ο κύκλος του νερού, όπως ήταν αναμενόμενο, δεν θα έμενε ανεπηρέαστος από μια τέτοια κατάσταση. Συγκεκριμένα, το νερό κρίνεται ως τομέας υψηλού κινδύνου, όσον αφορά την επίδραση της κλιματικής αλλαγής σε αυτό, καθώς πρόκειται με τη σειρά του να επηρεάσει άμεσα όλους τους υπόλοιπους τομείς.

Μέσω του υδρολογικού κύκλου, το νερό καθαρίζεται και τα στερεά στοιχεία απομακρύνονται κατά την εξάτμιση και το φιλτράρισμα μέσα από τα φυτά και τα πετρώματα που διαπερνά. Όμως τα γεωργικά και βιομηχανικά απόβλητα που καταλήγουν στο νερό δεν είναι δυνατόν να απομακρυνθούν εντελώς με φυσικές διαδικασίες, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ρύπανση σημειακή ή διάχυτη.

Ο υδρολογικός κύκλος προβλέπεται να επηρεαστεί σημαντικά από την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης. Η τήξη των πολικών πάγων και η αλλαγή της θερμοκρασίας των υδάτων θα επηρεάσουν τις βροχοπτώσεις και την εξάτμιση σε διάφορες περιοχές καθώς και τα θαλάσσια ρεύματα ρυθμίζουν το κλίμα του πλανήτη. Οι προβλέψεις των επιστημόνων μιλάνε για ξηρασίες στις Μεσογειακές χώρες και για πλημμυρικά φαινόμενα στις βορειότερες. Κανείς βέβαια δεν μπορεί να προβλέψει το μέλλον με ακρίβεια, αλλά τα γεγονότα δείχνουν ότι τα δυσοίωνα σενάρια τείνουν να γίνουν πραγματικότητα πολύ συντομότερα από το αναμενόμενο (Ματιάτος Τ., 2014).

Το υπόγειο νερό αποτελεί βασικό στοιχείο του υδρολογικού κύκλου και εξασφαλίζει την επάρκεια για την κάλυψη αναγκών, κυρίως υδρευτικών και αρδευτικών. Η αναπλήρωση των υπόγειων υδάτων εξαρτάται από την ποσότητα των βροχών, ειδικά κατά τη χειμερινή περίοδο. Μελέτες δείχνουν ότι η στάθμη των υπόγειων υδάτων ελαττώνεται, λόγω της κλιματικής αλλαγής, και φυσικά λόγω των υπεραντλήσεων. Περαιτέρω μείωση της στάθμης των υπόγειων υδάτων προβλέπεται τα επόμενα χρόνια κυρίως λόγω της συρρίκνωσης των βροχοπτώσεων.

Παράλληλα, στις παράκτιες περιοχές όπου οι ανάγκες σε νερό είναι ιδιαίτερα αυξημένες, κυρίως λόγω τουριστικών δραστηριοτήτων, η μειωμένη λόγω της κλιματικής αλλαγής

υδροφόρων οριζόντων έχει ως αποτέλεσμα το φαινόμενο της υφαλμύρωσης που περιγράφηκε παραπάνω, καθιστώντας το υπόγειο νερό ακατάλληλο για μια σειρά χρήσεων.

Τέλος, η κλιματική αλλαγή εκτιμάται ότι μπορεί να προκαλέσει και υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, επηρεάζοντας του οργανισμούς που ζουν σε αυτό (Ματιάτος Τ., 2014).

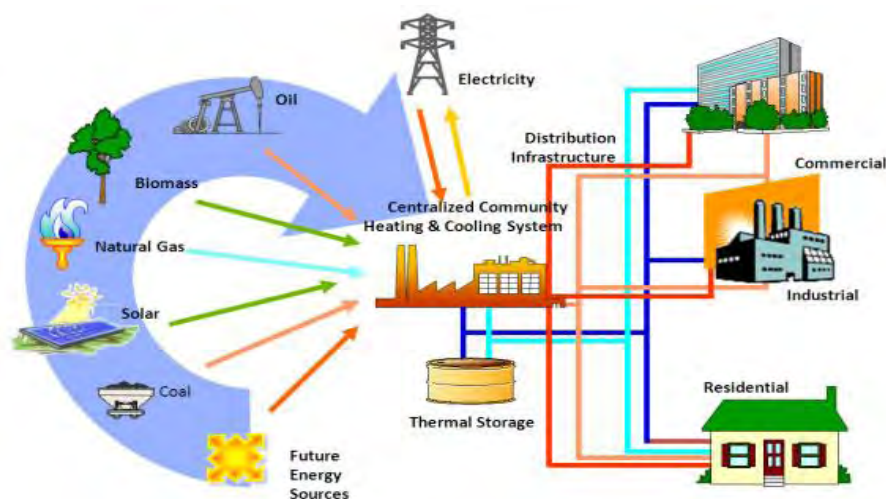
1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια είναι η κινητήρια δύναμη για το σύνολο σχεδόν της ανθρώπινης δραστηριότητας. Είναι εκείνη που «κρύβεται» πίσω από τις πιο απλές συνιστώσες της καθημερινής ζωής, όπως είναι η θέρμανση, ο φωτισμός, η κίνηση, αλλά και πολύ συνθετότερες, τις οποίες δεν μπορεί εύκολα να αντιληφθεί ο ανθρώπινος νους, όπως η κίνηση του νερού των ποταμών ή η ορμητικότητα του ανέμου. Οποιαδήποτε μεταβολή όσον αφορά την προσφορά ενέργειας ή την τιμή της μπορεί να προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής και την οικονομία μιας χώρας. Από την άλλη, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την οικολογική ισορροπία του πλανήτη, ενώ παράλληλα προκαλεί υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος σε κάθε στάδιο της παραγωγής της. Εκτός αυτού, η εντατική παραγωγή της, που έχει λάβει ανεξέλεγκτες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια, οδηγεί σταδιακά σε εξάντληση των φυσικών πόρων στο άμεσο μέλλον. Οι επιπτώσεις της αλόγιστης χρήσης και παραγωγής ενέργειας μπορεί βέβαια να περιοριστούν, τόσο με την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όσο και με την λήψη κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

1.2.1 Μορφές και Χρήσεις Ενέργειας

Η ενέργεια εμφανίζεται με μία από τις παρακάτω βασικές μορφές (Πηγή: Wikipedia):

- 1) Χημική Ενέργεια
- 2) Ηλεκτρική Ενέργεια
- 3) Μηχανική Ενέργεια
- 4) Θερμική Ενέργεια
- 5) Ηλεκτρομαγνητική Ενέργεια
- 6) Πυρηνική Ενέργεια



Σχήμα 1.2.1. Μορφές και χρήσεις της ενέργειας (Πηγή: www.fvbenergy.com).

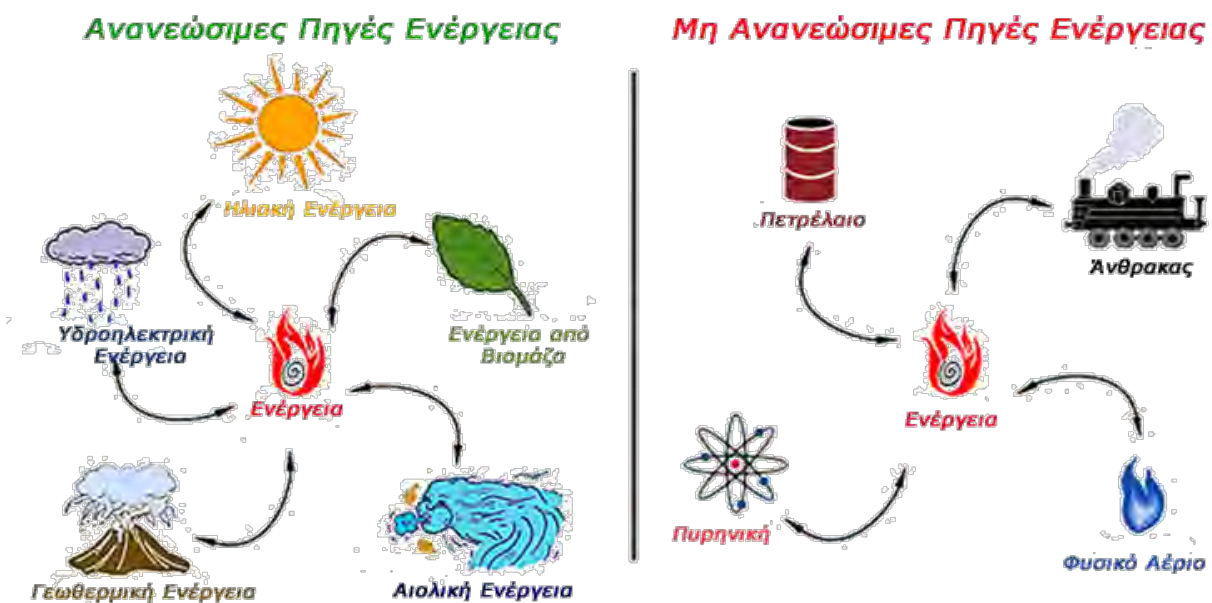
Επίσης, η ενέργεια, υφίσταται τις απαραίτητες διεργασίες ώστε να πάρει την τελική μορφή της, και να είναι ωφέλιμη, δηλαδή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγική διαδικασία (Αποστολάκης Ε. κ.α., 2012). Δύο ευρέως χρησιμοποιούμενες τελικές μορφές ενέργειας είναι η ηλεκτρική ενέργεια και τα καύσιμα (στερεά, υγρά, αέρια), των οποίων οι χρήσεις ταξινομούνται στους εξής τομείς παραγωγής (όπως φαίνεται στο σχήμα 1.2.1):

- Τομέας Μεταφορών (transport)
- Βιομηχανικός Τομέας (industrial)
- Οικιακός Τομέας (residential)
- Εμπορικός Τομέας (commercial)

Γενικά, η ενέργεια μπορεί να ταξινομηθεί με διάφορους τρόπους (κριτήρια), λαμβάνοντας και τις αντίστοιχες μορφές. Θα αναφερθεί μια επιπλέον κατηγοριοποίηση της ενέργειας (Παπαγεωργίου Κ. κ.α., 1999), καθώς κρίνεται σημαντική για την πορεία της εργασίας, η οποία είναι σε:

- I. Ανανεώσιμη Ενέργεια: η οποία βρίσκεται σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον, όπως η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα κλπ.
- II. Μη ανανεώσιμη Ενέργεια: η οποία είτε δεν ανανεώνεται καθόλου, είτε ανανεώνεται με πολύ αργό ρυθμό, όπως τα ορυκτά (π.χ. γαιάνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο).

Οι δύο αυτές μεγάλες κατηγορίες (σχήμα 1.2.2) θα αναλυθούν ξεχωριστά στη συνέχεια.



Σχήμα 1.2.2. Ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Πηγή: www.b2green.gr).

1.2.2 Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Ορυκτά Καύσιμα

Όσον αφορά τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στα ορυκτά καύσιμα. Γενικά, ως «καύσιμα» καλούνται τα προϊόντα της καύσης, δηλαδή της ταχύτατης αντίδρασης με το οξυγόνο με ταυτόχρονη παραγωγή θερμότητας. Τα **ορυκτά καύσιμα** προέρχονται από φυσικές πηγές όπως αναερόβια αποσύνθεση νεκρών θαμμένων οργανισμών. Η ηλικία των νεκρών οργανισμών που με την εναπόθεσή τους σχηματίζουν τα ορυκτά καύσιμα κυμαίνεται από μερικά εκατομμύρια μέχρι 650 εκατομμύρια χρόνια. Βρίσκονται με τη μορφή κοιτασμάτων στο έδαφος σε απόσταση έως και 10 χιλιόμετρα από την επιφάνεια της γης, συλλέγονται με εξόρυξη και τα κυριότερα συστατικά τους είναι ο άνθρακας (C), το υδρογόνο (H) και σε μικρότερες περιεκτικότητες το οξυγόνο (O), το θείο (S) και το άζωτο (N) (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Το μεγαλύτερο ποσοστό (έως και 90%) των ενεργειακών πόρων του πλανήτη σήμερα προέρχονται από ορυκτά καύσιμα, τα οποία χρησιμοποιούνται σε όλους τους τομείς παραγωγής, με πιο σημαντική χρήση την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ηλεκτρισμός). Τα κυριότερα από αυτά είναι ο γαιάνθρακας (κυρίως λιγνίτης), το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο (μεθάνιο), κατά την καύση των οποίων παράγονται μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Τα τρία αυτά ορυκτά καύσιμα παρουσιάζουν διαφορές, τόσο ως προς την θερμική ενέργεια που αποδίδουν (θερμογόνος δύναμη), όσο και ως προς το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται κατά την καύση τους, όπως φαίνεται στον πίνακα 1.2.1 (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Πίνακας 1.2.1: Θερμογόνος δύναμη και εκπεμπόμενο CO₂, κατά την καύση ορυκτών καυσίμων.

Ορυκτό Καύσιμο	Θερμογόνος Δύναμη (MJ/kg)	Εκπεμπόμενο CO ₂ (kg/MWh)
Φυσικό αέριο (μεθάνιο)	56	1050
Αργό πετρέλαιο	42	850
Άνθρακας (λιγνίτης)	10	450

A. Γαιάνθρακες

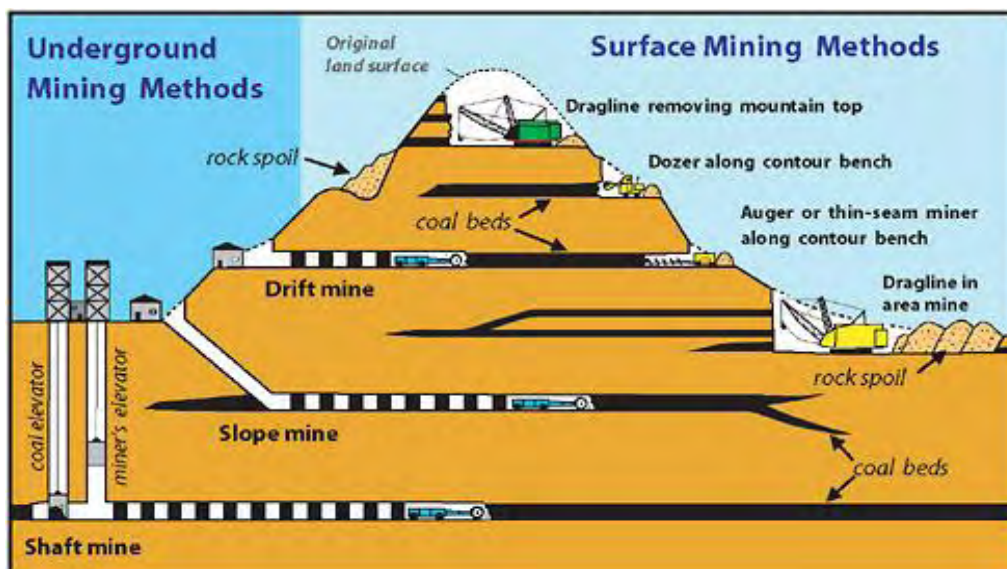
Οι γαιάνθρακες είναι οργανικά υλικά, που προέρχονται από την ενανθράκωση της φυτικής ύλης. Η δημιουργία των γαιανθράκων διέρχεται από επί μέρους στάδια ενανθράκωσης, με αποτέλεσμα να προκύπτει ανάλογα και ο αντίστοιχος τύπος γαιάνθρακα. Μάλιστα, ανάλογα με το πόσο προχωρημένη είναι η ενανθράκωση αυξάνεται ανάλογα και η πτητικότητα, η

θερμαντική ικανότητα και η περιεκτικότητα σε θείο, ενώ μειώνεται η περιεκτικότητα σε οξυγόνο και η υγρασία. Το θείο αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή ρύπανσης λόγω της χρήσης γαιανθράκων, όπως θα αποδειχθεί σε επόμενη παράγραφο, ενώ έχουν επιχειρηθεί κατά καιρούς πολλές προσπάθειες για απομάκρυνσή του πριν την καύση, χωρίς ιδιαίτερη επιτυχία (μέχρι σήμερα).

Κατά την καύση του άνθρακα, παράγεται ένα ανεπιθύμητο παραπροϊόν/υπόλειμμα, το οποίο ονομάζεται **τέφρα** και είναι πλούσιο σε ανόργανα συστατικά (κυρίως οξείδια Si, Al, Fe, Ca κ.α.). Η τέφρα διακρίνεται σε ελεύθερη, που απομακρύνεται πριν τη χρήση του άνθρακα και σε μόνιμη που δεν μπορεί να απομακρυνθεί, καθώς είναι δεσμευμένη στη χημική δομή του άνθρακα (Ανδρίτσος Ν., 2008).

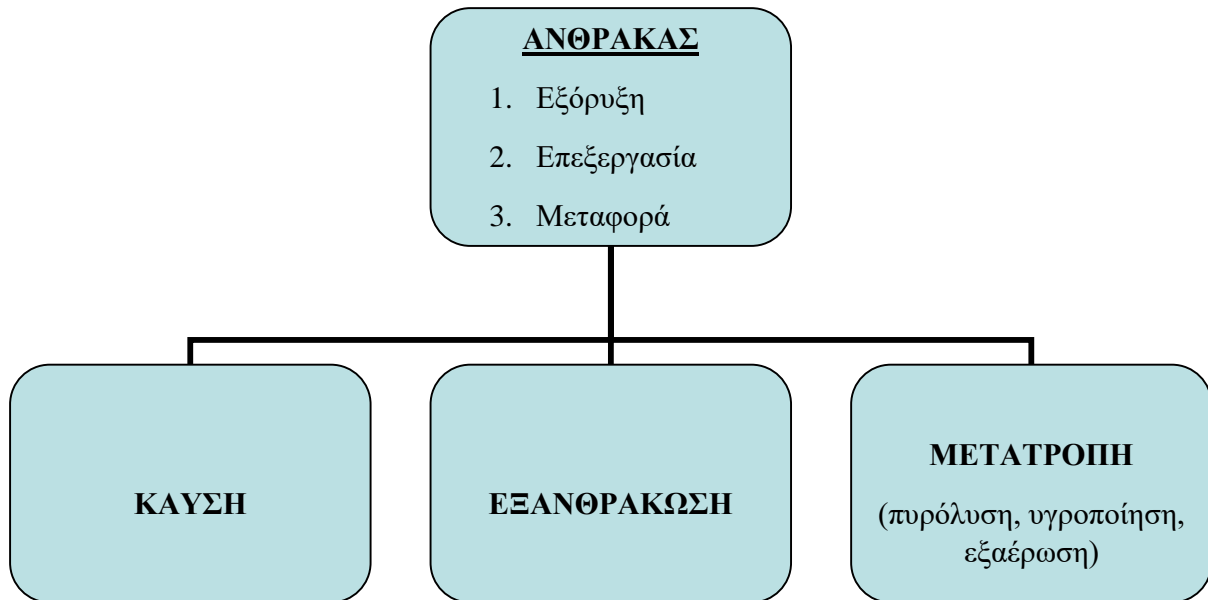
Η εξόρυξη των γαιανθράκων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους (σχήμα 1.2.4):

- **Επιφανειακή εξόρυξη:** είναι πιο αποδοτική και είναι η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την εξόρυξη λιγνίτη, συνοδεύεται όμως από σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι επιπτώσεις αυτές, μπορούν να περιοριστούν έως έναν βαθμό με κατάλληλη διαμόρφωση των χώρων που ολοκληρώνεται η εξόρυξη.
- **Υπόγεια εξόρυξη:** η οποία περιλαμβάνει άνοιγμα στοών και απόληψη του άνθρακα σε αυτές. Με τη μέθοδο αυτή περιορίζονται σε μεγάλο βαθμό οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, υπάρχει όμως αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης ατυχημάτων των εργαζομένων. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι τα αναπνευστικά προβλήματα λόγω απελευθέρωσης αέριων παραπροϊόντων (κυρίως CH₄ και CO₂) και της ύπαρξης λεπτόκοκκης σκόνης άνθρακα, προβλήματα υγείας λόγω της άντλησης όξινων υδάτων και ο υψηλός κίνδυνος κατάρρευσης ή/και πλημμύρας των στοών. Είναι επομένως απαραίτητος ο επαρκής εξαερισμός των στοών και ο έλεγχος της συγκέντρωσης της σκόνης.



Σχήμα 1.2.3. Μέθοδοι εξόρυξης γαιανθράκων: (α) επιφανειακή (surface mining methods) και (β) υπόγεια (underground mining methods) (Πηγή: www.geology.hunter.cuny.edu).

Μετά την εξόρυξη του άνθρακα, απαιτείται συνήθως κάποια επεξεργασία του που μπορεί να περιλαμβάνει τον εμπλουτισμό του καυσίμου ή την απομάκρυνση ανόργανων συστατικών, ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται (Ανδρίτσος Ν., 2008). Οι σημαντικότερες μέθοδοι αξιοποίησης του άνθρακα, απεικονίζονται διαγραμματικά στο σχήμα 1.2.4.



Σχήμα 1.2.4. Χρήσεις Γαιανθράκων.

B. Πετρέλαιο

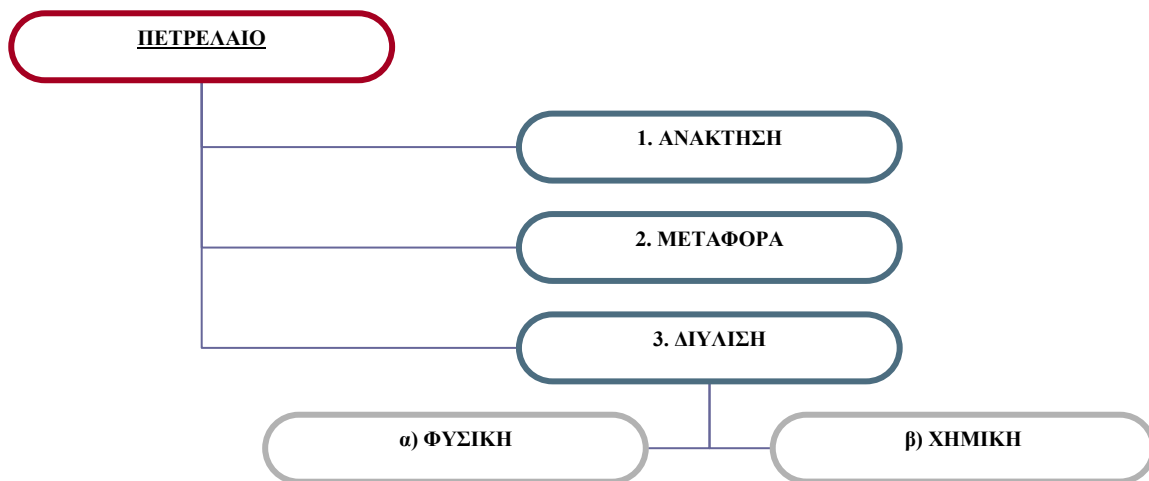
Το πετρέλαιο είναι ένα πολύπλοκο μίγμα αέριων, υγρών και στερεών υδρογονανθράκων, το οποίο περιλαμβάνει και μικρές ποσότητες οξυγόνου θείου και αζώτου και ανευρίσκεται σε πετρελαιοφόρα κοιτάσματα, διάσπαρτα σε πολλές περιοχές του πλανήτη (σχήμα 1.2.5).



Σχήμα 1.2.5. Αποθέματα πετρελαίου στον πλανήτη (Πηγή: asillogosathinon.wordpress.com).

Όσον αφορά την προέλευση του πετρελαίου έχει επικρατήσει η άποψη ότι προέρχεται από θαλάσσιους φυτικούς και ζωικούς μικροοργανισμούς, οι οποίοι συσσωρεύτηκαν και εγκλωβίστηκαν σε υδάτινους ταμιευτήρες. Αποτελεί την βασική ενεργειακή πηγή του σύγχρονου κόσμου, ενώ χρησιμοποιείται και στην παραγωγή πληθώρας άλλων προϊόντων (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Μέχρι το αργό πετρέλαιο να φτάσει στον καταναλωτή, υφίσταται μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία (σχήμα 1.2.6), η οποία διέρχεται από πολλά στάδια, καθώς λόγω διαφορετικής χημικής σύστασης τα διάφορα είδη πετρελαίου δίνουν και διαφορετικά προϊόντα διυλιστηρίου (Ανδρίτσος Ν., 2008). Τα περισσότερα από αυτά, χρησιμοποιούνται ως καύσιμα, ενώ ένα μέρος του αξιοποιείται για την παραγωγή άλλων προϊόντων (πλαστικά, φάρμακα, υφάσματα κλπ.).



Σχήμα 1.2.6. Στάδια συλλογής και αξιοποίησης πετρελαίου.

Η ανάκτηση του πετρελαίου γίνεται μέσω γεώτρησης σε κατάλληλα σημεία που επιλέγονται από τους γεωλόγους. Πέραν της βασικής γεώτρησης χρειάζονται και κάποιες επιπλέον, ώστε να διαπιστωθεί το βάθος και το μέγεθος του κοιτάσματος (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Μετά την ανάκτηση, ακολουθεί η μεταφορά του πετρελαίου στα διυλιστήρια, μέσω αγωγών μεταφοράς ή δεξαμενόπλοιων, για την αξιοποίηση των κλασμάτων του. Γενικά, η μεταφορά του πετρελαίου με δεξαμενόπλοια είναι πολύ οικονομική, όμως εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον σε περιπτώσεις διαρροών και δημιουργίας πετρελαιοκηλίδων (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Στα διυλιστήρια, το αργό πετρέλαιο αποθηκεύεται αρχικά σε δεξαμενές, όπου και υφίσταται μια φυσική διεργασία απομάκρυνσης ανόργανων αλάτων.

Οι κυριότερες χρήσεις των προϊόντων πετρελαίου από το διυλιστήριο είναι:

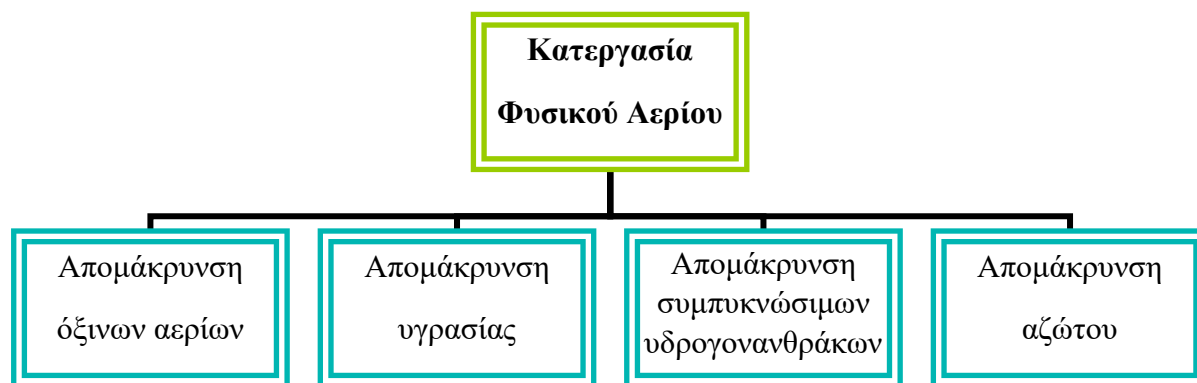
- ✓ Καύσιμα για μηχανές εσωτερικής καύσης (βενζίνη, ντίζελ, καύσιμα αεροπλάνου)
- ✓ Καύσιμα θέρμανσης (υγραέρια, μαζούτ, ντίζελ θέρμανσης)
- ✓ Βοηθητικά προϊόντα (άσφαλτος, λιπαντικά)
- ✓ Πρώτες ύλες για πετροχημική βιομηχανία (νάφθα, αεριέλαιο)

Παρ' όλο που το πετρέλαιο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και στην ηλεκτροπαραγωγή με μεγάλη επιτυχία (λόγω της υγρής του κατάστασης), δεν επιλέγεται αυτή η λύση καθώς θα προκαλούσε μεγάλες οικονομικές απώλειες και θα εμπόδιζε την παραγωγή άλλων προϊόντων (κυρίως των πετροχημικών) (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Γ. Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα υδρογονανθράκων (αλλά και μη καύσιμων αερίων) σε αέρια κατάσταση, το οποίο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH_4). Συναντάται σε αυτόνομους πηγές στο φλοιό της γης ή προκύπτει ως προϊόν της διύλισης του πετρελαίου. Η σύστασή του ποικίλλει και εξαρτάται ως ένα βαθμό και από τα χαρακτηριστικά της πηγής από την οποία προέρχεται. Εκτός από τις οργανικές ενώσεις μπορεί να περιέχει και μικρότερες ποσότητες ανόργανων όπως άζωτο, αργό, ήλιο, διοξείδιο του άνθρακα και υδρόθειο (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Η γενική κατεργασία του φυσικού αερίου, μετά τη συλλογή του ή απομόνωσή του από το πετρέλαιο, περιλαμβάνει τις διεργασίες που φαίνεται στο σχήμα 1.2.7.



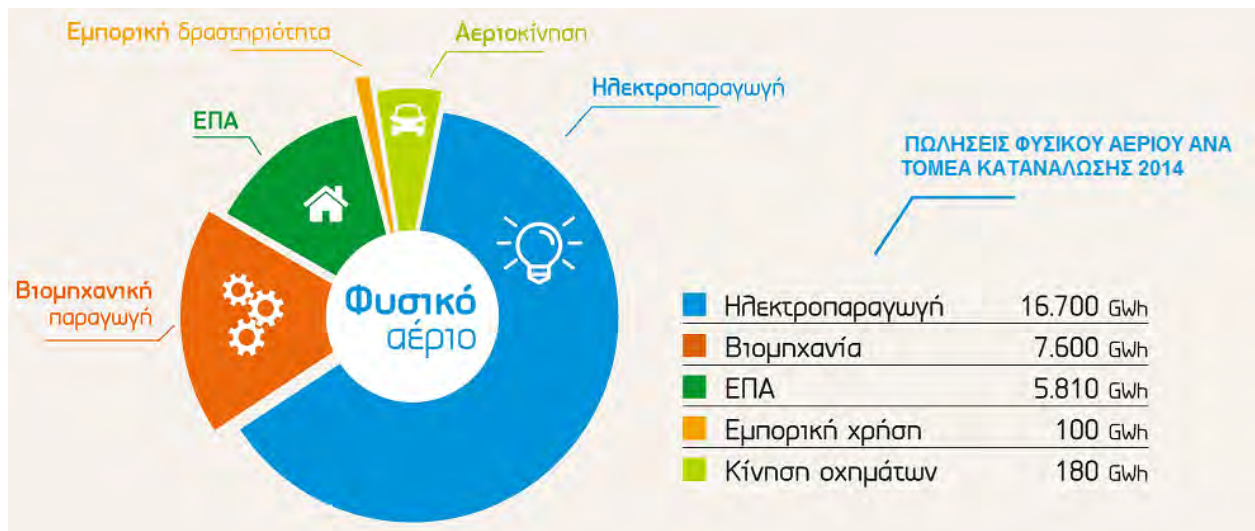
Σχήμα 1.2.7. Διεργασίες επεξεργασίας φυσικού αερίου.

Η μεταφορά του φυσικού αερίου γίνεται μέσω ειδικών αγωγών, οι οποίοι μπορούν παράλληλα να χρησιμοποιηθούν και ως μέσα για την αποθήκευσή του. Για διεθνείς μεταφορές φυσικού αερίου χρησιμοποιούνται ειδικά δεξαμενόπλοια, στα οποία αποθηκεύεται με τη μορφή υγρού σε χαμηλή θερμοκρασία.

Τέλος, όσον αφορά στις χρήσεις του φυσικού αερίου (σχήμα 1.2.8), οι τομείς αξιοποίησής του είναι οι εξής:

1. Ηλεκτροπαραγωγή → Το φυσικό αέριο αποτελεί άριστο καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δίνοντας μάλιστα πολύ μικρότερες εκπομπές ρύπου σε σχέση με άλλα καύσιμα. Παρ' όλα αυτά φαίνεται ότι έχει αυξημένο κόστος παραγωγής.
2. Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) → απαιτείται ταυτόχρονη παραγωγή θερμικού φορτίου και ηλεκτρισμού μέσω του φυσικού αερίου.
3. Βιομηχανικός τομέας → για θερμικές χρήσεις και παραγωγή προϊόντων.
4. Τομέας εμπορίου → περιλαμβάνει όλες τις κατηγορίες καταναλωτών ενέργειας (καταστήματα, ξενοδοχεία κλπ.).
5. Οικιακός τομέας → χρήση φυσικού αερίου για μαγείρεμα, ζεστό νερό, θέρμανση κλπ.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του φυσικού αερίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Ανδρίτσος Ν., 2008).



Σχήμα 1.2.8. Χρήσεις του φυσικού αερίου 2014 (Πηγή: Δ.Ε.Π.Α).

Στην Ελλάδα, το φυσικό αέριο μεταφέρεται από τα σύνορα με τη Βουλγαρία και την Τουρκία, ενώ τη μεταφορά έχει αναλάβει το εθνικό σύστημα φυσικού αερίου. Επίσης, προμήθεια φυσικού αερίου γίνεται και από τον τερματικό σταθμό υγροποιημένου φυσικού

αερίου, οι εγκαταστάσεις του οποίου βρίσκονται στη νησί Ρεβυθούσα στον κόλπο των Μεγάρων.

1.2.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (ΑΠΕ) χαρακτηρίζεται η ενέργεια που δεν εξαντλείται στο άμεσο μέλλον της ανθρωπότητας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σταθερό και αξιόπιστο τρόπο (Πηγή: Wikipedia). Οι ΑΠΕ μπορούν να ταξινομηθούν, ανάλογα με την προέλευσή τους (σχήμα 1.2.9) σε:

- 1) Ηλιακή Ενέργεια
- 2) Υδροηλεκτρική Ενέργεια
- 3) Αιολική Ενέργεια
- 4) Βιομάζα
- 5) Γεωθερμική Ενέργεια
- 6) Θαλάσσια Ενέργεια (παλιρροϊκή, κυματική, θερμότητα ωκεανών)



Σχήμα 1.2.9. Α.Π.Ε. και χρήσεις τους (Πηγή: www.renewablegreenenergypower.com).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπάρχουν αυτή τη στιγμή σε αφθονία, σε αντίθεση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα), που είναι πεπερασμένες και μη ανανεώσιμες. Η χρήση τους είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ιδέα της αειφόρου ανάπτυξης που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια. Παρ' όλα αυτά, σε καμία περίπτωση δεν σημαίνει ότι η

χρήση των ΑΠΕ, δεν έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Βέβαια, είναι αρκετά μικρότερες από τις αντίστοιχες των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Οι κυριότερες εφαρμογές, στις οποίες οι ανανεώσιμες πηγές μπορούν να αντικαταστήσουν τις συμβατικές μη ανανεώσιμες είναι οι εξής:

- Παραγωγή Ηλεκτρισμού → υπάρχει πληθώρα ανανεώσιμων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, με επικρατέστερες όσες βασίζονται στην αιολική, τη γεωθερμική και την υδροηλεκτρική ενέργεια.
- Μεταφορές → χρησιμοποίηση της «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία είναι υψηλής ποιότητας, για την κίνηση των οχημάτων. Ήδη σε αρκετές περιοχές χρησιμοποιούνται σήμερα τα βιοκαύσιμα και το υδρογόνο για την αυτοκίνηση.
- Θερμότητα → μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ηλιακοί συλλέκτες και η καύση απορριμμάτων για θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας και καύση βιομάζας και βιοκαυσίμων για θερμότητα υψηλότερης θερμοκρασίας (Κιοσκερίδης Ι., 2017).

Στον πίνακα 1.2.2 φαίνονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν τις διάφορες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα ενεργειακά τους προϊόντα και οι εφαρμογές τους (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Πίνακας 1.2.2: Χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες ΑΠΕ και ενεργειακά προϊόντα/εφαρμογές.

ΑΠΕ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΪΟΝ / ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Βιομάζα	<ol style="list-style-type: none"> 1. Καύση (οικιακός τομέας) 2. Καύση (βιομηχανικός τομέας) 3. Αεριοποίηση (παραγωγή ισχύος) 4. Αεριοποίηση (παραγωγή καυσίμων) 5. Ζύμωση και υδρόλυση 6. Πυρόλυση (παραγωγή υγρών καυσίμων) 7. Πυρόλυση (παραγωγή στερεών καυσίμων) 8. Εξαγωγή (σύνθλιψη κλπ.) 9. Αναερόβια χώνεψη 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Θερμότητα (μαγείρεμα, θέρμανση) 2. Θερμότητα διεργασιών, ατμός, ηλεκτρισμός 3. Ηλεκτρισμός/ Θερμότητα (ΣΗΘ) 4. Υδρογονάνθρακες, μεθανόλη, υδρογόνο 5. Αιθανόλη 6. Βιοέλαια 7. Ξυλάνθρακας 8. Βιοντίζελ 9. Βιοαέριο
Αιολική	<ol style="list-style-type: none"> 1. Αντληση νερού και φόρτιση μπαταριών 2. Ανεμογεννήτριες στην ξηρά 3. Ανεμογεννήτριες στη θάλασσα 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Κίνηση, ισχύς 2. Ηλεκτρισμός 3. Ηλεκτρισμός
Ηλιακή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Φωτοβολταϊκά 2. Ηλεκτρισμός από ηλιακά συστήματα 3. Ηλιακοί συλλέκτες χαμηλής θερμοκρασίας 4. Παθητικά ηλιακά συστήματα 5. Τεχνητή φωτοσύνθεση 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ηλεκτρισμός 2. Ηλεκτρισμός, θερμότητα, ατμός 3. Θερμότητα (νερού, μαγείρεμα, θέρμανση κλπ.) 4. Θέρμανση, εξαερισμός, φωτισμός 5. Υδρογόνο, καύσιμα πλούσια σε υδρογόνο
Υδραυλική	Υδροστρόβιλος	Ηλεκτρισμός
Γεωθερμική	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ατμοστρόβιλος 2. Άμεση χρήση 3. Αντλίες θερμότητας 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ηλεκτρισμός 2. Θερμότητα (θέρμανση, ξήρανση, αφαλάτωση) 3. Θερμότητα (θερμό νερό & αέρας, ξήρανση)

Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα, ανάλογα με τον τύπο ενέργειας τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 1.2.3 (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Πίνακας 1.2.3: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

ΑΠΕ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Ηλιακή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Μεγάλο δυναμικό 2. Πάντοτε διαθέσιμη 3. Δεν ρυπαίνει 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Μικρή ενεργειακή απόδοση 2. Υψηλό αρχικό κόστος 3. Πρόβλημα αποθήκευσης 4. Υψηλό κόστος στον καταναλωτή 5. Είναι εξαρτημένη από την ώρα και τη θέση
Υδροηλεκτρική	<ol style="list-style-type: none"> 1. Υψηλή απόδοση (>80%) 2. Ελάχιστες απώλειες θερμότητας 3. Μικρότερο κόστος ανά kWh 4. Εύκολα ρυθμιζόμενη 5. Δυνατότητα μερικής αποθήκευσης 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Αποθέσεις & Ιζήματα 2. Αστοχία φραγμάτων 3. Μεταβολές στο τοπικό κλίμα 4. Κίνδυνος για ορισμένα είδη ψαριών
Αιολική	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ευέλικτη ακόμα και σε μεμονωμένα σπίτια 2. Μεγάλη συνεισφορά σε ισχυρούς ανέμους 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Μεταβλητή λειτουργία 2. Μικρή ενεργειακή απόδοση (~30%)
Γεωθερμική	<ol style="list-style-type: none"> 1. Υψηλή απόδοση 2. Μέτριο πάγιο κόστος 3. Συνεχής παραγωγή ενέργειας 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Μερικώς ανανεώσιμη 2. Τοπικός πόρος/ανάπτυξη 3. Κάποιες μορφές ρύπανσης
Θερμότητα ωκεανών	<ol style="list-style-type: none"> 1. Μεγάλο δυναμικό 2. Αξιοποίηση μεγάλης κλίμακας 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Τεχνολογικά προβλήματα 2. Πολύ υψηλό κόστος 3. Πιθανό περιβαλλοντικό κόστος
Παλιρροϊκή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Σταθερή πηγή 2. Αξιοποίηση πολλών εκβολών ποταμών 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Κύκλος μικρού καθήκοντος 2. Αλλαγή ακτογραμμής 3. Υψηλό κόστος
Βιομάζα (καύση)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Φυσικό προϊόν 2. ΣΗΘ και μεμονωμένη χρήση 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Σωματιδιακή Ρύπανση 2. Περιορισμός στη μεταφορά

Υπάρχουν ορισμένα προβλήματα τεχνικού περιεχομένου, τα οποία πρέπει να επιλυθούν προκειμένου να γίνει χρήση των ΑΠΕ. Το βασικότερο από αυτά είναι η αποθήκευσή τους, είτε με την πρωτότυπη μορφή τους είτε με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα ακόμη πρόβλημα σχετίζεται με τον ειδικό εξοπλισμό και το υψηλό αρχικό κόστος. Όμως, στο

μέλλον αναμένεται μεγάλη μείωση του κόστους, κάτι το οποίο έχει ήδη σημειωθεί τα τελευταία χρόνια. Προς το παρόν, δεν υπάρχει κάποια ΑΠΕ, η οποία να μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες σε μεγάλη κλίμακα (Κιοσκερίδης Ι., 2017).

1.2.4 Η ενέργεια στην Ελλάδα

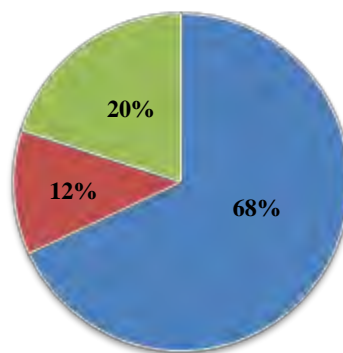
I. Ηλεκτροπαραγωγή

Η παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα παρέχεται από την κρατική στο μεγαλύτερο ποσοστό της Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Είναι η μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Διαθέτει μια μεγάλη υποδομή σε εγκαταστάσεις ορυχείων λιγνίτη, παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (Πηγή: Wikipedia).

Σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ., κατά μέσον όρο την τελευταία δεκαετία η ΔΕΗ παρείχε το 68% του συνόλου της ζήτησης ενέργειας στην Ελλάδα, ένα ποσοστό το οποίο τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει σταδιακή μείωση λόγω της ύπαρξης ανταγωνιστικών ανεξάρτητων ιδιωτικών εταιριών. Μόλις το 12% προέρχεται από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας και το υπόλοιπο 20% από το φυσικό αέριο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

■ ΔΕΗ ■ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ ■ ΠΑΡΟΧΟΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



Διάγραμμα 1.2.1: Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

Από τη συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια στην Ελλάδα, μόνο το 38% αυτής παράγεται στη χώρα, ενώ το υπόλοιπο 62% αφορά στην εισαγόμενη ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει μεγάλη ενεργειακή κάλυψη από το εισαγόμενο πετρέλαιο, το οποίο συμμετέχει σε ποσοστό 54% στη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, από τα μεγαλύτερα

ποσοστά της Ευρώπης. Το υπόλοιπο 8% (από το 62% εισαγωγόμενης ενέργειας) καλύπτεται από το εισαγόμενο φυσικό αέριο. Τέλος, από το 38% της εγχώριας παραγωγής, το 75% προέρχεται από λιγνίτη, ο οποίος αποτελεί το μοναδικό εγχώριο συμβατικό καύσιμο και χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στην ηλεκτροπαραγωγή, ενώ το 25% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Ανδρίτσος Ν., 2008).

II. Ενεργειακό Πρόβλημα

Τα αποθέματα λιγνίτη έχουν μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της λειτουργίας των μονάδων φυσικού αερίου, οι οποίες χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες λιγνίτη ως πρώτη ύλη. Οι κυριότερες πηγές εξόρυξης λιγνίτη στην Ελλάδα είναι η Πτολεμαΐδα και η Μεγαλόπολη (Ανδρίτσος Ν., 2008). Με βάση τα συνολικά αποθέματα στις περιοχές αυτές και τον προβλεπόμενο ρυθμό κατανάλωσης ενέργειας στο μέλλον, υπολογίζεται ότι οι ποσότητες λιγνίτη επαρκούν το πολύ για τα επόμενα 58 χρόνια (Πηγή έρευνας: ΕΛ.ΣΤΑΤ). Εκτός αυτού, ο λιγνίτης στην Ελλάδα είναι χαμηλής ποιότητας, δίνοντας μεγάλο ποσοστό και μικρή θερμογόνο δύναμη.

Όσον αφορά το εισαγόμενο πετρέλαιο, από σχετική έρευνα που διενεργήθηκε, αποδεικνύεται ότι έχει εξαντληθεί περίπου το 80% των παγκόσμιων αποθεμάτων, ενώ με βάση τον τρέχοντα ρυθμό κατανάλωσης ενέργειας, αναμένεται να επαρκούν για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών το πολύ για τα επόμενα 41 χρόνια (στοιχεία BP, 2006).

Τέλος, προβλήματα φαίνεται να υπάρχουν και στο εισαγόμενο φυσικό αέριο, τόσο ως προς την τιμή του, όσο και ως προς τη διαθεσιμότητά του. Με τους τρέχοντες ρυθμούς κατανάλωσης τα αποθέματα φυσικού αερίου πρόκειται να εξαντληθούν τα επόμενα 65 χρόνια (στοιχεία BP, 2006).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας φαίνεται να είναι μια πολλά υποσχόμενη λύση για το ενεργειακό πρόβλημα της Ελλάδας, υπάρχουν όμως προς το παρόν σημαντικά ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν, όπως:

- Το κόστος χρησιμοποίησής τους
- Οι τεχνολογίες που απαιτούνται
- Η αποθήκευσή τους
- Το περιβαλλοντικό τους κόστος (Κιοσκερίδης Ι., 2017).

III. Ενεργειακή πενία

Η ενεργειακή φτώχεια είναι ένα σύγχρονο φαινόμενο, τόσο του αναπτυσσόμενου όσο και του αναπτυγμένου κόσμου, που συνήθως χαρακτηρίζεται ως η αδυναμία πρόσβασης στις σύγχρονες υπηρεσίες ενέργειας. Δηλαδή, είναι η κατάσταση ενός νοικοκυριού που αδυνατεί να έχει πρόσβαση στις πλέον βασικές υπηρεσίες ενέργειας για επαρκή θέρμανση, μαγείρεμα,

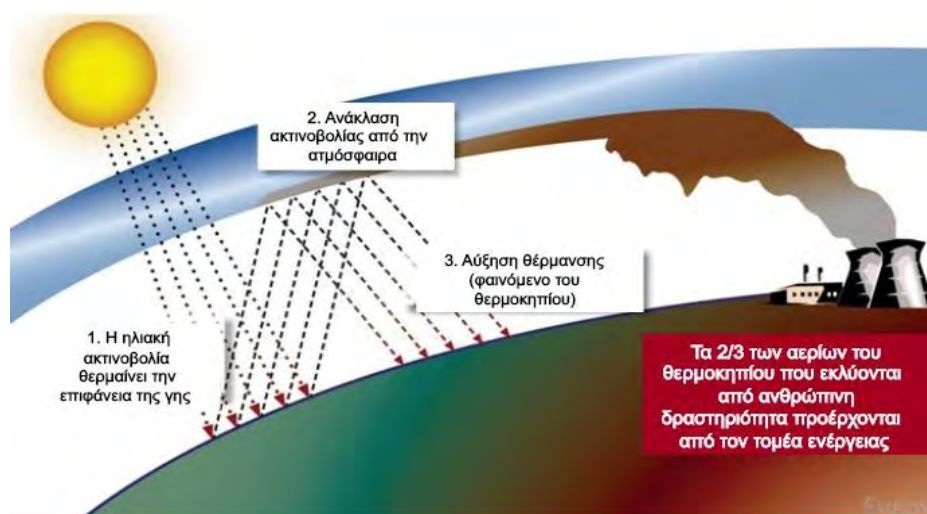
φωτισμό και τη χρήση οικιακών συσκευών. Ο συνδυασμός της αλόγιστης κατανάλωσης ενέργειας των προηγούμενων ετών, της υφιστάμενης οικονομικής κρίσης και της αύξησης της τιμής των ενεργειακών προϊόντων λόγω της επικείμενης εξάντλησης των αποθεμάτων τους, έχουν δημιουργήσει έντονα προβλήματα τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα (Αλίσ Κοροβέση κ.α., 2017).

1.2.5 Ενέργεια και Περιβάλλον

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο σύγχρονος κόσμος και το οποίο τείνει να λάβει ανεξέλεγκτες διαστάσεις τα επόμενα χρόνια. Στην παράγραφο αυτή θα εξεταστεί με ποιον τρόπο η παραγωγή και χρήση της ενέργειας εμπλέκεται σε αυτήν την κατάσταση και τι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορεί να έχει .

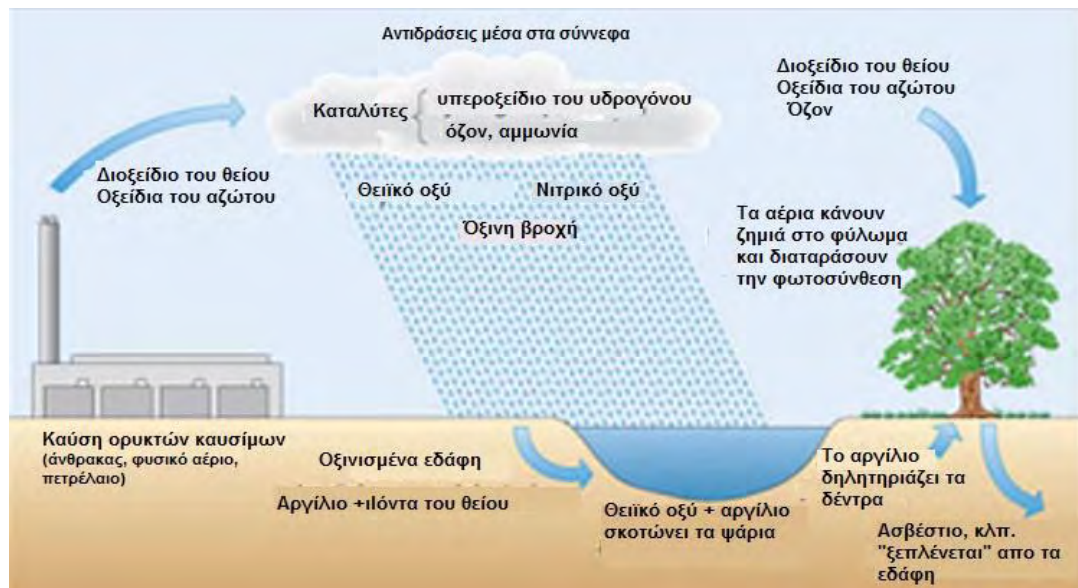
Η παραγωγή ενέργειας από συμβατικά καύσιμα και η χρήση της σε διάφορες διεργασίες συνδέεται άμεσα με τη ρύπανση του περιβάλλοντος και κυρίως της ατμόσφαιρας, η οποία, αν και μπορεί να περιοριστεί ως έναν βαθμό, είναι αναπόφευκτη (Ανδρίτσος Ν., 2008). Πιο συγκεκριμένα, συμμετέχει επιβαρυντικά στα παρακάτω ήδη γνωστά περιβαλλοντικά φαινόμενα:

1. Το «φαινόμενο του θερμοκηπίου», δηλαδή η σταδιακή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης και την επακόλουθη κλιματική αλλαγή. Τα βασικότερα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), τα οξείδια αζώτου (NO_x), οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και το όζον (O_3) της τροπόσφαιρας. Όπως αναφέρθηκε, η καύση των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, που είναι και το βασικό προϊόν της καύσης, το οποίο απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Επίσης, η παραγωγή/χρήση της ενέργειας συνεισφέρει και στην παραγωγή των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου, λόγω των ανόργανων ενώσεων που υπάρχουν στα καύσιμα.



Σχήμα 1.2.10. Συμβολή ενέργειας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (Πηγή: ΥΠΕΚΑ).

2. Η «όξινη βροχή», η οποία οφείλεται στις εκπομπές οξειδίων του θείου και του αζώτου λόγω της καύσης των γαιανθράκων και του πετρελαίου.



Σχήμα 1.2.11. Συμβολή ενέργειας στο φαινόμενο της όξινης βροχής (Πηγή: altsit.weebly.com).

3. Το φωτοχημικό νέφος, το οποίο δημιουργείται τοπικό επίπεδο και οφείλεται κυρίως σε συνδυασμό της εκπομπής αερίων των αυτοκινήτων με ευνοϊκές για το φαινόμενο κλιματικές συνθήκες.



Σχήμα 1.2.12. Φωτοχημικό νέφος στο Χονγκ Κονγκ (Πηγή: Wikipedia).

4. Πετρελαιοκηλίδες σε υδάτινους αποδέκτες, λόγω διαρροών κατά τη μεταφορά πετρελαίου με δεξαμενόπλοια.



Σχήμα 1.2.13. Πετρελαιοκηλίδα στο Σαρωνικό κόλπο λόγω ναυαγίου πετρελαιοφόρου πλοίου (Πηγή: newsit.gr).

5. Μείωση της στιβάδας του όζοντος.
6. Ρύπανση των υδάτινων πόρων και υποβάθμιση των υδάτων τους, κατά την απόρριψη σε αυτούς των ενεργειακών παραπροϊόντων.
7. Θερμική ρύπανση, από την κατάληξη θερμικών αποβλήτων σε υδάτινους ταμιευτήρες, στην ξηρά και στην ατμόσφαιρα.
8. Τοπικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αφορούν στις χρήσεις γης στον ενεργειακό τομέα (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Επίσης, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, ακόμα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προκαλούν μικρότερης κλίμακας περιβαλλοντικά προβλήματα. Χαρακτηριστικά αναφέρονται τα εξής:

- η αξιοποίηση της υδραυλικής ενέργειας επιφέρει αλλαγές στο τοπικό κλίμα, με ότι αυτό συνεπάγεται για τους οργανισμούς.
- η αιολική ενέργεια προκαλεί κάποιες μορφές ρύπανσης (οπτικής-ακουστικής), κυρίως κατά το στάδιο της κατασκευής.
- Κατά την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας προκαλείται σημαντική θερμική ρύπανση.

Τέλος, στον πίνακα 1.2.4, συνοψίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των συμβατικών μορφών ενέργειας και προτείνονται μέτρα για τον περιορισμό τους (Ανδρίτσος Ν., 2008).

Πίνακας 1.2.4: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και αντιμετώπιση, από τη χρήση των ΑΠΕ.

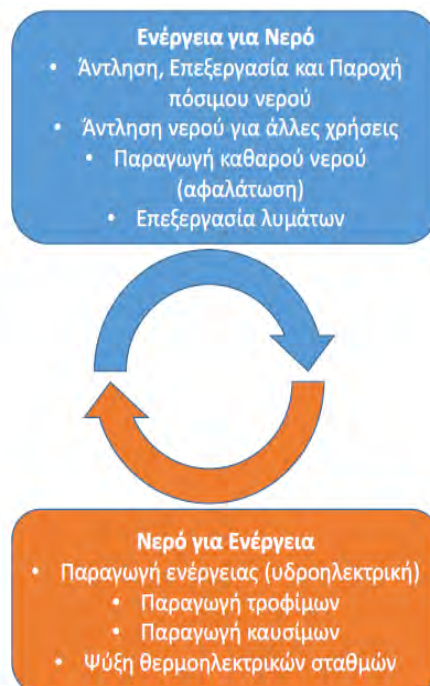
ΚΑΥΣΙΜΟ	ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
Ανθρακας	SO ₂ SO ₃ CO ₂ αιθάλη	<ul style="list-style-type: none"> • Όξινη βροχή • Νέφος • Αέριο Θερμοκηπίου 	Καταλυτική μετατροπή Ανακύκλωση
Πετρέλαιο & Φυσικό αέριο	NO NO ₂ CO CO ₂ υδρογονάνθρακες	<ul style="list-style-type: none"> • Φωτοχημικό νέφος • Αέριο Θερμοκηπίου 	Καταλυτική μετατροπή Ανακύκλωση

1.3 ΣΥΝΔΕΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συχνά, γίνεται αναφορά στους όρους «νερό» και «ενέργεια» σαν να είναι δύο τελείως ξεχωριστά πράγματα, που δεν σχετίζονται καθόλου μεταξύ τους. Αυτή η αντίληψη είναι λανθασμένη, αφού στην πραγματικότητα η έννοια του νερού και της ενέργειας είναι άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους.

Αρχικά, όσον αφορά το ίδιο το περιβάλλον, με την έννοια της φύσης, το νερό και η ενέργεια συνυπάρχουν αρμονικά στο χώρο και στο χρόνο. Με μια πρώτη ματιά, ο κύκλος του νερού, ο οποίος είναι απαραίτητος για τη ζωή, προσφέροντας τα ανανεώσιμα υδατικά αποθέματα, δεν θα μπορούσε να υπάρξει χωρίς την ενέργεια του ήλιου. Η εξάτμιση των επιφανειακών υδάτων, η τήξη των πάγων και η δημιουργία των ανέμων οφείλονται στην ηλιακή ενέργεια και τη θερμότητα που αυτή εκπέμπει. Επίσης, είναι υπεύθυνη για το γεγονός ότι το νερό εναλλάσσεται σε όλες τις καταστάσεις τις ύλης, παίρνοντας τη μορφή σταγόνας, υδρατμού και πάγου (waterinthewest.stanford.edu).

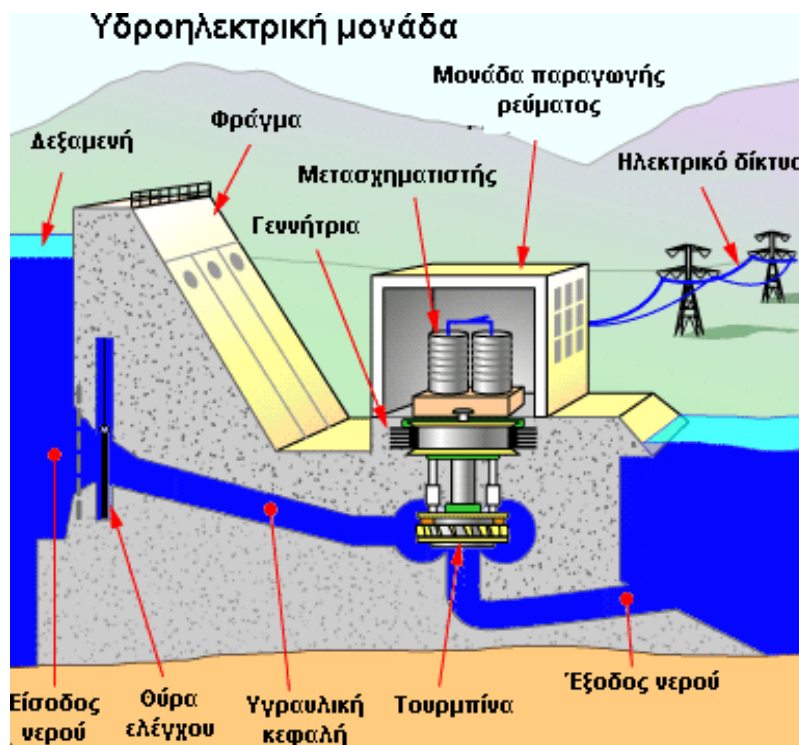
Εξίσου στενή είναι η σχέση νερού και ενέργειας και στην κλίμακα του ανθρώπου και των έργων του. Πιο συγκεκριμένα, στην προσπάθειά του ο άνθρωπος να παράγει ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών, λειτουργεί επιβαρυντικά στην ποιότητα του νερού, μέσω των παραγόμενων ρύπων. Έτσι, αναπτύσσεται το σκεπτικό ότι «προκειμένου να παραχθεί ενέργεια, πρέπει υποβαθμιστεί η ποιότητα του νερού». Πέραν της παραγωγής της, εξίσου επιβαρυντικά λειτουργεί και η μεταφορά, ακόμη και η ίδια η χρήση της ενέργειας εις βάρος του νερού. Αυτή όμως η συσχέτιση είναι μικρό μέρος της συνολικής εικόνας.



Σχήμα 1.3.1: Σχέση νερού και ενέργειας (Πηγή: Κανακούδης Β., Τσιτσιφλή Σ., 2015).

Εκτός αυτού, προκειμένου να φτάσει το νερό στον τελικό αποδέκτη, δηλαδή τον καταναλωτή, έχοντας μάλιστα την κατάλληλη ποιότητα, χρειάζεται να δαπανηθεί ενέργεια. Είναι απαραίτητη σε κάθε στάδιο αξιοποίησης των υδατικών πόρων από την άντλησή του και την επεξεργασία του, ως τη μεταφορά και τη διανομή του μέσω των δικτύων ύδρευσης. Είναι αξιοσημείωτο, ότι αν με κάποιο τρόπο είχε επιλυθεί το ενεργειακό πρόβλημα θα είχε επιλυθεί και η έλλειψη νερού. Η αφαλάτωση, η οποία είναι εξαιρετικά ενεργοβόρα διαδικασία, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος, προκειμένου να το θαλασσινό νερό να καταστεί αξιοποιήσιμο για την ύδρευση (Κανακούδης Β., Τσιτσιφλή Σ., 2015).

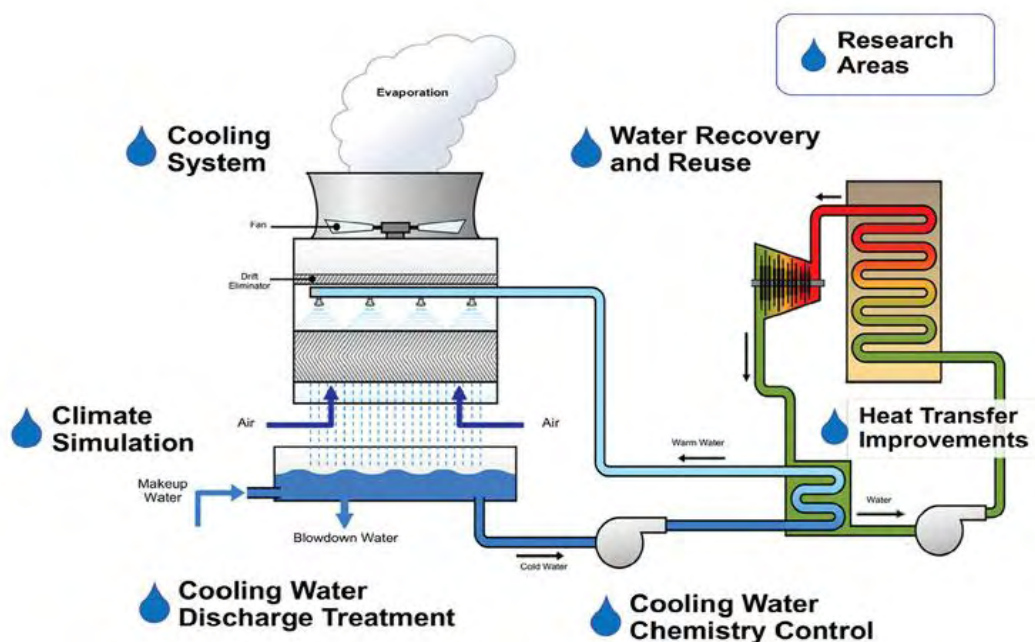
Ακολουθώντας την αντίστροφη πορεία, στις περισσότερες περιπτώσεις η ύπαρξη υδατικών πόρων είναι απαραίτητη για την παραγωγή ή την αξιοποίηση της ενέργειας. Για παράδειγμα, στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς απαιτείται συνεχής κατανάλωση νερού για την αντικατάσταση του ατμού, ο οποίος χάνεται στους πύργους ψύξεως. Ανάλογα ισχύουν και στους πυρηνικούς σταθμούς. Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας προϋποθέτει την ύπαρξη νερού για τη μεταφορά της θερμότητας από το εσωτερικό της Γης στην επιφάνειά της. Ακόμη, η απόδοση των βιοκαυσίμων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ύδρευση των φυτών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους (Πηγή: Wikipedia).



Σχήμα 1.3.2: Υδροηλεκτρική μονάδα παραγωγής (Πηγή: renewablegreece.wikispaces.com).

Αλλά και την ενέργεια του νερού των ποταμών, μεγάλων και μικρών, την αξιοποίησε ο άνθρωπος. Η θαλάσσια ενέργεια ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Δηλαδή, παράγεται ενέργεια από κινούμενο νερό. Για τον σκοπό αυτό κατασκευάζονται μικρά και μεγάλα φράγματα, τα οποία όμως κατά κανόνα αποσκοπούν και στην εποχική αποθήκευση νερού για οικιακή χρήση και άρδευση. Χωρίς την αλληλεπίδραση νερού-ενέργειας, η κατασκευή πολλών φραγμάτων δεν θα ήταν καθόλου συμφέρουσα (Ανδρίτσος Ν., 2008).

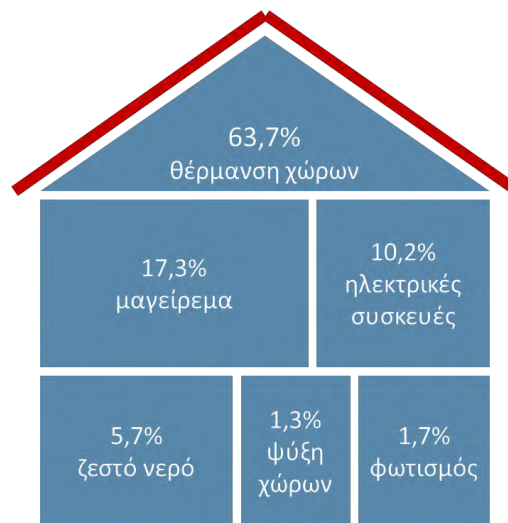
Ένα ιδιαίτερο παράδειγμα, το οποίο δείχνει τη συσχέτιση των δύο εννοιών είναι τα συστήματα ψύξης των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, το οποίο χρησιμοποιεί νερό ή/και ενέργεια. Είναι επομένως αντιληπτό, ότι σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει εναλλακτική ή/και συμπληρωματική χρήση τόσο υδατικών όσο και ενεργειακών πόρων.



Σχήμα 1.3.3: Σύστημα ψύξης βιομηχανικής μονάδας (Πηγή: www.watertechonline.com).

Επίσης, ένα μεγάλο μέρος των οικιακών δραστηριοτήτων συνδυάζουν κατανάλωση νερού και ενέργειας μαζί. Ενδεικτικά αναφέρονται η κατανάλωση ζεστού νερού για λόγους προσωπικής υγιεινής, η χρήση του πλυντηρίου πιάτων και ρούχων ως παραδείγματα συσχέτισης των δύο καταναλώσεων. Από έρευνα του 2012 του δικτύου Μεσόγειος SOS (medsos.gr/medsos), για την οικιακή υδρευτική κατανάλωση, σε 11 μεγάλα αστικά κέντρα της Ελλάδας, με δείγμα 1200 νοικοκυριά, αναδεικνύεται ότι από τις οικιακές χρήσεις νερού πιο έντονες είναι αυτές του μπάνιου και των πλυντηρίων, δηλαδή αυτών που κρύβουν κατανάλωση ενέργειας. Μάλιστα, σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή, το 23% έως 33,2 % της κατανάλωσης οικιακής ενέργειας προέρχεται από δραστηριότητες που κρύβουν

κατανάλωση νερού (εξαιρουμένης της θέρμανσης που αφορά κλειστό κύκλωμα νερού) , όπως φαίνεται στην εικόνα 1.3.4.



Σχήμα 1.3.4: Καταμερισμός οικιακής κατανάλωσης ενέργειας (Πηγή: www.statistics.gr).

Συνοψίζοντας, το νερό αξιοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και τροφίμων, η ενέργεια και τα υλικά αποτελούν βάση για την επεξεργασία νερού, ενώ η ενέργεια, τα τρόφιμα και τα βιομηχανικά παραπροϊόντα είναι σημαντικοί παράγοντες υδατικής ρύπανσης και υπεράντλησης των υπόγειων υδατικών πόρων. Από την παραγωγή ενέργειας επηρεάζεται η ποιότητα του νερού, με την απόρριψη βιομηχανικών παραπροϊόντων στους ταμειυτήρες, ενώ για την επεξεργασία των λυμάτων χρησιμοποιείται ενέργεια, με σκοπό να μειωθεί η ρύπανση. Παράλληλα, το νερό χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας (υδροηλεκτρικοί σταθμοί) ενώ, αντίστοιχα, η ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή καθαρού νερού (μονάδες αφαλάτωσης). Ενέργεια χρησιμοποιείται σε όλη την αλυσίδα παροχής νερού αστικής χρήσης (άντληση, επεξεργασία, παροχή μέσω δικτύου υπό πίεση, επεξεργασία λυμάτων). Σε όλα τα στάδια του υδρολογικού κύκλου, ενέργεια καταναλώνεται, παράγεται ή και τα δύο συμβαίνουν παράλληλα. Στη φάση της μεταφοράς νερού, ενέργεια καταναλώνεται αλλά και χάνεται, με τις διαρροές νερού στα δίκτυα. Από την άλλη πλευρά, ο κύκλος της ενέργειας διαφέρει ανάλογα με την πηγή της ενέργειας και την τελική της χρήση. Νερό χρησιμοποιείται για την εξόρυξη και επεξεργασία άνθρακα, φυσικού αερίου, πετρελαίου και ουράνιου, για την παραγωγή ενέργειας από θερμοηλεκτρικές πηγές και τη μεταφορά βιοκαυσίμων («Ολοκληρωμένη διαχείριση αστικών δικτύων ύδρευσης», Β. Κανακούδης, Σ. Τσιτσιφλή).

Η ενέργεια και το νερό, είναι πολύτιμοι πόροι, απαραίτητοι για την ύπαρξη ζωής. Οποιαδήποτε μεταβολή που αφορά στην ποσότητα και την ποιότητά τους μπορεί να έχει ανεπανόρθωτες επιπτώσεις για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η λήψη κατάλληλων μέτρων για την προστασία των δύο αυτών αγαθών.

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον γύρω από την ιδέα της «αιφόρου ανάπτυξης». Ένας από τους πιο εύστοχους ορισμούς της αιφόρου (ή αιφορικής ή βιώσιμης) ανάπτυξης δόθηκε από το Συμβούλιο Ακαδημιών Πολυτεχνικών και Τεχνολογικών Επιστημών και είναι ο εξής: «Βιώσιμη ανάπτυξη είναι η βελτίωση της ποιότητας της ζωής μέσα στα πλαίσια της φέρουσας ικανότητας των υποστηρικτικών οικοσυστημάτων» (WWF, 1991). Βασικός στόχος μιας αιφόρου ανάπτυξης είναι να αντιμετωπίζει τις ανάγκες του σήμερα, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες (Ο.Η.Ε., 1992). Από τους βασικότερους στόχους της αιφόρου ανάπτυξης είναι η διαφύλαξη των ενεργειακών και υδατικών πόρων από την εξάντληση.



Σχήμα 1.3.5: Καταμερισμός οικιακής κατανάλωσης ενέργειας (Πηγή: www.ecoschools.gr).

Για το σκοπό αυτό προβλέπεται η υιοθέτηση κατάλληλων πολιτικών και τη χρήση απαραίτητων πρακτικών και τεχνολογιών, με σκοπό την κάλυψη των ενεργειακών και υδατικών αναγκών με το μικρότερο δυνατό κόστος σε επίπεδο περιβάλλοντος κοινωνίας και οικονομίας. Αυτό, είναι δυνατόν να επιτευχθεί αφενός με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των διεργασιών και την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και αφετέρου με την σωστή και ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων.

1.4 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια ολοένα και αυξανόμενη τάση για υπέρμετρη κατανάλωση νερού. Η συμπεριφορά αυτή, είναι αποτέλεσμα της αστικοποίησης των κοινωνιών και της επικράτησης υπερκαταναλωτικών προτύπων. Συντελείται με αυτόν τον τρόπο μια ρουτίνα κατανάλωσης νερού με χαρακτηριστική τάση, περίοδο και διακύμανση. Από την άλλη, καταναλωτικό πρότυπο αντίστοιχο με αυτό του νερού, φαίνεται να ακολουθεί και η ενέργεια, παρουσιάζοντας ομοίως τάσεις υπερκατανάλωσης (Σπυροπούλου Α. κ.α.), . Αυτό, είναι ένα ακόμη στοιχείο της σύνδεσης νερού και ενέργειας που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εξέταση των παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας και νερού, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Όπως κάθε πρόβλημα, έτσι και αυτό της εξάντλησης των ενεργειακών και υδατικών πόρων, προκειμένου να αντιμετωπιστεί, πρέπει να εξεταστεί από τις ρίζες του.

Αρχικά, στο **Κεφάλαιο 2**, θα επιχειρηθεί να διερευνηθεί η σχέση που υπάρχει μεταξύ του νερού και της ενέργειας στον τομέα της κατανάλωσης. Θα μελετηθεί αν η αιχμή κατανάλωσης ενέργειας συμπίπτει χρονικά με την αιχμή κατανάλωσης νερού. Στη συνέχεια, θα διερευνηθούν ξεχωριστά οι διάφορες επιμέρους χρήσεις (οικιακή, εμπορική, βιομηχανική, αγροτική), ώστε να εξαχθούν τα κατάλληλα συμπεράσματα. Η διερεύνηση και ανάδειξη της σχέσης κατανάλωσης νερού και κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος, είναι ιδιαίτερα σημαντική, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος των δραστηριοτήτων που αφορούν τη χρήση νερού ενέχουν και τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος.

Στο **Κεφάλαιο 3** εξετάζεται η επίδραση του τουρισμού στην κατανάλωση ενέργειας και νερού. Η αναφορά στον τουρισμό, παραπέμπει από τη μία στη μαζική άφιξη τουριστών σε μια περιοχή, με αποτέλεσμα την απότομη μεταβολή του πληθυσμού της και από την άλλη στην αύξηση της εμπορική χρήσης νερού και ενέργειας, μεγάλο κομμάτι της οποίας αποτελεί και ο τουρισμός. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η Ελλάδα είναι από τις πιο τουριστικές χώρες του κόσμου, προσελκύοντας κάθε χρόνο εκατομμύρια τουρίστες, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες, θα ήταν χρήσιμο να εξεταστούν όλοι οι τομείς τους οποίους επηρεάζει ο τουρισμός, επομένως και η κατανάλωση νερού και ενέργειας.

Αντικείμενο του **κεφαλαίου 4** είναι να αποδειχθεί αν η κατανάλωση των δύο πόρων συσχετίζεται χωρικά και χρονικά με τη θερμοκρασία. Οι μέσες καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή συνθέτουν το κλίμα της. Είναι αποδεδειγμένο ότι το κλίμα επιδρά σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, καθορίζοντας ακόμα και τον τρόπο που θα ντυθούν οι άνθρωποι και την καθημερινότητά τους γενικότερα. Είναι, επομένως, πολύ πιθανόν, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, να επηρεάζει και τον τρόπο με τον οποίο καταναλώνουν το νερό και την ηλεκτρική ενέργεια, στοιχεία τα οποία είναι άμεσα εμπλεκόμενα σε πολλές δραστηριότητες. Το κλίμα, μιας περιοχής εξαρτάται από πολλές συνιστώσες. Η θερμοκρασία είναι μία από αυτές και συγκεκριμένα είναι εκείνη στην οποία οφείλεται ο χαρακτηρισμός του ως «θερμό» ή «ψυχρό». Η θερμοκρασία σε θεωρητικό επίπεδο φαίνεται να επηρεάζει την κατανάλωση νερού και ενέργειας.

Στο **κεφάλαιο 5** εξετάζεται σε τι βαθμό, μπορεί να επηρεάσει η πυκνότητα του πληθυσμού την κατανάλωση νερού και ενέργειας. Έχει αποδειχθεί από επίσημες μελέτες ότι ο ρυθμός αύξησης της ζήτησης σε νερό και ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό αύξησης του πληθυσμού της γης (Μυλόπουλος Ν., 2002). Παρ' όλα αυτά, ακόμη και η ίδια η αύξηση του πληθυσμού φαίνεται να επηρεάζει την κατανάλωση. Η σημασία της διερεύνησης της συσχέτισης των δύο μεταβλητών, φαίνεται και από το γεγονός ότι η κατανάλωση νερού και ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλήφθηκε για πρώτη φορά στο ερωτηματολόγιο απογραφής πληθυσμού του 2011.

Τέλος, στο **κεφάλαιο 6** συνοψίζονται όλα τα συμπεράσματα που προκύπτουν για την επίδραση των διαφόρων παραγόντων που εξετάστηκαν στην κατανάλωση νερού και ενέργειας.

Στο κυρίως μέρος της εργασίας που ακολουθεί, επιλέχθηκε να μελετηθεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (ηλεκτρικό ρεύμα), καθώς είναι αυτή η κύρια μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων στην Ελλάδα. Επίσης, επιλέχθηκε η ΔΕΗ για την άντληση των δεδομένων ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς είναι ο μεγαλύτερος φορέας παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα ως αυτή τη στιγμή. Από τη ΔΕΗ συλλέχθηκαν δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας για όλους τους ελληνικούς δήμους και για τη χρονική περίοδο 2007 έως 2017, τα οποία δίνονται σε κιλοβατώρες (kWh). Επίσης, στα δεδομένα, αναφέρεται τόσο η συνολική κατανάλωση, όσο και οι επιμέρους χρήσεις της, δηλαδή:

- Εμπορική
- Οικιακή
- Βιομηχανική
- Αγροτική
- Δημόσια
- Κοινοτικά Φ.Ο.Π.

Αυτό, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την εξαγωγή περαιτέρω συμπερασμάτων, που αφορούν στις διάφορες χρήσεις ενέργειας, όπως θα γίνει στη συνέχεια.

Όσον αφορά την κατανάλωση νερού, όπως ειπώθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, την διαχείριση του τομέα της ύδρευσης και αποχέτευσης τα τελευταία χρόνια, έχουν αναλάβει οι Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ). Στην παρούσα εργασία, τα διαθέσιμα δεδομένα κατανάλωσης νερού, αφορούν το νησί της Σκιάθου και συλλέχθηκαν από τη ΔΕΥΑ Σκιάθου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: «Συσχέτιση Κατανάλωσης νερού και κατανάλωσης ενέργειας»

Τα τελευταία χρόνια, αντικείμενο όλο και αυξανόμενης διεπιστημονικής διερεύνησης αποτελεί το μέρος του κύκλου του νερού που σχετίζεται με την χρήση από τον άνθρωπο και την ενέργεια που καταναλώνεται. Η ορθολογική διαχείριση των υδάτινων και ενεργειακών πόρων αποτελεί την απαραίτητη αρχή για την εν γένει καθολική διαβίωση του ανθρώπου, με άμεσες επιπτώσεις στην οικονομική, πολιτισμική και κοινωνική δραστηριότητα, αν θεωρήσει κανείς πως αυτές μπορούν να διαχωριστούν. Η εμπορική, η αγροτική, η βιομηχανική και η οικιακή χρήση τους αποτελούν τους μεγάλους καταναλωτές τους, ενώ η δυναμική συσχέτιση αυτών των καταναλωτών αντικατοπτρίζεται και στη δυναμική της κατανάλωσης των δύο πόρων.

Σημειολογικά, ως δείκτες ταυτότητας για την κατανάλωση ενός νοικοκυριού συναποτελούν ο αριθμός υδρομέτρου της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης και Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) και ο αριθμός παροχής της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ).

2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο παρόν κεφάλαιο, θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας του δήμου Σκιάθου από τη ΔΕΗ και τα δεδομένα κατανάλωσης νερού της Σκιάθου από τη ΔΕΥΑ της. Σκοπός είναι να διαπιστωθεί, αν αυτοί οι δύο τόσο στενά συνδεδεμένοι πόροι, συσχετίζονται εξίσου και ως προς τις καταναλώσεις τους.

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η Σκιάθος και ως περίοδος μελέτης τα έτη 2011-2014. Η επιλογή των δύο αυτών συνιστωσών έγινε επειδή για αυτή την περιοχή και για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο έχουμε πλήρη στοιχεία κατανάλωσης, τόσο για το νερό όσο και για την ενέργεια. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εξεταστεί η πιθανή συσχέτισή τους. Σε πρώτη φάση εξετάστηκαν οι συνολικές καταναλώσεις των δύο πόρων, ενώ στη συνέχεια εξετάστηκε η κατανάλωση νερού σε σχέση με τις επιμέρους χρήσεις ενέργειας, αλλά και συνδυασμός αυτών.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων γίνεται με τη μορφή διαγραμμάτων ώστε να βγουν ορισμένα αρχικά, ποιοτικά συμπεράσματα. Τα διαγράμματα περιλαμβάνουν στον οριζόντιο άξονα (x) τον χρόνο, δηλαδή τη χρονική περίοδο μελέτης 2011 έως 2014 χωρισμένη στη μονάδα του μήνα και στους δύο επιμέρους κατακόρυφους άξονες (y, y') τη μηνιαία κατανάλωση ενέργειας της περιοχής (δήμου) σε κιλοβατώρες (kWh) και την μηνιαία κατανάλωση νερού σε κυβικά μέτρα (m³). Χρησιμοποιήθηκε κατάλληλη κλίμακα, ώστε οι τιμές των δύο παραμέτρων να μπορούν να παρασταθούν σε έναν ενιαίο κατακόρυφο άξονα και να μπορούν εύκολα να συγκριθούν.

Στη συνέχεια, γίνεται στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για την εξαγωγή «ποσοτικών» συμπερασμάτων με τη μέθοδο της Παλινδρόμησης. Με την παλινδρόμηση εξετάζεται ουσιαστικά αν υπάρχει σχέση εξάρτησης μεταξύ μιας μεταβλητής Y, η οποία ονομάζεται εξαρτημένη και μιας μεταβλητής X, η οποία ονομάζεται ανεξάρτητη. Για το λόγο αυτό γίνεται αντίστοιχο διάγραμμα, όπου στον ένα άξονα τοποθετείται η εξαρτημένη μεταβλητή, σε αυτήν την περίπτωση η μηνιαία εμπορική κατανάλωση ενέργειας και στον

άλλο η ανεξάρτητη, σε αυτήν την περίπτωση η μηνιαία προσέλευση τουριστών μέσω του αεροδρομίου. Επίσης, της εισαγωγής των μεταβλητών στους άξονες των διαγραμμάτων, προηγήθηκε η κανονικοποίηση των τιμών των δύο μεταβλητών με τη βοήθεια του προγράμματος excel, ώστε να είναι πιο ευδιάκριτη η πιθανή τους συσχέτιση. Η κανονικοποίηση των τιμών ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη, ώστε οι δύο μεταβλητές να συγκριθούν υπό την ίδια κλίμακα τιμών και έγινε σύμφωνα με τον τύπο:

$$Y_n = \frac{Y_i - \bar{y}}{S_y}$$

όπου: Y_n = κανονικοποιημένη τιμή μεταβλητής Y

Y_i = η αρχική τιμή της μεταβλητής Y

\bar{y} = η μέση τιμή της μεταβλητής Y

S_y = η τυπική απόκλιση της μεταβλητής Y που εξετάζω.

Εκτός από την ύπαρξη σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών, μας ενδιαφέρει επίσης και ο βαθμός (ένταση) της συσχέτισης όπως και το αν η τιμή αυτού είναι θετική ή αρνητική. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό του βαθμού και της μορφής εξάρτησης χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης r και ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 , ο οποίος είναι ουσιαστικά το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης ($R^2 = r^2$).

Ο συντελεστής συσχέτισης r μετρά την ένταση της εξάρτησης μεταξύ των μεταβλητών X και Y (για γραμμικής μορφής σχέση εξάρτησης). Γενικά, ισχύει ότι $-1 \leq r \leq 1$. Ανάλογα με την τιμή του συντελεστή συσχέτισης, διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- αν $r > 0$, σημαίνει θετική συσχέτιση (αυξάνονται ή μειώνονται και οι 2 μεταβλητές),
- αν $r < 0$, σημαίνει αρνητική συσχέτιση (όταν η μία αυξάνεται η άλλη μειώνεται και αντίστροφα).
- Αν $r = 0$, σημαίνει ανύπαρκτη συσχέτιση (πλήρης ανεξαρτησία μεταβλητών)
- όταν το $r \rightarrow 0$ τότε πρόκειται για ασυσχέτιστες μεταβλητές, δηλαδή οι τιμές του Y δεν επηρεάζονται από τις τιμές του X ,
- όταν το $r \rightarrow -1$ σημαίνει ισχυρή αρνητική συσχέτιση, δηλαδή όταν η X αυξάνει η Y μειώνεται ανάλογα (σε ίδιο ποσοστό) και
- όταν το $r \rightarrow 1$ σημαίνει ισχυρή θετική συσχέτιση, δηλαδή όταν η X αυξάνει η Y αυξάνει ανάλογα (σε ίδιο ποσοστό).

Ο συντελεστής προσδιορισμού (Coefficient of Determination) είναι, όπως προαναφέρθηκε, το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης και συμβολίζεται με r^2 ή συνήθως R^2 . Από τον ορισμό του είναι φανερό ότι $0 \leq R^2 \leq 1$ (αφού $-1 \leq r \leq 1$) και ότι όσο πλησιάζει στη μονάδα τόσο καλύτερη είναι η προσαρμογή της γραμμής παλινδρόμησης στα δεδομένα. Ο R^2 ερμηνεύεται σαν το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που

οφείλεται στην επίδραση των τιμών της X. Η διαφορά $1-R^2$ εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας που οφείλεται σε άγνωστους παράγοντες (δηλ. εκτός της ανεξάρτητης μεταβλητής X που χρησιμοποιήθηκε και είναι ήδη γνωστή). Ο συντελεστής προσδιορισμού υπολογίστηκε επίσης με τη βοήθεια του προγράμματος excel, σύμφωνα με τον τύπο:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{y})^2}{\sum(Y_i - \bar{y})^2}$$

όπου: R^2 = συντελεστής προσδιορισμού

Y_i = η τιμή της μεταβλητής Y

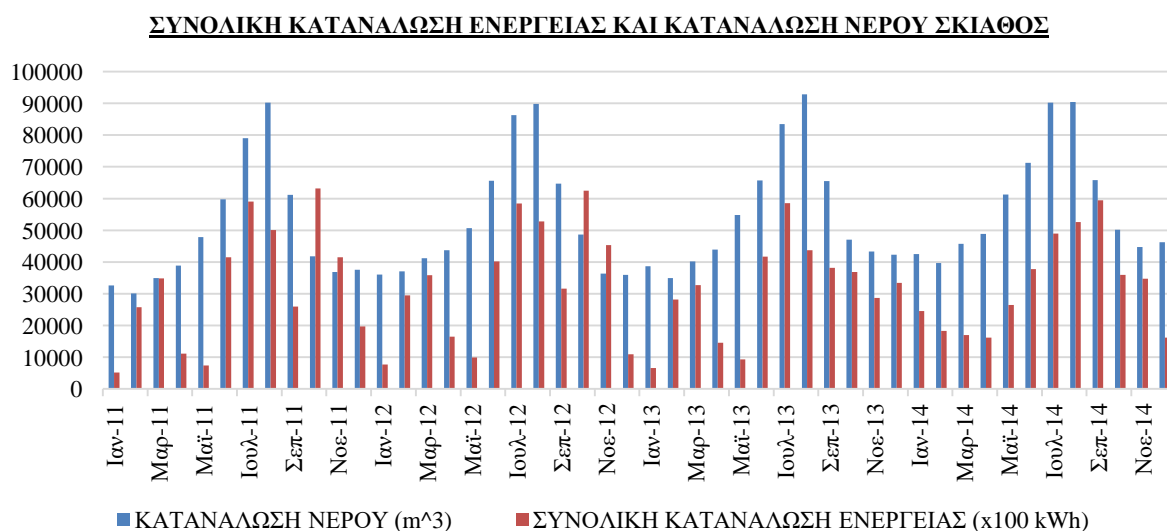
\bar{y} = η μέση τιμή της μεταβλητής Y που εξετάζω.

Στη συνέχεια, ακολουθούν τα αποτελέσματα.

2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

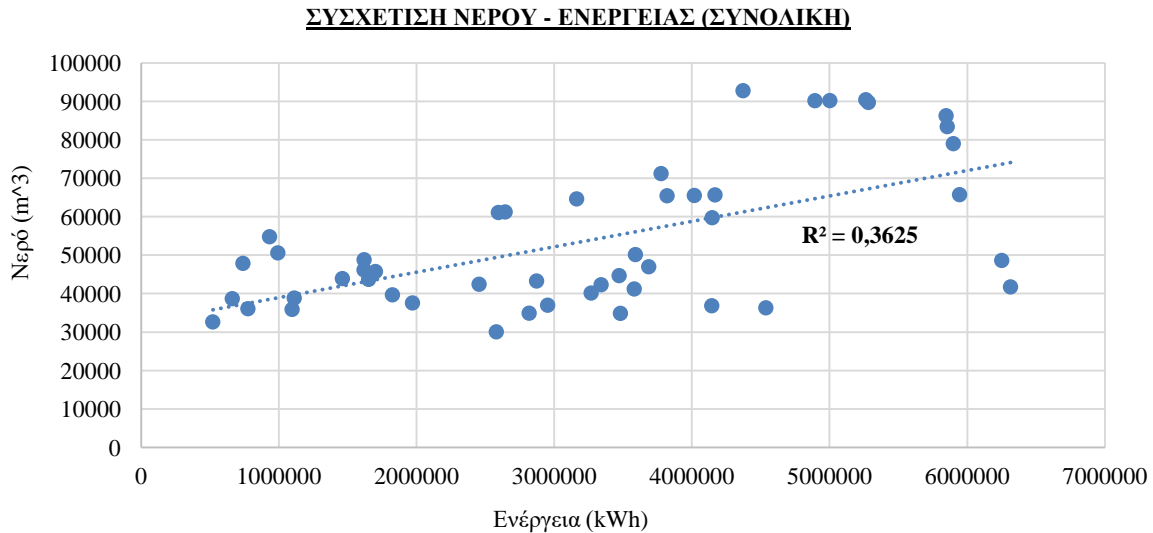
Με βάση τα παραπάνω ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων με τη βοήθεια δύο διαγραμμάτων για κάθε περίπτωση. Το πρώτο διάγραμμα είναι μια πιο ποιοτική προσέγγιση της συσχέτισης μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού. Με το δεύτερο διάγραμμα, το οποίο περιλαμβάνει τη μονότονη συνάρτηση που προκύπτει από τη γραμμική παλινδρόμηση, επιχειρείται ποσοτικοποίηση αυτής της συσχέτισης μέσω του συντελεστή προσδιορισμού R^2 .

➤ Συνολική κατανάλωση νερού και ενέργειας:



Διάγραμμα 2.2.1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας και νερού Σκιάθου για το 2011-2014.

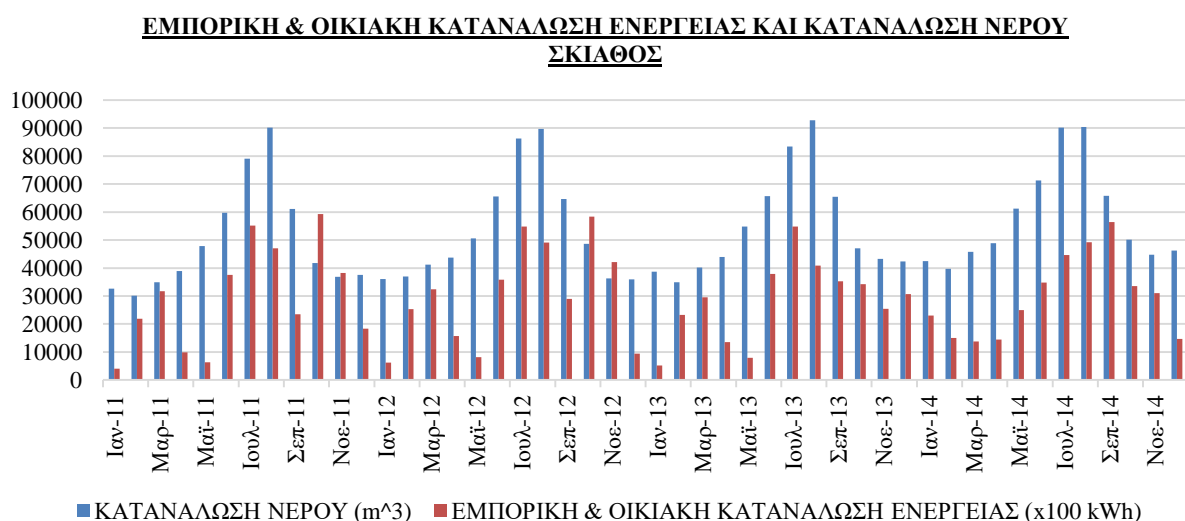
Από το διάγραμμα 2.2.1 φαίνεται ότι υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης νερού και ενέργειας, καθώς σε αρκετούς μήνες, οι δύο μπάρες του ραβδογράμματος συμπεριφέρονται με παρόμοιο τρόπο. Προς απόδειξη αυτής της υπόθεσης, ακολουθεί ο προσδιορισμός του συντελεστή προσδιορισμού R^2 (διάγραμμα 2.2.2).



Διάγραμμα 2.2.2: Συσχέτιση συνολικής κατανάλωσης νερού και ενέργειας για τη Σκιάθο.

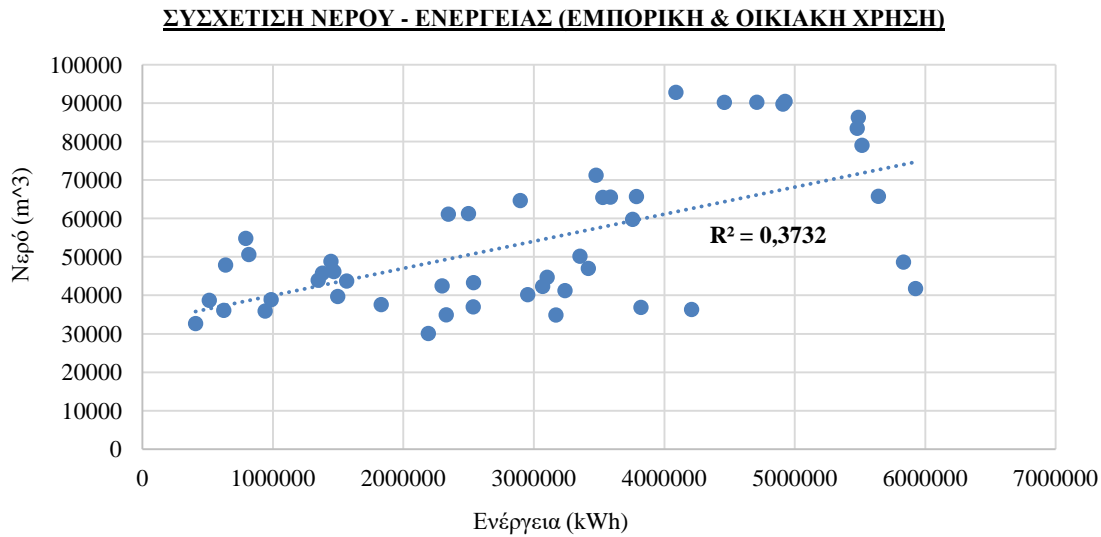
Από τη στατιστική ανάλυση, προέκυψε μια ικανοποιητική τιμή συντελεστή προσδιορισμού $R^2 = 0,3625$. Αν και δεν είναι αρκετά κοντά στη μονάδα, σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αγνοηθεί. Επομένως, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ναι μεν υπάρχει κάποια σύνδεση, αλλά χρειάζεται περαιτέρω ανάλυση, με την απομόνωση των επιμέρους χρήσεων.

➤ **Συνολική κατανάλωση νερού και εμπορική-οικιακή χρήση ενέργειας:**



Διάγραμμα 2.2.3: Συνολική κατανάλωση νερού και εμπορική-οικιακή χρήση ενέργειας.

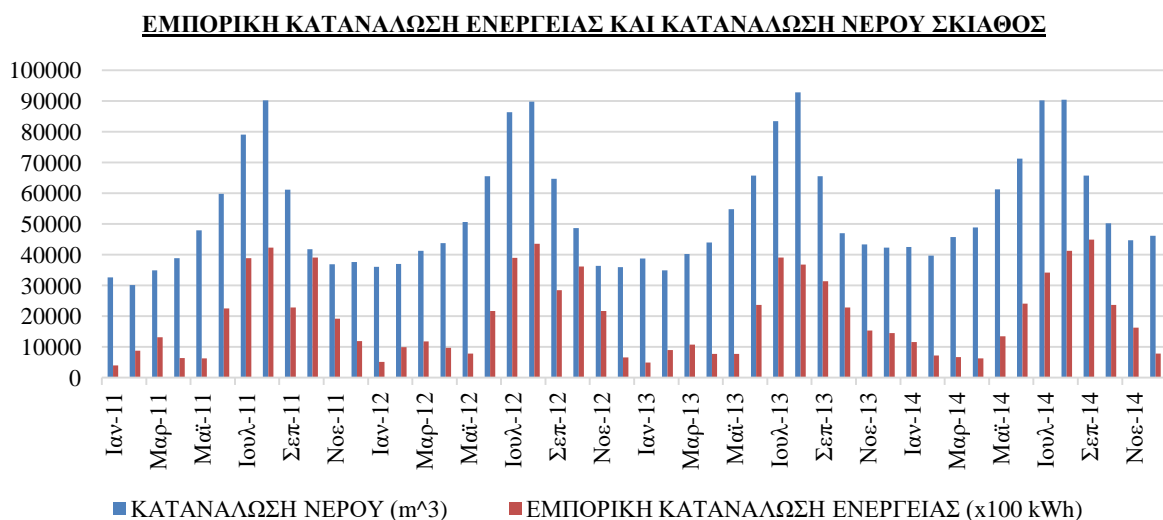
Σε αντιστοιχία με το διάγραμμα 2.2.1, φαίνεται και σε αυτήν την περίπτωση να υπάρχει εξάρτηση μεταξύ των καταναλώσεων, η οποία επίσης πρέπει να διαλευκανθεί μέσω της γραμμής τάσης (διάγραμμα 2.2.4).



Διάγραμμα 2.2.4: Συσχέτιση συνολικής κατανάλωσης νερού και οικιακής-εμπορικής χρήσης της ενέργειας στη Σκιάθο.

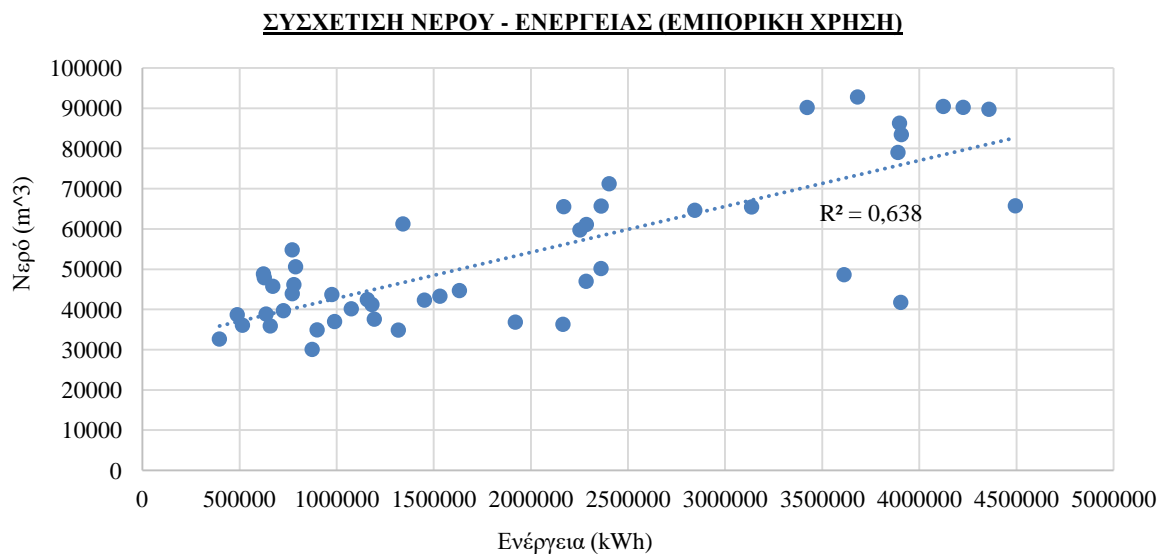
Όπως αναμενόταν λόγω της μορφής των διαγραμμάτων, προέκυψε τιμή συντελεστή προσδιορισμού αρκετά κοντά στην προηγούμενη τιμή $R^2 = 0,3732$, ελαφρώς αυξημένη. Θα επιχειρηθεί η απομόνωση των δύο χρήσεων, προκειμένου να διαπιστωθεί αν κάποια από τις δύο ευθύνεται για τη μη συσχέτιση των καταναλώσεων.

➤ **Συνολική κατανάλωση νερού και εμπορική χρήση ενέργειας:**



Διάγραμμα 2.2.5: Συνολική κατανάλωση νερού και εμπορική χρήση ενέργειας.

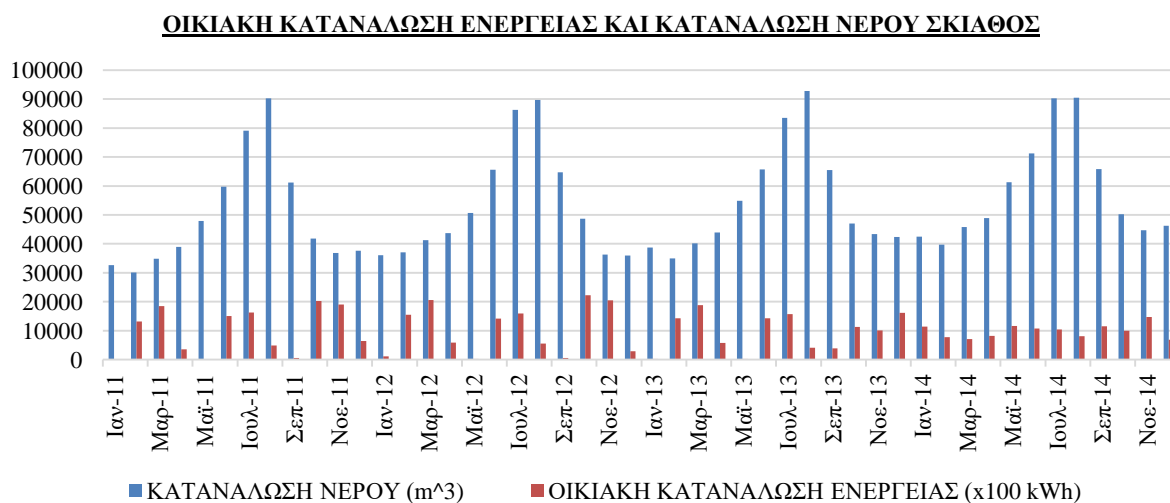
Σύμφωνα με το διάγραμμα 2.2.5, φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη εξάρτηση της κατανάλωσης νερού με την εμπορική χρήση της ενέργειας, καθώς στην πλειοψηφία πλέον των μηνών, οι ράβδοι αυξάνονται/μειώνονται ανάλογα. Αυτό, θα ελεγχθεί μέσω του διαγράμματος 2.2.6.



Διάγραμμα 2.2.6: Συσχέτιση συνολικής κατανάλωσης νερού και εμπορικής χρήσης της ενέργειας στη Σκιάθο.

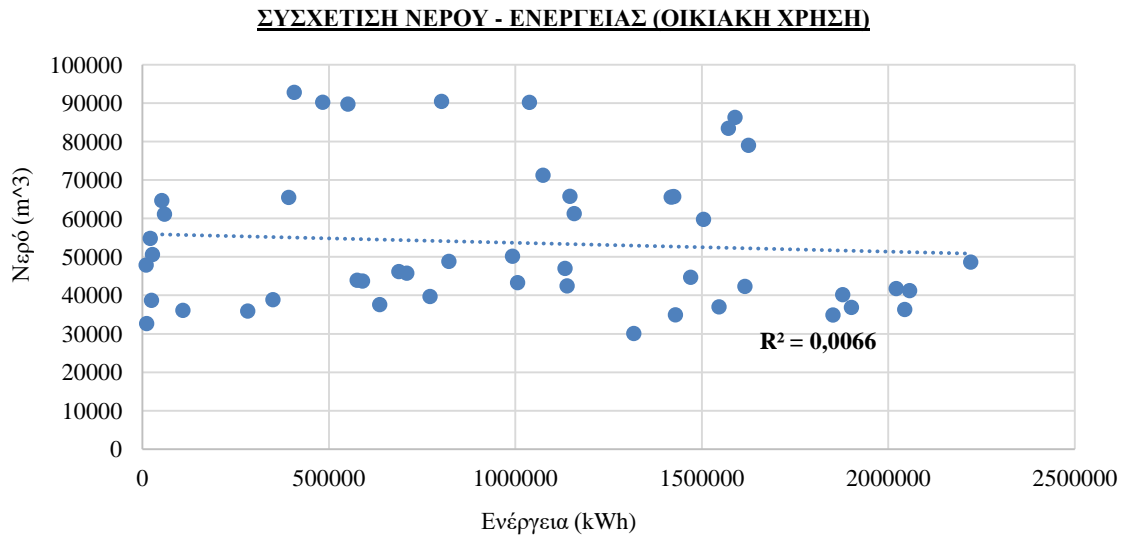
Πρόέκυψε μια τιμή συντελεστή προσδιορισμού που προσδιορίζει αρκετά ικανοποιητικά τη μονάδα $R^2=0,638$, φανερώνοντας υψηλή συσχέτιση μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών. Με βάση τα παραπάνω, γίνεται η υπόθεση ότι η οικιακή χρήση είναι εκείνη που ευθύνεται για τη χαμηλή συσχέτιση του συνδυασμού οικιακή-εμπορική χρήση ενέργειας και συνολικής κατανάλωσης νερού. Αυτό θα αποδειχθεί αμέσως μετά.

➤ **Συνολική κατανάλωση νερού και οικιακή χρήση ενέργειας:**



Διάγραμμα 2.2.7: Συνολική κατανάλωση νερού και οικιακή χρήση ενέργειας Σκιάθου.

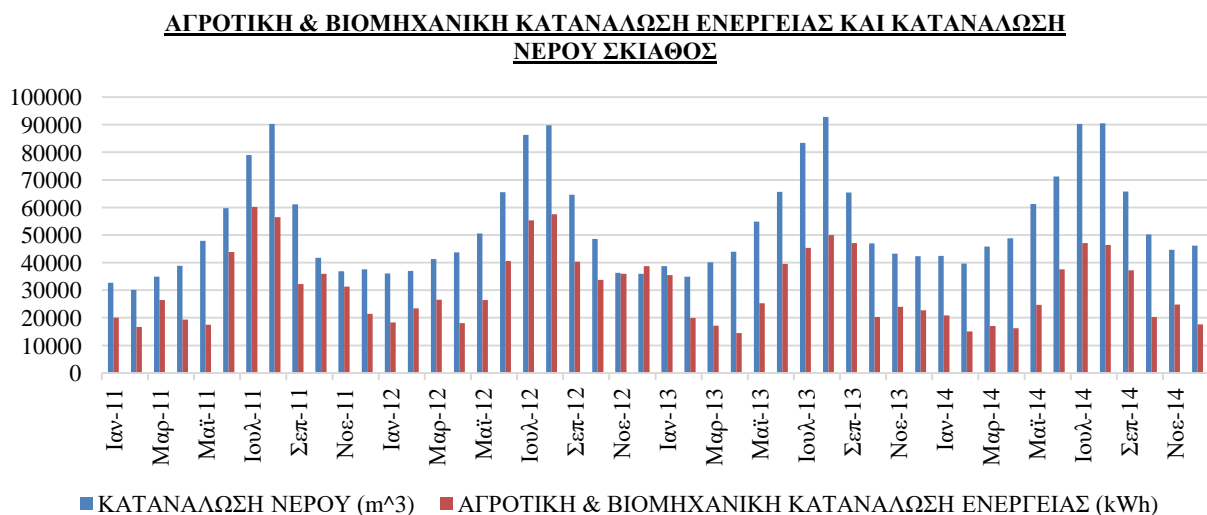
Όντως, με μια πρώτη ποιοτική προσέγγιση του διαγράμματος 2.2.7, φαίνεται οι ράβδοι του ραβδογράμματος, να συμπεριφέρονται ανεξάρτητα μεταξύ τους ή/και τυχαία. Αναμένεται, επομένως, αντίστοιχα μικρή τιμή συντελεστή προσδιορισμού.



Διάγραμμα 2.2.8: Συσχέτιση συνολικής κατανάλωσης νερού και οικιακής χρήσης της ενέργειας στη Σκιάθο.

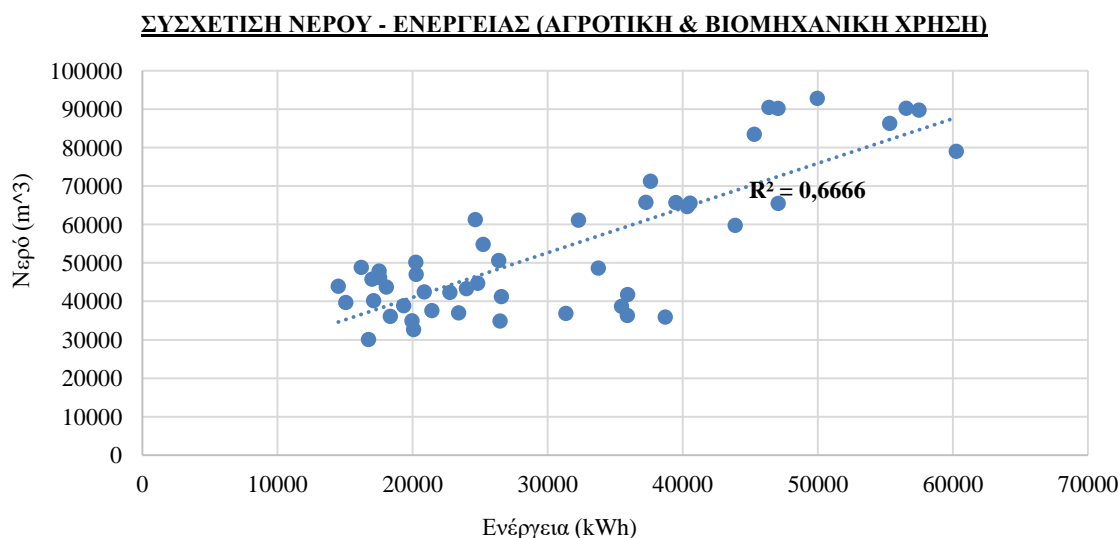
Όπως ήταν αναμενόμενο, προέκυψε μια πολύ μικρή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού, που προσεγγίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό το μηδέν $R^2=0,0066$, υποδηλώνοντας μια αμελητέα σύνδεση των δύο μεταβλητών, που θα σχολιαστεί στην επόμενη παράγραφο. Τέλος, θα ελεγχθεί η αγροτική και βιομηχανική χρήση της ενέργειας.

➤ **Συνολική κατανάλωση νερού και αγροτική-βιομηχανική χρήση ενέργειας:**



Διάγραμμα 2.2.9: Κατανάλωση νερού και αγροτική-βιομηχανική χρήση ενέργειας Σκιάθου.

Και σε αυτή την περίπτωση, παρατηρείται οπτική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών στο διάγραμμα 2.2.9. Κλείνοντας, θα αποδειχθεί και αυτή η υπόθεση, μέσω του διαγράμματος που ακολουθεί.



Διάγραμμα 2.2.10: Συσχέτιση συνολικής κατανάλωσης νερού και αγροτικής- βιομηχανικής χρήσης της ενέργειας στη Σκιάθο.

Από το διάγραμμα 2.2.10, προέκυψε μια αρκετά μεγάλη τιμή συντελεστή προσδιορισμού, η οποία επίσης προσεγγίζει τη μονάδα $R^2=0,6666$, υποδεικνύοντας την αλληλεπίδραση της κατανάλωσης νερού και της κατανάλωσης ενέργειας στον τομέα της γεωργίας και τη βιομηχανίας.

2.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Με βάση τα αποτελέσματα από τη μελέτη συσχέτισης της κατανάλωσης νερού και ενέργειας στη Σκιάθο, μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

- ✓ Ως γενικό συμπέρασμα, αποδείχθηκε ότι οι δύο τόσο στενά συνδεδεμένοι μεταξύ τους πόροι, συνδέονται και αλληλεπιδρούν και στον τομέα της κατανάλωσής τους. Επομένως, φαίνεται η κατανάλωση νερού να συνοδεύεται από κατανάλωση ενέργειας και αντίστροφα. Αυτό, είχε αποδειχθεί θεωρητικά στο προηγούμενο κεφάλαιο και τώρα επιβεβαιώθηκε από τα επίσημα δεδομένα κατανάλωσης.
- ✓ Εντύπωση προκάλεσε το γεγονός ότι η οικιακή χρήση της ενέργειας σχετίζεται ελάχιστα έως καθόλου με τα δεδομένα κατανάλωσης νερού από τη ΔΕΥΑ Σκιάθου. Αυτό, αν και μοιάζει παράλογο, εξηγείται αν εξετάσει κανείς τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει η ύδρευση του νησιού. Πιο συγκεκριμένα, η ποιότητα του νερού στο νησί, η οποία ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα από τα ειδικά εργαστήρια της ΔΕΥΑ Σκιάθου με δειγματοληψίες, είναι αρκετά χαμηλή. Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία από το χημείο του κράτους, στο οποίο στέλνονται οι αναλύσεις του νερού από τη ΔΕΥΑΣ, η ποιότητα του νερού της Σκιάθου κρίνεται

ακατάλληλη, κυρίως λόγω της ύπαρξης του μεταλλικού υδραργύρου σε αυτό, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό. Το πρόβλημα οφείλεται τόσο στο απαρχαιωμένο, ανεπαρκές και πλέον ακατάλληλο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης του νησιού, όσο και στο φαινόμενο της υφαλμύρωσης που προκλήθηκε από την υπεράντληση του υπόγειου νερού μέσω μίας παλαιάς γεώτρησης που υδροδοτεί το νησί από το 1976. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι από σχετική ανάλυση του νερού, που διενεργήθηκε το έτος 2014, ο δείκτης καταλληλότητας νερού, όσον αφορά την περιεκτικότητα σε υδραργύρου προσδιορίστηκε περίπου στα 5bpm, ενώ το μέγιστο όριο ασφαλείας που ορίζεται από την ελληνική νομοθεσία είναι 1bpm (Πηγή: ΔΕΥΑΣΚ). Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η πολύ περιορισμένη χρήση του υπάρχοντος δικτύου ύδρευσης για την οικιακή χρήση, καθώς αυτή καλύπτεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από γεωτρήσεις, που προσφέρουν καλύτερη ποιότητα νερού. Με τον ίδιο τρόπο εξηγείται και η σχετικά χαμηλή και μη αναμενόμενη συσχέτιση της υδατικής και ενεργειακής κατανάλωσης, σε όλες τις αναλύσεις που περιελάμβαναν την οικιακή χρήση (δηλαδή τη συνολική και την εμπορική-οικιακή).

- ✓ Υπάρχει πολύ υψηλή σύνδεση της κατανάλωσης νερού με την εμπορική χρήση της ενέργειας. Σε αυτό συμβάλλει και το γεγονός ότι η εμπορική χρήση, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, περιλαμβάνει και τον τουρισμό. Επομένως, στη Σκιάθο, που είναι ένας κατ' εξοχήν τουριστικός προορισμός, του οποίου ο πληθυσμός, όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 5, σχεδόν εξαπλασιάζεται τους καλοκαιρινούς μήνες, η συσχέτιση των δύο μεταβλητών είναι ορθώς ισχυρή. Μάλιστα, θα μπορούσε να είναι ακόμη μεγαλύτερη, αν η ποιότητα του νερού ήταν ανώτερη, καθώς φαίνεται να προτιμούνται οι γεωτρήσεις και για ένα μέρος την εμπορικής χρήσης του νερού (π.χ. ξενοδοχεία).
- ✓ Η υποβαθμισμένη ποιότητα του νερού φαίνεται να μην επηρεάζει τον τομέα της γεωργίας και της βιομηχανίας, καθώς δεν απαιτείται υψηλής ποιότητας νερό για τις διεργασίες που περιλαμβάνουν. Για το λόγο αυτό υπάρχει και πολύ υψηλή εξάρτηση της κατανάλωσης νερού και της αγροτικής- βιομηχανικής χρήσης της ενέργειας.
- ✓ Τέλος, σαν σύνοψη της κατανομής του νερού της Σκιάθου, θα λέγαμε ότι αυτό αξιοποιείται κυρίως από το βιομηχανικό, τον αγροτικό και τον εμπορικό τομέα και όχι από τον οικιακό, εξαιτίας της χαμηλής ποιότητάς του. Από την άλλη πλευρά η ενέργεια αξιοποιείται εξίσου σε όλους τους τομείς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: «Επίδραση τουρισμού στην κατανάλωση ενέργειας και νερού»

Ο τουρισμός, σε αντίθεση με τις περισσότερες μεταποιητικές δραστηριότητες ή τις δραστηριότητες του πρωτογενούς τομέα, αποτελεί οριζόντια δραστηριότητα και όχι κάθετη. Δηλαδή, ο τουρισμός αποτελεί μια δραστηριότητα που οριοθετείται από την πλευρά της ζήτησης προϊόντων και υπηρεσιών ενώ οι μεταποιητικές δραστηριότητες ή δραστηριότητες του πρωτογενούς τομέα αποτελούν δραστηριότητες παραγωγής και προσφοράς προϊόντων. Αποτελεί εποχιακή δραστηριότητα με επακόλουθο την επιβάρυνση φυσικών και ανθρωπογενών πόρων τους μήνες αιχμής και αχρηστίας τους χειμερινούς μήνες (Άρης Ίκκος, ΣΕΤΕ 2014).

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστεί η πιθανή επίδραση του τουρισμού στην κατανάλωση νερού και ενέργειας.

3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1.1 Επίδραση τουρισμού στην κατανάλωση ενέργειας:

Στην συγκεκριμένη παράγραφο εξετάζεται αν και σε τι βαθμό μπορεί ο τουρισμός να επηρεάσει την εμπορική κατανάλωση ενέργειας μιας περιοχής και με ποιον τρόπο. Επιλέχθηκε η εμπορική χρήση της ενέργειας καθώς αυτή είναι άμεσα συνδεδεμένη με την έννοια του τουρισμού (π.χ. ξενοδοχεία, καταστήματα κλπ.). Χρησιμοποιηθήκαν τα δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που συλλέχθηκαν από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) και αντιπαραβάλλονται με δεδομένα αφίξεων σε αεροδρόμια που επεξεργάστηκαν και δημοσιεύτηκαν από τον Σύνδεσμο Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων (Σ.Ε.Τ.Ε.). Η πηγή των δεδομένων αφίξεων είναι η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (Υ.Π.Α.) και ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών (Δ.Α.Α.), ενώ αφορούν σε αφίξεις επιβατών με διεθνείς πτήσεις, ανεξάρτητα του τόπου κατοικίας τους (με εξαίρεση το αεροδρόμιο Αθηνών όπου τα δεδομένα αναφέρονται αποκλειστικά σε κατοίκους εξωτερικού). Η περίοδος μελέτης για το συγκεκριμένο κεφάλαιο είναι τα έτη 2008 έως 2014.

Πιο συγκεκριμένα, θα εξεταστούν οι περιοχές που διαθέτουν τα μεγαλύτερα και πιο τουριστικά αεροδρόμια της Ελλάδας και θα ελεγχθεί αν και κατά πόσον η προσέλευση των τουριστών επηρεάζει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή. Οι περιοχές αυτές φαίνονται στον πίνακα 3.1. Στο σημείο αυτό διευκρινίζεται ότι σαφώς, αφίξεις τουριστών έχουμε και από άλλα μέσα μεταφοράς (πλοία, τρένα, τουριστικά λεωφορεία κλπ.), τα οποία όμως δεν εξετάζονται στην παρούσα εργασία, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για την περίοδο μελέτης, αλλά κυρίως επειδή μας ενδιαφέρει να εξετάσουμε την επίδραση του εξωτερικού τουρισμού (και όχι του εγχώριου) στην κατανάλωση ενέργειας, ο οποίος εισέρχεται στη χώρα μας κατά κύριο λόγο μέσω των αεροδρομίων. Τέλος, από όλα τα αεροδρόμια της Ελλάδας, εξετάστηκαν εκείνα που παρουσιάζουν μεγαλύτερο τουριστικό ενδιαφέρον, είτε λόγω μεγέθους είτε λόγω τοποθεσίας, ενώ παραλείφθηκαν εκείνα που έχουν κλείσει (π.χ. Ελληνικό) ή που εξυπηρετούν κυρίως εσωτερικές συγκοινωνίες (π.χ. Λέρος) ή που ανήκουν στον Ελληνικό Στρατό (π.χ. Λαμία).

Πίνακας 3.1: Τα μεγαλύτερα τουριστικά αεροδρόμια της Ελλάδας.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ
Αθήνα	«Ελευθέριος Βενιζέλος»
Θεσσαλονίκη	«Μακεδονία»
Ρόδος	«Διαγόρας»
Κως	«Ιπποκράτης»
Ηράκλειο	«Νίκος Καζαντζάκης»
Χανιά	«Ιωάννης Δασκαλογιάννης»
Κέρκυρα	«Ιωάννης Καποδίστριας»
Ζάκυνθος	«Διονύσιος Σολωμός»
Άκτιο	«Άκτιο»
Σαντορίνη	«Σαντορίνη»
Σάμος	«Αρίσταρχος ο Σάμιος»
Σκιάθος	«Αλέξανδρος Παπαδιαμάντης»

3.1.2 Επίδραση τουρισμού στην κατανάλωση νερού:

Όσον αφορά την επίδραση του τουρισμού στην κατανάλωση νερού χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα κατανάλωσης νερού που συλλέχθηκαν από τη ΔΕΥΑ Σκιάθου και οι αφίξεις τουριστών στο αεροδρόμιο της Σκιάθου από την ΣΕΤΕ. Περιοχή μελέτης, όπως είναι φανερό επιλέχθηκε η Σκιάθος και ως περίοδος μελέτης τα έτη 2011-2014.

Αρχικά, γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων με τη μορφή διαγραμμάτων ώστε να βγουν ορισμένα αρχικά, ποιοτικά συμπεράσματα. Τα διαγράμματα περιλαμβάνουν στον οριζόντιο άξονα (x) τον χρόνο, δηλαδή τη χρονική περίοδο μελέτης 2008 έως 2014 χωρισμένη στη μονάδα του μήνα και στους δύο επιμέρους κατακόρυφους άξονες (y, y') τη μηνιαία εμπορική κατανάλωση ενέργειας ή την κατανάλωση νερού της περιοχής (δήμου) σε κιλοβατώρες (kWh) ή κυβικά μέτρα (m³) και την μηνιαία προσέλευση τουριστών μέσω του αεροδρομίου στην περιοχή, ώστε να μπορούν εύκολα να συγκριθούν.

Στη συνέχεια, γίνεται στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για την εξαγωγή «ποσοτικών» συμπερασμάτων με τη μέθοδο της Παλινδρόμησης, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 2.1.

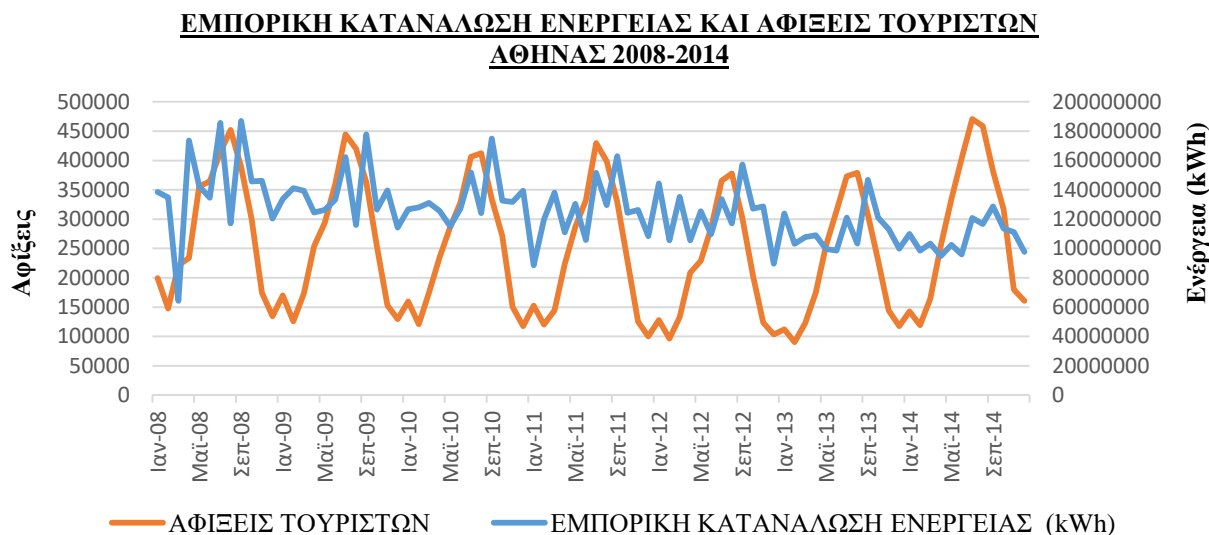
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.2.1 Έλεγχος συσχέτισης τουρισμού και κατανάλωσης ενέργειας:

Με βάση όλα τα παραπάνω έγιναν τα αντίστοιχα διαγράμματα των υπό μελέτη μεταβλητών και προσδιορισμός του συντελεστή προσδιορισμού R². Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα για τις υπό μελέτη περιοχές.

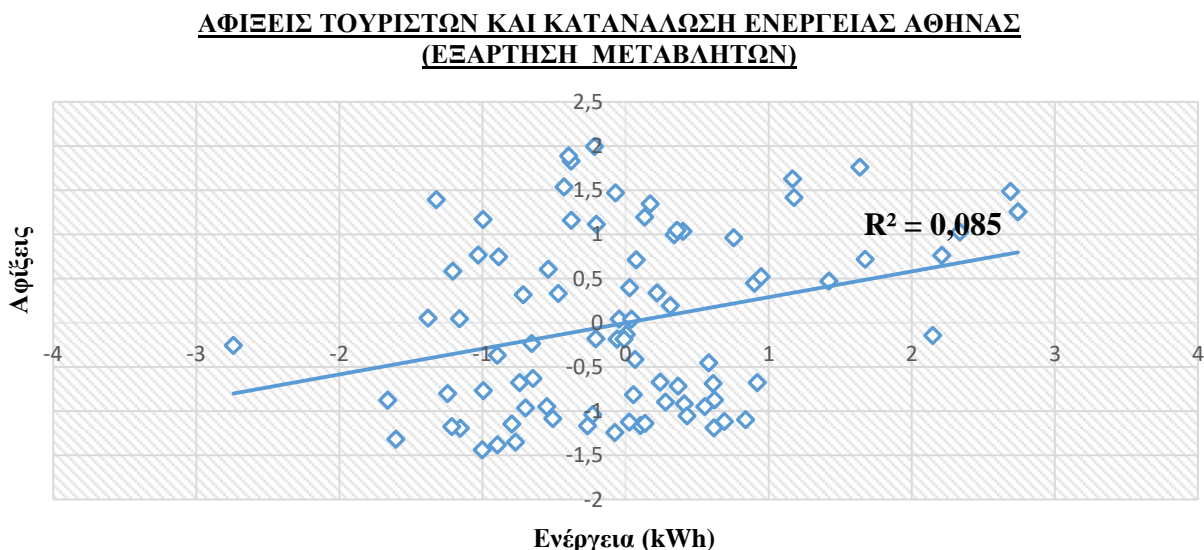
➤ **Αθήνα – Αεροδρόμιο «Ελευθέριος Βενιζέλος»**

Για την περίπτωση της Αθήνας, όπως είναι φανερό από το διάγραμμα 3.2.1, με μια πρώτη προσέγγιση δεν υπάρχει φανερή συσχέτιση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με την προσέλευση τουριστών στο αεροδρόμιο της περιοχής. Οι δύο καμπύλες του διαγράμματος ακολουθούν διαφορετική πορεία, χωρίς οι τιμές της μίας να επηρεάζουν τις τιμές της άλλης.



Διάγραμμα 3.2.1: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Αθήνας την περίοδο 2008 – 2014.

Ίδιο συμπέρασμα εξάγεται και με τη δεύτερη προσέγγιση, μέσω της γραμμικής παλινδρόμησης σύμφωνα με το διάγραμμα 3.2.2.

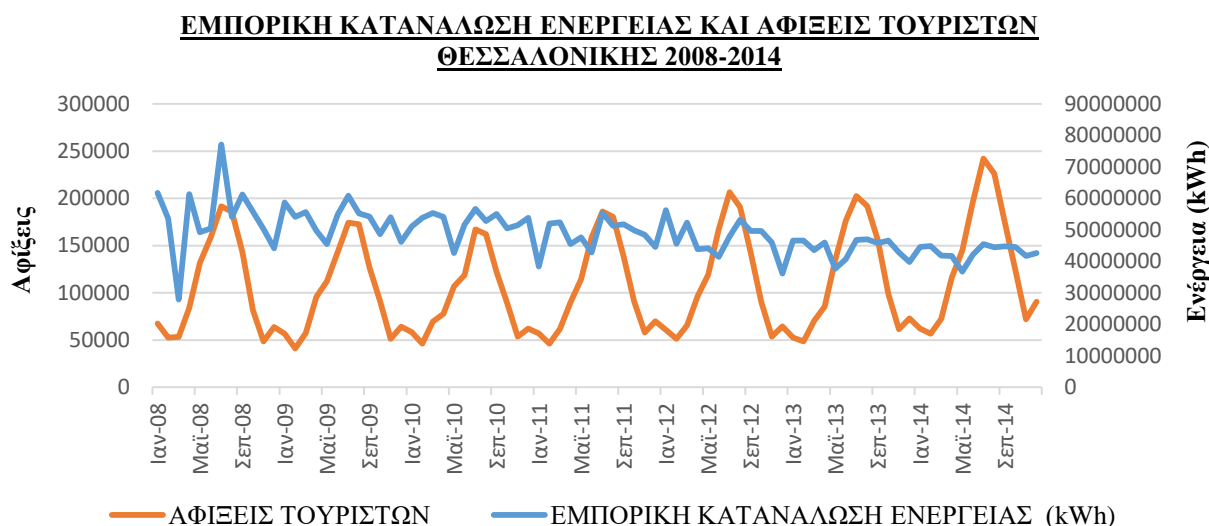


Διάγραμμα 3.2.2: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στην Αθήνα.

Υπολογίστηκε ο συντελεστής προσδιορισμού ίσο με $R^2 = 0.085$, αρκετά μικρότερη της μονάδας, που φανερώνει μια αμελητέα, γενικά, σύνδεση μεταξύ των μεταβλητών.

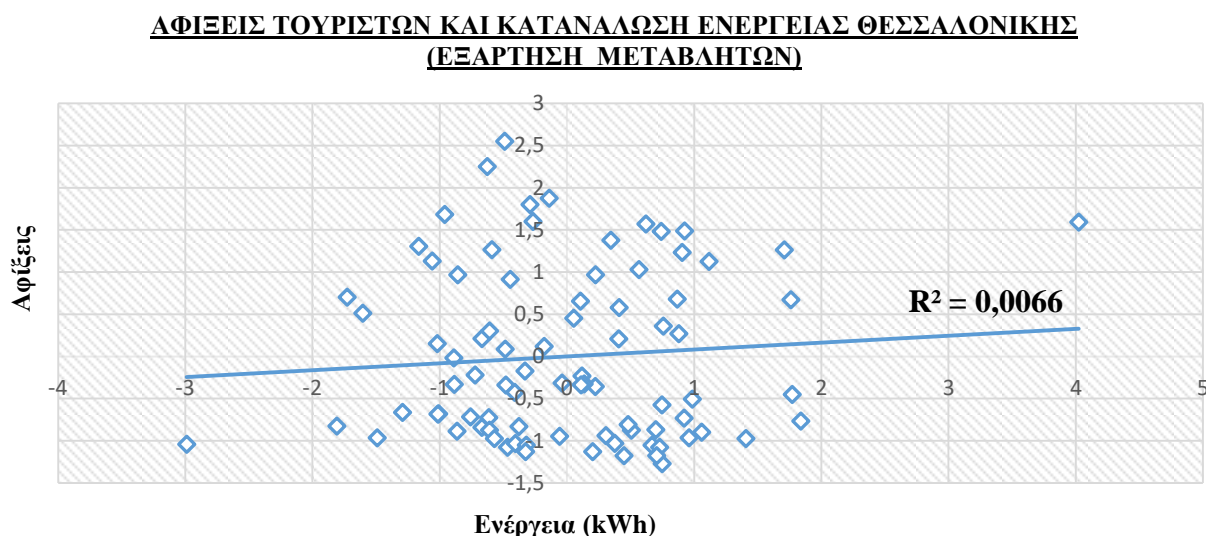
➤ **Θεσσαλονίκη – Αεροδρόμιο «Μακεδονία»**

Για τη Θεσσαλονίκη, από το διάγραμμα 3.2.3, είναι φανερό ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της καμπύλης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και της προσέλευσης τουριστών στο αεροδρόμιο.



Διάγραμμα 3.2.3: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Θεσσαλονίκης την περίοδο 2008 – 2014.

Αυτό επαληθεύεται και από τον υπολογισμό του συντελεστή $R^2 = 0.0066$ (διάγραμμα 3.2.4), ο οποίος είναι πολύ μικρός ώστε να δείχνει την οποιαδήποτε συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

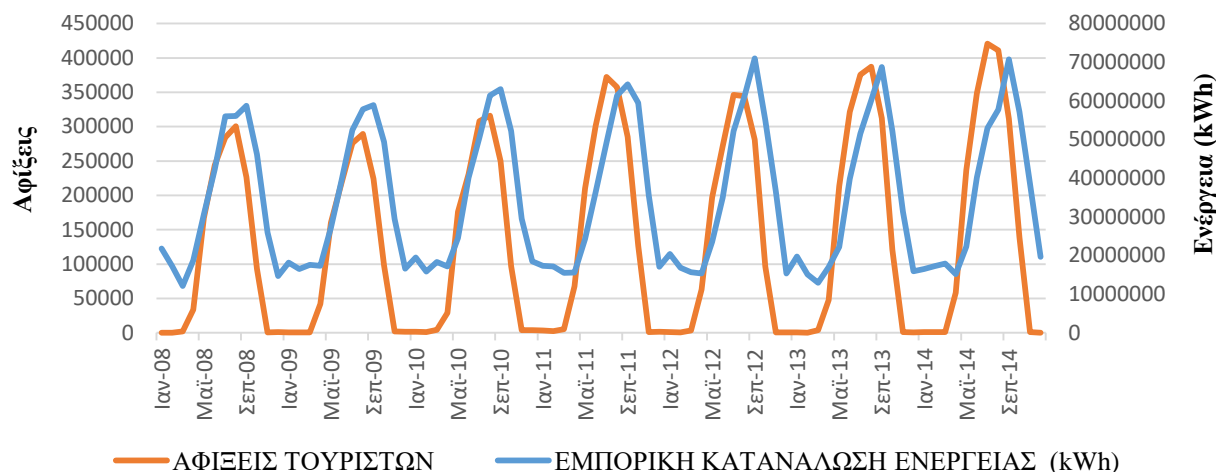


Διάγραμμα 3.2.4: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στη Θεσ/νίκη.

➤ **Ρόδος – Αεροδρόμιο «Διαγόρας»**

Στην περίπτωση της Ρόδου, οι καμπύλες των υπό μελέτη μεταβλητών εμφανίζουν ίδια μεταβλητότητα, παίρνοντας τις μέγιστες και τις ελάχιστες τιμές τους σχεδόν ταυτόχρονα (διάγραμμα 3.2.5). Δηλαδή, οι δύο μεταβλητές σχετίζονται άμεσα μεταξύ τους.

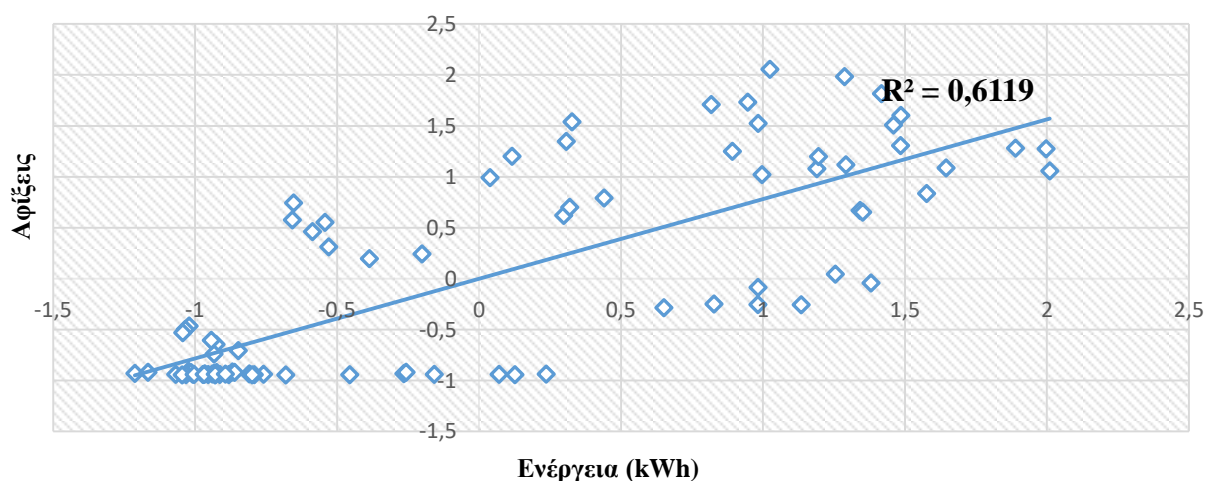
**ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΦΙΞΕΙΣ ΤΟΥΡΙΣΤΩΝ ΡΟΔΟΥ
2008-2014**



Διάγραμμα 3.2.5: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Ρόδου την περίοδο 2008 – 2014.

Την ισχυρή αυτή σύνδεση αποδεικνύει και ο συντελεστής προσδιορισμού σύμφωνα με το διάγραμμα 3.2.6, παίρνοντας μια τιμή που προσεγγίζει αρκετά ικανοποιητικά τη μονάδα $R^2=0,6119$.

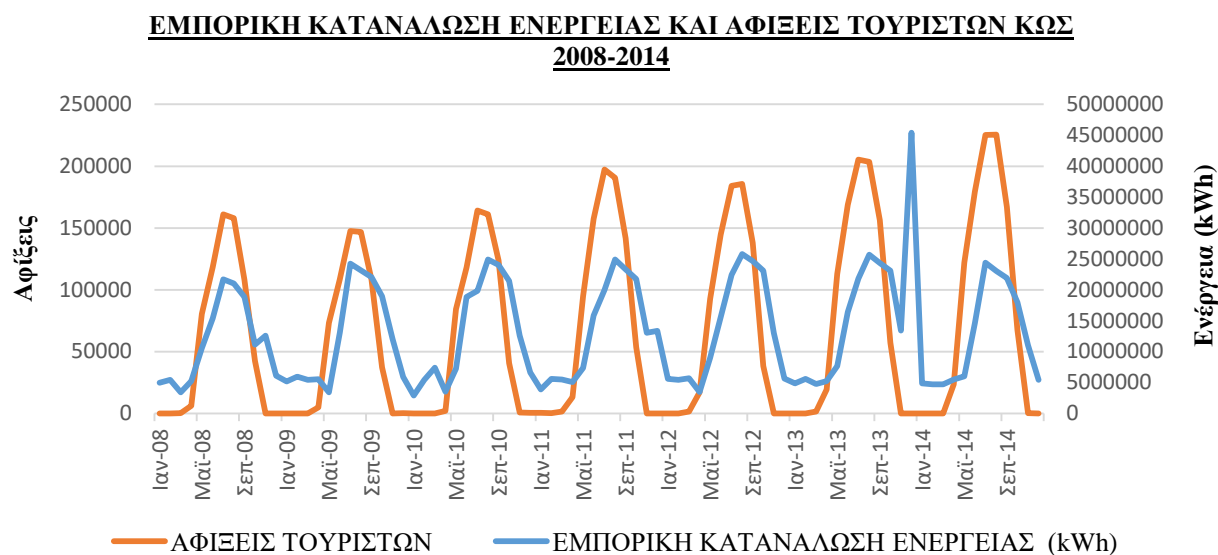
**ΑΦΙΞΕΙΣ ΤΟΥΡΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΡΟΔΟΥ (ΕΞΑΡΤΗΣΗ
ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ)**



Διάγραμμα 3.2.6: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στη Ρόδο.

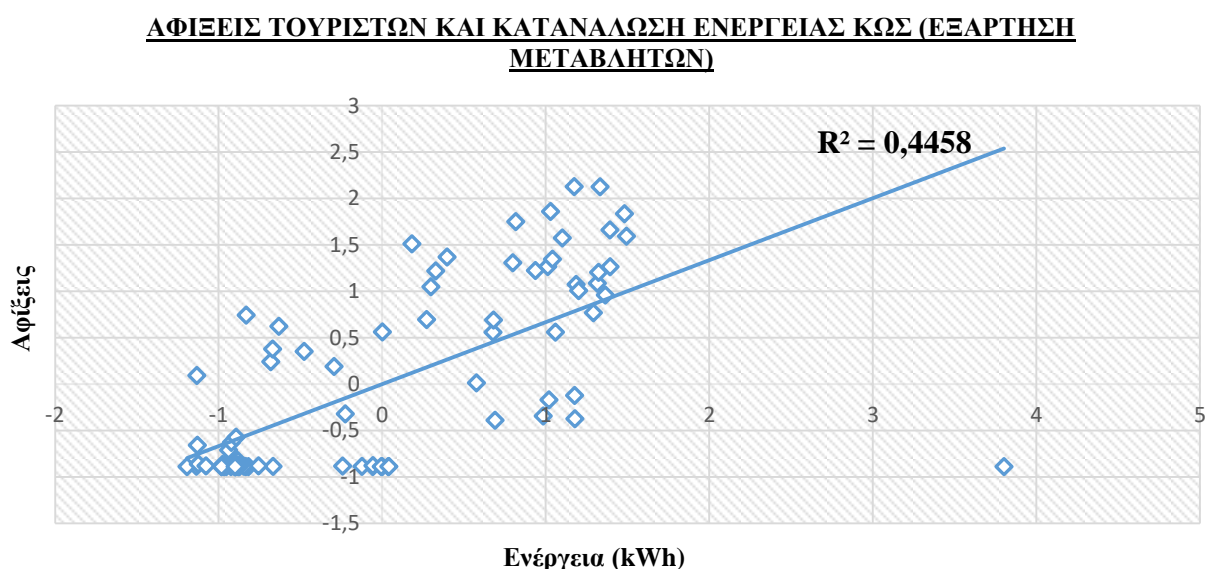
➤ **Κως – Αεροδρόμιο «Ιπποκράτης»**

Στην Κω, όπως φαίνεται από το διάγραμμα 3.2.7, υπάρχει επίσης οπτικά κάποια συσχέτιση της κατανάλωσης ενέργειας και της άφιξης τουριστών στην περιοχή.



Διάγραμμα 3.2.7: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Κω την περίοδο 2008 – 2014.

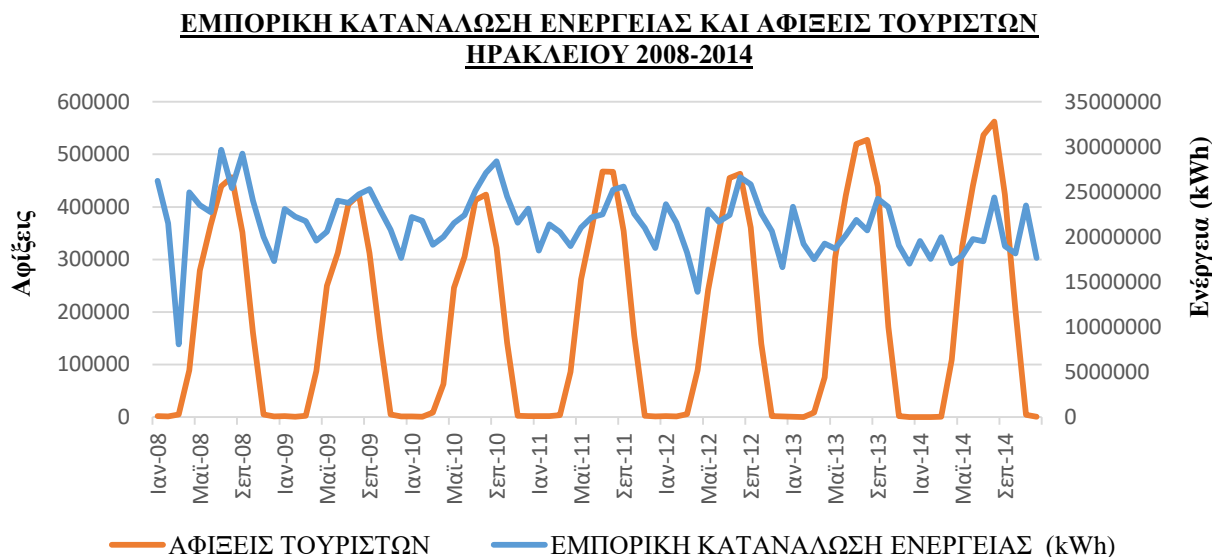
Είναι φανερό ότι σε αυτήν την περίπτωση η σύνδεση είναι λίγο πιο «χαλαρή» σε σχέση με τη Ρόδο, κάτι που αποδεικνύεται και από την ελαφρώς μικρότερη τιμή του συντελεστή $R^2 = 0,4458$ του διαγράμματος 3.2.8.



Διάγραμμα 3.2.8: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στην Κω.

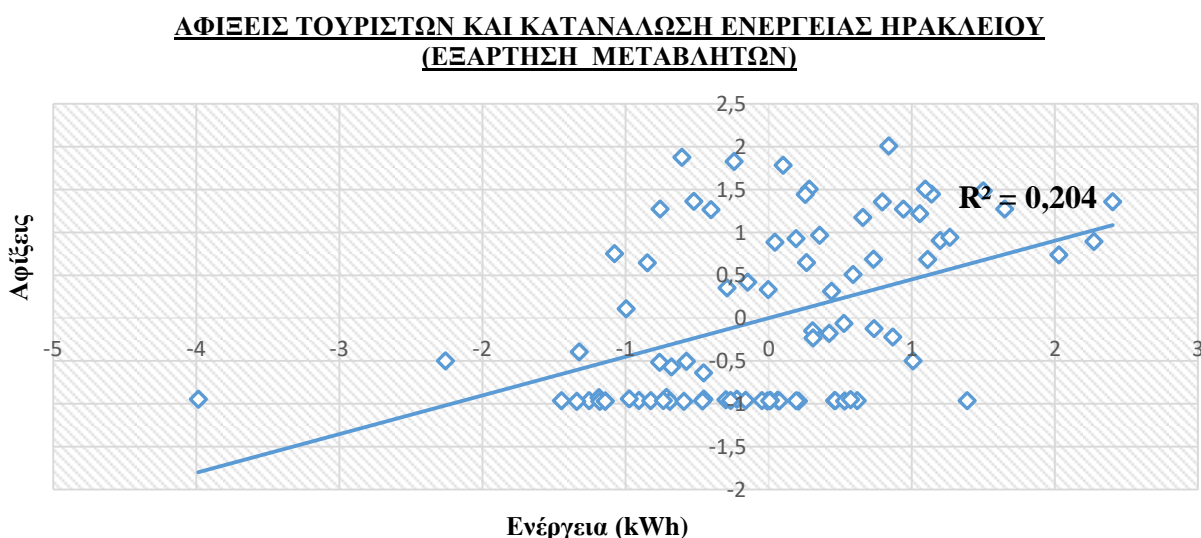
➤ **Ηράκλειο – Αεροδρόμιο «Νίκος Καζαντζάκης»**

Στο Ηράκλειο της Κρήτης, σύμφωνα με το διάγραμμα 3.2.9, είναι φανερό ότι υπάρχει μια μέτρια σύνδεση των δύο υπό μελέτη μεταβλητών, κάτι το οποίο σημαίνει ότι οι θέσεις μεγίστων και ελαχίστων των δύο καμπυλών είναι μάλλον τυχαίες και ανεξάρτητες μεταξύ τους.



Διάγραμμα 3.2.9: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο του Ηρακλείου την περίοδο 2008 – 2014.

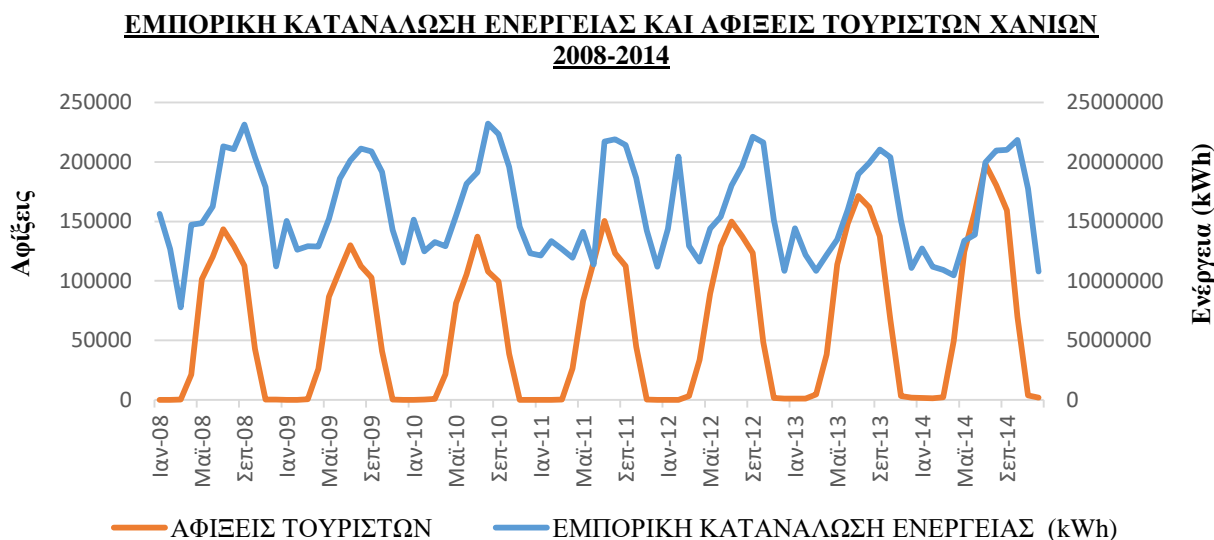
Σε αυτό το συμπέρασμα οδηγεί και ο συντελεστής $R^2=0,204$ του διαγράμματος 3.2.10, του οποίου η τιμή τείνει περισσότερο προς το μηδέν παρά προς τη μονάδα.



Διάγραμμα 3.2.10: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στο Ηράκλειο.

➤ **Χανιά – Αεροδρόμιο «Ιωάννης Δασκαλογιάννης»**

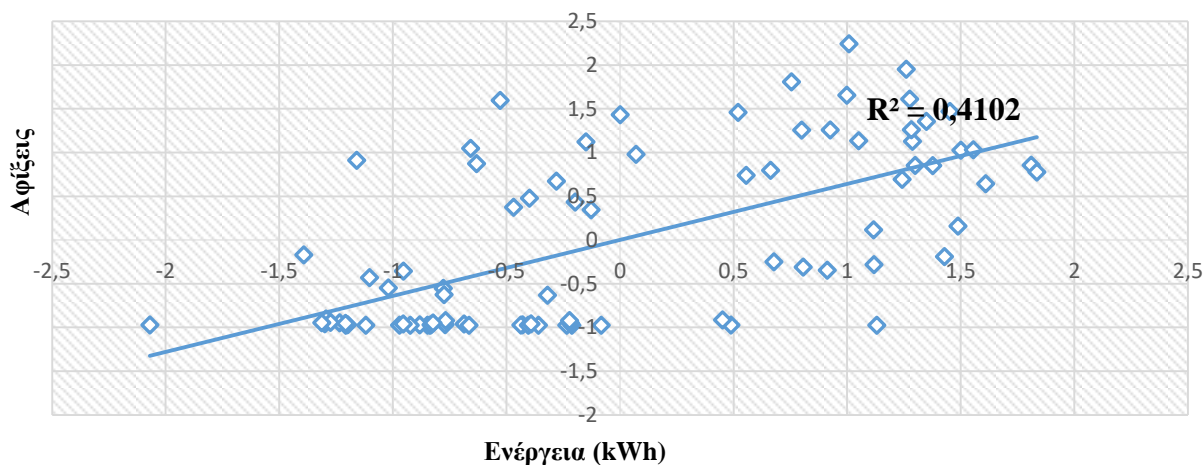
Επίσης κάποια συσχέτιση – σχετικά χαλαρή – παρατηρείται και στην περίπτωση των Χανίων, όπου με μια πρώτη ματιά φαίνεται η μία καμπύλη να ακολουθεί την άλλη σε κάποια σημεία του διαγράμματος 3.2.11.



Διάγραμμα 3.2.11: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο των Χανίων την περίοδο 2008 – 2014.

Ο συντελεστής προσδιορισμού παίρνει την τιμή $R^2=0,4102$, κάτι το οποίο σημαίνει ότι προσεγγίζει το μέσον της απόστασης μεταξύ του μηδενός και της μονάδας, περιγράφοντας μια αντίστοιχη ενδιάμεση κατάσταση συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών (διάγραμμα 3.2.12).

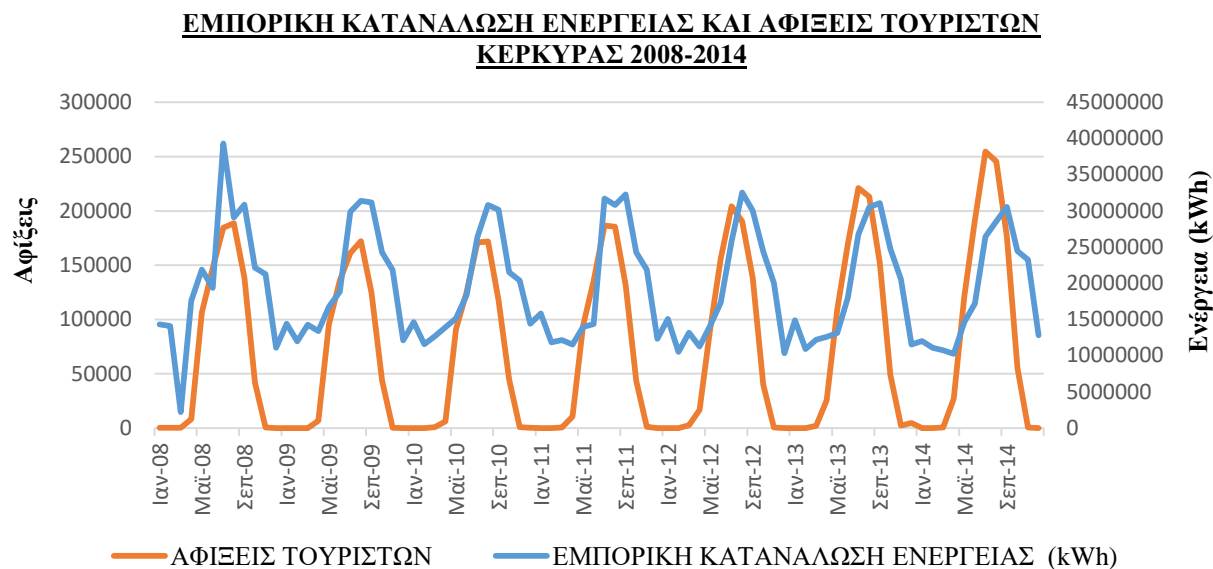
**ΑΦΙΞΕΙΣ ΤΟΥΡΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΑΝΙΩΝ (ΕΞΑΡΤΗΣΗ
ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ)**



Διάγραμμα 3.2.12 Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στα Χανιά.

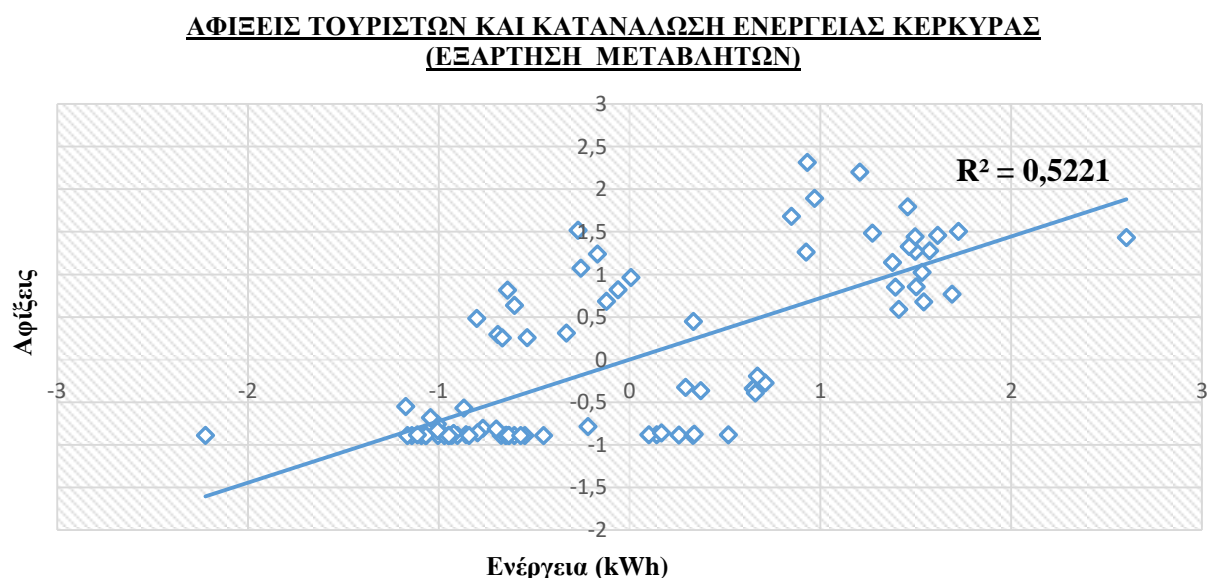
➤ **Κέρκυρα – Αεροδρόμιο «Ιωάννης Καποδίστριας»**

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.2.13, η Κέρκυρα, εμφανίζει μια πιο έντονη εξάρτηση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και του τουρισμού σε σχέση με την περιοχή των Χανίων.



Διάγραμμα 3.2.13: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Κέρκυρας την περίοδο 2008 – 2014.

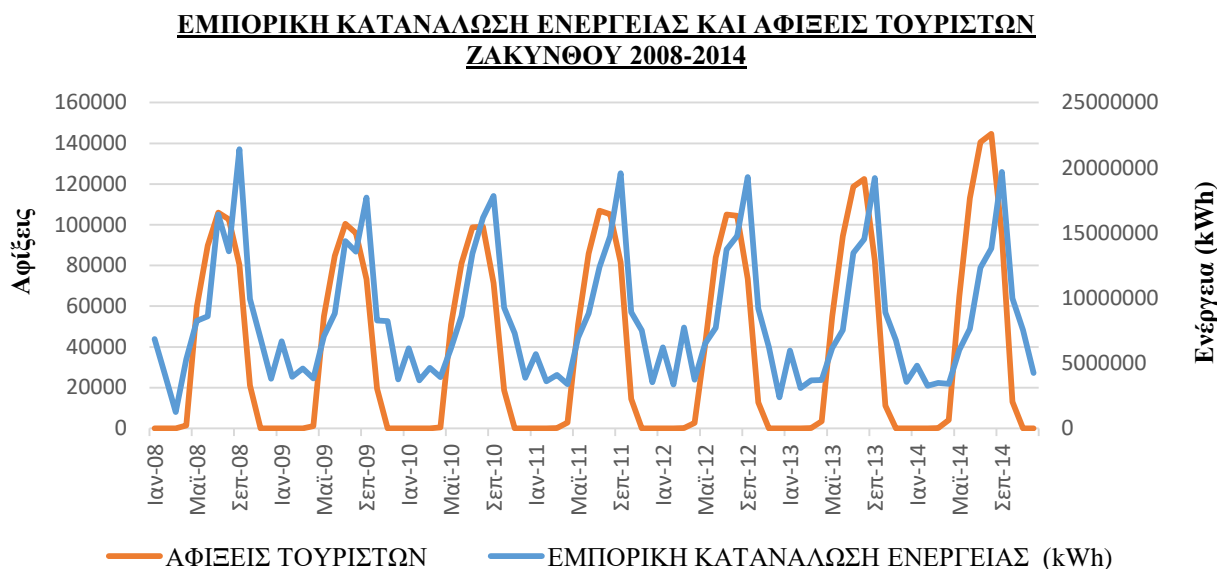
Ο συντελεστής προσδιορισμού ξεπέρασε το μέσον της κλίμακας, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.2.14, αγγίζοντας την τιμή $R^2=0,5221$, η οποία είναι πλέον πιο κοντά στην μονάδα.



Διάγραμμα 3.2.14: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στην Κέρκυρα.

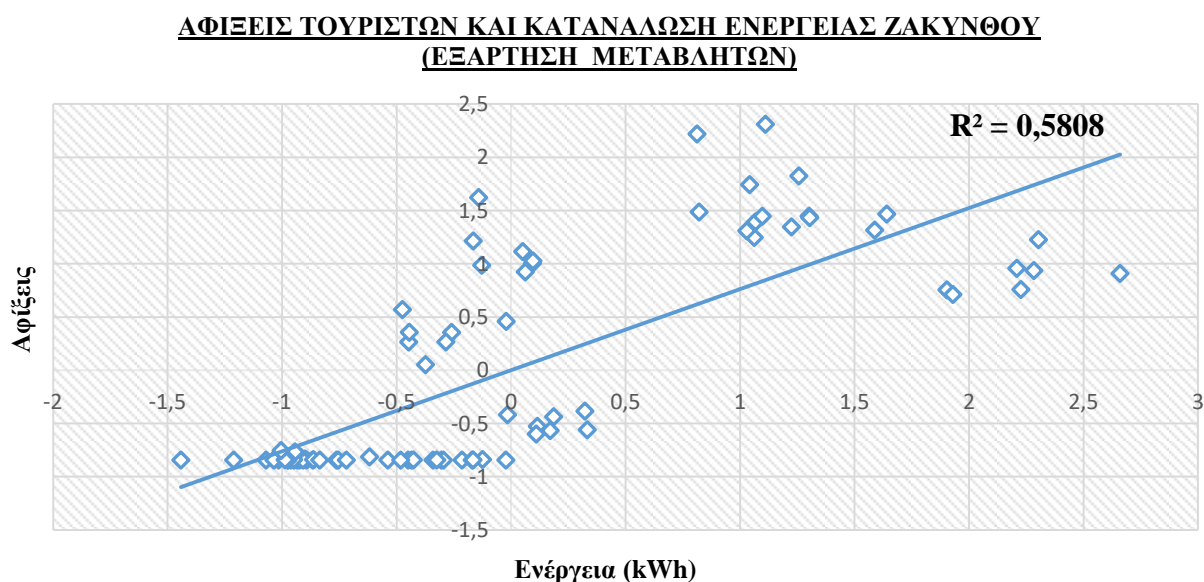
➤ **Ζάκυνθος – Αεροδρόμιο «Διονύσιος Σολωμός»**

Στα ίδια επίπεδα με την Κέρκυρα, κυμαίνεται και η Ζάκυνθος, όπως γίνεται αντιληπτό από το διάγραμμα 3.2.15, εμφανίζοντας επίσης ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.



Διάγραμμα 3.2.15: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσεως των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Ζακύνθου την περίοδο 2008 – 2014.

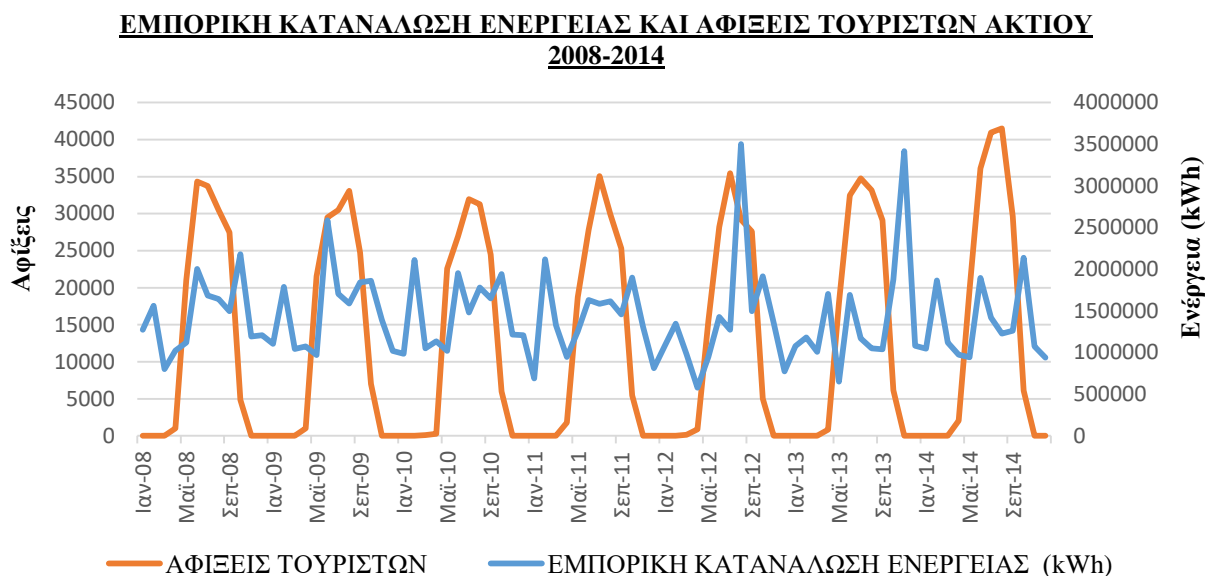
Παρόμοια τιμή, όπως ήταν αναμενόμενο, εμφανίζει σύμφωνα με το διάγραμμα 3.2.16 και ο συντελεστής προσδιορισμού $R^2=0,5808$, προσεγγίζοντας ακόμη περισσότερο τη μονάδα.



Διάγραμμα 3.2.16: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στη Ζάκυνθο.

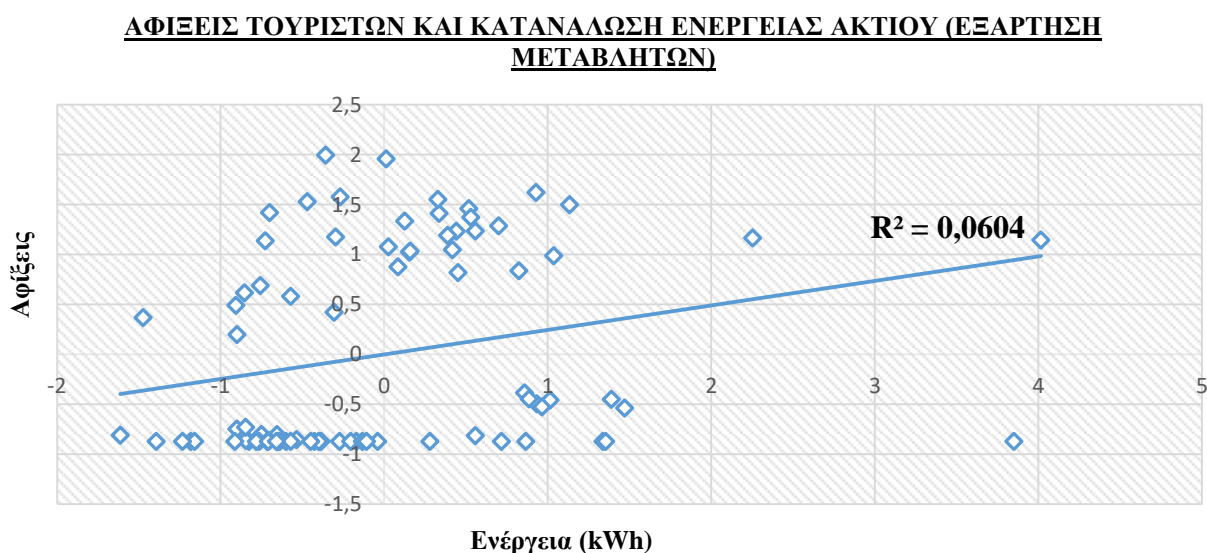
➤ **Άκτιο – Αεροδρόμιο «Άκτιο»**

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα, όσον αφορά το Άκτιο, δεν φαίνεται από το διάγραμμα 3.2.17 να υπάρχει ουσιαστική σύνδεση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και της άφιξης τουριστών.



Διάγραμμα 3.2.17: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο του Άκτιου την περίοδο 2008 – 2014.

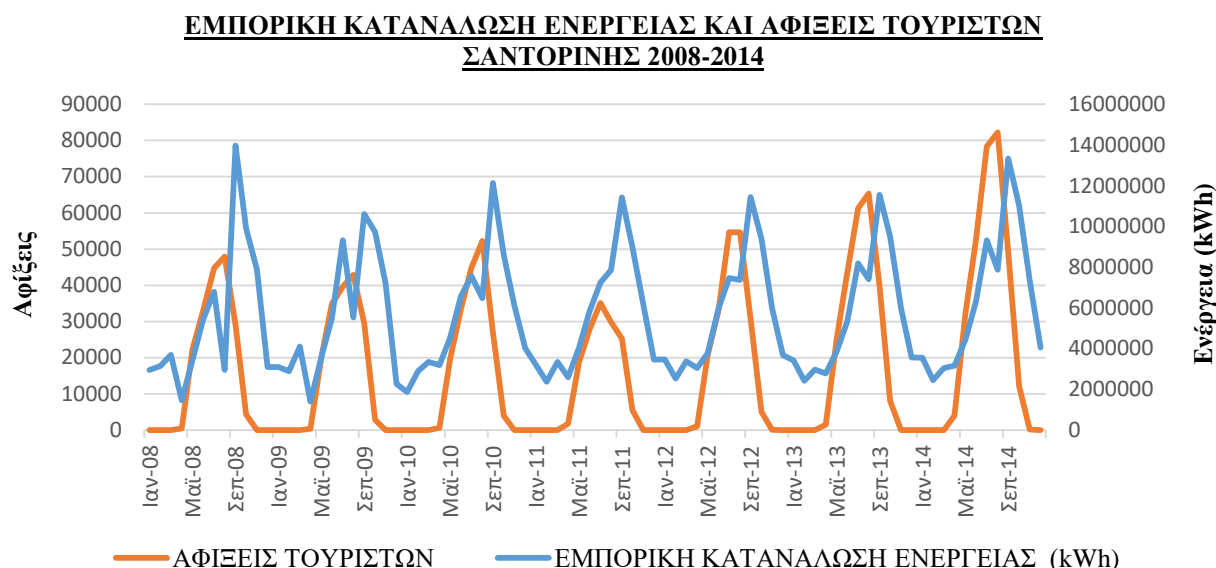
Ανάλογα, ο συντελεστής προσδιορισμού, επιβεβαιώνει την ανεξαρτησία των μεταβλητών, λαμβάνοντας μια τιμή πολύ κοντά στο μηδέν $R^2=0,0604$ (διάγραμμα 3.2.18).



Διάγραμμα 3.2.18: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στο Άκτιο.

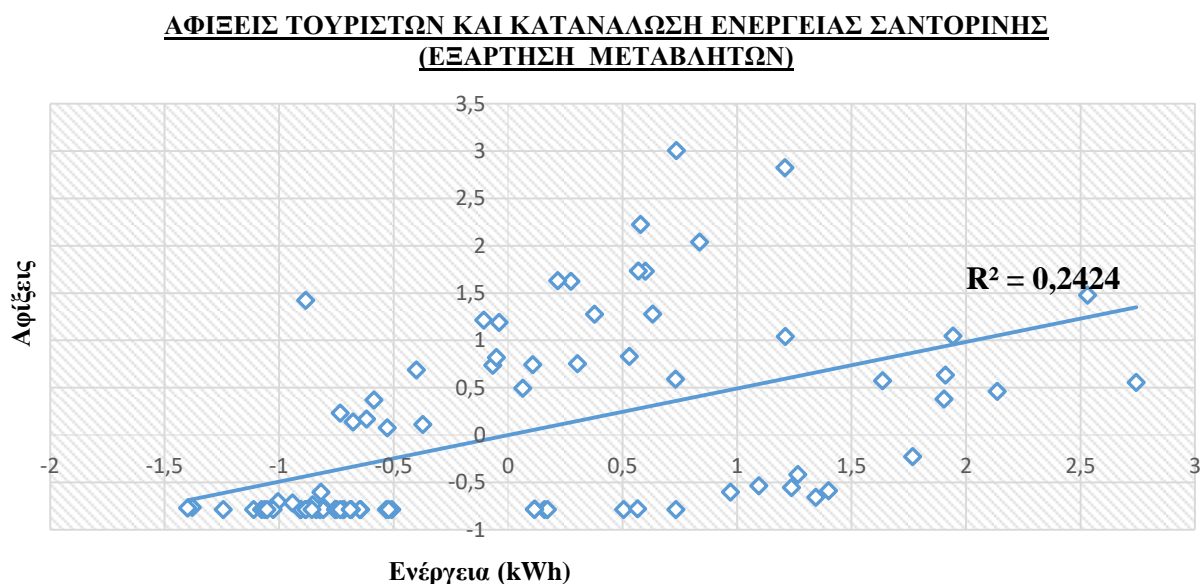
➤ Σαντορίνη – Αεροδρόμιο «Σαντορίνη»

Μία πολύ χαλαρή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών υπάρχει στην περίπτωση της Σαντορίνης, βάσει του διαγράμματος 3.2.19.



Διάγραμμα 3.2.19: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Σαντορίνης την περίοδο 2008 – 2014.

Ο συντελεστής προσδιορισμού του διαγράμματος 3.2.20 παίρνει μια μικρή τιμή $R^2=0,2424$, προσεγγίζοντας σε μεγαλύτερο βαθμό το μηδέν, από ότι τη μονάδα.

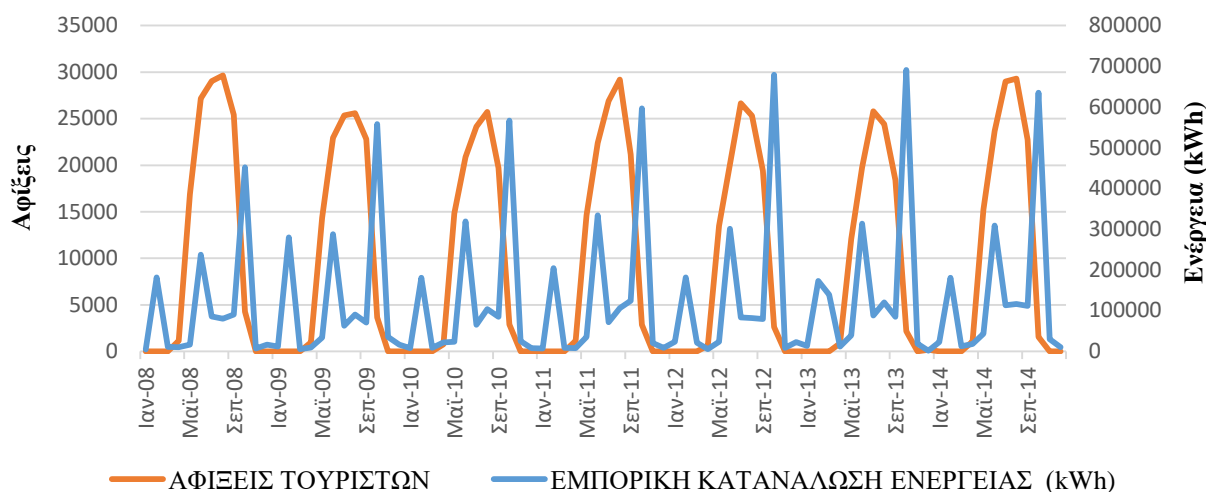


Διάγραμμα 3.2.20: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στη Σαντορίνη.

➤ Σάμος – Αεροδρόμιο «Αρίσταρχος ο Σάμιος»

Μεγάλη ανεξαρτησία μεταξύ των μεταβλητών παρατηρείται στην περίπτωση της Σάμου. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 3.2.21, οι καμπύλες δε «συντρέχουν» σε καμία σχεδόν χρονική περίοδο.

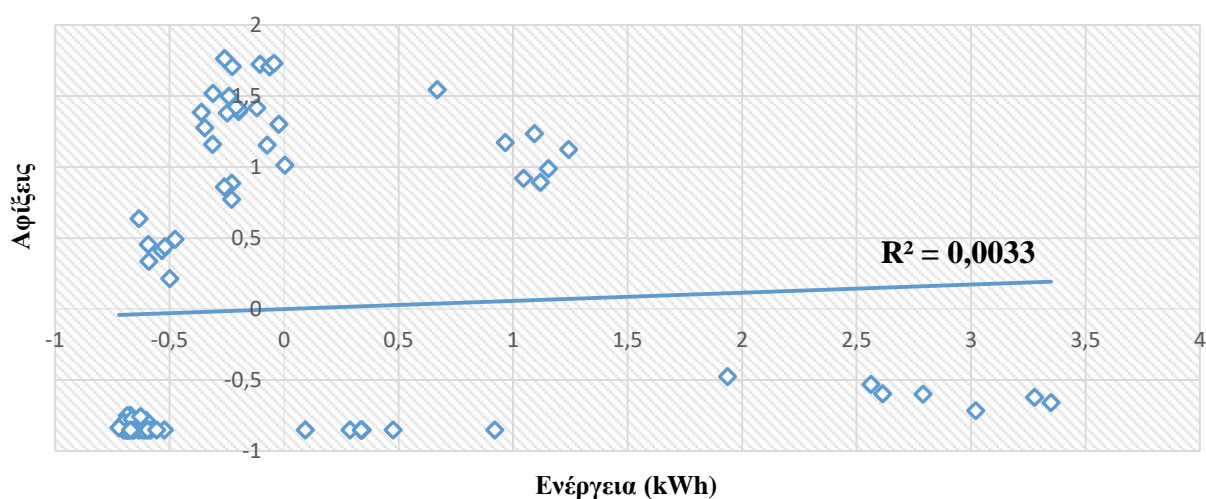
**ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΦΙΞΕΙΣ ΤΟΥΡΙΣΤΩΝ ΣΑΜΟΥ
2008-2014**



Διάγραμμα 3.2.21: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Σάμου την περίοδο 2008 – 2014.

Σε απόλυτη αντιστοιχία, ο συντελεστής προσδιορισμού λαμβάνει μια ελάχιστη τιμή, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.2.22, $R^2=0,0033$, η οποία είναι σχεδόν μηδενική.

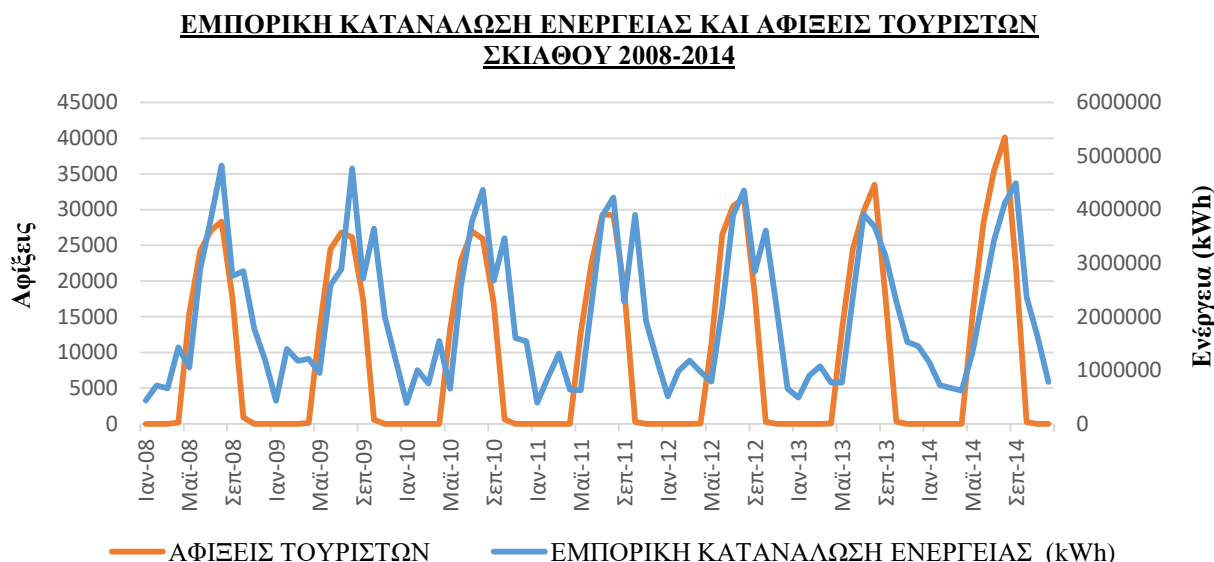
**ΑΦΙΞΕΙΣ ΤΟΥΡΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΑΜΟΥ (ΕΞΑΡΤΗΣΗ
ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ)**



Διάγραμμα 3.2.22 Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στη Σάμο.

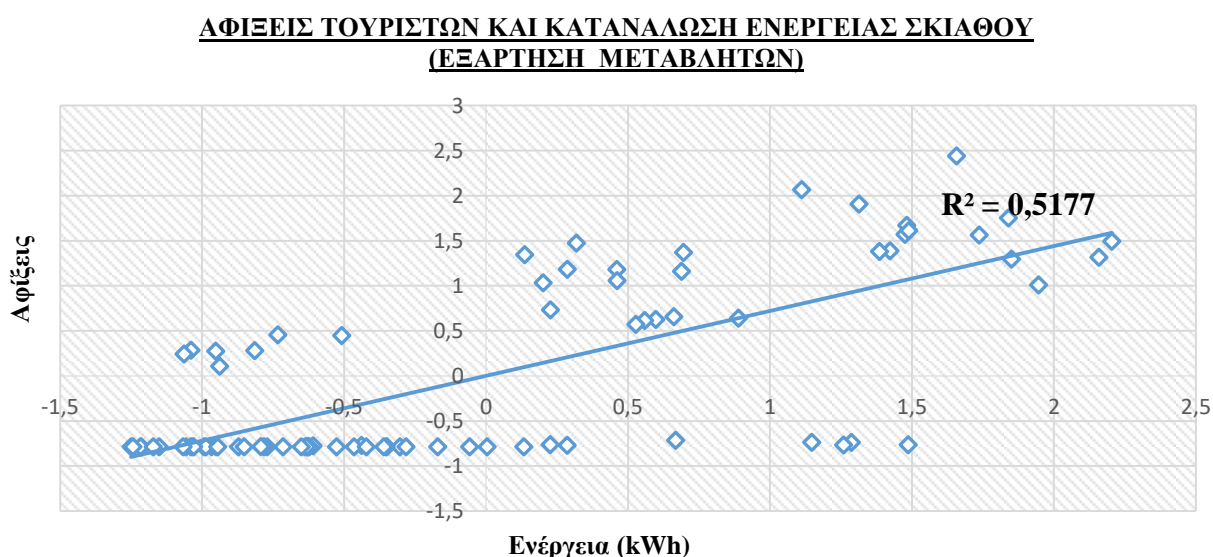
➤ **Σκιάθος – Αεροδρόμιο «Αλέξανδρος Παπαδιαμάντης»**

Τέλος, στην περίπτωση της Σκιάθου, είναι φανερό στο διάγραμμα 3.2.23, ότι σε αρκετές χρονικές περιόδους η μαζική άφιξη τουριστών να προκαλεί αντίστοιχη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας, δείχνοντας τη μεταξύ τους συσχέτιση.



Διάγραμμα 3.2.23: Εμπορική κατανάλωση ενέργειας σε kWh συναρτήσει των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της Σκιάθου την περίοδο 2008 – 2014.

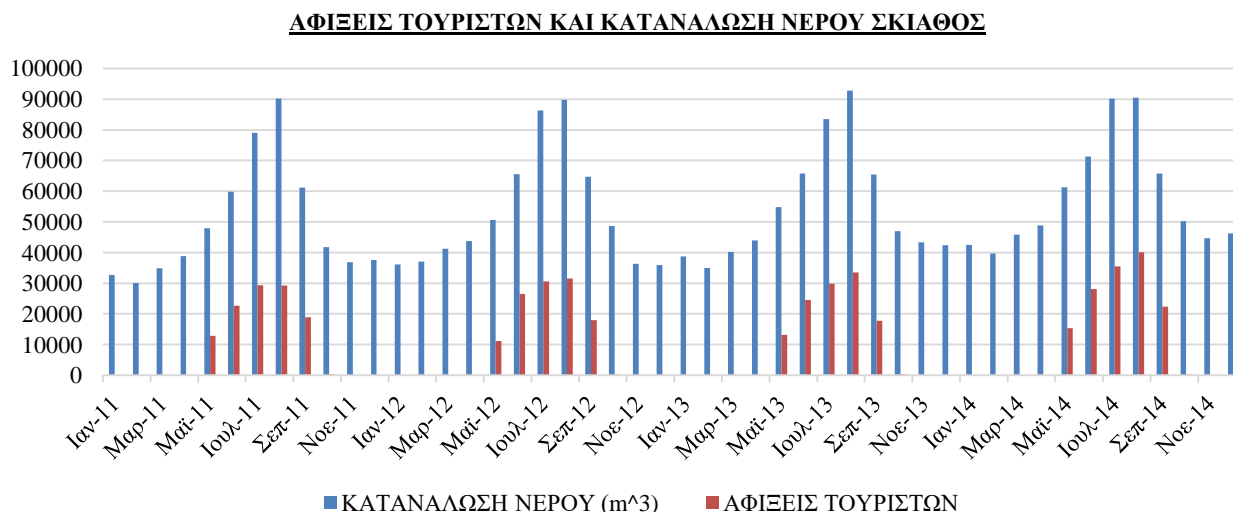
Την αρκετά ικανοποιητική σύνδεση μεταξύ των δύο υπό μελέτη μεταβλητών, αποδεικνύει και η αντίστοιχα μεγάλη τιμή του συντελεστή προσδιορισμού $R^2=0,5177$ (διάγραμμα 3.2.24).



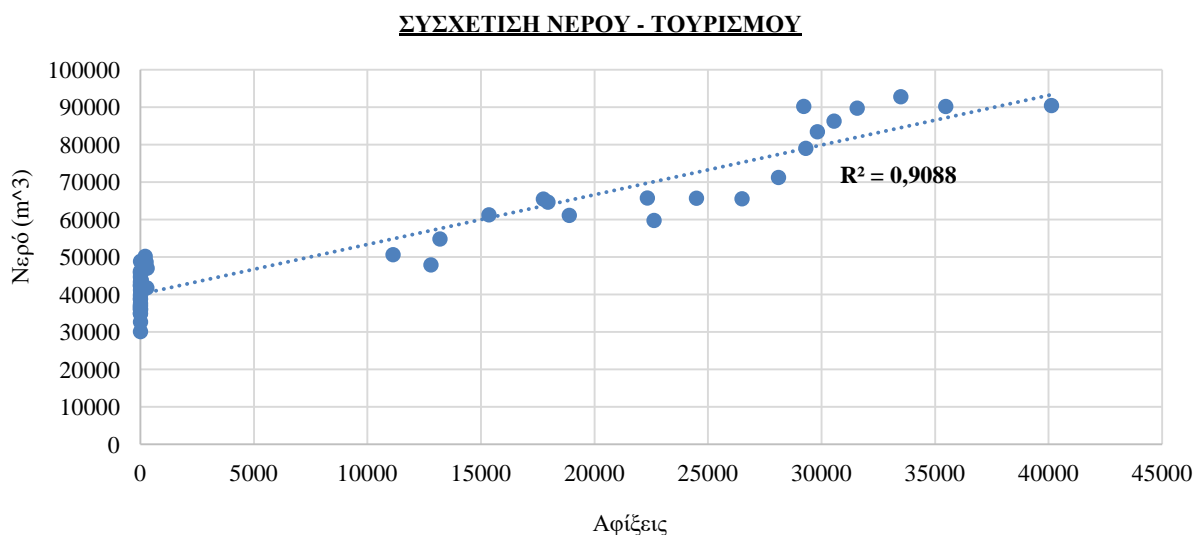
Διάγραμμα 3.2.24: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και τουρισμού στη Σκιάθο.

3.2.2 Έλεγχος συσχέτισης τουρισμού και κατανάλωσης νερού:

Με βάση το διάγραμμα 3.2.25, το οποίο έχει τη μορφή ραβδογράμματος για λόγους σύγκρισης, φαίνεται η κατανάλωση νερού στη Σκιάθο, να αυξάνεται ευθέως ανάλογα με την άφιξη των τουριστών στο νησί, μέσω του αεροδρομίου της. Παρατηρείται ότι οι δύο μεταβλητές λαμβάνουν τις μέγιστες τιμές τους ταυτόχρονα. Ακολουθεί επαλήθευση με βάση τον συντελεστή υπολογισμού (διάγραμμα 3.2.26).



Διάγραμμα 3.2.25: Αφίξεις τουριστών και κατανάλωση νερού στη Σκιάθο για το 2011-2014.



Διάγραμμα 3.2.26: Συσχέτιση μεταξύ κατανάλωσης νερού και τουρισμού στη Σκιάθο.

Ο συντελεστής προσδιορισμού επιβεβαίωσε την αρχική υπόθεση, λαμβάνοντας μια εξαιρετικά μεγάλη τιμή $R^2 = 0,9088$, αρκετά κοντά στη μονάδα.

3.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Με βάση τα αποτελέσματα της παραγράφου 3.2.1, όσον αφορά την ενέργεια, οι περιοχές που μελετήθηκαν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν, με βάση την τιμή που λαμβάνει ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 , ως εξής:

- I. **Περιοχές με $0 \leq R^2 < 0,5$** : Πρόκειται ουσιαστικά για περιοχές που εμφανίζουν από αμελητέα έως μέτρια συσχέτιση μεταξύ των δύο υπό μελέτη μεταβλητών. Αυτό, αποδεικνύεται τόσο από το διάγραμμα μεταβολής των δύο μεταβλητών συναρτήσεως του χρόνου, όπου οι δύο καμπύλες ακολουθούν διαφορετικές ανεξάρτητες πορείες (χωρίς οι τιμές της μίας να επηρεάζουν τις τιμές της άλλης), λαμβάνοντας τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές τους σε διαφορετικές (και πιθανόν τυχαίες) χρονικές στιγμές, όσο και από το διάγραμμα που προκύπτει από κανονικοποίηση των τιμών και τη γραμμική παλινδρόμηση, όπου ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 λαμβάνει τιμές που προσεγγίζουν περισσότερο το μηδέν, παρά τη μονάδα. Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι στις περιοχές αυτές η αύξηση ή μείωση του αριθμού των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της περιοχής επηρεάζει ελάχιστα την εμπορική κατανάλωση ενέργειας. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν:

- ➔ Ελληνικές πόλεις που φιλοξενούν μεγάλο τμήμα του (μόνιμου) πληθυσμού της χώρας (βάσει των στοιχείων της τελευταίας απογραφικής διαδικασίας του 2011, σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ) όπως η Αθήνα (3.218.218 μόνιμοι κάτοικοι), η Θεσσαλονίκη (789.191 μόνιμοι κάτοικοι), το Ηράκλειο Κρήτης (153.653 μόνιμοι κάτοικοι), τα Χανιά (53.910 μόνιμοι κάτοικοι), η Κως (19.432 μόνιμοι κάτοικοι) και η Σαντορίνη (15.550 μόνιμοι κάτοικοι). Όπως είναι φυσικό, σε πόλεις με τόσο μεγάλο μόνιμο πληθυσμό, η άφιξη των τουριστών, δεν είναι ικανή να προκαλέσει ουσιαστικές μεταβολές στην ήδη αυξημένη κατανάλωση ενέργειας.
- ➔ Ελληνικές πόλεις με σχετικά μικρό ποσοστό μόνιμου πληθυσμού, οι οποίες λόγω της θέσης τους εμφανίζουν μια εποχική - μόνο - συσχέτιση της κατανάλωσης ενέργειας με τον τουρισμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Σάμος και το Άκτιο με σχετικά μικρό αριθμό μόνιμων κατοίκων, όπου λόγω της θέσης τους, τους καλοκαιρινούς μήνες προσελκύουν τουρίστες, οι οποίοι προκαλούν μια αντίστοιχη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας. Παρ' όλα αυτά η αύξηση αυτή δεν είναι ικανή να προκαλέσει την ετήσια συσχέτιση των δύο μεταβλητών, με αποτέλεσμα να δίνει μικρή τιμή συντελεστή προσδιορισμού.

- II. **Περιοχές με $0,5 \leq R^2 \leq 1$** : Πρόκειται ουσιαστικά για περιοχές που εμφανίζουν από ικανοποιητική έως ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των δύο υπό μελέτη μεταβλητών. Αυτό, αποδεικνύεται τόσο από το διάγραμμα μεταβολής των δύο μεταβλητών συναρτήσεως του χρόνου, όπου οι δύο καμπύλες ακολουθούν παρόμοιες εξαρτώμενες πορείες (που σημαίνει ότι οι τιμές της μίας επηρεάζουν τις τιμές της άλλης), λαμβάνοντας τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές τους σε πολύ κοντινές χρονικές στιγμές, όσο και από το

διάγραμμα που προκύπτει από κανονικοποίηση των τιμών και τη γραμμική παλινδρόμηση, όπου ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 λαμβάνει τιμές που προσεγγίζουν περισσότερο τη μονάδα, παρά το μηδέν. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι στις περιοχές αυτές η αύξηση ή μείωση του αριθμού των αφίξεων τουριστών στο αεροδρόμιο της περιοχής επηρεάζει σημαντικά την εμπορική κατανάλωση ενέργειας. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν φυσικά πολλά ελληνικά νησιά, όπως η Ρόδος, η Κέρκυρα, η Ζάκυνθος και η Σκιάθος, στα οποία η απότομη αύξηση του πληθυσμού τους λόγω του τουρισμού, κατά τη διάρκεια του χρόνου, συμβαδίζει απόλυτα με αντίστοιχη αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος, όσον αφορά το νερό, με βάση τα αποτελέσματα της παραγράφου 3.2.2, γίνεται αντιληπτό ότι η κατανάλωση νερού, τουλάχιστον στην περίπτωση της Σκιάθου, σχετίζεται ακόμα περισσότερο με τον τουρισμό, σε σχέση με την ενέργεια. Είναι πολύ πιθανόν αν στις αφίξεις συμπεριλαμβάνονταν κι εκείνες των πλοίων, να υπήρχε ακόμη μεγαλύτερη συσχέτιση, δηλαδή απόλυτη αναλογία.

Γενικεύοντας, εξάγεται το συμπέρασμα, ότι μια τουριστική περιοχή (όπως η Σκιάθος) επηρεάζεται άμεσα από τη μαζική άφιξη τουριστών στους μήνες αιχμής, στον τομέα της κατανάλωσης νερού. Αντίστοιχη συσχέτιση, μικρότερης κλίμακας έχουμε και με την κατανάλωση ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: «Επίδραση θερμοκρασίας στην κατανάλωση ενέργειας και νερού»

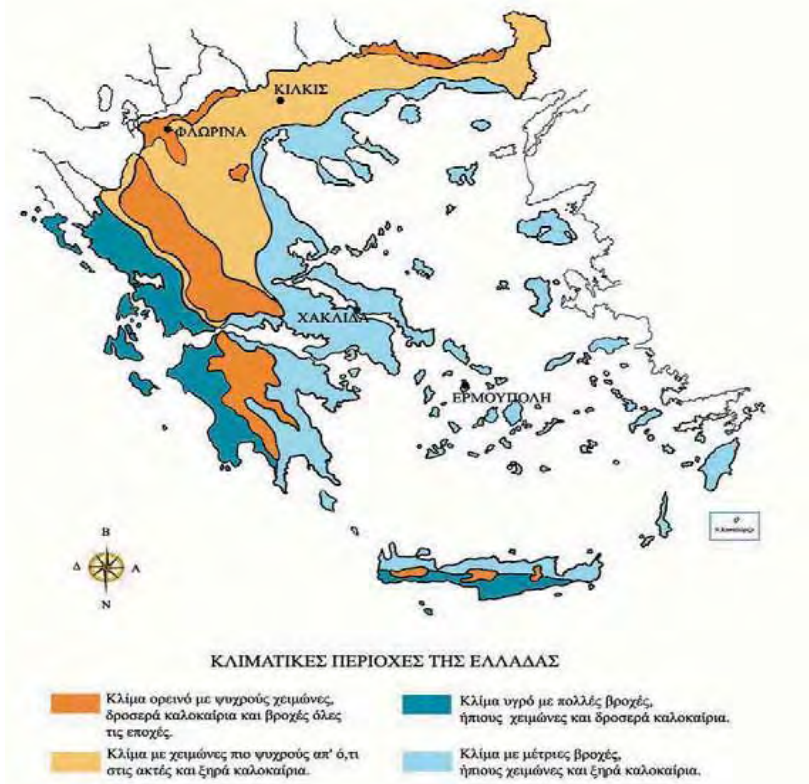
Το κλίμα μιας περιοχής περιλαμβάνει όλες τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν κατά μέσο όρο σε αυτήν. Η θερμοκρασία αποτελεί το σημαντικότερο κλιματικό στοιχείο και τη βασικότερη παράμετρο σε όλες τις κλιματικές κατατάξεις (Λαζαρίδου Μ., 2010). Η θερμοκρασία μιας περιοχής εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως είναι το υψόμετρο, η απόσταση από τη θάλασσα, η ένταση και διάρκεια της ηλιακής ακτινοβολίας κ.α. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται αν και σε τι βαθμό μπορεί η κλιματική παράμετρος της θερμοκρασίας να επηρεάσει την κατανάλωση ενέργειας και νερού μιας περιοχής.

4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1.1 Επίδραση θερμοκρασίας στην κατανάλωση ενέργειας:

Επιλέχθηκε η οικιακή χρήση της ενέργειας, καθώς το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στο μόνιμο πληθυσμό μιας περιοχής και τον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζεται την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα πλαίσια του νοικοκυριού κατά τη διάρκεια του έτους. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που συλλέχθηκαν από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.). Τα κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την επίσημη ιστοσελίδα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.).

Το κλίμα παρουσιάζει παραλλαγές στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας, όπως φαίνεται από τον κλιματικό χάρτη του σχήματος 4.1.



Σχήμα 4.1: Κλιματικός Χάρτης της Ελλάδας (Πηγή: «Γεωγραφία», Κ. Κουτσόπουλος).

Πιο συγκεκριμένα, το κλίμα της Ελλάδας, χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό. Όμως, εξαιτίας της γεωμορφολογίας και του ανάγλυφού της παρουσιάζει ορισμένες μεταβολές στις τοπικές επικρατούσες κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, βροχόπτωση) που ορίζουν τα μικροκλίματα. Μεγάλο ρόλο σε αυτό διαδραματίζει η οροσειρά της Πίνδου, καθώς δυτικά αυτής το κλίμα είναι πιο «υγρό», ενώ ανατολικά αυτής ξηρότερο (Πηγή: Wikipedia). Ανάλογες μεταβολές, όπως ήταν αναμενόμενο, παρουσιάζει και η θερμοκρασία στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Για το λόγο αυτό, προκειμένου να υπάρχει ποικιλομορφία, η οποία είναι απαραίτητη σε μια έρευνα για την εξαγωγή αντικειμενικών συμπερασμάτων, οι περιοχές μελέτης επιλέχθηκαν έτσι ώστε να είναι διάσπαρτες στον Ελλαδικό χώρο και να καλύπτουν όλες τις πιθανές θερμοκρασιακές μεταβολές. Ουσιαστικά, επιλέχθηκαν περιοχές από όλα τα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.1, στις οποίες έχει τοποθετηθεί μετεωρολογικός σταθμός, ώστε να υπάρχουν διαθέσιμα θερμοκρασιακά δεδομένα γι' αυτές.

Πίνακας 4.1.1: Περιοχές Μελέτης και Γεωγραφικά Διαμερίσματα

ΠΕΡΙΟΧΗ / ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	ΘΡΑΚΗ
ΚΑΣΤΟΡΙΑ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ
ΣΕΡΡΕΣ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ
ΚΟΖΑΝΗ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ
ΠΡΕΒΕΖΑ	ΗΠΕΙΡΟΣ
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	ΗΠΕΙΡΟΣ
Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ	ΘΕΣΣΑΛΙΑ
ΛΑΡΙΣΑ	ΘΕΣΣΑΛΙΑ
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ	ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ
ΤΡΙΠΟΛΗ	ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ
ΚΕΡΚΥΡΑ	ΝΗΣΙΑ ΙΟΝΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	ΝΗΣΙΑ ΙΟΝΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ
ΡΟΔΟΣ	ΝΗΣΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ
ΧΙΟΣ	ΝΗΣΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ
ΛΗΜΝΟΣ	ΝΗΣΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ
ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ	ΝΗΣΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ
ΝΑΞΟΣ	ΝΗΣΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ
ΚΩΣ	ΝΗΣΙΑ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΚΡΗΤΗ

Είναι φανερό από τον πίνακα, ότι όσον αφορά το γεωγραφικό διαμέρισμα των νησιών Αιγαίου Πελάγους επιλέχθηκαν περισσότερες περιοχές από ότι στα υπόλοιπα διαμερίσματα.

Αυτό συνέβη επειδή τα νησιά αυτά καταλαμβάνουν μεγάλο τμήμα του Ελλαδικού χώρου (Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, κλπ) και είναι πιθανόν να παρουσιάζουν και διαφορές στη θερμοκρασία τους κατά τη διάρκεια του χρόνου. Ένας ακόμη λόγος είναι ότι παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στον τομέα της οικονομίας, καθώς αποτελούν πόλο έλξης τουριστών.

Ως περίοδος μελέτης επιλέχθηκε το έτος 2016, καθώς περιλαμβάνει την πιο πρόσφατη ολοκληρωμένη εικόνα όσον αφορά τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα. Θα μπορούσε να επιλεγεί το έτος 2017, όμως τα διαθέσιμα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας είναι μέχρι τον Αύγουστο του 2017. Επίσης, τα κλιματικά δεδομένα που είναι διαθέσιμα στο κοινό στην επίσημη σελίδα της E.M.Y. , για έναν συγκεκριμένο μήνα αναρτώνται περίπου δύο μήνες μετά την τελευταία ημέρα του μήνα αυτού. Οπότε δεν υπάρχουν διαθέσιμα κλιματικά δεδομένα για το Νοέμβριο και Δεκέμβριο του 2017. Οι τιμές των θερμοκρασιών του έτους για τις υπό μελέτη περιοχές λήφθηκαν από τα μηνιαία δελτία καιρού Πιο συγκεκριμένα, με βάση τις θερμοκρασιακές τιμές, υπολογίστηκαν τα εξής:

i. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία:

$$\bar{T}_{month} = \frac{1}{n} \sum_i^n \bar{T}_{day}$$

όπου: \bar{T}_{month} = η μέση μηνιαία θερμοκρασία του έτους 2016

$n = 28$ ή 30 ή 31 , δηλαδή το πλήθος των ημερών του μήνα i του έτους 2016

\bar{T}_{day} = η μέση ημερήσια θερμοκρασία του μήνα i του έτους 2016

ii. Η μέση ετήσια θερμοκρασία:

$$\bar{T}_{year} = \frac{1}{n} \sum_i^n \bar{T}_{month}$$

όπου: \bar{T}_{year} = η μέση ετήσια θερμοκρασία του έτους 2016

$n = 12$, δηλαδή το πλήθος των μηνών του έτους 2016

\bar{T}_{month} = η μέση μηνιαία θερμοκρασία του έτους 2016

iii. Η μέση θερινή θερμοκρασία:

$$\bar{T}_{summer} = \frac{1}{n} \sum_i^n \bar{T}_{month,s}$$

όπου: \bar{T}_{summer} = η μέση θερινή θερμοκρασία του έτους 2016

$n = 3$, δηλαδή το πλήθος καλοκαιρινών μηνών του έτους 2016

$\bar{T}_{month,s}$ = η μέση μηνιαία θερμοκρασία των καλοκαιρινών μηνών του έτους 2016

iv. Η μέση χειμερινή θερμοκρασία:
$$\bar{T}_{winter} = \frac{1}{n} \sum_i^n \bar{T}_{month,w}$$

όπου: \bar{T}_{winter} = η μέση χειμερινή θερμοκρασία του έτους 2016

$n = 3$, δηλαδή το πλήθος χειμωνιάτικων μηνών του έτους 2016

$\bar{T}_{month,w}$ = η μέση μηνιαία θερμοκρασία των χειμερινών μηνών του έτους 2016

Ως καλοκαιρινοί μήνες θεωρήθηκαν εκείνοι που, σύμφωνα με την Ε.Μ.Υ., είχαν τη μέγιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία για το έτος μελέτης 2016, δηλαδή ο Ιούνιος, ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Αντίστοιχα, ως χειμερινοί μήνες λήφθηκαν εκείνοι που, σύμφωνα με την Ε.Μ.Υ., είχαν την ελάχιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία για το έτος μελέτης 2016, δηλαδή ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος.

4.1.2 Επίδραση θερμοκρασίας στην κατανάλωση νερού:

Για το συγκεκριμένο τμήμα της παρούσας εργασίας επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης το νησί της Σκιάθου, για την οποία υπάρχουν διαθέσιμα τα δεδομένα κατανάλωσης νερού από τη ΔΕΥΑΣΚ. Ως περίοδος μελέτης ορίστηκε η 2011-2014, ενώ ως μονάδα κατανάλωσης νερού χρησιμοποιήθηκε η μέση υδατική κατανάλωση μήνα, η οποία υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$\bar{V}_{water} = \frac{\sum_i^n V_i}{n}$$

όπου: \bar{V}_{water} = η μέση υδατική κατανάλωση μήνα σε m^3

\bar{V}_i = η κατανάλωση νερού την ημέρα i του μήνα

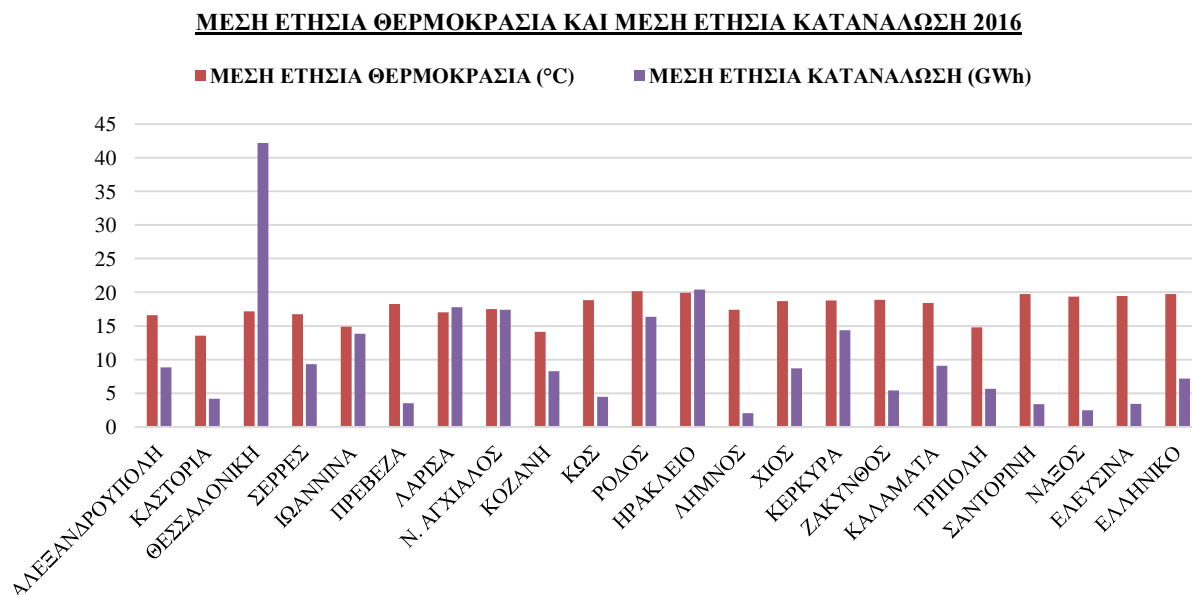
n = οι συνολικές ημέρες του μήνα

Στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων με τη μορφή διαγραμμάτων, για να είναι πιο κατανοητή η σύγκριση. Σε ορισμένα δεδομένα της παραγράφου 4.2 που ακολουθεί, έγινε στατιστική επεξεργασία με τη μέθοδο της Γραμμικής Παλινδρόμησης, η οποία αναφέρθηκε εκτενώς στην παράγραφο 2.1, ώστε να προσδιοριστεί η γραμμή τάσης και να υπολογιστεί ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 .

4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.2.1 Έλεγχος συσχέτισης θερμοκρασίας και κατανάλωσης ενέργειας:

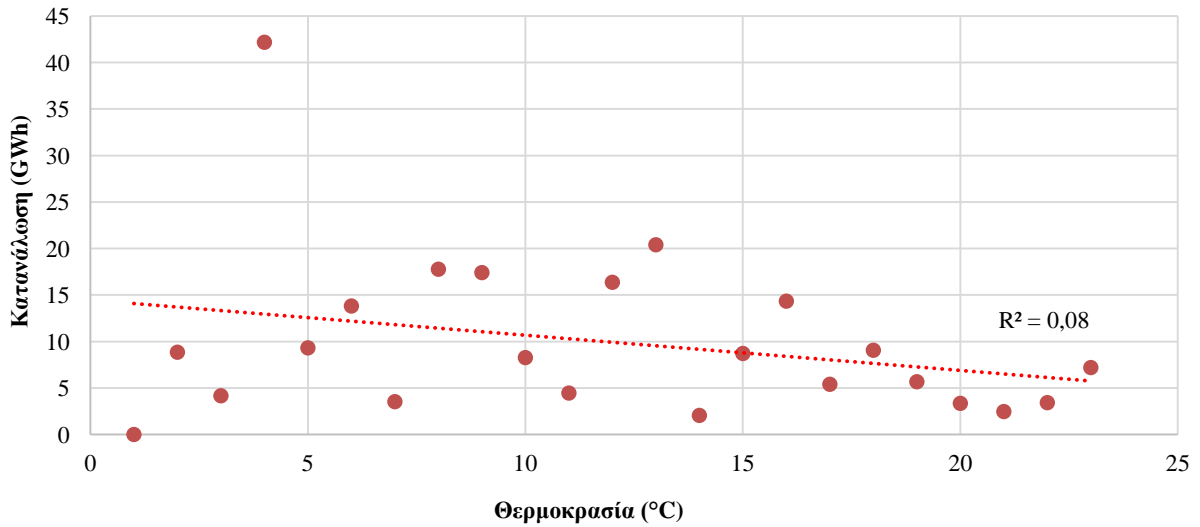
Μια αρχική προσέγγιση, έγινε συγκρίνοντας τη μέση ετήσια θερμοκρασία και τη μέση ετήσια κατανάλωση για το έτος μελέτης 2016 (διάγραμμα 4.2.1) για όλες τις περιοχές μελέτης που επιλέχθηκαν.



Διάγραμμα 4.2.1: Μέση ετήσια θερμοκρασία και μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2016.

Ουσιαστικά, τοποθετήθηκαν στον οριζόντιο άξονα x οι υπό μελέτη περιοχές (μετεωρολογικοί σταθμοί) και στους κατακόρυφους άξονες y και y' , η μέση ετήσια θερμοκρασία σε °C και η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh για κάθε περιοχή. Για να διευκολυνθεί η σύγκριση, έγινε μετατροπή των τιμών της κατανάλωσης ενέργειας από κιλοβατώρες (kWh) σε γιγαβατώρες (GWh), [$1\text{GWh} = 10^6 \text{kWh}$], ώστε να χρησιμοποιηθεί ένας ενιαίος κατακόρυφος άξονας, με ίδια κλίμακα για τις δύο μεταβλητές. Με βάση τα παραπάνω, φαίνεται ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία δεν είναι ο καταλληλότερος δείκτης, καθώς περιλαμβάνει μια μέση τιμή θερμοκρασίας και δεν είναι ξεκάθαρη η μεταβολή της. Με άλλα λόγια, η μέση ετήσια θερμοκρασία, πρόκειται ουσιαστικά για μία ενδιάμεση τιμή, η οποία δεν φανερώνει ούτε τις ακραίες τιμές, αλλά ούτε τη μεταβολή της παραμέτρου. Αυτό, αποδείχθηκε και στη συνέχεια, με τη βοήθεια της γραμμής τάσης και του συντελεστή προσδιορισμού (διάγραμμα 4.2.1). Η πολύ μικρή τιμή του συντελεστή $R^2 = 0.08$ δείχνει να μην υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και κατανάλωσης ενέργειας.

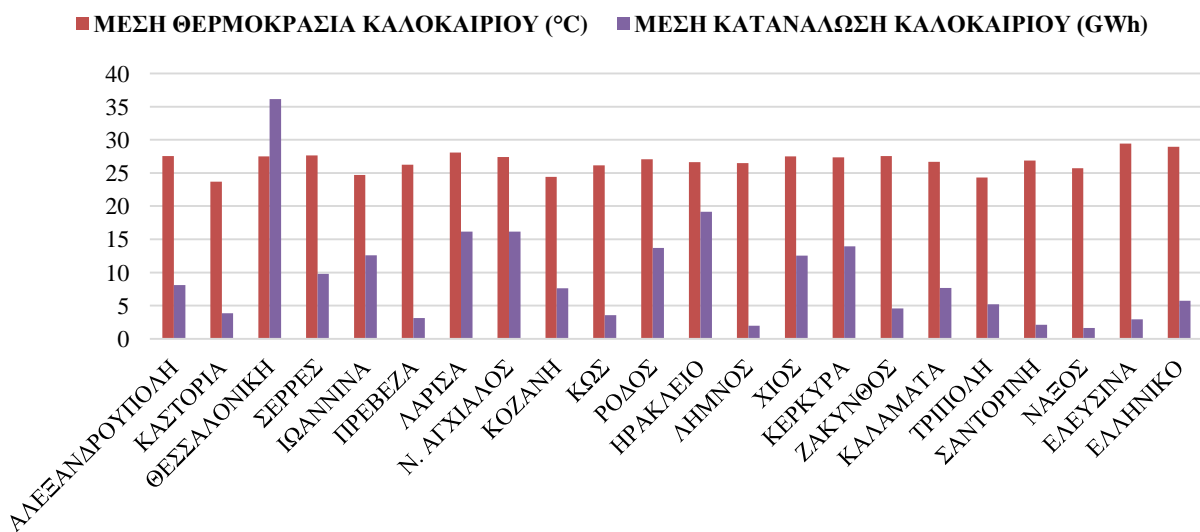
ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ



Διάγραμμα 4.2.2: Συσχέτιση μέση ετήσιας θερμοκρασίας και κατανάλωσης.

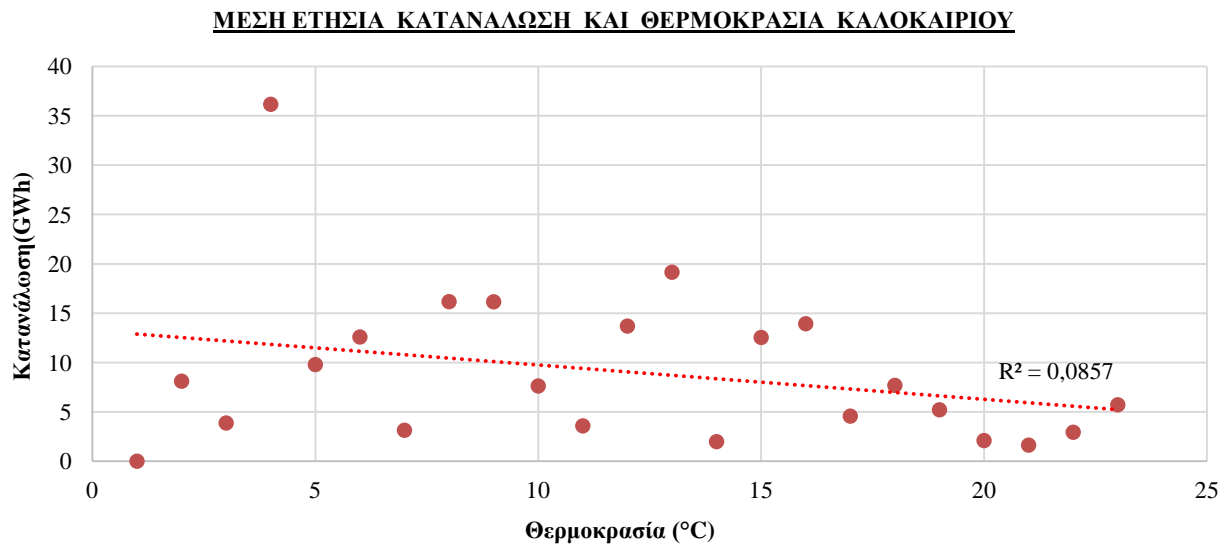
Στη συνέχεια, προκειμένου να έχουμε μια πιο ξεκάθαρη εικόνα για τη συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών, έγινε μια δεύτερη, πιο εξειδικευμένη προσέγγιση. Απομονώθηκαν οι καλοκαιρινοί και οι χειμερινοί μήνες του έτους, ώστε να ελεγχθεί η διακύμανση της κατανάλωσης ενέργειας για τις ακραίες τιμές της θερμοκρασίας. Με τον τρόπο αυτό προέκυψαν τα διαγράμματα 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5 και 4.2.6. Τα διαγράμματα περιλαμβάνουν στον οριζόντιο άξονα x τις υπό μελέτη περιοχές και στους κατακόρυφους άξονες y και y', τη μέση θερμοκρασία των καλοκαιρινών (διάγραμμα 4.2.3) και των χειμερινών μηνών (διάγραμμα 4.2.5) σε °C και τη μέση θερινή και χειμερινή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αντίστοιχα σε kWh.

ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΜΕΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΟΥ 2016

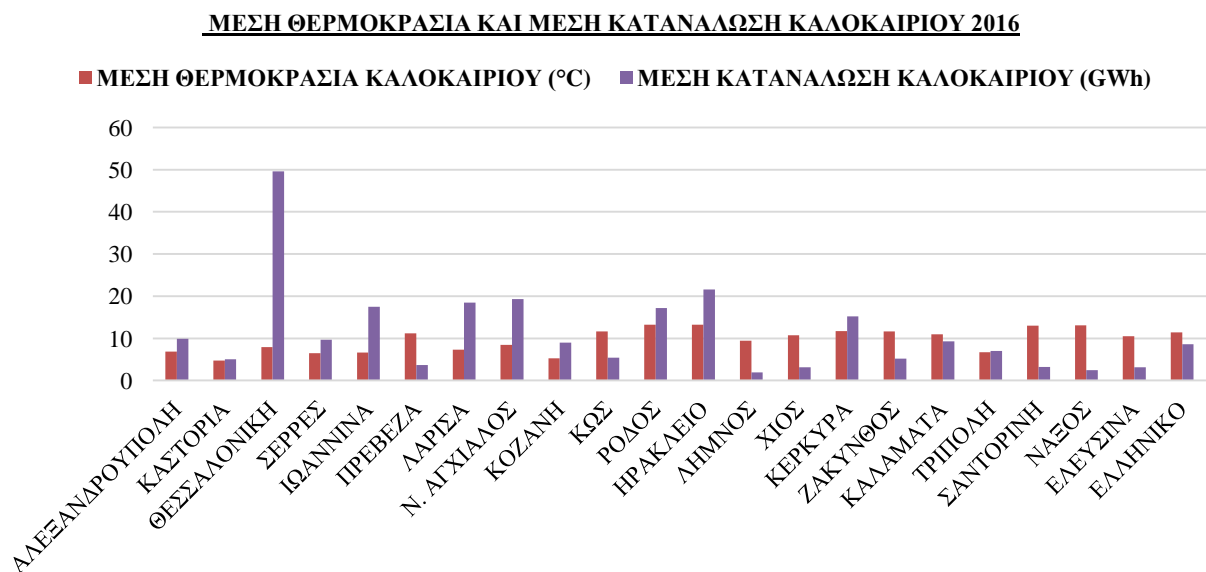


Διάγραμμα 4.2.3: Μέση θερμοκρασία και μέση κατανάλωση ενέργειας καλοκαιριού του 2016.

Υπολογίστηκαν οι αντίστοιχοι συντελεστές προσδιορισμού R^2 (διαγράμματα 4.2.4 και 4.2.6) για κάθε περίπτωση.

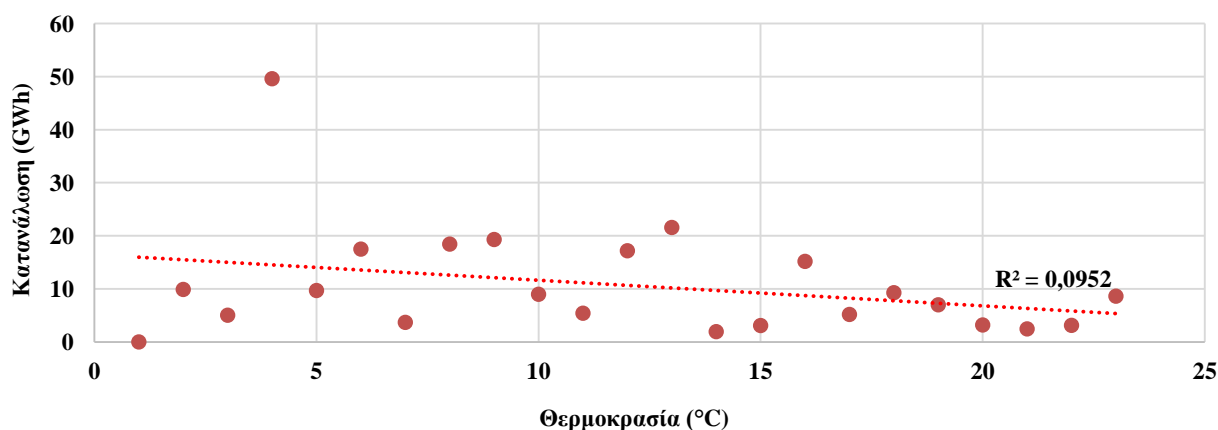


Διάγραμμα 4.2.4: Συσχέτιση μέση ετήσιας θερμοκρασίας και κατανάλωσης καλοκαιριού.



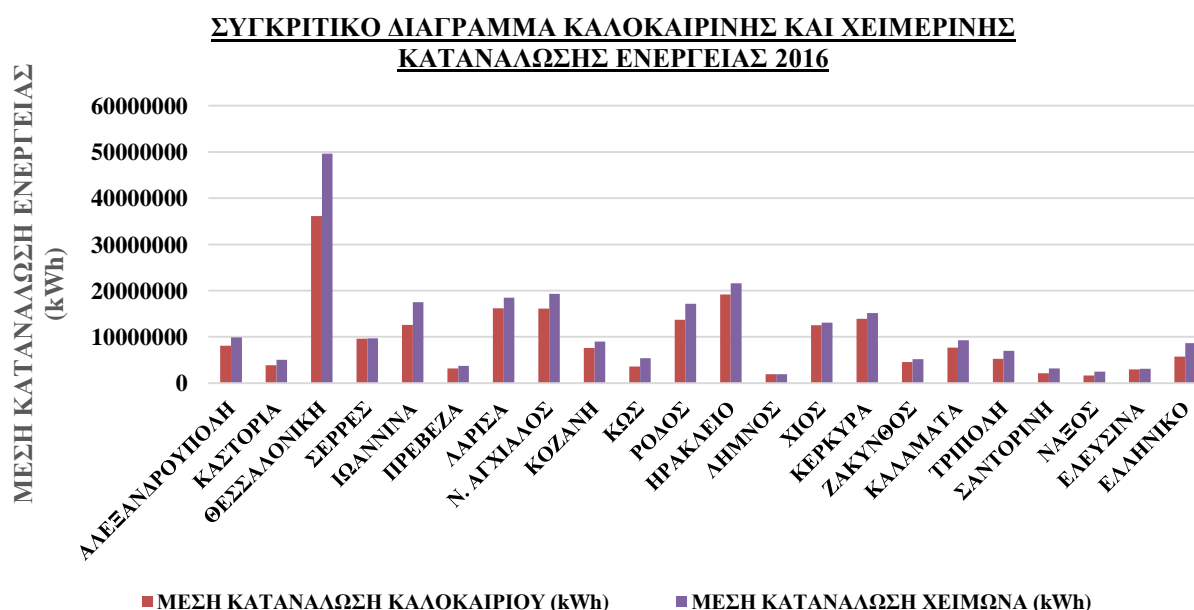
Διάγραμμα 4.2.5: Μέση θερμοκρασία και μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το χειμώνα του έτους 2016

ΜΕΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ



Διάγραμμα 4.2.6: Συσχέτιση μέση χειμερινής θερμοκρασίας και κατανάλωσης.

Σε τελική ανάλυση, στην οποία οδήγησαν τα παραπάνω διαγράμματα, προκύπτει το παρακάτω συνδυαστικό ραβδόγραμμα (διάγραμμα 4.2.7), το οποίο δίνει την πλέον ξεκάθαρη εικόνα για το πως η θερμοκρασία μιας περιοχής επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας σε αυτήν.



Διάγραμμα 4.2.7: Συγκριτικό διάγραμμα καλοκαιρινής και χειμερινής κατανάλωσης για τις υπό μελέτη περιοχές, το έτος 2016.

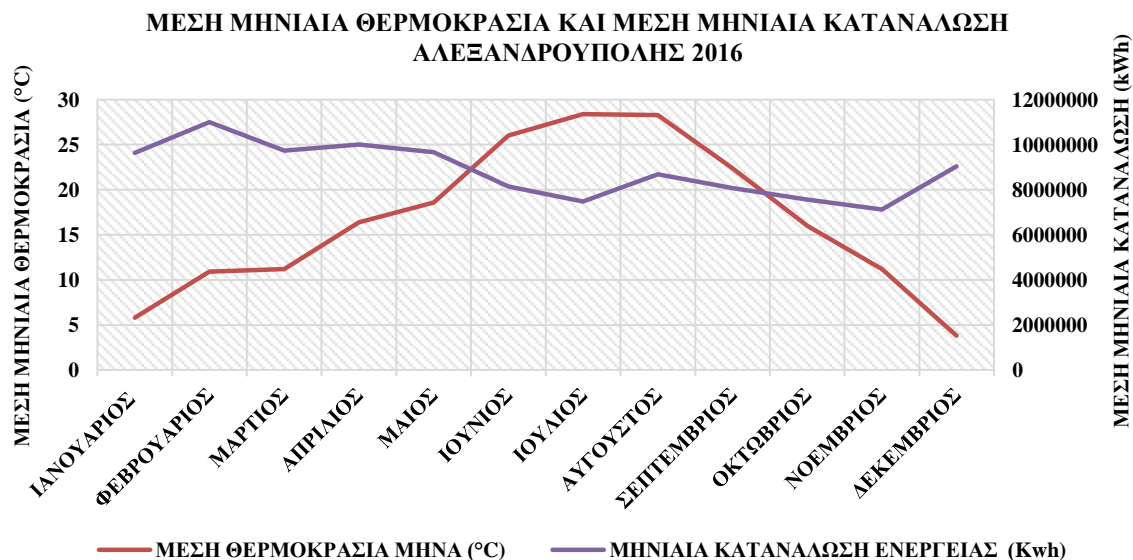
Είναι φανερό από το παραπάνω διάγραμμα ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το καλοκαίρι (κόκκινες μπάρες) είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη του χειμώνα (μωβ μπάρες) στο σύνολο των περιοχών που μελετήθηκαν.

Τέλος, προκειμένου να επικυρωθούν τα αποτελέσματα της, αλλά και να εξαχθούν τα συμπεράσματα στη συνέχεια, παρουσιάζονται παρακάτω τα διαγράμματα για καθεμιά περιοχή μελέτης ξεχωριστά. Τα διαγράμματα αυτά περιλαμβάνουν:

- Στον οριζόντιο άξονα x, την περίοδο μελέτης, δηλαδή το έτος 2016, χωρισμένο στην κλίμακα του μήνα.
- Στον κύριο κατακόρυφο άξονα y, τη μέση μηνιαία θερμοκρασία σε °C.
- Στον δευτερεύον κατακόρυφο άξονα y', τη μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh.

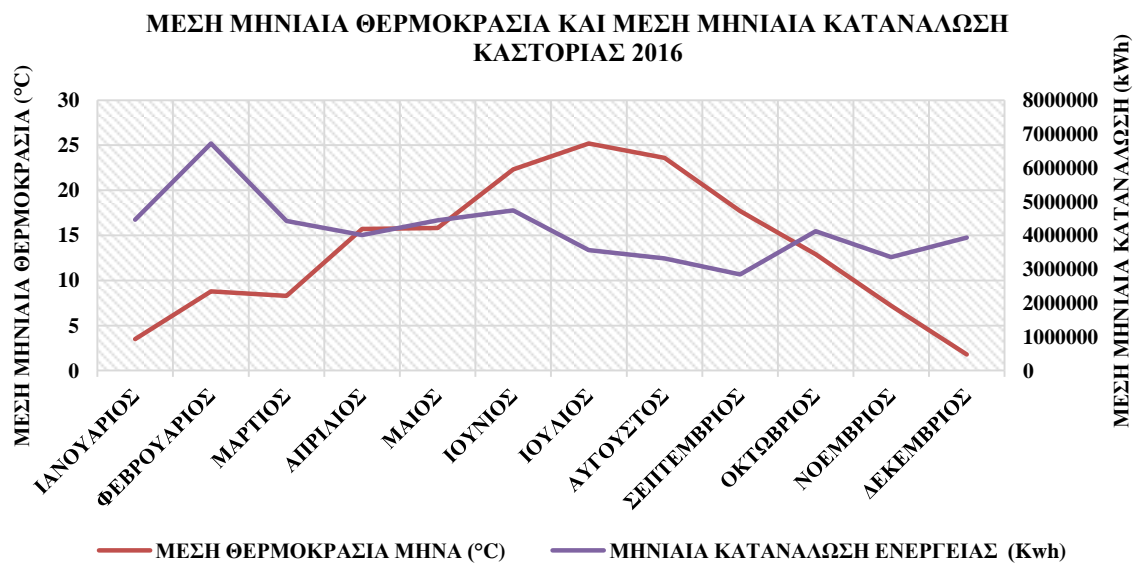
Τα διαγράμματα θα αξιολογηθούν ποιοτικά. Θα ελεγχθεί κατά πόσον η γενική μορφή τους επιβεβαιώνει τα μέχρι τώρα συμπεράσματα. Η σειρά με την οποία θα παρουσιαστούν είναι ανά γεωγραφικό διαμέρισμα και ξεκινώντας από βόρεια με κατεύθυνση προς νότια της Ελλάδας.

1. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ



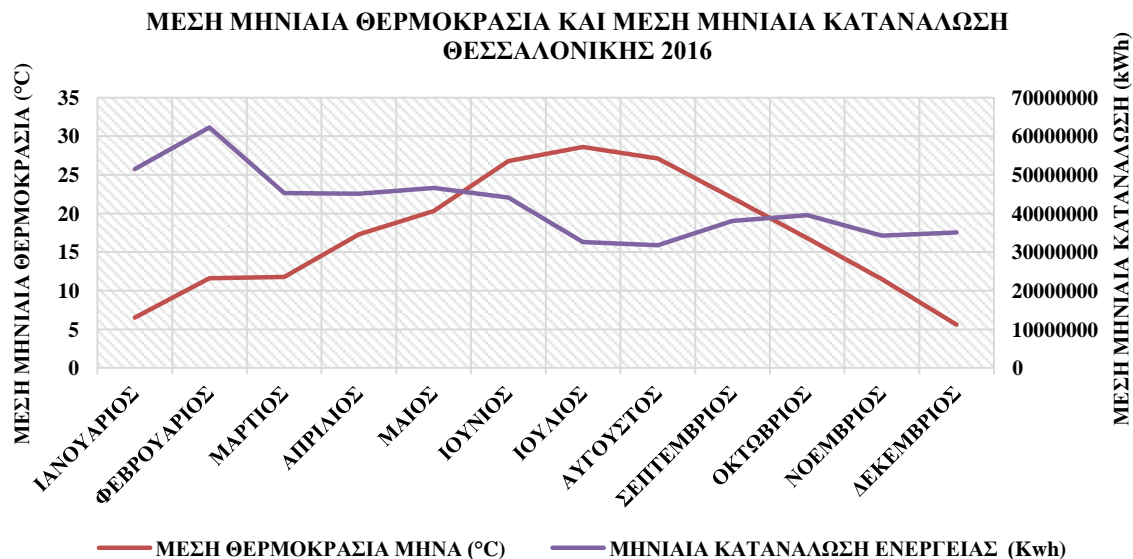
Διάγραμμα 4.2.8: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Αλεξανδρούπολης για το έτος 2016.

2. ΚΑΣΤΟΡΙΑ



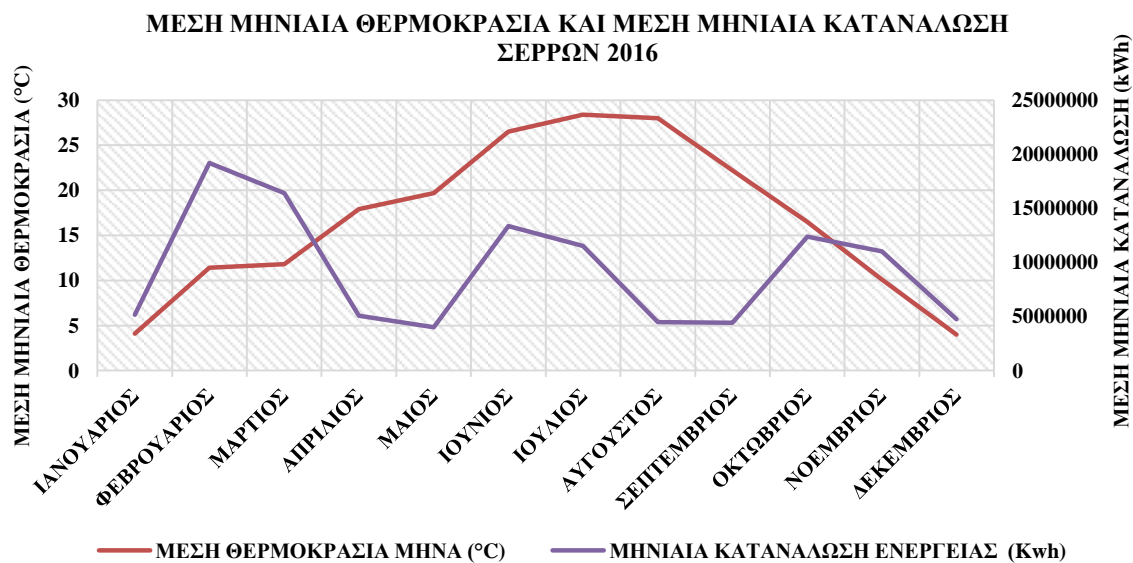
Διάγραμμα 4.2.9: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Καστοριάς για το έτος 2016.

3. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ



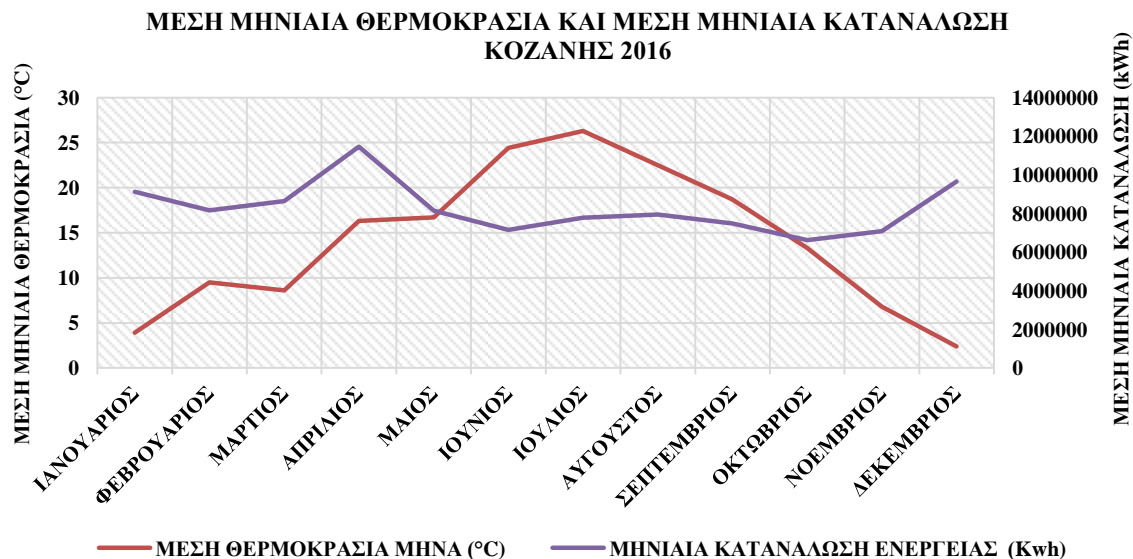
Διάγραμμα 4.2.10: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Θεσσαλονίκης για το έτος 2016.

4. ΣΕΡΡΕΣ



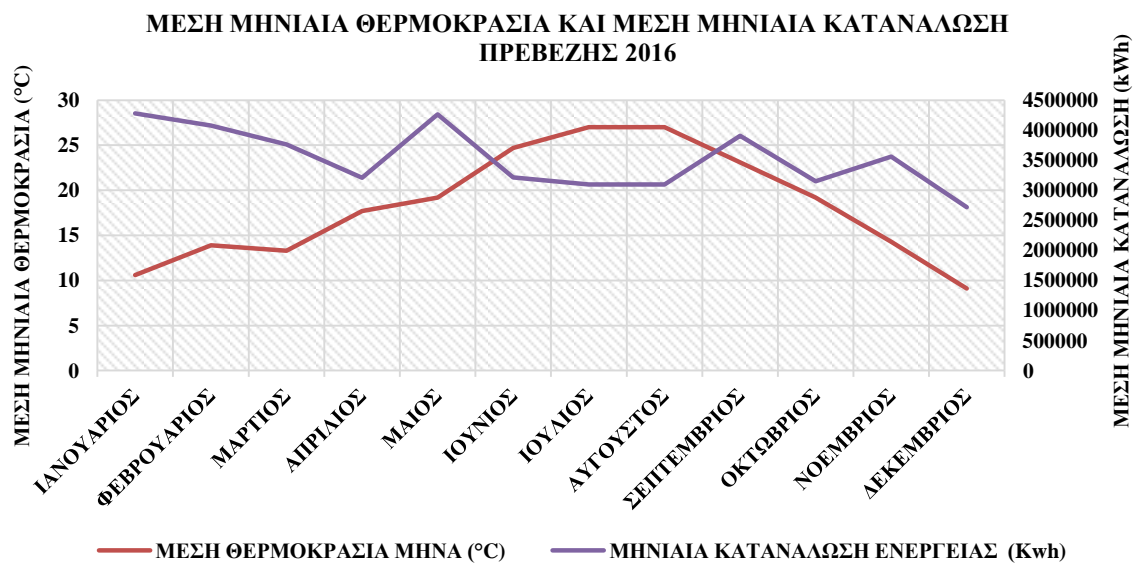
Διάγραμμα 4.2.11: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Σερρών για το έτος 2016.

5. ΚΟΖΑΝΗ



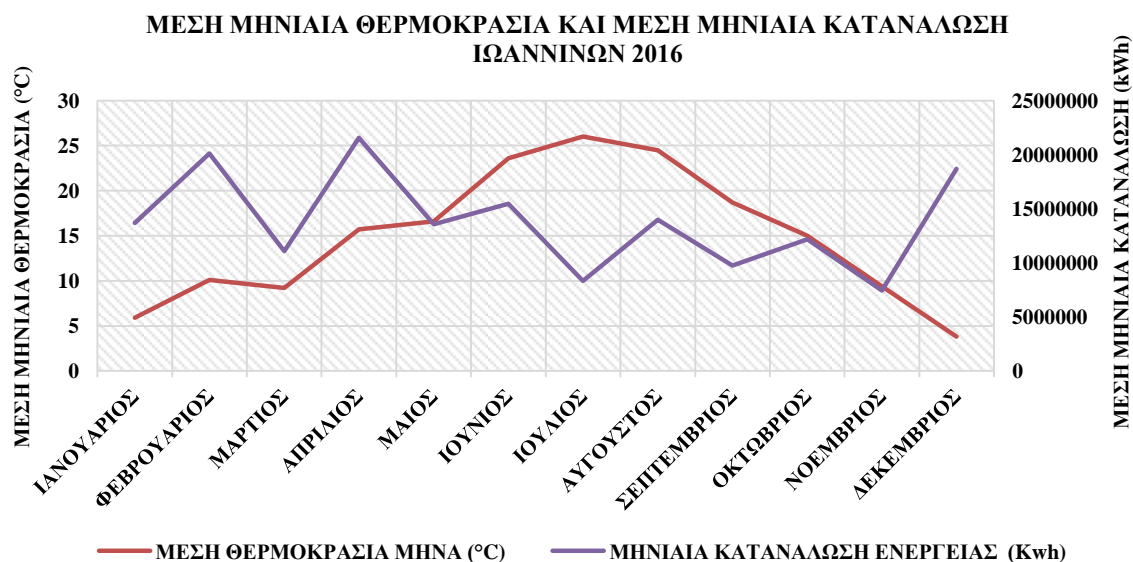
Διάγραμμα 4.2.12: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Κοζάνης για το έτος 2016.

6. ΠΡΕΒΕΖΑ



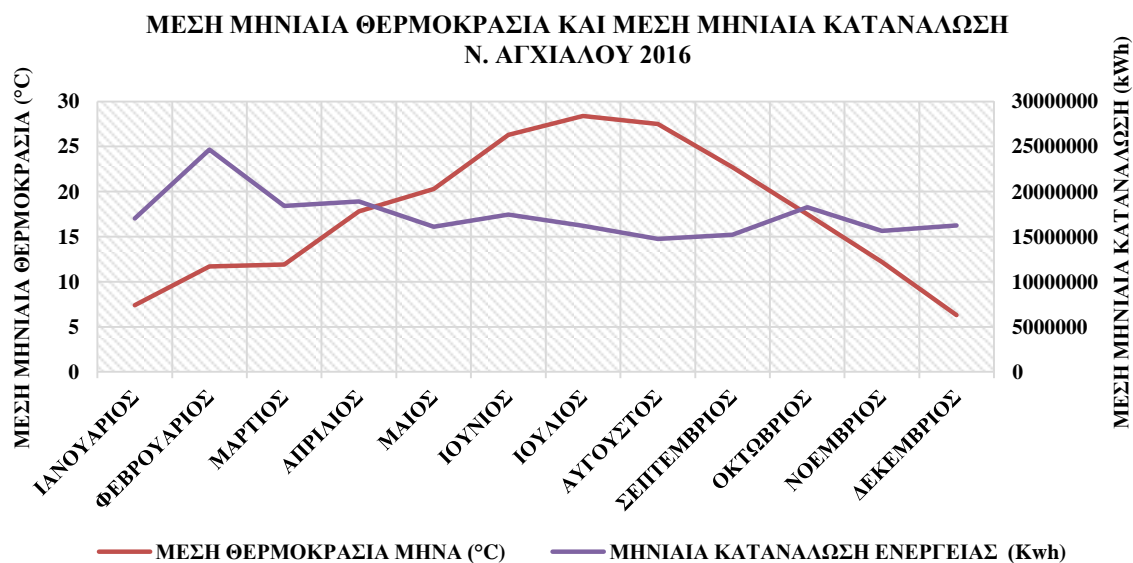
Διάγραμμα 4.2.13: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Πρεβέζης για το έτος 2016.

7. ΙΩΑΝΝΙΝΑ



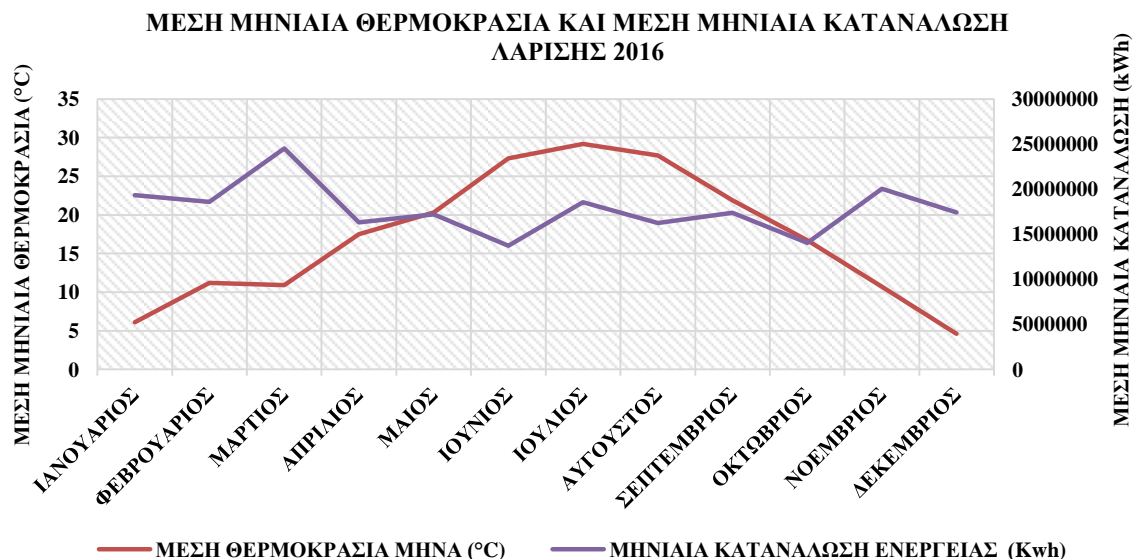
Διάγραμμα 4.2.14: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Ιωαννίνων για το έτος 2016.

8. Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ



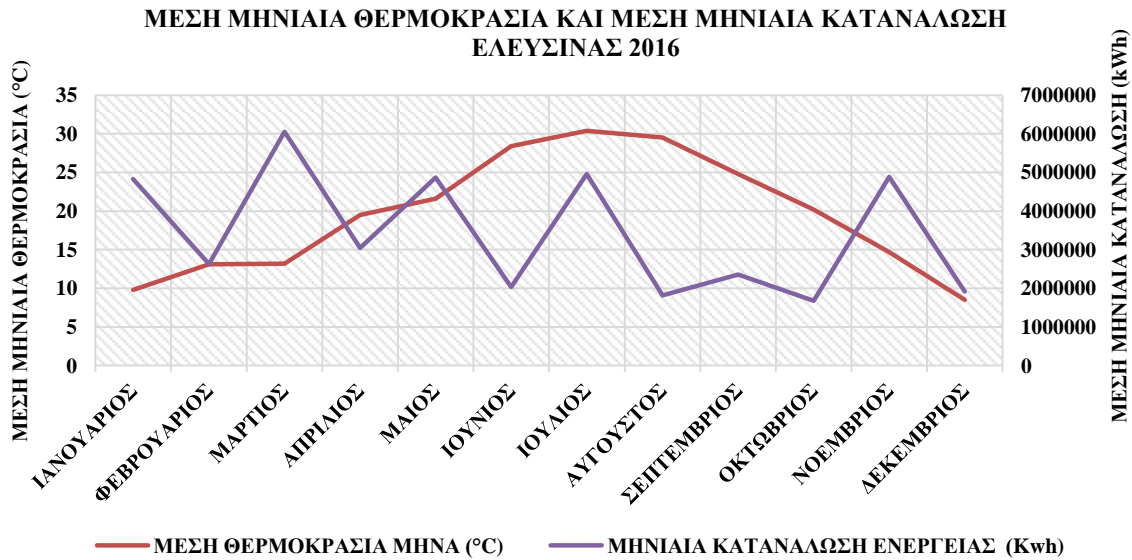
Διάγραμμα 4.2.15: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Ν. Αγχιάλου για το έτος 2016.

9. ΛΑΡΙΣΑ



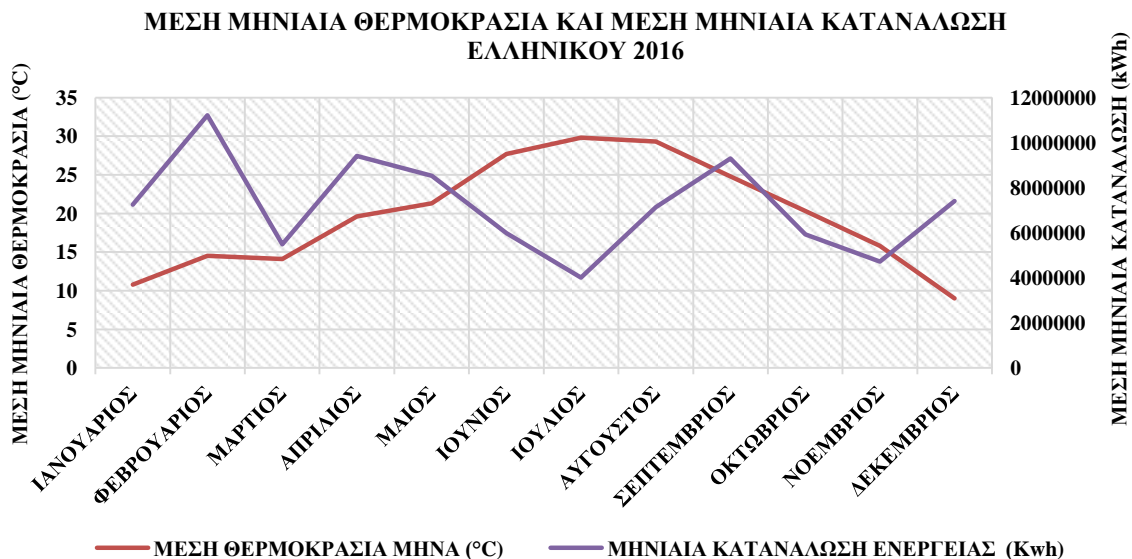
Διάγραμμα 4.2.16: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Λαρίσης για το έτος 2016.

10. ΕΛΕΥΣΙΝΑ



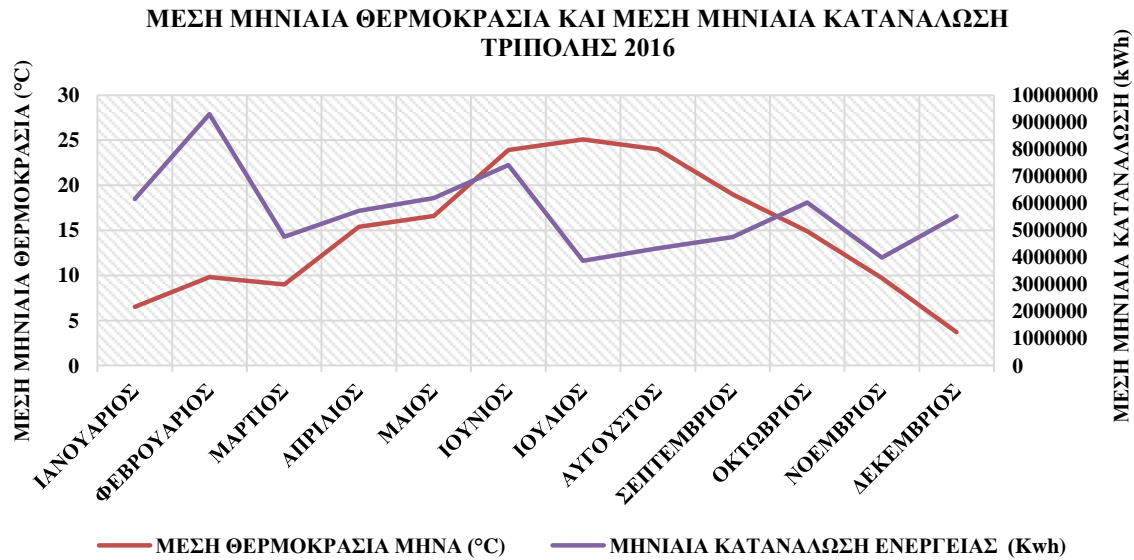
Διάγραμμα 4.2.17: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Ελευσίνας για το έτος 2016.

11. ΕΛΛΗΝΙΚΟ



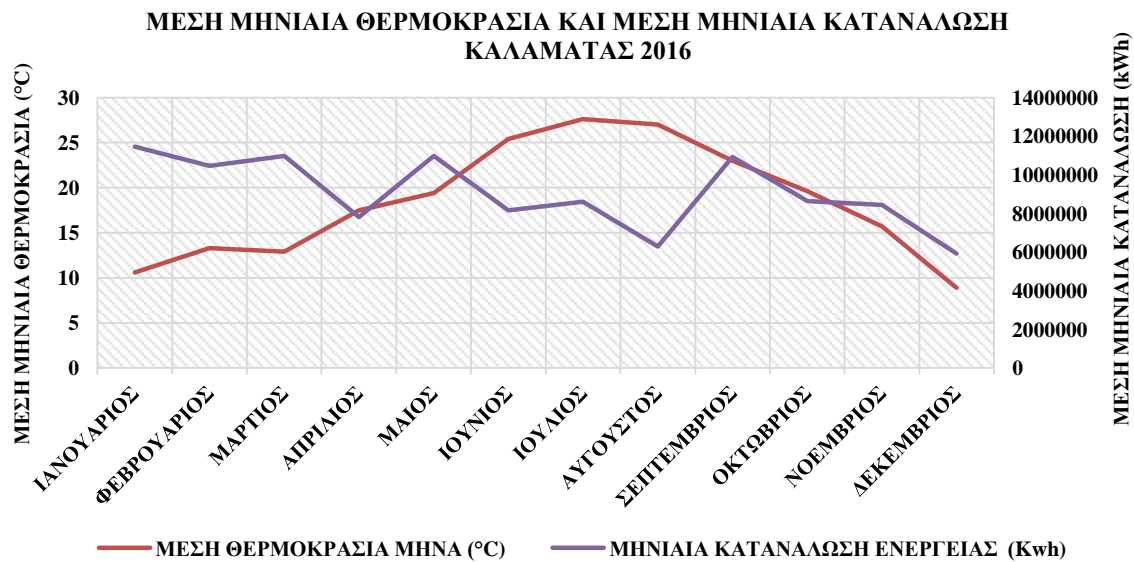
Διάγραμμα 4.2.18: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Ελληνικού για το έτος 2016.

12. ΤΡΙΠΟΛΗ



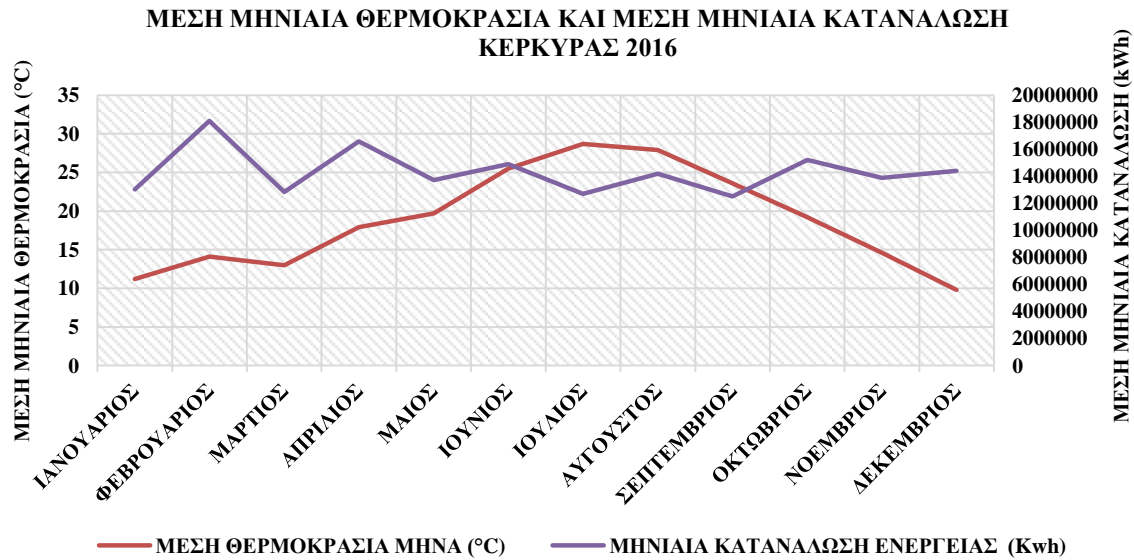
Διάγραμμα 4.2.19: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Τρίπολης για το έτος 2016.

13. ΚΑΛΑΜΑΤΑ



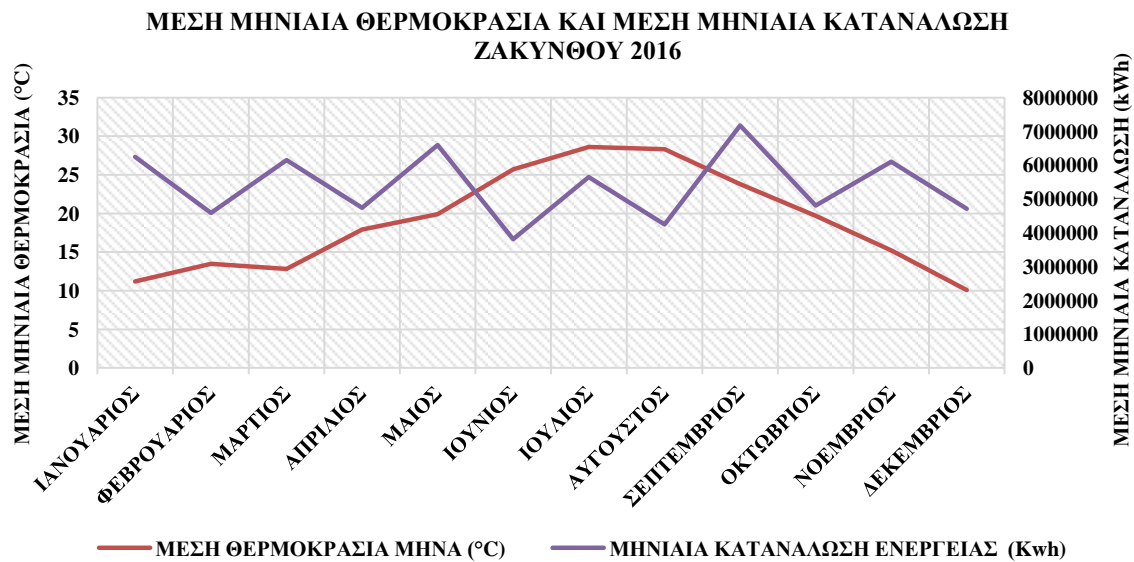
Διάγραμμα 4.2.20: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Καλαμάτας για το έτος 2016.

14. ΚΕΡΚΥΡΑ



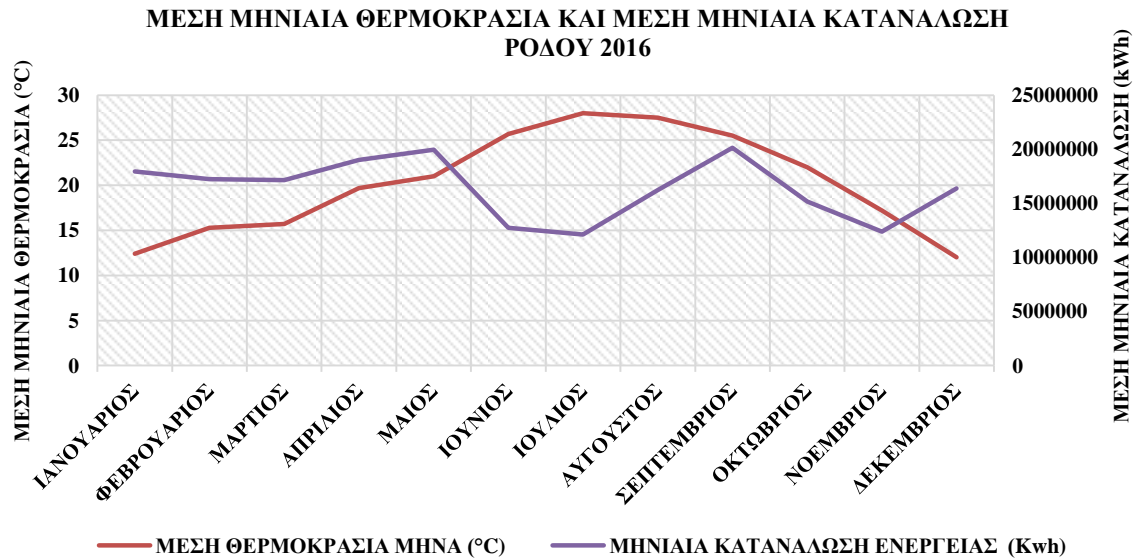
Διάγραμμα 4.2.21: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Κέρκυρας για το έτος 2016.

15. ΖΑΚΥΝΘΟΣ



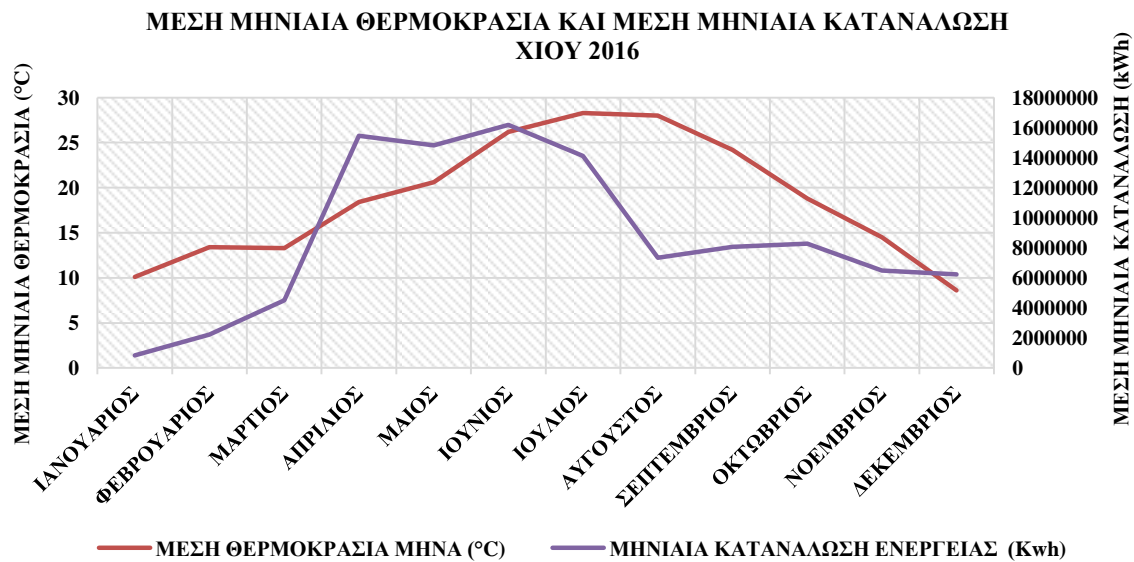
Διάγραμμα 4.2.22: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Ζακύνθου για το έτος 2016.

16. ΡΟΔΟΣ



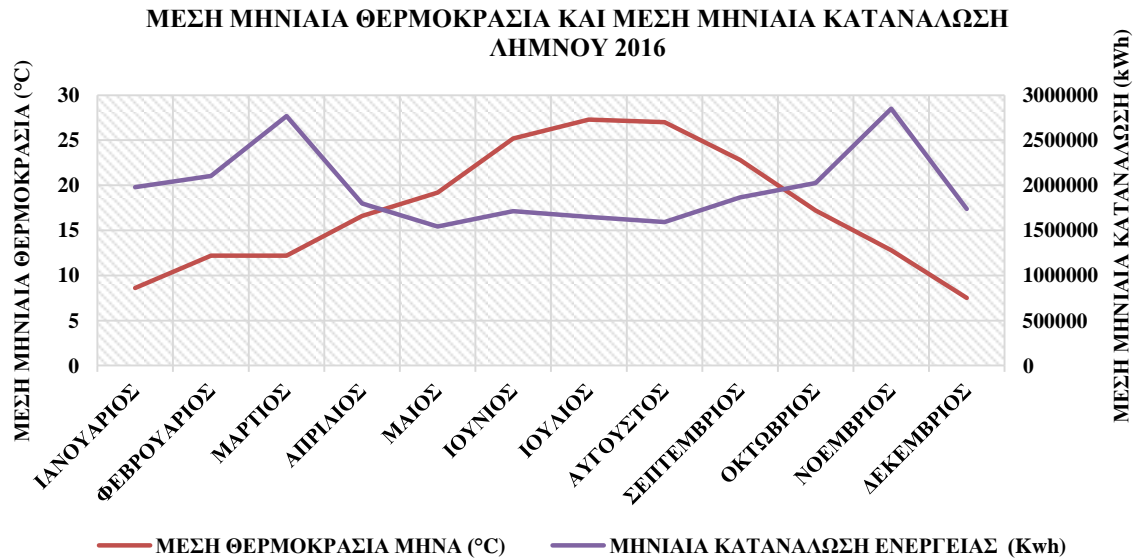
Διάγραμμα 4.2.23: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Ρόδου για το έτος 2016.

17. ΧΙΟΣ



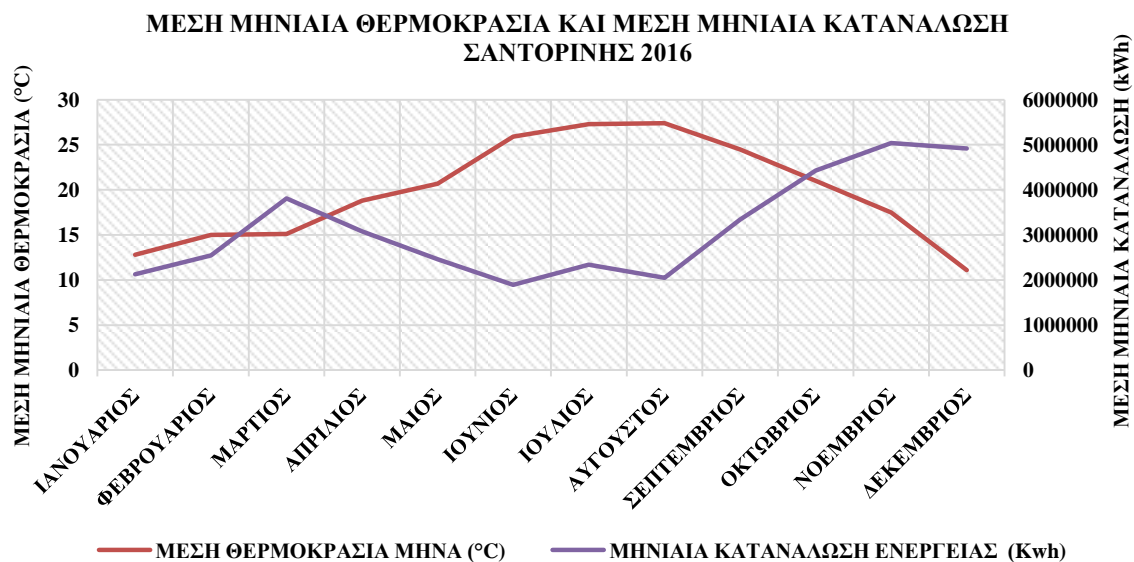
Διάγραμμα 4.2.24: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Χίου για το έτος 2016.

18. ΛΗΜΝΟΣ



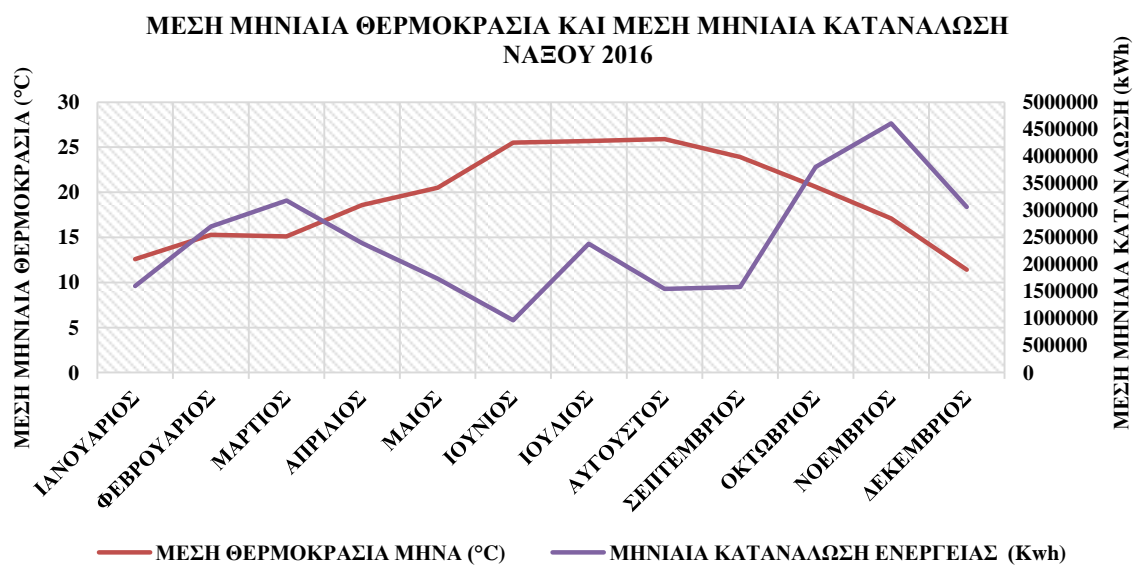
Διάγραμμα 4.2.25: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Λήμνου για το έτος 2016.

19. ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ



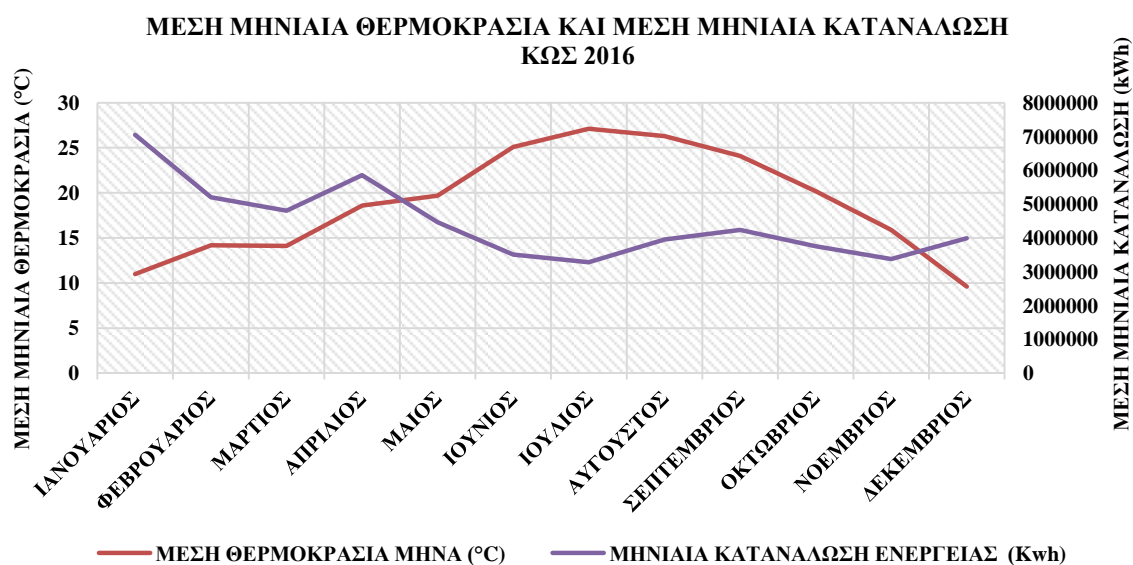
Διάγραμμα 4.2.26: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Σαντορίνης για το έτος 2016.

20. ΝΑΞΟΣ



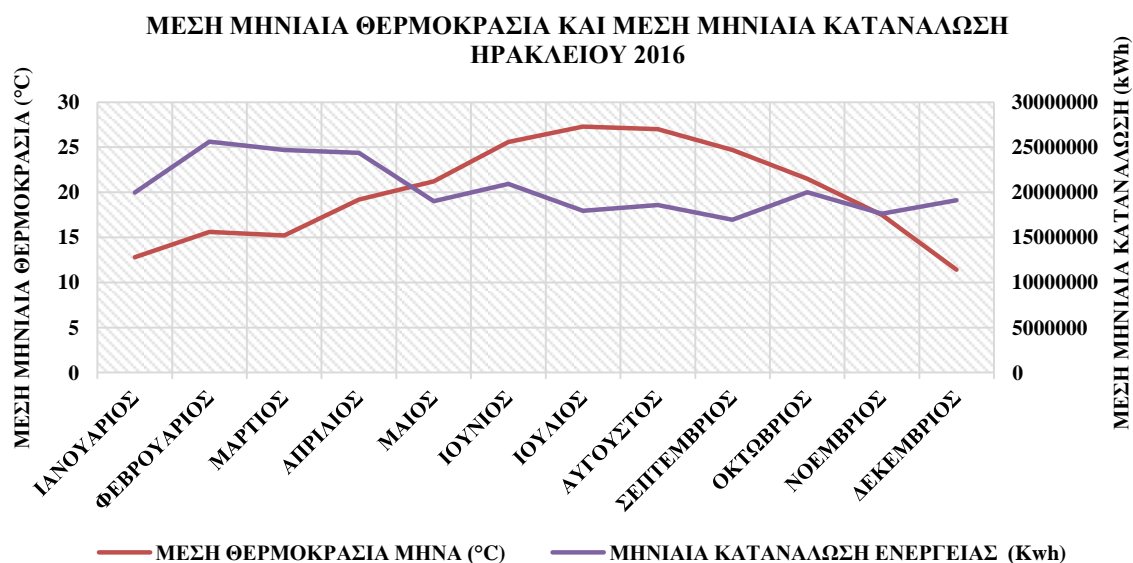
Διάγραμμα 4.2.27: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Νάξου για το έτος 2016.

21. ΚΩΣ



Διάγραμμα 4.2.28: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Κω για το έτος 2016.

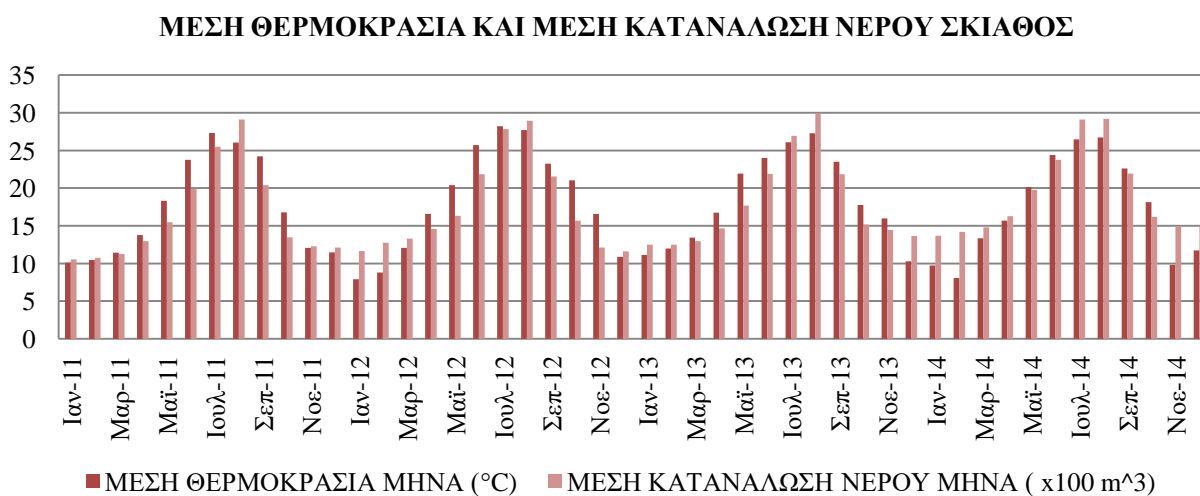
22. ΗΡΑΚΛΕΙΟ



Διάγραμμα 4.2.29: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Ηρακλείου για το έτος 2016.

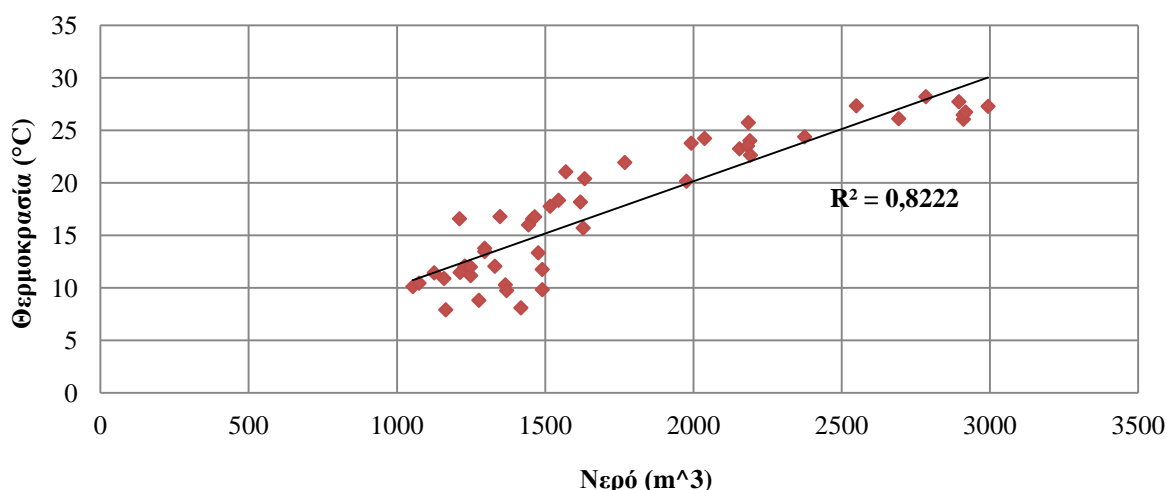
4.2.1 Έλεγχος συσχέτισης θερμοκρασίας και κατανάλωσης νερού:

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 4.2.30) φαίνεται να υπάρχει πολύ υψηλή συσχέτιση της μέσης θερμοκρασίας ενός μήνα και της κατανάλωσης νερού σε αυτόν. Η υπόθεση αυτή, που προκύπτει με παρατήρηση της μορφής του ραβδογράμματος, πρέπει να επαληθευτεί και από το συντελεστή συσχέτισης (Διάγραμμα 4.2.31).



Διάγραμμα 4.2.30: Μέση θερμοκρασία και μέση κατανάλωση μήνα για τη Σκιάθο, 2011-2014.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΝΕΡΟΥ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ



Διάγραμμα 4.2.31: Συσχέτιση μέσης θερμοκρασίας και μέσης κατανάλωσης νερού μήνα.

Από τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης, αποδεικνύεται ότι υπάρχει αρκετά μεγάλη σύνδεση μεταξύ της θερμοκρασίας και της κατανάλωσης νερού ενός μήνα, καθώς η τιμή είναι αντίστοιχα υψηλή $R^2=0,8222$, προσεγγίζοντας τη μονάδα.

4.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της παραγράφου 4.2, εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

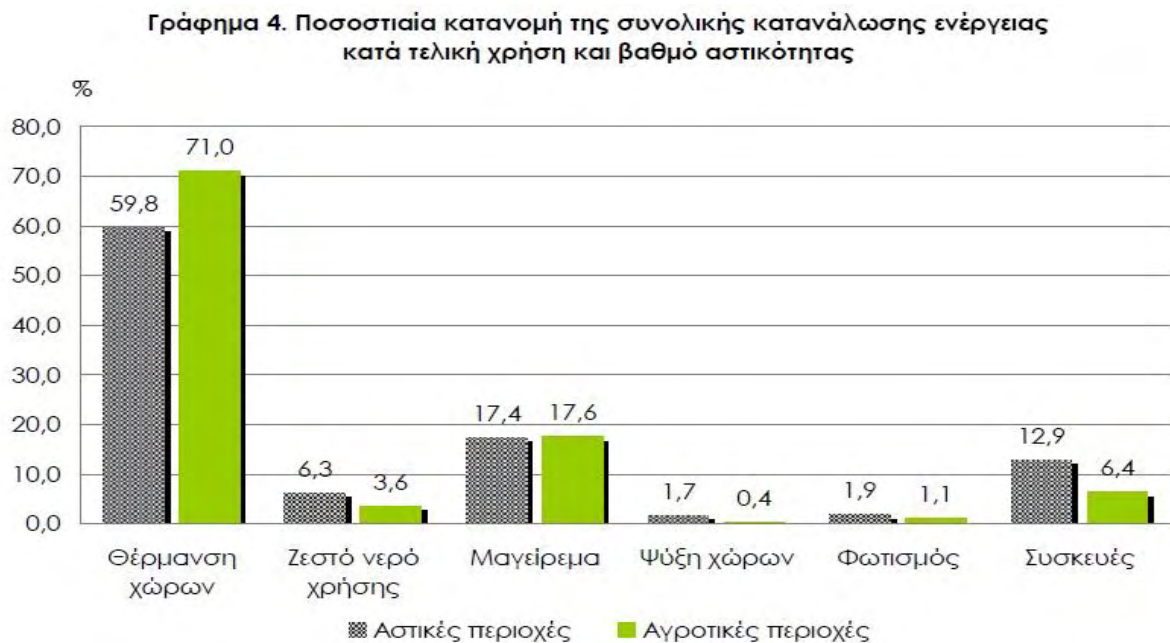
- ✓ η αρχική προσέγγιση έγινε με σκοπό να συγκριθεί η επίδραση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στην μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στις υπό μελέτη περιοχές. Αποδείχθηκε πως η μέση ετήσια θερμοκρασία δεν ήταν ο καταλληλότερος δείκτης για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Αυτό, πιθανότατα συνέβη επειδή η τιμή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας, αντιπροσωπεύει ουσιαστικά τον μέσον όρο των αντίστοιχων τιμών όλων των ημερών του έτους 2016 και δεν δίνει πληροφορίες για το τι συμβαίνει όταν υπάρχει μεταβολή των θερμοκρασιών, παρά μόνο για το τι συμβαίνει σε αυτήν τη συγκεκριμένη τιμή. Χρειάστηκε, επομένως, περεταίρω ανάλυση.
- ✓ η δεύτερη προσέγγιση ήταν πιο στοχευμένη. Έχοντας πλέον μια πιο εμπειρισταωμένη εικόνα για την πιθανή επίδραση της θερμοκρασίας στην κατανάλωση ενέργειας, εξετάστηκε η συμπεριφορά των μεταβλητών σε ακραίες τιμές θερμοκρασιών. Πιο συγκεκριμένα, απομονώθηκαν και εξετάστηκαν η μέση μηνιαία θερμοκρασία και μέση μηνιαία κατανάλωση για τη χειμερινή (Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος) και την καλοκαιρινή (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) περίοδο του έτους 2016, ξεχωριστά. Με βάση τα αποτελέσματα των διαγραμμάτων, παρ' όλο που οι συντελεστές προσδιορισμού παρέμειναν μικροί λόγω της μεγάλης απόκλισης ορισμένων μεμονωμένων τιμών, έγινε πλέον αντιληπτό ότι η θερμοκρασία και η κατανάλωση ενέργειας έχουν μια «αρνητική αλληλεπίδραση». Τους χειμερινούς μήνες, που επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες, φαίνεται να υπάρχει αυξημένη

κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ αντίστοιχα μικρότερες καταναλώσεις έχουμε τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες.

- ✓ η τελευταία προσέγγιση, ήταν η πιο ολοκληρωμένη και τα αποτελέσματά της ξεκάθαρα. Ενώ μέχρι τώρα συγκρίνονταν οι καταναλώσεις μεταξύ των διαφόρων περιοχών που μελετήθηκαν, σε αυτήν την προσέγγιση επιχειρήθηκε η συγκριτική παρουσίαση της μέσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας τόσο για το καλοκαίρι όσο και για το χειμώνα του έτους 2016 για την **ίδια περιοχή**. Σε όλες τις υπό μελέτη περιοχές, υπήρχε ξεκάθαρη υπεροχή της χειμερινής κατανάλωσης ενέργειας, έναντι της αντίστοιχης θερινής. Μια πιθανή εξήγηση γι' αυτό δίνεται σε επόμενο συμπέρασμα.
- ✓ προς απόδειξη των παραπάνω συμπερασμάτων, ώστε να έχουν μεγαλύτερη ισχύ, πραγματοποιήθηκε η μελέτη κάθε περιοχής ξεχωριστά. Έγιναν τα διαγράμματα της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας, συναρτήσεως της μέσης μηνιαίας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για όλες τους μήνες του έτους 2016 και για κάθε μία περιοχή. Πραγματοποιήθηκε ποιοτική μελέτη των επιπλέον διαγραμμάτων, καθώς όπως ειπώθηκε, έχουν κατά βάση αποδεικτικό χαρακτήρα. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε αν και κατά πόσο η μορφή των επιμέρους διαγραμμάτων συμβαδίζει με τα προηγούμενα. Τελικά, τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής έρχονται σε πλήρη συμφωνία με τα προηγούμενα. Τα διαγράμματα στη συντριπτική τους πλειοψηφία έχουν σχεδόν πανομοιότυπη μορφή, παρουσιάζοντας μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία γίνεται πιο έντονη στους μήνες με ακραίες θερμοκρασίες (καλοκαιρινούς και χειμωνιάτικους). Επαληθεύεται, επομένως, αυτό που ήδη είχε προβλεφθεί, πως πολύ υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν ελάττωση στην κατανάλωση ενέργειας, ενώ πολύ χαμηλές αύξηση αυτής.
- ✓ συμπερασματικά, η διαφορά που υπάρχει στην κατανάλωση μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: «Η κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση τους χειμερινούς μήνες είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη κατανάλωση για τον κλιματισμό τους καλοκαιρινούς». Αυτό, συμβαίνει εξαιτίας του γεγονότος ότι σε αυτήν την παράγραφο εξετάζεται η μεταβλητή «θερμοκρασία» και η επίδρασή της στην κατανάλωση ενέργειας. Σε καμία περίπτωση δεν αποκλείεται η κατανάλωση να επηρεάζεται και από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, πέραν της θέρμανσης/κλιματισμού (π.χ. ζεστό νερό, μαγείρεμα κλπ). Το συμπέρασμα αυτό, επικυρώνεται και από σχετική «Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά» που διενεργήθηκε από την ΕΛ.ΣΤΑΤ το έτος κατανάλωσης 2011-2012, κατά την οποία συλλέχθηκαν πληροφορίες αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας και τα επίπεδα κατανάλωσης για διαφορετικές χρήσεις (θέρμανση – ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης, μαγείρεμα, φωτισμός κ.α.) στον οικιακό τομέα, καθώς και τις ποσότητες και τα είδη των χρησιμοποιούμενων καυσίμων. Περίοδοι αναφοράς για τα ενεργειακά δεδομένα είναι οι χειμερινοί (Οκτώβριος 2011 – Απρίλιος 2012) και θερινοί μήνες (Μάιος 2012 - Σεπτέμβριος 2012) καθώς και οι χειμερινοί και θερινοί - πριν τη διενέργεια της έρευνας- μήνες (Οκτώβριος 2010 - Απρίλιος 2011) και (Μάιος 2011 - Σεπτέμβριος 2011), αντίστοιχα. Όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2 και 4.3, δαπανάται πολύ μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρική ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων το χειμώνα, παρά για την ψύξη τους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τελική χρήση	
Θέρμανση χώρων	63,7
Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ)	5,7
Μαγείρεμα	17,3
Ψύξη Χώρων	1,3
Φωτισμός	1,7
Συσκευές (ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές)	10,2
Σύνολο	100,0

Σχήμα 4.2: Ποσοστιαία κατανομή ενέργειας κατά τελική χρήση (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ).



Σχήμα 4.3: Ποσοστιαία κατανομή ενέργειας κατά τελική χρήση και βαθμό αστικότητας (Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ).

- ✓ Υπάρχει άμεση εξάρτηση της κατανάλωσης του νερού από τη θερμοκρασία. Σε αντίθεση με την ενέργεια, η κατανάλωση νερού αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό, δικαιολογείται από το γεγονός ότι γενικά προτιμάται μια ανθρώπινη δραστηριότητα που περιλαμβάνει τη χρήση νερού να πραγματοποιείται σε πιο ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. Δεν πρόκειται για κάποιον κανόνα, αλλά για μια πιθανή τάση, που προκύπτει από τα αποτελέσματα της μελέτης. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και σχετική έρευνα που διενεργήθηκε το 2008 («Οδηγός βιώσιμης διαχείρισης και εξοικονόμησης νερού», Αθήνα) υπό την επίβλεψη της τράπεζας

Πειραιώς, στην οποία αναφέρεται το εξής: «εκτιμάται ότι για κάθε βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας το καλοκαίρι, η ημερήσια κατανάλωση νερού αυξάνει κατά 2%».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: «Επίδραση πληθυσμού στην κατανάλωση ενέργειας και νερού»

5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ο πληθυσμός είναι ένας δείκτης με πολύ δυναμικό χαρακτήρα, με την έννοια ότι παρουσιάζει μεγάλη μεταβλητότητα. Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστεί πως οι πληθυσμιακές μεταβολές επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας και νερού.

5.1.1 Επίδραση πληθυσμού στην κατανάλωση ενέργειας:

Όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, επιλέχθηκε η οικιακή χρήση της από τα διαθέσιμα δεδομένα κατανάλωσης της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.), προκειμένου να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο ο μόνιμος πληθυσμός μιας περιοχής χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των οικιακών αναγκών. Τα πληθυσμιακά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την επίσημη ιστοσελίδα της ΕΛ.ΣΤΑΤ..

Ως περίοδος μελέτης επιλέχθηκε το έτος 2011, κατά τη διάρκεια του οποίου διενεργήθηκε η τελευταία επίσημη καταγραφή πληθυσμού. Κατά καιρούς γίνονται αξιολογες προσπάθειες καταγραφής του πληθυσμού από διάφορους φορείς και υπό αυτήν την έννοια θα μπορούσε να επιλεγεί μια πιο πρόσφατη περίοδος μελέτης. Παρ' όλα αυτά, προτιμήθηκε η απογραφή του 2011 που διενήργησε η ΕΛ.ΣΤΑΤ., καθώς πρόκειται για έναν αναγνωρισμένο εθνικό φορέα και διασφαλίζεται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των παρεχόμενων πληροφοριών.

Κατά τη διάρκεια μιας απογραφικής διαδικασίας, συλλέγονται και καταγράφονται βασικά στοιχεία που αφορούν στο μέγεθος, τη σύνθεση, τα χαρακτηριστικά, τη χωρική κατανομή και τη δυναμική ενός πληθυσμού. Τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια να συμπεριληφθούν κάποια νέα ερωτήματα, με κοινωνική και περιβαλλοντική αξία. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία (EUROSTAT) για πρώτη φορά στην απογραφή του 2011 εξετάστηκαν μέσω του ερωτηματολογίου της απογραφής (πίνακας 5.1.1) και περιβαλλοντικά ζητήματα.

Πίνακας 5.1.1: Απόσπασμα ερωτηματολογίου απογραφής του 2011 (Πηγή ΕΛ.ΣΤΑΤ.).

Χαρακτηριστικά Κτιρίων και Κατοικιών
Συμπληρωματικές Μεταβλητές
17. Διαθεσιμότητα και χαρακτηριστικά δευτερεύουσας κατοικίας
18. Αριθμός κατοικιών στο κτίριο
19. Ζεστό Νερό
20. Δίκτυο Αποχέτευσης
21. Κουζίνα
22. Δυνατότητα Μαγειρέματος
23. Ενέργεια που χρησιμοποιείται για θέρμανση
24. Ηλεκτρικό
25. Φυσικό αέριο
26. Κλιματισμός
27. Θέση κατοικίας στο κτίριο

Ο πίνακας 5.1.1, αποτελεί απόσπασμα του ερωτηματολογίου της απογραφικής διαδικασίας του 2011, το οποίο περιλαμβάνει ορισμένα επιπλέον χαρακτηριστικά («συμπληρωματικές μεταβλητές») που εξετάστηκαν, πέραν των πληθυσμιακών δεδομένων («βασικές μεταβλητές»), τα οποία αφορούν τα κτίρια και τις κατοικίες, συμπεριλαμβανομένης και της χρήσης του ηλεκτρικού ρεύματος (συμπληρωματική μεταβλητή με αριθμό 24), όπως και τις χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας για βασικές οικιακές διεργασίες (π.χ. θέρμανση, ζεστό νερό κλπ.).

Ορισμένα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία των συμπληρωματικών μεταβλητών σχετικά με το ηλεκτρικό και τις χρήσεις του παρουσιάζονται στον πίνακα 5.2, ο οποίος είναι διαθέσιμος στην επίσημη σελίδα της ΕΛ.ΣΤΑΤ. (απογραφή 2011). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι 3.842.325 από τα συνολικά 4.134.540 νοικοκυριά της χώρας, δηλαδή ποσοστό που αγγίζει το 92,9%, δήλωσαν ότι χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό για το μαγείρεμα.

Πίνακας 5.2: Νοικοκυριά και μέλη αυτών κατά κύρια χρησιμοποιούμενη πηγή ενέργειας.

Πηγή ενέργειας	Χρήση ενέργειας για :					
	Μαγείρεμα		Θέρμανση		Ζεστό νερό	
	Νοικοκυριά	Μέλη	Νοικοκυριά	Μέλη	Νοικοκυριά	Μέλη
Ηλεκτρισμός	3842325	9832485	358253	833857	2047645	4825921
Φυσικό αέριο	24004	63795	349756	823528	169279	412298
Πετρέλαιο	4525	11597	2756083	7205219	419026	1170799
Ηλιακή ενέργεια	785	2113	8162	22196	1352041	3777593
Βιομάζα	31028	75730	235733	619371	42923	114134
Άλλη	218437	544134	229256	584411	100251	250548
Καμία πηγή	13436	33863	197297	475135	3375	12424
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	4134540	10563717	4134540	10563717	4134540	10563717

Το γεγονός ότι η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλήφθηκε στο ερωτηματολόγιο απογραφής πληθυσμού, αποδεικνύει την ανάγκη για τη μελέτη της συσχέτισης των δύο αυτών μεταβλητών, η οποία επιχειρείται στις επόμενες σελίδες του παρόντος κεφαλαίου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον

Τέλος, ένα επιπλέον πλεονέκτημα της απογραφικής διαδικασίας του 2011, σύμφωνα πάντα με τη EUROSTAT, είναι ότι για πρώτη φορά πρωταρχικός στόχος ήταν η καταγραφή του μόνιμου πληθυσμού της χώρας, απογράφοντας τα άτομα ως προς τον τόπο μόνιμης κατοικίας τους. Πρόκειται για μια μεγάλη καινοτομία, η οποία αν και φαίνεται να είναι απλή σαν διαδικασία, παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς ο μόνιμος πληθυσμός μιας περιοχής είναι αυτός που καθορίζει τα βασικά χαρακτηριστικά της και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βασικός δείκτης σε στατιστικές μελέτες. Στο σημείο αυτό, επισημαίνεται ότι ο μόνιμος πληθυσμός εξετάστηκε και στην παρούσα έρευνα.

Στην παράγραφο που ακολουθεί, εξετάζεται η μεταβολή της οικιακής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, για το έτος 2011, συναρτήσει:

- του μόνιμου πληθυσμού
- της έκτασης
- της πληθυσμιακής πυκνότητας

Η πυκνότητα πληθυσμού, είναι ένας πολύ βασικός δείκτης που χρησιμοποιείται αντί της απόλυτης τιμής ενός πληθυσμού και ορίζεται ως το πλήθος ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας (ή όγκου σπανιότερα).

Στις δημογραφικές μελέτες, η πληθυσμιακή πυκνότητα αναφέρεται στην ποσότητα του πληθυσμού που κατοικεί στα γεωγραφικά όρια μιας πόλης ή μιας χώρας ή ακόμη και ολόκληρης της Γης και εκφράζεται συνήθως σε κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (km²). Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιηθεί η πυκνότητα πληθυσμού στα όρια του δήμου, η οποία υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$\Pi = \frac{P_{total}}{S_{total}}$$

όπου: Π = η πληθυσμιακή πυκνότητα του δήμου σε κατοίκους / km²

P_{total} = ο συνολικός μόνιμος πληθυσμός του δήμου σε αριθμό κατοίκων

S_{total} = η συνολική έκταση του δήμου σε km²

Όσον αφορά τις περιοχές που μελετήθηκαν στο παρόν κεφάλαιο, το κριτήριο επιλογής των δήμων ήταν τέτοιο ώστε να παρουσιάζουν μια ποικιλομορφία, τόσο ως προς τη γεωγραφική τους θέση, όσο και ως προς τα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά (πληθυσμός, έκταση, πυκνότητα κλπ.). Οι υπό μελέτη δήμοι παρουσιάζονται στον πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3: Ελληνικοί Δήμοι, έκταση και πληθυσμός (απογραφή 2011)

ΔΗΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (κάτοικοι)	ΕΚΤΑΣΗ (km ²)	ΔΗΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (κάτοικοι)	ΕΚΤΑΣΗ (km ²)
ΑΘΗΝΑ	664.046	39	ΧΙΟΣ	51.390	842,3
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	325.182	19,3	ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ	51.356	15,4
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	173.993	244,6	ΤΡΙΠΟΛΗ	47.254	1475,8
ΛΑΡΙΣΑ	162.591	336	ΖΑΚΥΝΘΟΣ	40.759	405,6
ΒΟΛΟΣ	144.449	385,6	ΚΑΣΤΟΡΙΑ	35.874	763,3
ΡΟΔΟΣ	115.490	1400,7	ΚΩΣ	33.388	290,3
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	112.486	403,3	ΠΡΕΒΕΖΑ	31.733	381
ΚΕΡΚΥΡΑ	102.071	610,9	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	29.902	36,6
ΣΕΡΡΕΣ	76.817	600,5	ΝΑΞΟΣ	18.864	495,9
ΚΟΖΑΝΗ	71.388	1071,3	ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ	15.550	90,6
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	69.849	440,3	ΑΓ.ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ	270	43,3
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	66.919	644,9			

5.1.2 Επίδραση πληθυσμού στην κατανάλωση νερού:

Για την περίπτωση της υδατικής κατανάλωσης, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα κατανάλωσης νερού της ΔΕΥΑ Σκιάθου. Ως περίοδος μελέτης όμως, προκειμένου να είναι μεγαλύτερο το εξεταζόμενο δείγμα και δεδομένου ότι υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα κατανάλωσης, επιλέχθηκε η 2011-2014. Επειδή όμως δεν υπάρχουν επίσημες καταγραφές πληθυσμού για τα έτη 2012, 2013 και 2014, παρά μόνο για το απογραφικό έτος 2011, χρειάστηκε να γίνει μια παραδοχή. Πιο συγκεκριμένα, ως μοναδικό δεδομένο χρησιμοποιήθηκε ο μόνιμος πληθυσμός της Σκιάθου για το 2011, ενώ για τα υπόλοιπα έτη έγινε υπόθεση αύξησης πληθυσμού της τάξεως του 10%. Η παραδοχή αυτή είναι γενικά αποδεκτή και αναφέρεται σε αρκετές βιβλιογραφίες, καθώς ακολουθεί ουσιαστικά το ρυθμό αύξησης του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Επομένως:

- Πληθυσμός 2011 = 6.088 κάτοικοι
- Πληθυσμός 2012 = Πληθυσμός 2011 + 10% (Πληθυσμού 2011) = 6.697 κάτοικοι
- Πληθυσμός 2013 = Πληθυσμός 2012 + 10% (Πληθυσμού 2012) = 7.366 κάτοικοι
- Πληθυσμός 2014 = Πληθυσμός 2013 + 10% (Πληθυσμού 2013) = 7.366 κάτοικοι

Μάλιστα, επειδή η Σκιάθος αποτελεί από τα πλέον τουριστικά μέρη της Ελλάδας, δεν ήταν δυνατόν να αγνοηθεί η αύξηση του πληθυσμού της λόγω της άφιξης τουριστών. Ουσιαστικά, στον μόνιμο πληθυσμό που αναφέρθηκε παραπάνω προστέθηκαν οι μηνιαίες αφίξεις τουριστών στο νησί, από όλα τα μέσα μεταφοράς, που έχει αναρτήσει η ΕΛΣΤΑΤ στην επίσημη ιστοσελίδα της. Ως μονάδα του χρόνου για την κατανάλωση νερού επιλέχθηκε ο μήνας.

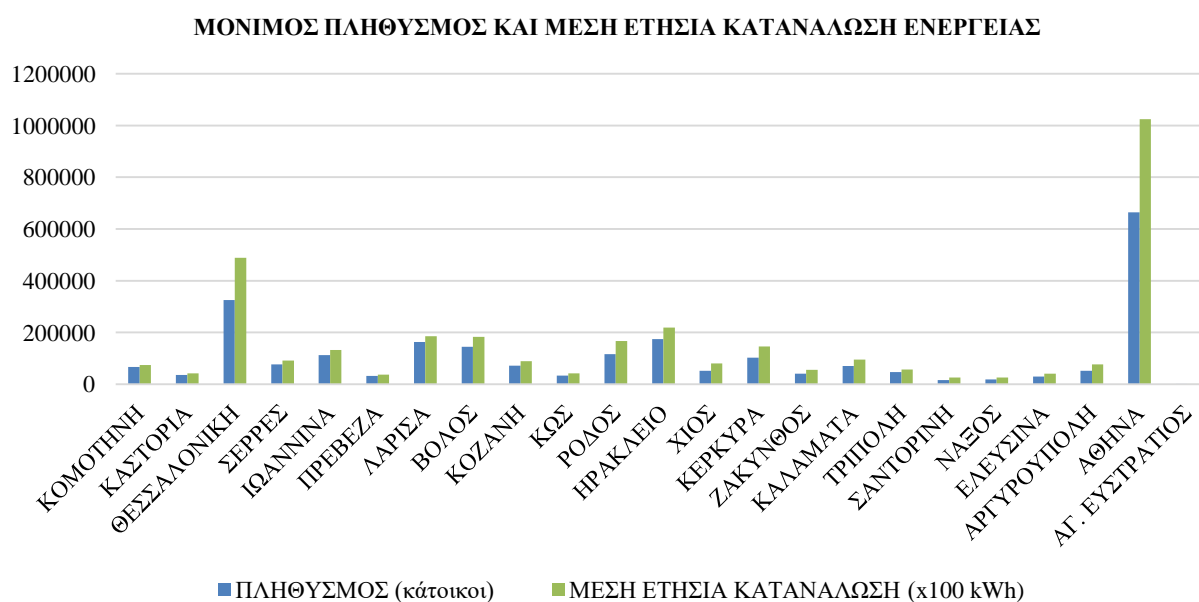
Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα της επίδρασης των δημογραφικών παραγόντων στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και νερού. Η ανάλυση έγινε με τη χρήση κατάλληλων διαγραμμάτων, που επιτρέπουν τη σύγκριση των μεγεθών που μελετώνται. Επίσης, πραγματοποιήθηκε μελέτη της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών, με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης, όπως αυτή παρουσιάστηκε στην παράγραφο 2.1 της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, έγινε κανονικοποίηση των τιμών των μεταβλητών και αναπαράστασή τους σε διάγραμμα διασποράς, με βάση το οποίο χαράχθηκε η γραμμή τάσης και υπολογίστηκε ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 .

5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.2.1 Συσχέτιση κατανάλωσης ενέργειας και πληθυσμού:

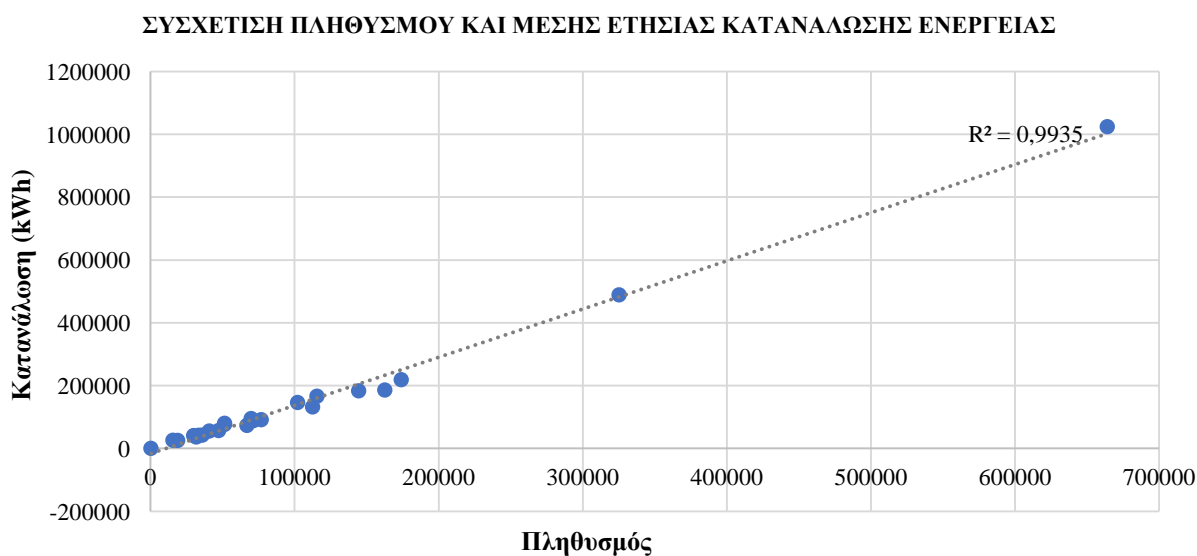
Αρχικά, εξετάστηκε η εξάρτηση της οικιακής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από την απόλυτη τιμή του μόνιμου πληθυσμού μιας περιοχής. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο διάγραμμα 5.2.1. Ουσιαστικά, τοποθετήθηκαν στον οριζόντιο άξονα x οι υπό μελέτη δήμοι και στους κατακόρυφους άξονες y και y' , ο μόνιμος πληθυσμός και η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh για κάθε δήμο και για το έτος 2011. Για να

διευκολυνθεί η σύγκριση, έγινε εισαγωγή στο διάγραμμα των τιμών της κατανάλωσης ενέργειας σε «κιλοβατώρες x 100» (x100 kWh), ώστε να χρησιμοποιηθεί ένας ενιαίος κατακόρυφος άξονας, με ίδια κλίμακα για τις δύο μεταβλητές.



Διάγραμμα 5.2.1: Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας και μόνιμος πληθυσμός για το 2011.

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ανάλογη αύξηση (ή μείωση) των τιμών τους σε όλους τους υπό μελέτη δήμους. Προκειμένου να επαληθευτεί η αρχική αυτή υπόθεση, έγινε ποσοτική ανάλυση των δεδομένων και προσδιορισμός της γραμμής τάσης, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 5.2.2.

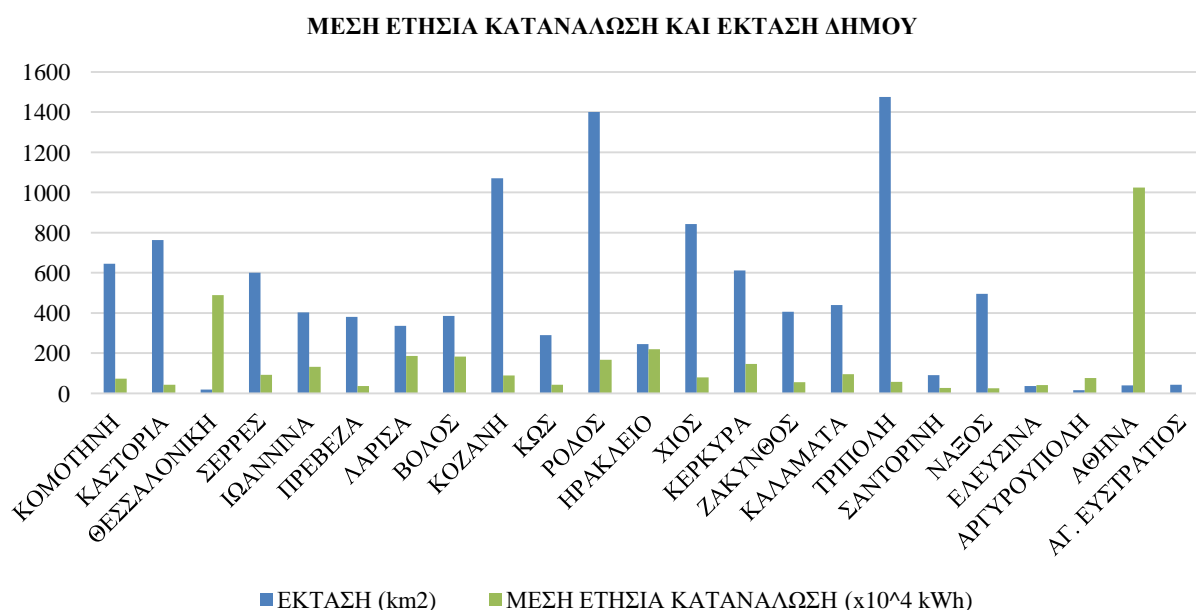


Διάγραμμα 5.2.2: Συσχέτιση πληθυσμού και μέσης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας.

Η γραμμή τάσης του διαγράμματος προσεγγίζει σε πολύ υψηλό βαθμό τη μορφή μιας ευθείας, η οποία διέρχεται από την αρχή των αξόνων. Μια τέτοια μορφή υποδηλώνει ότι τα μεγέθη που βρίσκονται στον οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα είναι ανάλογα. Αντίστοιχα, ο συντελεστής προσδιορισμού $R^2 = 0.9935$, είναι περίπου ίσος με τη μονάδα, αποδεικνύοντας την ισχυρή συσχέτιση των μεταβλητών.

Έπειτα, εξετάζεται η εξάρτηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των δήμων που μελετώνται από την έκτασή τους, δηλαδή την επιφάνεια που καταλαμβάνουν. Ουσιαστικά, τοποθετήθηκαν στον οριζόντιο άξονα x οι υπό μελέτη δήμοι και στους κατακόρυφους άξονες y και y , ο μόνιμος πληθυσμός και η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh για κάθε δήμο και για το έτος 2011. Για να διευκολυνθεί η σύγκριση, έγινε απεικόνιση των τιμών της κατανάλωσης ενέργειας σε «κιλοβατώρες $\times 10^4$ » ($\times 10^4$ kWh) αυτή τη φορά, ώστε επίσης να χρησιμοποιηθεί ένας ενιαίος κατακόρυφος άξονας, με ίδια κλίμακα για τις δύο μεταβλητές. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διάγραμμα 5.2.3.

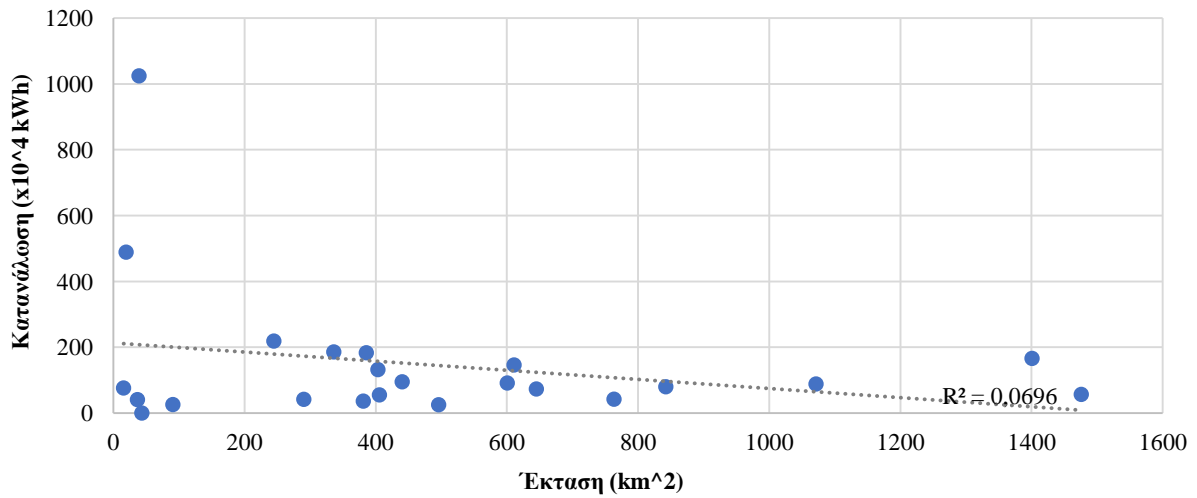
Μελετώντας την διακύμανση των τιμών (δηλαδή το μέγεθος των ράβδων) στο παρακάτω ραβδόγραμμα, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει φανερή συσχέτιση των μεταβλητών όπως συνέβαινε με το προηγούμενο διάγραμμα. Αντίθετα, φαίνεται η έκταση ενός δήμου και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτόν ότι δεν συσχετίζονται, αλλά μεταβάλλονται ανεξάρτητα στους υπό μελέτη δήμους.



Διάγραμμα 5.2.3: Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας και έκταση (επιφάνεια) για το 2011.

Παρακάτω, προσδιορίζεται η γραμμή τάσης και υπολογίζεται ο συντελεστής προσδιορισμού, προκειμένου να διαπιστωθεί αν όντως δεν υπάρχει εξάρτηση των μεταβλητών (διάγραμμα 5.4).

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΕΚΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

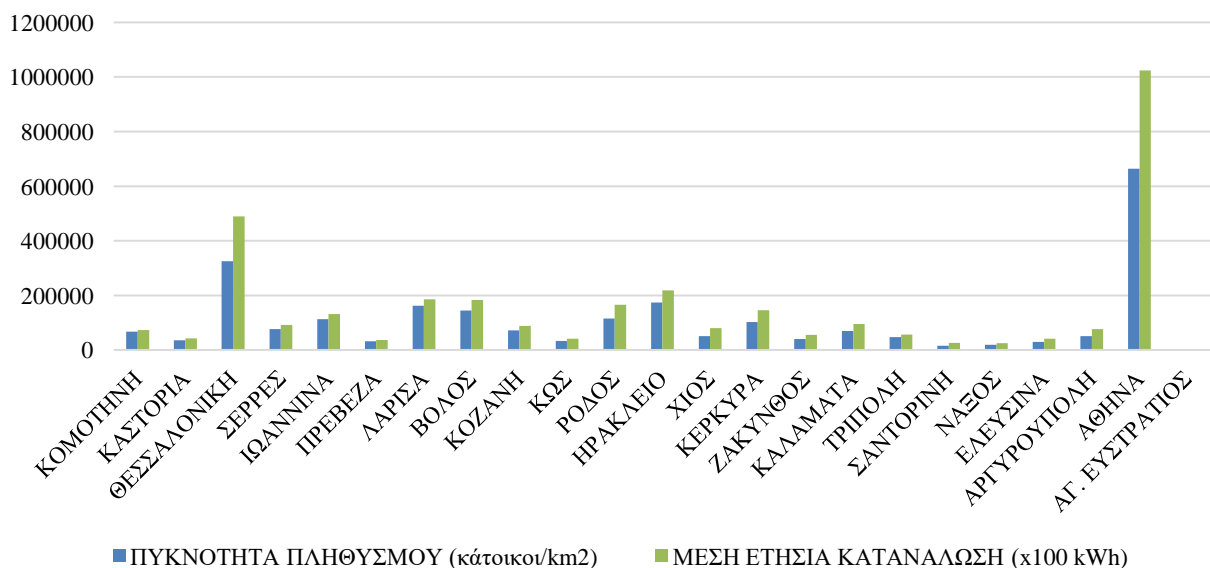


Διάγραμμα 5.2.4: Συσχέτιση έκτασης (επιφάνειας) και μέσης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας.

Ο συντελεστής προσδιορισμού όπως φαίνεται, λαμβάνει πολύ μικρή τιμή $R^2 = 0,0696$, προσεγγίζοντας σε μεγάλο βαθμό το μηδέν. Έτσι, επιβεβαιώνεται η υπόθεση ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της έκτασης μιας περιοχής και της κατανάλωσης ενέργειας σε αυτήν.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω αποτελέσματα, εξετάστηκε σε μια τελική ανάλυση, αν και κατά πόσο επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας ο συνδυασμός των δύο παραπάνω μεταβλητών, δηλαδή ο συνδυασμός της έκτασης και του πληθυσμού μιας περιοχής. Όπως ειπώθηκε, ο καταλληλότερος δείκτης για να εξεταστεί αυτή η συσχέτιση είναι η πυκνότητα πληθυσμού. Αυτό, ακριβώς επιχειρείται στο διάγραμμα 5.2.5.

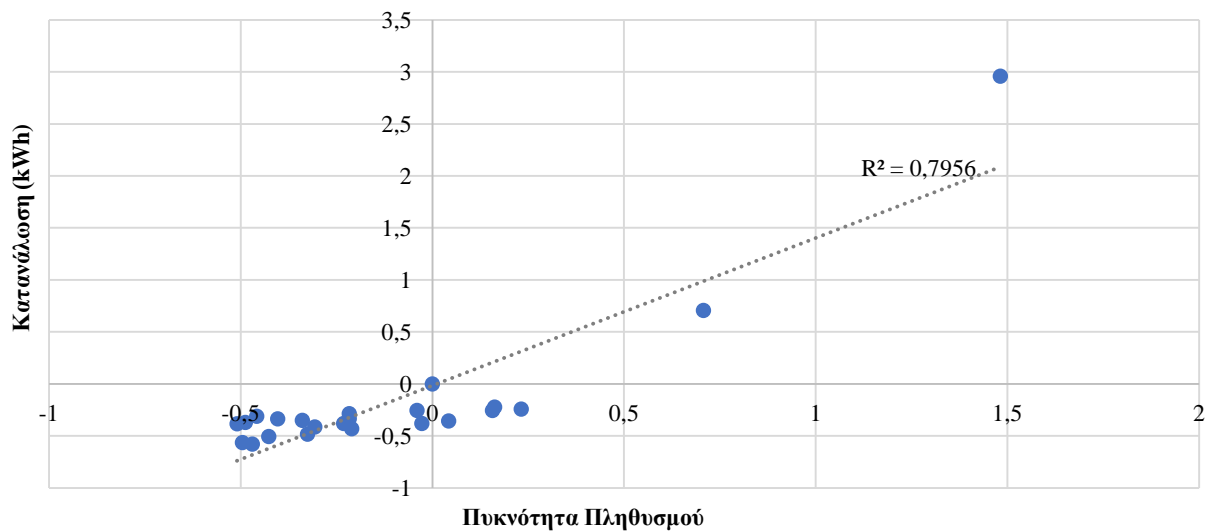
ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ



Διάγραμμα 5.2.5: Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας και πυκνότητα πληθυσμού το 2011.

Όπως και στην περίπτωση της απόλυτης τιμής του μόνιμου πληθυσμού, έτσι κι εδώ φαίνεται να υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταβλητών. Σε μια αρχική οπτική προσέγγιση, φαίνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε έναν δήμο να μεταβάλλεται με τρόπο ανάλογο της πληθυσμιακής πυκνότητας του δήμου αυτού. Το μόνο που απομένει είναι να διασταυρωθεί αν όντως υπάρχει αυτή η σύνδεση. Για το σκοπό αυτό, επιχειρήθηκε η ποσοτική ανάλυση της συσχέτισης, που περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της γραμμής τάσης και τον υπολογισμό του συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Τα αποτελέσματα φαίνονται στο διάγραμμα 5.2.6, το οποίο είναι ένα διάγραμμα διασποράς και περιλαμβάνει στον οριζόντιο άξονα x πυκνότητα πληθυσμού (σε κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο) και στον κατακόρυφο άξονα y τη μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας σε κιλοβατώρες.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΣΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ



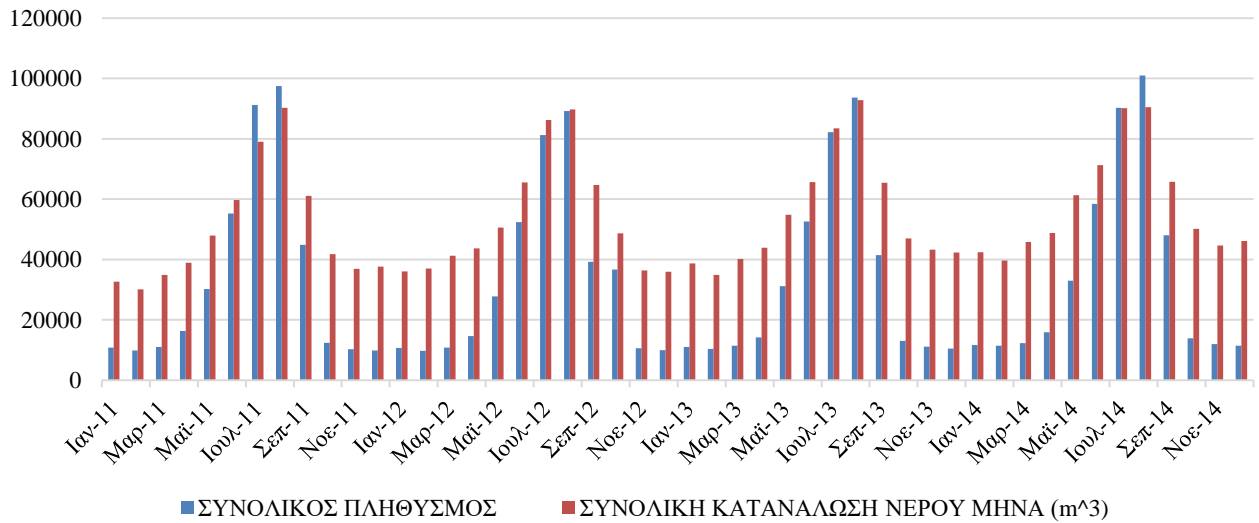
Διάγραμμα 5.2.6: Συσχέτιση πυκνότητας πληθυσμού με μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας.

Ο συντελεστής προσδιορισμού λαμβάνει και σε αυτήν την περίπτωση μια πολύ υψηλή τιμή που προσεγγίζει ικανοποιητικά τη μονάδα $R^2 = 0,7956$, δείχνοντας μεγάλη εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών.

5.2.2 Συσχέτιση κατανάλωσης νερού και πληθυσμού:

Αφού ολοκληρώθηκε η εξέταση της κατανάλωσης ενέργειας, σε αυτήν την παράγραφο θα μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο ο πληθυσμός επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας. Αρχικά, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση θα εξεταστεί η επίδραση του απόλυτου αριθμού του πληθυσμού, η οποία απεικονίζεται στο διάγραμμα 5.2.7.

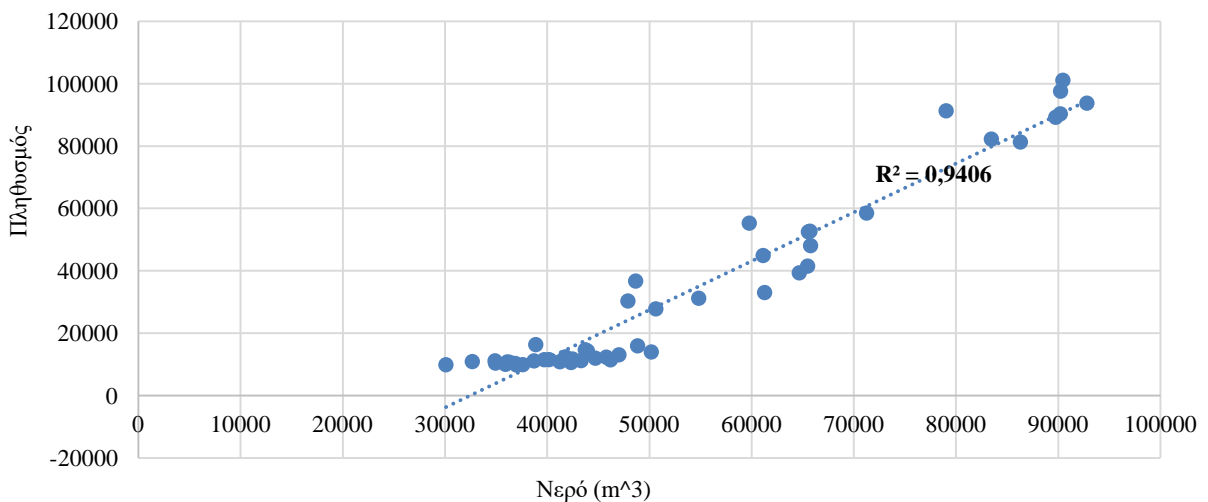
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΚΙΑΘΟΣ



Διάγραμμα 5.2.7: Μέση μηνιαία κατανάλωση νερού και πληθυσμός Σκιάθου.

Με βάση τη μορφή του παραπάνω ραβδογράμματος, υπάρχει οπτική συσχέτιση των μεταβλητών, ο βαθμός της οποίας θα αποδειχθεί μέσω του διαγράμματος 5.2.8.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΝΕΡΟΥ - ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

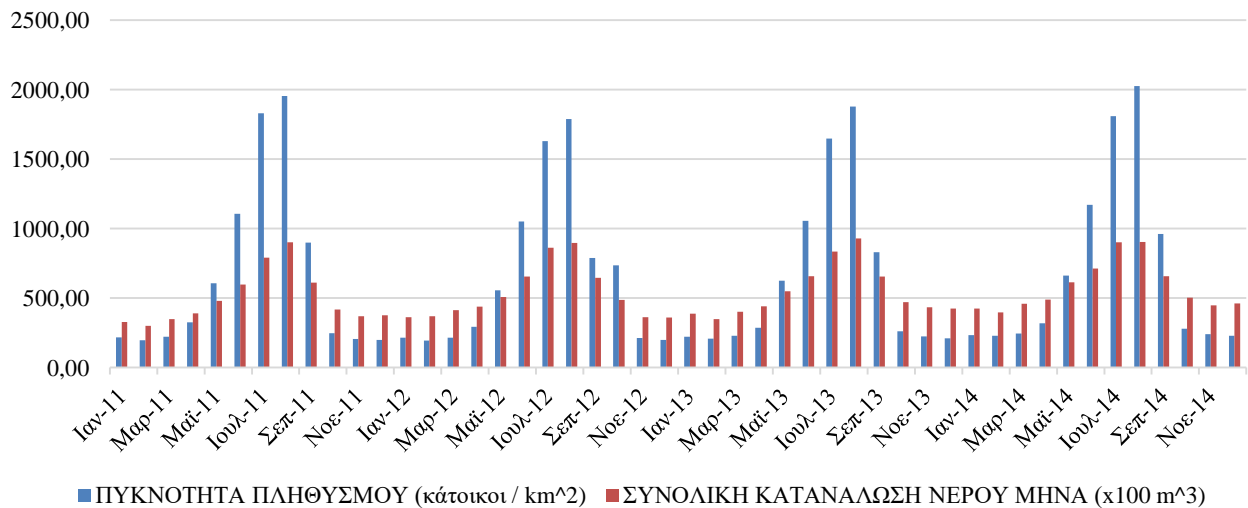


Διάγραμμα 5.2.8: Συσχέτιση συνολικού πληθυσμού με μέση μηνιαία κατανάλωση νερού.

Υπολογίστηκε μια πολύ υψηλή τιμή συντελεστή προσδιορισμού, πολύ κοντά στη μονάδα $R^2=0,9406$, η οποία υποδηλώνει την ύπαρξη ισχυρής συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Τέλος, θα εξεταστεί η κατανάλωση νερού συναρτήσει της πυκνότητας πληθυσμού εκφρασμένη σε κάτοικο ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (διάγραμμα 5.2.9).

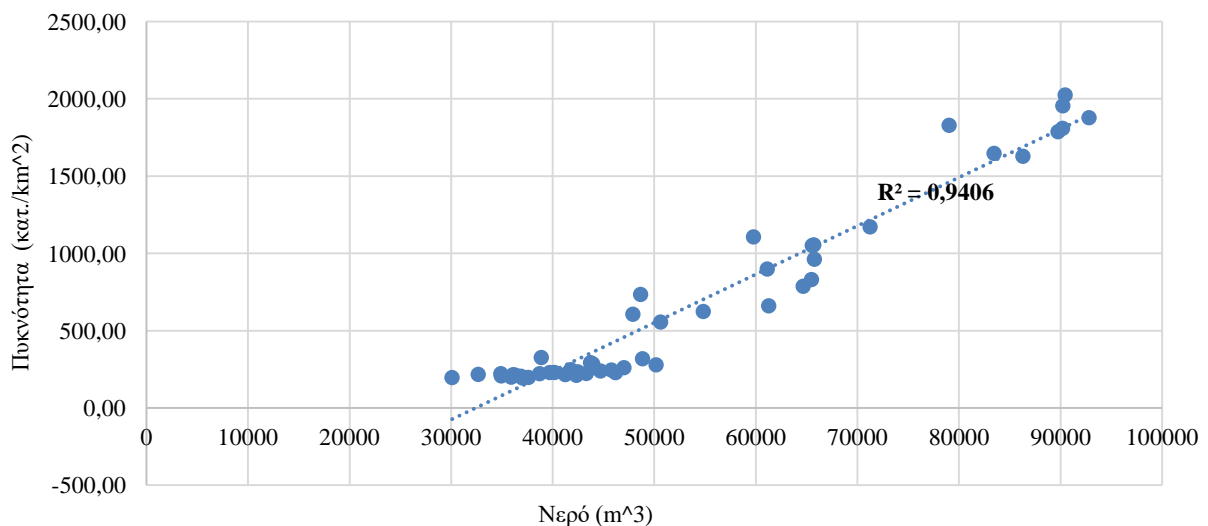
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΚΙΑΘΟΥ



Διάγραμμα 5.2.7: Συνολική μηνιαία κατανάλωση νερού και πυκνότητα πληθυσμού Σκιάθου.

Και σε αυτήν την περίπτωση διακρίνεται οπτικής συσχέτιση των μεταβλητών, η οποία αναμένεται να επικυρωθεί και μέσω του συντελεστή προσδιορισμού (διάγραμμα 5.2.10)

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΝΕΡΟΥ - ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ



Διάγραμμα 5.2.8: Συσχέτιση πυκνότητας πληθυσμού με συνολική μηνιαία κατανάλωση νερού.

Ο πολύ υψηλός συντελεστής προσδιορισμού $R^2=0,9406$, την πολύ υψηλή συσχέτιση της κατανάλωσης νερού και της πυκνότητας πληθυσμού. Μάλιστα, προέκυψε ακριβώς ίδια τιμή με την προηγούμενη, γεγονός που σημαίνει ότι ο παράγοντας «έκταση», που υπεισέρχεται μέσω της πυκνότητας πληθυσμού, δεν φαίνεται να επιδρά στην κατανάλωση νερού.

5.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Με βάση τα αποτελέσματα της προηγούμενης παραγράφου, εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

- ✓ Υπάρχει έντονη συσχέτιση μεταξύ του μόνιμου πληθυσμού μιας περιοχής και της μέσης ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και νερού σε αυτήν. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν σε γενικές γραμμές αναμενόμενο, καθώς, όσα περισσότερα άτομα υπάρχουν σε έναν δήμο, ανάλογα αυξάνεται και η κατανάλωση ενέργειας-νερού σε αυτόν. Παρ' όλα αυτά, στην παρούσα μελέτη, απομονώθηκε ο μόνιμος πληθυσμός του και επιβεβαιώθηκε ότι η επίδρασή του στην κατανάλωση ενέργειας είναι καθοριστική.
- ✓ Δεν υπάρχει εξάρτηση της κατανάλωσης ενέργειας-νερού από την έκταση του δήμου, όπως αποδείχθηκε. Δηλαδή, μια μεγάλη σε έκταση περιοχή δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι θα παρουσιάζει αντίστοιχα μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ή νερού. Μάλιστα, στην περίπτωση της ενέργειας, μελετώντας τα δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της Δ.Ε.Η., παρατηρήθηκαν περιοχές που γεωγραφικά καλύπτουν αρκετά μεγάλη επιφάνεια, χωρίς όμως να φιλοξενούν αντίστοιχα μεγάλο τμήμα του πληθυσμού με αποτέλεσμα να έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα, ο δήμος Αγίου Ευστρατίου (αραιοκατοικημένη περιοχή) έχει συνολική έκταση 43,3 km² και συνολικό μόνιμο πληθυσμό 270 κατοίκους, ενώ ο δήμος Αργυρούπολης (πυκνοκατοικημένη περιοχή) έχει συνολική έκταση 15,4 km² και συνολικό μόνιμο πληθυσμό 51.356 κατοίκους. Παρ' όλο που ο δήμος Αγίου Ευστρατίου έχει περίπου τριπλάσια έκταση από το δήμο Αργυρούπολης, η μέση ετήσια κατανάλωσή του για το έτος 2011 είναι 38342 kWh, δηλαδή περίπου 200 φορές μικρότερη από την αντίστοιχη κατανάλωση του δήμου Αργυρούπολης, που καταγράφηκε 7.645.809 kWh. Η διαπίστωση αυτή, στην ουσία επιβεβαιώνει για άλλη μια φορά την επίδραση του μόνιμου πληθυσμού στην κατανάλωση ενέργειας (προηγούμενο συμπέρασμα), αλλά οδηγεί και στο αμέσως επόμενο συμπέρασμα, που αφορά στην πυκνότητα πληθυσμού.
- ✓ Πολύ μεγάλη σύνδεση φαίνεται να υπάρχει και μεταξύ της πυκνότητας του πληθυσμού ενός δήμου με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και νερού σε αυτόν. Είναι φανερό, ότι παρ' όλο που η έκταση σαν μεμονωμένος δείκτης δεν σχετίζεται με την κατανάλωση ενέργειας-νερού, όταν συνδυαστεί με τον πληθυσμό, με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύψει η πληθυσμιακή πυκνότητα, εμφανίζει μια πολύ ενδιαφέρουσα συσχέτιση.
- ✓ Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα, θα γίνει μια πιθανή πρόβλεψη για την κατανάλωση ενέργειας και νερού στο κοντινό μέλλον. Σύμφωνα με μια πρόσφατη

έρευνα του μη κερδοσκοπικού οργανισμού έρευνας και ανάλυσης «διαΝΕΟσις», ο πληθυσμός της Ελλάδας το 2050 θα κυμανθεί από 8.300.000 έως 10.000.000, δηλαδή μειωμένος κατά 800.000 έως 2.500.000 ή κατά 7,4 έως 23,1%, σε σχέση σήμερα. Η έρευνα αυτή, δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ» (άρθρο Ιωάννη Ελαφρού, 19/09/2016) και στηρίζεται σε επίσημα μοντέλα πρόβλεψης της EUROSTAT, ενώ έχει διασταυρωθεί και από πολλές δημογραφικές πηγές (ενδεικτικά αναφέρεται «Περί Δημογραφίας και Πληθυσμιακών Εξελίξεων», Αλεξάνδρα Τραγάκη κ.α.). Λαμβάνοντας υπόψη, το ποσοστό μείωσης του πληθυσμού, που όπως τεκμηριώνεται από τη συγκεκριμένη έρευνα είναι αναπόφευκτο, καθώς και την πολύ υψηλή συσχέτιση μεταξύ πληθυσμού και κατανάλωσης ενέργειας και νερού (συντελεστής προσδιορισμού R^2 περίπου ίσος με την μονάδα), ανάλογη μείωση της τάξεως του 7,4 έως 23,1% , αναμένεται και για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και νερού για το 2050.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: «Συμπεράσματα»

Συνοψίζοντας, στην παρούσα διπλωματική εργασία, συλλέχθηκαν δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για όλους τους δήμους της Ελλάδας την χρονική περίοδο 2007-2017 από τη ΔΕΗ και δεδομένα κατανάλωσης νερού για το νησί της Σκιάθου τη χρονική περίοδο 2011-2014 από τη ΔΕΥΑΣΚ. Με βάση τα στοιχεία αυτά μελετήθηκε η συσχέτιση μεταξύ:

- Κατανάλωσης νερού και κατανάλωσης ενέργειας
- Κατανάλωσης νερού – ενέργειας και τουρισμού
- Κατανάλωσης νερού – ενέργειας και θερμοκρασίας
- Κατανάλωσης νερού – ενέργειας και πληθυσμού

Ύστερα από προσεκτική παρατήρηση των διαγραμμάτων και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- 1) Από τη μελέτη της συσχέτισης μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και της κατανάλωσης νερού στο νησί της Σκιάθου τη χρονική περίοδο 2011-2014, προκύπτει ότι:
 - Η οικιακή χρήση της ενέργειας δεν συμβαδίζει με την κατανάλωση νερού. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο πολύ κακής ποιότητας νερό που διατίθεται μέσω του δικτύου ύδρευσης της Σκιάθου. Πιο συγκεκριμένα, εξαιτίας του απαρχαιωμένου δικτύου ύδρευσης και της υφαλμύρωσης που συνέβη λόγω της υπεράντλησης, το νερό κρίθηκε ακατάλληλο για χρήση, με αποτέλεσμα η οικιακή κατανάλωση να προέρχεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από τοπικές γεωτρήσεις. Εξαιτίας αυτού, οποιοσδήποτε συνδυασμός κατανάλωσης νερού- ενέργειας περιελάμβανε την οικιακή χρήση (συμπεριλαμβανομένης και της συνολικής), δεν παρουσίαζε υψηλή συσχέτιση.
 - Η εμπορική χρήση της ενέργειας παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με την κατανάλωση νερού. Η εμπορική χρήση, όπως αναφέρθηκε, εμπεριέχει και την τουριστική, δηλαδή την κατανάλωση νερού λόγω της άφιξης τουριστών. Επομένως, η υψηλή αυτή συσχέτιση ήταν αναμενόμενη για έναν τόσο τουριστικό προορισμό όπως η Σκιάθος. Ενδεχομένως, αν η ποιότητα νερού ήταν καλύτερη, να υπήρχε ακόμη μεγαλύτερος βαθμός συσχέτισης, καθώς οι γεωτρήσεις πιθανόν να χρησιμοποιούνται και για εμπορική κατανάλωση.
 - Η υποβαθμισμένη ποιότητα νερού φάνηκε να μην επηρεάζει τον βιομηχανικό και αγροτικό τομέα, καθώς μπορούν να χρησιμοποιήσουν με ασφάλεια νερό χαμηλότερης ποιότητας για τις συγκεκριμένες διεργασίες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα πολύ υψηλή εξάρτηση μεταξύ της αγροτικής και βιομηχανικής κατανάλωσης ενέργειας και της κατανάλωσης του νερού.
- 2) Με βάση τη μελέτη της επίδρασης του τουρισμού στην κατανάλωση νερού και ενέργειας, είναι φανερό ότι υπάρχουν περιοχές, οι οποίες:
 - Παραμένουν σχεδόν ανεπηρέαστες από τον τουρισμό, όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, καθώς φιλοξενούν πολύ μεγάλο τμήμα του μόνιμου πληθυσμού της Ελλάδας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι μεταβολές στον πληθυσμό τους λόγω τις άφιξης των τουριστών να μην είναι ικανές να επηρεάσουν σε

μεγάλο βαθμό την κατανάλωση ενέργειας. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν για παράδειγμα οι δύο μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας, Αθήνα και Θεσσαλονίκη.

- Επηρεάζονται σε μικρό βαθμό από τον τουρισμό στον τομέα κατανάλωσης ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, ο τουρισμός επιδρά μόνο εποχικά, δηλαδή επηρεάζει την κατανάλωση συγκεκριμένων μηνών, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από αυξημένη άφιξη τουριστών,. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν η Σάμος και το Άκτιο.
- Επηρεάζονται σε πολύ υψηλό βαθμό από τον τουρισμό, όσον αφορά στην ενεργειακή κατανάλωση. Πρόκειται ουσιαστικά για τα πιο «τουριστικά» μέρη, όπως τα νησιά, στα οποία η κατανάλωση ενέργειας έχει άμεση εξάρτηση από την μαζική άφιξη τουριστών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η Ρόδος και η Σκιάθος.

Για την κατανάλωση νερού στη Σκιάθο, αποδείχθηκε ότι η άφιξη των τουριστών, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες, έχει άμεση επίδραση στην κατανάλωση, προκαλώντας αύξηση αυτής, αντίστοιχη του αριθμού των εισερχόμενων τουριστών.

- 3) Όσον αφορά στην επίδραση των κλιματικών παραγόντων στην κατανάλωση νερού και ενέργειας, εξετάστηκε η θερμοκρασία και αποδείχθηκε ότι:
 - έχει άμεση επίδραση στην κατανάλωση ενέργειας. Η μείωση της θερμοκρασίας τους χειμερινούς μήνες προκαλούσε αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε σχέση με τους καλοκαιρινούς, σε όλες τις υπό μελέτη περιοχές. Μια πιθανή εξήγηση, η οποία μάλιστα τεκμηριώθηκε και από την αντίστοιχη έρευνα της ΕΛ.ΣΤΑΤ., είναι ότι η ηλεκτρική ενέργεια που δαπανάται για τη θέρμανση των χώρων το χειμώνα είναι αρκετά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη για την ψύξη τους το καλοκαίρι.
 - έχει εξίσου μεγάλη συσχέτιση και με την κατανάλωση νερού, η οποία σε αντίθεση με την ενέργεια, εμφανίζεται μεγαλύτερη το καλοκαίρι με την υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτό, δικαιολογείται από το γεγονός ότι γενικά προτιμάται μια ανθρώπινη δραστηριότητα που περιλαμβάνει τη χρήση νερού να πραγματοποιείται σε πιο ευνοϊκές καιρικές συνθήκες. Δεν πρόκειται για κάποιον κανόνα, αλλά για μια πιθανή τάση, που προκύπτει από τα αποτελέσματα της μελέτης. Το συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και από τη σχετική έρευνα της τράπεζας Πειραιώς που αναφέρθηκε.
- 4) Τέλος, η επίδραση του πληθυσμού είναι καταλυτική, τόσο για την κατανάλωση ενέργειας όσο και για την κατανάλωση νερού. Είναι δικαιολογημένο εξάλλου, η αύξηση του πληθυσμού να συνοδεύεται από αύξηση των καταναλώσεων. Το συμπέρασμα αυτό, σε συνδυασμό με τις έρευνες που αναφέρθηκαν περί μείωσης του πληθυσμού της Ελλάδας στο μέλλον, οδηγεί σε πιθανή αντίστοιχη μείωση της μελλοντικής κατανάλωσης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

I. Βιβλία

Avery, William H. et al., "Renewable Energy from the Ocean: A Guide to Otec". Johns Hopkins University, 1994.

Bauer, D., Philbrick, M., and Vallario, B. (2014). "The Water-Energy Nexus: Challenges and Opportunities." U.S. Department of Energy.

Boyle, G., "Renewable Energy: Power for a Sustainable Future". Oxford University Press, Oxford, 1998.

Boyle, G., B. Everett, and J. Ramage, "Energy Systems and Sustainability". Oxford University Press, 2003.

Brower, M. "Cool Energy: Renewable Solutions to Environmental Problems". MIT Press, 1997.

Da Rosa A.V., "Fundamentals of Renewable Energy Processes". Academic Press Inc., 2005.

Dickson, M.H. and Fanelli, M. (Editors), Geothermal Energy, Wiley, John & Sons (1995).

Dourish, Paul; Bellotti, Victoria (1992). "Awareness and Coordination in Shared Workspaces". Computer Supported Cooperative Work (November).

Gleick, P. H. (1994). "Water and Energy." Annual Review of Energy and the Environment.

Gutwin, Carl; Greenberg, Saul (2002). "A Descriptive Framework of Workspace Awareness for Real-Time Groupware". Computer Supported Cooperative Work (CSCW).

Hinrichs, R.A., 1996, "Energy: Its use and the environment". Saunders College Publishing, New York.

IPCC AR4, 2007. Working Group I: The physical science basis. Chapter 5: observations: oceanic climate change and sea level. In Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor & H. L. Miller (eds), Contribution of Working Group I to fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK/New York, NY, USA: 996 pp.

Jang, J.-S.R. (1993). "ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system". IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics.

Klass, D.L. "Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals", 1998, Academic Pr.

Kraushaar and Ristinen, "Energy and Problems of a Technical Society". Wiley, 2nd ed., 1993.

Kofinas, D., N. Mellios, E. Papageorgiou and C.S. Laspidou (2014). "Urban Water Demand Forecasting for the Island of Skiathos." *Procedia Engineering*.

Kofinas, D., E. Papageorgiou, C.S. Laspidou, N. Mellios and K.N. Kokkinos (2016). "Daily multivariate forecasting of water demand in a touristic island with the use of artificial neural network and adaptive neuro-fuzzy inference system", 2016 International Workshop on Cyber-physical Systems for Smart Water Networks (CySWater), Vienna, Austria, 11th April, 2016Lanzarone, G. A. & A. Zanzi (2010) Monitoring gas and water consumption through ICTs for improved user awareness, *Information, Communication & Society*.

Laspidou, C. (2014). ICT and stakeholder participation for improved urban water management in the cities of the future. *Water Util. J*.

Laspidou, C., Papageorgiou, E., Kokkinos, K., Sahu, S., Gupta, A., & Tassioulas, L. (2015). Exploring patterns in water consumption by clustering. *Procedia Engineering*.

Lim, S. L., Quercia, D., & Finkelstein, A. (2010). StakeSource: harnessing the power of crowdsourcing and social networks in stakeholder analysis. In *Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering-Volume 2* (pp. 239-242). ACM.

Mellios, N., D. Kofinas, E. Papageorgiou and C.S. Laspidou (2015). "A Multivariate Analysis of the Daily Water Demand of Skiathos Island, Greece, Implementing the Artificial Neuro-Fuzzy Inference System", *Proceedings of the 36th IAHR World Congress Conference, Hague, Netherlands, June 28-July 3, 2015*.

Moench, M. and Tyler, S. (2012): *A Framework for Urban Climate Resilience*. Climate and Development.

Radovic, L.R., "Energy and fuels in Society". McGraw-Hill, 1997.

Roberts, Simon, "Solar Electricity : Practical Guide to Designing and Installing Small Photovoltaic Systems".

Ristinen, R.A. and J.P. Kraushaar "Energy and the Environment". Wiley,1999.

Sadr SMK, Jain A, Gulati S, Memon FA, Hussein W, Duncan AP, Savic DA, Butler D. (2015) An Investigation into Domestic Water Consumption to Assist Decision Making on Water Efficiency in Urban Areas of India, 3rd International Conference on Energy Efficient Urban Water Management, University Of Exeter, 5th - 7th Aug 2015.

Schmidt, K. (2002). "The problem with 'awareness': Introductory remarks on 'awareness in CSCW'". *Computer Supported Cooperative Work*.

Smith K, Liu S, Liu Y, Savic D, Olsson G, Chang T, Wu X. (2016) *Impact of urban water supply on energy use in China: a provincial and national comparison*, MITIGATION AND ADAPTATION STRATEGIES FOR GLOBAL CHANGE

Sorensen, Bent, "Renewable Energy". 2nd edition, Academic Press, 2000.

Spang, E. S., Moomaw, W. R., Gallagher, K. S., Kirshen, P. H., and Marks, D. H. (2014). "The water consumption of energy production: an international comparison." *Environmental Research Letters*.

Spyropoulou, A., Spatharis, S., Papantoniou, G., and Tsirtsis, G. (2013). Potential response to climate change of a semi-arid coastal ecosystem in eastern Mediterranean. *Hydrobiologia*.

Twidell, J. & Weir, T., "Renewable Energy Resources". E & FN Spon, London, 1997.

Tyler Miller, Jr., G., "Living in the Environment; Principles, Connections, and Solutions". 10th Edition, 2000 (Ελληνική μετάφραση, «Βιώνοντας το περιβάλλον», 9η έκδοση, Εκδόσεις Ιων, 1999).

Walker, J.F. and Jenkins, N. *Wind Energy Technology*, Wiley, John & Sons (1997).

Wieland, A. and Wallenburg, C.M. (2013): The Influence of Relational Competencies on Supply Chain Resilience: A Relational View. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 43, No. 4, pp. 300–320

Αβραμίδου Ο. Ε., «Το φαινόμενο της υφαλμύρωσης στον Ελλαδικό χώρο» (2007).

Ανδρίτσος Ν., «Ενέργεια και Περιβάλλον», 2008.

ΕΛΚΕΠΑ, «Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα».

Καγκαράκης, «Φωτοβολταϊκή τεχνολογία». Εκδόσεις ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ, Αθήνα, 1992.

Καλδέλης, Ι.Κ. και Καββαδίας Κ.Α., «Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας», Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα, 2001.

Κανακούδης Β., Τσιτσιφλή Σ., «Ολοκληρωμένη διαχείριση αστικών δικτύων ύδρευσης» (2015).

Κιοσκερίδης Ι., «Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας», 2017.

Λαζαρίδου Μ., «Rivers». Διδακτικές Σημειώσεις, Θεσσαλονίκη, 2011.

Μυλόπουλος Ν., «Υδρεύσεις». Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Βόλος, 2002.

Τιμπαλέξης Β. , «Ο κύκλος του νερού». Διδακτικές σημειώσεις 2010.

Τσιλιγκιρίδης, Γ. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας». Διδακτικές Σημειώσεις, Θεσσαλονίκη, 2000.

Φυντίκας Μ. και Ανδρίτσος, Ν. «Γεωθερμία – Γεωθερμικοί πόροι, Γεωθερμικά Ρευστά, Εφαρμογές, Περιβάλλον». Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2004.

II. Ιστοσελίδες

Energy Efficiency and Renewable Energy Network: <http://www.eren.doe.gov/>

ATLAS Project European Network of Energy Agencies: <http://europa.eu.int/comm/energy>

United Nation Environmental Programme: <http://www.unepie.org/home.html>

BP world statistics: <http://www.bp.com>

ΚΑΠΕ: <http://www.cres.gr/kape/index.htm>

International Energy Agency: <http://www.iea.org/>

Australian Cooperative Research Centre For Renewable Energy: www.acre.murdoch.edu.au

The World-wide Information System for Renewable Energy: <http://wire0.ises.org/>

US Department of Energy Web site - Energy Information Administration - www.eia.doe.gov

National Renewable Energy Laboratory - <http://www.nrel.gov>

United Nations Framework Convention on Climate Change (1992) - www.ipcc.ch/index.htm

Global Warming Central - <http://www.law.pace.edu/env/energy/globalwarming.html>

Solar Energy Industries Association - SEIA - <http://www.seia.org>

GreenPeace - <http://www.greenpeace.org>

Resources for the Future - <http://www.rff.org>

Soltstice: Sustainable Energy and Development Online - <http://solstice.crest.org>

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού – www.dei.gr

Δημοτική Εταιρία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Σκιάθου - www.deyaskiathos.gr/