



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολές Τεχνολογικών Εφαρμογών και Διοίκησης & Οικονομίας  
ΔΠΜΣ «Οργάνωση και Διοίκηση για Μηχανικούς»

## **Άριστη τιμολογιακή πολιτική και διάκριση τιμών**

## **Optimal pricing policy and price discrimination**

*Ζωή Καλημέρη*

*ΑΜ: ΜΟ 104*

*Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτρης Γ. Κυρίκος*

Αθήνα, 2021



Copyright © Ζωή Καλημέρη, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το πρόγραμμα δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Δημήτρη Κυρίκο, για την πολύτιμη βοήθειά του, την κατανόηση και την καθοδήγηση κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ την οικογένειά μου, και ιδιαίτερα τον γιο μου Κυριάκο, για την κατανόηση και τη συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περίληψη

Ο ηλεκτρισμός είναι πλέον ένα βασικό μέρος της σύγχρονης ζωής και βοηθά στην καθημερινότητα των ανθρώπων με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους. Έτσι, το ηλεκτρικό ρεύμα χρησιμοποιείται για την κάλυψη αναγκών καθημερινότητας όπως ο φωτισμός, η θέρμανση, η ψύξη αλλά και για ιατρικούς σκοπούς και επαγγελματικούς λόγους όπως η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, μετακινήσεις κ.α. Στη σύγχρονη εποχή το ηλεκτρικό ρεύμα είναι ένα αναγκαίο αγαθό και για αυτό τον λόγο η τιμολόγηση του θα πρέπει να γίνεται με ορθές τακτικές που να συμπεριλαμβάνουν και κοινωνικές παραμέτρους ώστε να είναι προσβάσιμο σε όλους τους πολίτες. Για την εξέταση της άριστης τιμολογιακής πολιτικής και διάκρισης τιμών πραγματοποιήθηκε ποσοτική έρευνα με σκοπό την εκτίμηση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε κάθε Περιφέρεια ή ομάδα περιφερειών της Ελλάδας σε σχέση με την τιμή, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Τα δεδομένα της έρευνας περιέχουν μέσες ετήσιες τιμές του δείκτη τιμών καταναλωτή για τον ηλεκτρισμό, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε χιλιάδες ΩΧβ και τον δείκτη τιμών παραγωγού του άνθρακα και του λιγνίτη για τα έτη 1995 έως και 2012 ανά περιφέρεια της Ελληνικής επικράτειας και αντλήθηκαν από την ΕΛΣΤΑΤ. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι πράγματι υπάρχουν διαφορές στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος τόσο ανά περιφέρεια όσο και ανά ομάδα περιφερειών. Αντίθετα, το έτος αναφοράς δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε αλληλοεπίδρασε με τις τιμές κατανάλωσης ανά περιφέρεια. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος αυξάνεται σε σχέση με τον πλούτο μιας χώρας όπως αυτή εκφράζεται από το κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Επιπλέον προβλημάτισε η σταθερή ανοδική πορεία της κατανάλωσης ρεύματος σε όλα τα εξεταζόμενα χρονικά σημεία σε αντίθεση με την πτώση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ μετά το 2008. Τέλος διαπιστώθηκε ότι η κατανάλωση είναι το αίτιο και το αιτιατό σχεδόν και των τριών εξεταζόμενων μεταβλητών τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει και την πολυπλοκότητα του προβλήματος καθώς ο αριθμός των παραμέτρων – μεταβλητών που πρέπει να εξεταστούν θα πρέπει να είναι σαφώς μεγαλύτερος.

## **Abstract**

Electricity is now a key part of modern life and helps people in their daily lives in many ways. Thus, electricity is used to meet every day needs such as lighting, heating, cooling but also for medical purposes, professional purposes such as the use of computers, travel etc. In modern times electricity is a necessary commodity and for this reason its pricing should be done with proper tactics that include social parameters so that it is accessible to all citizens. For the investigation of optimal pricing policy and price discrimination, a quantitative research was carried out to estimate the electricity consumption in each Region or group of regions of Greece in relation to the price, during the last years. The survey data contained average annual values of the consumer price index for electricity, per capita GDP, total electricity consumption in thousands of Kw/h and the producer price index of coal and lignite for the years 1995 to 2012 per region of Greece. Data were obtained from ELSTAT. The results of the research showed that there are indeed differences in electricity consumption both by region and by group of regions. In contrast, the reference year did not show statistically significant differences, nor did it interact with consumption prices by region. It was also found that electricity consumption increases in relation to a country's wealth as expressed by per capita GDP. In addition, the steady upward trend of electricity consumption in all the examined time points was problematic, in contrast to the fall in GDP per capita after 2008. Finally, it was found that consumption is the cause and causal of almost all three examined variables, both short-term and long-term. Finally, it was found that consumption is the cause and the causal of almost all three examined variables, both short-term and long-term. This result confirms the complexity of the problem as the number of parameters - variables to be considered should be clearly higher.

## Περιεχόμενα

Κατάλογος πινάκων .....	iii
Λίστα εικόνων και διαγραμμάτων .....	iv
Εισαγωγή .....	1
Κεφάλαιο 1 Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.....	2
1.1. Η σημασία του ηλεκτρικού ρεύματος στους ανθρώπους.....	2
1.2. Σύντομη επισκόπηση της εμπορικής ανάπτυξης της ηλεκτρικής ενέργειας (Creti & Fontini, 2019).....	4
1.2.1 Ηλεκτρικός φωτισμός.....	4
1.2.2. Ηλεκτρικός κινητήρας.....	7
1.2.3. Υπηρεσίες μεταφοράς και αποθήκευσης ηλεκτρικού ρεύματος.....	8
1.3 Η εξέλιξη της διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος (Harris, 2006) .....	9
1.4. Ανάπτυξη, δομή, συντονισμός και νομοθεσία της ΒΠΗΕ .....	13
1.4.1 Στην Ευρώπη .....	13
1.4.2. Στην Ελλάδα.....	15
Κεφάλαιο 2. Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας .....	18
2.1. Βασικές έννοιες κοστολόγησης.....	18
2.1.1. Εισαγωγή .....	18
2.1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ελαστικότητα .....	19
2.1.3. Βέλτιστη κοστολόγηση .....	21
2.2. Η κοστολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος .....	23
2.3. Προσδιορισμός παραγόντων ζήτησης.....	24
Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία έρευνας.....	32
3.1. Σκοπός της έρευνας.....	32
3.2. Δεδομένα .....	32
3.3 Μέθοδοι ανάλυσης .....	33
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα .....	35

4.1 Περιγραφή δεδομένων .....	35
4.2. Εξέταση μέσων τιμών .....	37
4.3. Εξέταση αλληλεπιδράσεων .....	39
4.4 Διαστρωματική παλινδρόμηση .....	40
4.5 Παλινδρόμηση δύο σταδίων.....	40
4.6 Αιτιότητα κατά Granger .....	41
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα .....	43
Βιβλιογραφία .....	46
Παράρτημα .....	53
Αρχικό υπόδειγμα διαστρωματικής παλινδρόμησης στο σύνολο των περιφερειών	53
Βέλτιστο υπόδειγμα διαστρωματικής παλινδρόμησης στο σύνολο των περιφερειών .....	53



## Κατάλογος πινάκων

<b>Πίνακας 2.1.</b> Ελαστικότητα και βέλτιστες τιμές (Πηγή: .....	22
<b>Πίνακας 3.1.</b> Δεδομένα της έρευνας .....	33
<b>Πίνακας 4.1.</b> Μέτρα θέσης και διασποράς των εξεταζόμενων μεταβλητών .....	35
<b>Πίνακας 4.2.</b> Αποτελέσματα εξέτασης μέσω τιμών.....	38
<b>Πίνακας 4.3.</b> Αποτελέσματα εξέτασης μέσω τιμών και αλληλεπιδράσεων.....	39
<b>Πίνακας 4.4.</b> Συγκεντρωτικά αποτελέσματα του αρχικού και του βέλτιστου στρωματοποιημένου υποδείγματος.....	40
<b>Πίνακας 4.5.</b> Αποτελέσματα εξέτασης παλινδρόμησης δύο σταδίων .....	41
<b>Πίνακας 4.6.</b> Μέσες βαθμολογίες τιμών P ανά ομάδα περιφερειών .....	41
<b>Πίνακας 4.7.</b> Αιτιότητα κατά Granger με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος βραχυπρόθεσμα (lag=2) και μακροπρόθεσμα (lag=5) .....	42

## Λίστα εικόνων και διαγραμμάτων

<b>Εικόνα 1.1.</b> Προσδόκιμο ζωής σε σχέση με την κατά κεφαλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Πηγή: Zohuri, 2016).....	4
<b>Εικόνα 1.2.</b> Λάμπες τόξου άνθρακα (Πηγή: <a href="https://edisontechcenter.org/ArcLamps.html">https://edisontechcenter.org/ArcLamps.html</a> ).....	5
<b>Εικόνα 1.3.</b> Thomas Edison (Πηγή: <a href="https://gr.pinterest.com/pin/27866091415291154/">https://gr.pinterest.com/pin/27866091415291154/</a> ).....	6
<b>Εικόνα 1.4.</b> Nicolas Tesla (Πηγή: <a href="https://www.history.com/news/9-things-you-may-not-know-about-nikola-tesla">https://www.history.com/news/9-things-you-may-not-know-about-nikola-tesla</a> ).....	7
<b>Εικόνα 2.1.</b> Μαθηματικός τύπος συντελεστή ελαστικότητας (Πηγή: Euretirio, 2021). .....	18
<b>Εικόνα 2.2.</b> Μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό, 2017.(Πηγή: Kostakis, 2020) .....	31
<b>Γράφημα 4.1.</b> Χρονικές μεταβολές των εξεταζόμενων μεταβλητών. ....	36
<b>Γράφημα 4.2.</b> Θηκογράμματα των εξεταζόμενων μεταβλητών .....	37
<b>Γράφημα 4.3.</b> Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά περιφέρεια, ομάδες περιφερειών και ανά έτος. ....	38
<b>Γράφημα 4.4.</b> Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά έτος και ανά ομάδα περιφέρειας .....	39

## Εισαγωγή

Η επίδραση του ηλεκτρισμού στην κοινωνία αποτελεί ορόσημο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας και της κοινωνίας. Πλέον οι καθημερινές δραστηριότητες των ανθρώπων δεν εξαρτώνται από το φως της ημέρας ή από τις καιρικές συνθήκες π.χ. άνεμος. Οι μεταβολές στην κοινωνία που εμφανίστηκαν λόγω του ηλεκτρικού ρεύματος σταδιακά κάλυψαν όλες τις πτυχές της καθημερινής ζωής των ανθρώπων. Έτσι, οι συνθήκες διαβίωσης, ο τρόπος εργασίας, η μετακίνηση, οι επικοινωνίες και ένα μεγάλο πλήθος καθημερινών δραστηριοτήτων επηρεάστηκε (βελτιώθηκε) με την χρήση του ηλεκτρισμού και των συσκευών που εφευρέθηκαν. Παρά, όμως, την αναγκαιότητα αυτού του αγαθού, παραμένει ένα αγαθό που κατασκευάζεται και διανέμεται προς τους καταναλωτές, και ως αποτέλεσμα υπόκειται σε οικονομικούς κανόνες που ορίζουν και το κόστος του. Καθώς, όμως, αποτελεί ένα αναγκαίο αγαθό όπως π.χ. το νερό, το κόστος αυτό θα πρέπει να υπολογίζεται με βασικό κίνητρο ότι χρειάζεται να παραμένει οικονομικά προσιτό. Έτσι, και με σκοπό την εξέταση της **άριστης τιμολογιακής πολιτικής και διάκρισης τιμών πραγματοποιήθηκε ποσοτική έρευνα για την** εκτίμηση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε κάθε Περιφέρεια ή ομάδα περιφερειών της Ελλάδας. Η συγκεκριμένη εργασία αποτελείται από 5 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται μια εισαγωγή στις χρήσεις του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από μια ιστορική επισκόπηση της εξέλιξης και της ανάπτυξης τόσο του ηλεκτρισμού όσο και των δικτύων παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Στην συνέχεια, και στο ίδιο κεφάλαιο, δίνεται μια περιγραφή της τρέχουσας κατάστασης διανομής ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα και στην Ευρώπη. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται διερεύνηση του κόστους του ηλεκτρικού ρεύματος με την βοήθεια τριών βημάτων. Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου δίνονται οι βασικές έννοιες της κοστολόγησης και της ελαστικότητας της τιμής. Στην συνέχεια γίνεται συγκεκριμένη αναφορά στην κοστολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος και τέλος γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ζήτηση και την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος με κέντρο ενδιαφέροντος την Ελλάδα. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα, ο σκοπός της έρευνας, ενώ παρέχεται και λεπτομερής περιγραφή των μεθόδων ανάλυσης. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας και στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των συμπερασμάτων της εργασίας και η σύγκριση τους με άλλες έρευνες.

# Κεφάλαιο 1

## Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

### 1.1. Η σημασία του ηλεκτρικού ρεύματος στους ανθρώπους

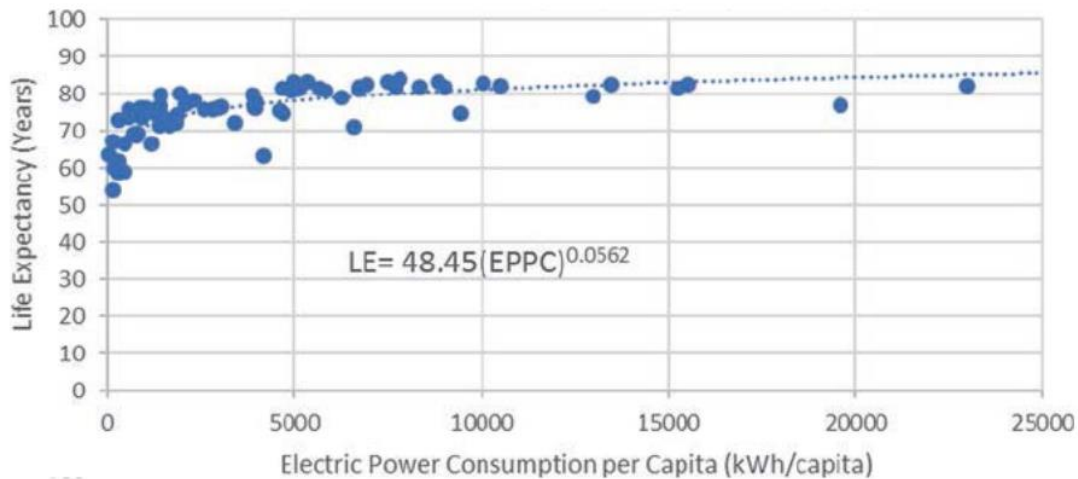
Η ανθρωπότητα στις απαρχές της βασίστηκε στη φωτιά για την παροχή φωτός, θερμότητας και μαγειρέματος. Πριν από τη βιομηχανική επανάσταση, οι άνθρωποι δούλευαν με δύο μόνο μορφές ενέργειας. Η μηχανική ισχύς και η κίνηση προήλθαν από την αξιοποίηση της φυσικής κίνησης του ανέμου και του νερού και τη μυϊκή δύναμη των ζώων και των ανθρώπων. Η προ-βιομηχανική τεχνολογία ήταν ικανή να συλλάβει την κινητική ενέργεια και να την ανακατευθύνει ή να πολλαπλασιάσει τη δύναμή της μέσω απλών μηχανών όπως γρανάζια και τροχαλίες. Για παράδειγμα οι ανεμόμυλοι και οι νερόμυλοι χρησιμοποιούσαν αυτές τις δυνατότητες για να αλέσουν σιτάρι, ξύλο πριονιού κ.λπ. Παρόλα αυτά δεν υπήρχαν μέσα που ήταν ικανά να μετατρέψουν την κινητική ενέργεια σε άλλες μορφές, όπως θερμότητα ή φως. Επιπλέον, η μηχανική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί με πρακτικό τρόπο και μπορεί να μεταδοθεί μόνο μέσω ιμάντων ή αλυσίδων, οι οποίες λειτουργούν μόνο σε πολύ μικρές αποστάσεις π.χ. μέσα σε ένα κτίριο. Χωρίς πρακτική αποθήκευση ή μετάδοση, η μηχανική ισχύς έπρεπε να εφαρμοστεί επί τόπου. Για παράδειγμα οι νερόμυλοι πρέπει να βρίσκονται στον ποταμό. Ανεμόμυλοι στρέφονται μόνο όταν φυσάει ο άνεμος. Επίσης οι πηγές ενέργειας ήταν περιορισμένες και δεν υπήρχε τρόπος για τον έλεγχο της παροχής τους, για παράδειγμα δεν υπάρχει σχεδόν κανένας τρόπος να αυξηθεί η δύναμη ενός ποταμού ή να συγκεντρωθεί περισσότερος άνεμος (Jonnes, 2003; Rhodes, 2018).

Το φως και η θερμότητα, κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, προήλθαν από την καύση φυσικών καυσίμων, όπως ξύλο, άνθρακας, ή λίπη και λάδια από ζώα ή φυτά π.χ. κεριά. Σε σύγκριση με τη μηχανική ισχύ, η ενεργειακή απόδοση του καυσίμου είχε πλεονεκτήματα όπως την άμεση συλλογή και αποθήκευση τους. Με αυτό τον τρόπο η παραγωγή φωτός και θερμότητας ήταν πιο εύκολη σε σύγκριση με τη μηχανική ισχύ, υπήρχαν άφθονες πηγές καυσίμων και η ικανότητα αποθήκευσης και μεταφοράς. Η μόνη αδυναμία της χρήσης του καυσίμου ήταν η μετατροπή τους σε οποιαδήποτε άλλη μορφή - ιδιαίτερα σε μηχανική ενέργεια. Αυτή η μετατροπή κατέστη δυνατή με την ατμομηχανή καθώς ο ατμός εγκαινίασε την ενεργειακή επανάσταση γνωστή και ως Βιομηχανική Επανάσταση. Επιτρέποντας τη θερμότητα να μετατραπεί σε κίνηση, η

ατμομηχανή συνέδεσε αυτές τις δύο μορφές ενέργειας και έφερε όλα τα πλεονεκτήματα της ενέργειας καυσίμου σε εφαρμογές που απαιτούσαν μηχανική ισχύ. Με τον ατμό, η μηχανική ενέργεια ήταν πλέον άφθονη, αξιόπιστη και έτοιμη για χρήση οποιαδήποτε στιγμή ή μέρος (Jonnes, 2003; Rhodes, 2018).

Σήμερα, όλες αυτές οι ανάγκες θεωρούνται αυτονόητες στα πλαίσια μιας φυσιολογική ζωής. Πλέον με το πάτημα ενός διακόπτη ή ενός κουμπιού μπορούμε να έχουμε άμεση ισχύ σε πολλές μορφές (θέρμανση, φωτισμός, κίνηση, λειτουργία κλπ.). Η ηλεκτρική ενέργεια παίζει τεράστιο ρόλο στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων όλου του πλανήτη. Είτε είναι στο σπίτι, στο σχολείο, στο τοπικό εμπορικό κέντρο ή στο χώρο εργασίας, οι καθημερινές συνήθειες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό (εάν όχι εξ ολοκλήρου) στη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Από την πρώτη στιγμή το πρωί μέχρι το βράδυ, η καθημερινή ζωή ενός ανθρώπου βασίζεται στην ηλεκτρική ενέργεια. Για παράδειγμα, ο συναγερμός του σπιτιού, το φως στην κρεβατοκάμαρα, το ζεστό ντους, η παρασκευή του πρωινού και άλλες τόσες μικρές ενέργειες που πλέον θεωρούνται αυτονόητες στην ζωή ενός ανθρώπου εξαρτώνται αποκλειστικά και μόνο από την παροχή ρεύματος. Η ηλεκτρική ενέργεια δεν παίζει μόνο σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή στο σπίτι, αλλά είναι εξαιρετικά σημαντική για την λειτουργία σχεδόν όλων των παροχών και αλληλεπιδράσεων της καθημερινότητας όπως η βιομηχανία η επικοινωνία η μετακίνηση κ.λπ. (Zohuri, 2016).

Ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης (ΔΑΑ) ή Human Development Index (HDI) δημιουργήθηκε για να τονίσει ότι οι άνθρωποι και οι ικανότητές τους πρέπει να είναι τα απόλυτα κριτήρια για την αξιολόγηση της ανάπτυξης μιας χώρας και όχι μόνο της οικονομικής ανάπτυξης. Ο ΔΑΑ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αμφισβητήσει τις εθνικές πολιτικές επιλογές, ρωτώντας πώς δύο χώρες με το ίδιο επίπεδο κατά κεφαλήν ΑΕΠ παρουσιάζουν επίπεδα διαβίωσης των πολιτών τους (UNDP, 2021). Σύμφωνα με τον Zohuri, (2016) υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του δείκτη ΔΑΑ όπως αυτός εκφράζεται από το προσδόκιμο ζωής και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην εικόνα 1.1 και έδειξε ότι κάτω από 5000 kWh ανά έτος κατά κεφαλήν ο συσχετισμός είναι ισχυρός, ενώ πάνω από 5000 kWh ανά έτος κατά κεφαλήν, δεν είναι τόσο ισχυρός, αλλά εξακολουθεί να υπάρχει.



*Εικόνα 1.1. Προσδόκιμο ζωής σε σχέση με την κατά κεφαλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Πηγή: Zohuri, 2016).*

## **1.2. Σύντομη επισκόπηση της εμπορικής ανάπτυξης της ηλεκτρικής ενέργειας (Creti & Fontini, 2019)**

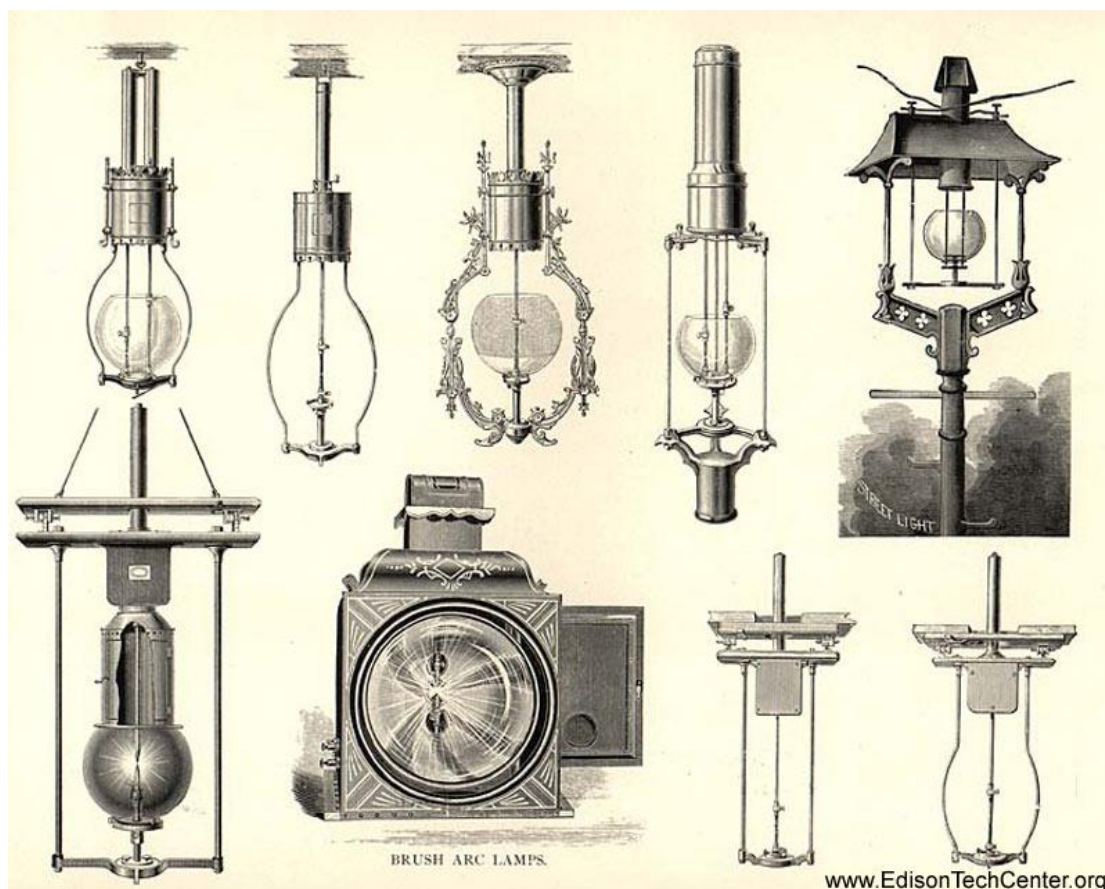
Η εμπορική χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ξεκίνησε τον 19ο αιώνα. Χρησιμοποιείται ακόμη ευρέως σήμερα και πιθανότατα θα συνεχιστεί στο μέλλον. Η εποχή της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως ονομάστηκε, καλλιεργήθηκε, υποστηρίχθηκε και αναπτύχθηκε από μεγάλο αριθμό επιστημονικών ανακαλύψεων και τεχνολογικών εξελίξεων. Ουσιαστικά υπήρξαν τρεις κύριες αιτίες που για τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο (Everett et al., 2011):

- 1) Ο ηλεκτρικός φωτισμός.
- 2) Η ανάπτυξη και χρήση ηλεκτρικών κινητήρων και
- 3) Η φορητότητα της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της ανάπτυξης και χρήσης μπαταριών και της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας για υπηρεσίες μεταφοράς.

### **1.2.1 Ηλεκτρικός φωτισμός**

Η ανάγκη για φωτισμό, όταν δεν υπάρχει ηλιακό φως (όπως συμβαίνει κατά τη διάρκεια της νύχτας ή σε κλειστά δωμάτια) ήταν ανέκαθεν ανθρώπινη ανάγκη, γενικά αντιμετωπισμένη με την καύση κάποιου φυσικού ή ορυκτέλαιου. Ωστόσο, αυτό είχε τα μειονεκτήματά του όσον αφορά τις μεγάλες εξωτερικές επιδράσεις (καπνός, κίνδυνος) και κυρίως το υψηλό κόστος, λόγω της περιορισμένης αποδοτικότητας του φωτισμού μέσω της καύσης. Τον 19ο αιώνα, ο δημόσιος φωτισμός άρχισε να αναπτύσσεται μέσω

φωτισμού άνθρακα και φυσικού αερίου, ακολουθούμενος από λαμπτήρες τόξου άνθρακα<sup>1</sup> (εικόνα 1.2) που θα χρησιμοποιούσαν ηλεκτρισμό για την παροχή φωτισμού.



Εικόνα 1.2. Λάμπες τόξου άνθρακα (Πηγή: <https://edisontechcenter.org/ArcLamps.html>)

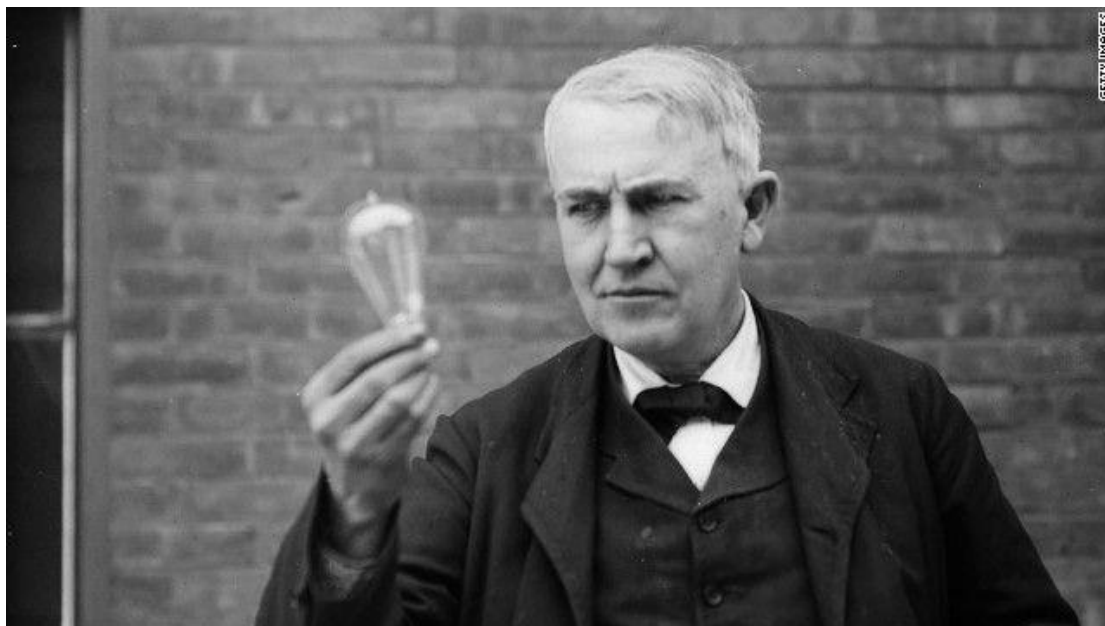
Και πάλι, αυτό ήταν αρκετά ακριβό και η διαχείριση και η λειτουργία του ήταν εξαιρετικά απαιτητική. Η κρίσιμη εξέλιξη αποδείχθηκε η εισαγωγή, από τον Thomas Edison<sup>2</sup> (εικόνα 1.3), του λαμπτήρα πυρακτώσεως, ο οποίος ήταν πολύ πιο αξιόπιστος, κράτησε περισσότερο και ήταν πολύ πιο ευέλικτος από τους λαμπτήρες τόξου άνθρακα. Αν και στην αρχή η χρήση του γινόταν από πλούσιους ανθρώπους οι τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν τεράστιες μειώσεις κόστους. Έτσι, μετά την

---

<sup>1</sup> Ένας λαμπτήρας τόξου άνθρακα είναι ένας λαμπτήρας που παράγει φως από ένα ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των ηλεκτροδίων άνθρακα στον αέρα. Εφευρέθηκε από τον Humphry στην αρχή του 1800, και εμπορευματοποιήθηκε γύρω στο 1870. Είναι η βάση των σύγχρονων λαμπτήρων φθορισμού.

<sup>2</sup> Ο Thomas Alva Edison ήταν Αμερικανός επιχειρηματίας και εφευρέτης. Ανέπτυξε, μεταξύ άλλων τον φωνογράφο, την κάμερα και την λάμπα πυρακτώσεως. Θεωρείται ένας από τους μεγαλύτερους Αμερικανούς εφευρέτες και ίδρυσε επίσης την General Electric Company, που εξακολουθεί να είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες στον κόσμο.

εισαγωγή της στην αγορά, σε μόλις τρία χρόνια το κόστος των λαμπτήρων μειώθηκε κατά περισσότερο από 90%.



*Εικόνα 1.3. Thomas Edison (Πηγή: <https://gr.pinterest.com/pin/27866091415291154/>)*

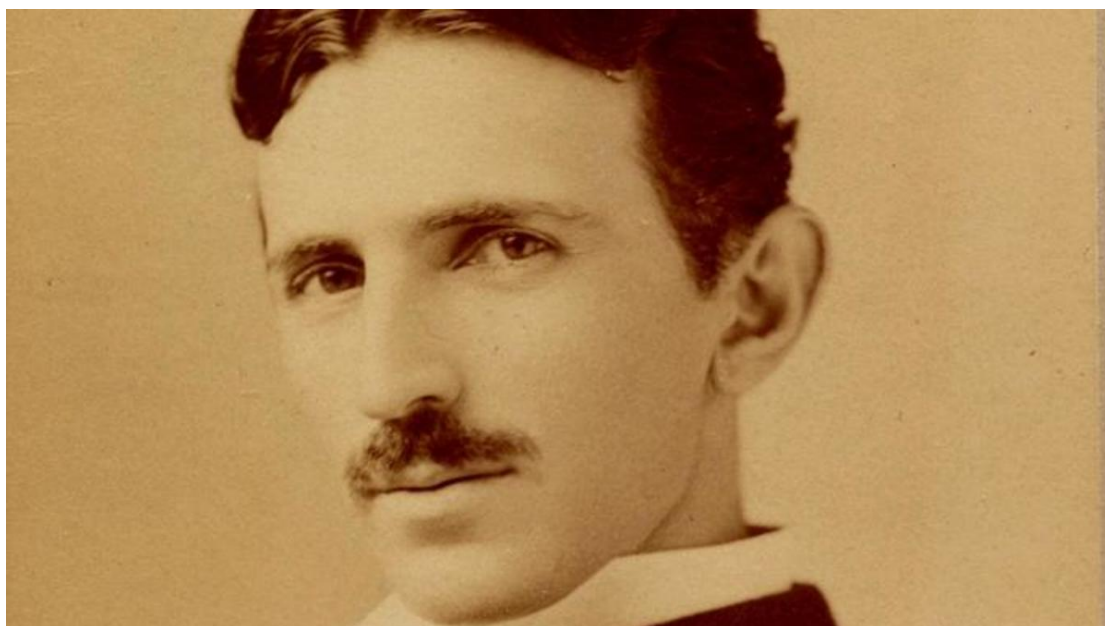
Η εξάπλωση του ηλεκτρικού φωτισμού είχε μια δραματική συνέπεια, επέτρεψε σε πολλούς ανθρώπους μεταξύ των εργατικών τάξεων και ακόμη και των φτωχών να απαλλαγούν από τον περιορισμό της ημέρας-νύχτας και μείωσε τους κινδύνους ατυχημάτων αλλά και υγειονομικούς κινδύνους. Από οικονομικής άποψης, ώθησε την παραγωγικότητα της εργασίας και αύξησε την ευημερία. Είχε μια άλλη συνέπεια, η οποία είναι εξαιρετικά σημαντική για την εξέλιξη των ηλεκτρικών συστημάτων. Η προσθήκη νέων πελατών δημιούργησε νέες αγορές, καθώς ήταν πολύ φθηνότερο να εξυπηρετούν νέες προσθήκες λαμπτήρων επεκτείνοντας τα υπάρχοντα κυκλώματα ηλεκτρικής ενέργειας που εξυπηρετούνται από ορισμένους σταθμούς παραγωγής ενέργειας. Αυτή ήταν και η απαρχή της αλυσίδας εφοδιασμού του ηλεκτρικού συστήματος (δικτύου). Η λυχνία φωτός είναι το απλούστερο παράδειγμα αντίστασης σε κύκλωμα συνεχούς ρεύματος ή DC. Ο Edison ήταν υπέρ της χρήσης λαμπτήρων σε συνεχές ρεύμα DC, αλλά σύντομα αντικαταστάθηκε από συστήματα εναλλασσόμενου ρεύματος ή AC, που εφευρέθηκαν από τον Nikola Tesla<sup>3</sup> (Εικόνα 1.4) και

---

<sup>3</sup> Nikola Tesla (ήταν Σέρβος εφευρέτης, μηχανικός και ηλεκτρολόγος μηχανικός που μετανάστευσε στις Ηνωμένες Πολιτείες. Πραγματοποίησε αρκετές θεμελιώδεις μελέτες για την ηλεκτρική ενέργεια και τον ηλεκτρομαγνητισμό, και ανέπτυξε διπλώματα ευρεσιτεχνίας. Συγκεκριμένα, πρωτοστάτησε στην έρευνα και ανάπτυξη των κινητήρων AC και του πολυφασικού AC συστήματα που τελικά παραχώρησε άδεια στην Westinghouse Electric Corporation.



αναπτύχθηκε από την Westinghouse Electric Corporation μαζί με την εξάπλωση του ηλεκτρικού κινητήρα.



*Εικόνα 1.4. Nicolas Tesla (Πηγή: <https://www.history.com/news/9-things-you-may-not-know-about-nikola-tesla>)*

### **1.2.2. Ηλεκτρικός κινητήρας.**

Ο ηλεκτρικός κινητήρας αναστρέφει το σχήμα που χρησιμοποιείται στις γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και μετατρέπει την περιστρεφόμενη ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας είτε συνεχές είτε εναλλασσόμενο ρεύμα. Ο Tesla έδειξε πώς να χρησιμοποιεί εναλλασσόμενο ρεύμα σε ηλεκτρικό κινητήρα και έθεσε τα θεμέλια για τη χρήση του τριφασικού εναλλασσόμενου ρεύματος σε ηλεκτρικούς κινητήρες, το οποίο είναι το πρότυπο που συνεχίζει να χρησιμοποιείται σήμερα. Το κρίσιμο στοιχείο ήταν η υψηλή απόδοση της μετατροπής ενέργειας, που σε τριφασικούς κινητήρες AC μπορεί να φτάσει έως και το 90%. Αυτό οδήγησε στην ευρεία χρήση τους στα εργοστάσια. Μια φτηνή και εύλικτη πηγή ενέργειας ήταν διαθέσιμη για χρήση στη βιομηχανία κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, τη μηχανική, τη μεταποίηση και παρόμοιες βιομηχανίες. Επιπλέον, όταν το παρεχόμενο ρεύμα είναι εναλλασσόμενο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με την παραλαβή οποιασδήποτε από τις τρεις φάσεις σε μικρούς ηλεκτρικούς κινητήρες, οι οποίοι, ήταν λιγότερο αποδοτικοί από αυτούς των τριών φάσεων αλλά παρείχαν φτηνή ενέργεια για τη μηχανική και τη μηχανογράφηση ορισμένων εργασιών που μέχρι τώρα χρησιμοποιούσαν ανθρώπινη εργασία. Αυτή ήταν η αρχή της ευρείας διάδοσης

οικιακών χρήσεων των ηλεκτρικών κινητήρων για ψύξη (ψυγεία), πλύσιμο και παρόμοιες εφαρμογές. Η ανάπτυξη του ηλεκτρικού κινητήρα συνέβη με την εξάπλωση των συστημάτων AC. Και τα δύο συστήματα DC και AC είχαν αρκετά πλεονεκτήματα: το πρώτο ήταν αρκετά εύκαμπτο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με φώτα λαμπτήρων και μπορεί να υποστηρίζεται από μπαταρίες. Το δεύτερο ήταν αρκετά ισχυρό για να παρέχει ενέργεια στους κινητήρες και θα μπορούσε ακόμα να χρησιμοποιηθεί για φωτισμό. Αν και πιο περίπλοκο το σύστημα AC επικράτησε έναντι του συστήματος DC λόγω των πλεονεκτημάτων του σε ισχύ και ευκολία μεταφοράς σε μεγάλες αποστάσεις.

### **1.2.3. Υπηρεσίες μεταφοράς και αποθήκευσης ηλεκτρικού ρεύματος.**

Μια άλλη θεμελιώδης ώθηση στη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας προήλθε από την ανάπτυξη μπαταριών και ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για υπηρεσίες μεταφοράς, οι οποίες θα ωφεληθούν από την ανάπτυξη μπαταριών (καθώς και από την εξάπλωση των ηλεκτρικών συστημάτων). Πράγματι, οι μπαταρίες θα μπορούσαν να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια που θα μπορούσε να μεταφερθεί και να χρησιμοποιηθεί όπου χρειάζεται. Αυτό αποδείχθηκε εξαιρετικά χρήσιμο για τον κλάδο των επικοινωνιών της εποχής δηλαδή τον τηλεγράφο, ο οποίος δημιουργήθηκε μετά την εκμετάλλευση των ανακαλύψεων και των καινοτομιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρομαγνητισμό και τις χρήσεις του. Επιπλέον, έγινε φανερό ότι οι μπαταρίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας (DC), αλλά και για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας όταν παράγεται, μετατρέποντας την ηλεκτρική ενέργεια σε χημική ενέργεια. Αυτό ενίσχυσε την ανάπτυξη οχημάτων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια ως πηγή ενέργειας. Στο τέλος του δέκατου ένατου αιώνα, τα περισσότερα οχήματα που δεν αξιοποιούσαν τη δύναμη των ζώων τροφοδοτούνταν από μπαταρίες. Παρόλο που τα αυτοκίνητα αργότερα αντικαταστάθηκαν σε μεγάλο βαθμό από οχήματα που κινούνται με κινητήρες εσωτερικής καύσης, αυτό δεν συνέβη για ορισμένα μεγάλα οχήματα μεταφοράς, όπως τα τρένα. Έτσι για οχήματα για τα οποία ο χώρος αποθήκευσης δεν ήταν ζήτημα ή για τα οποία ήταν οικονομικά βολικό μέσα από ένα σταθερό ηλεκτρικό κύκλωμα, δηλαδή για εκείνα τα οχήματα που έχουν σχεδιαστεί να κινούνται κατά μήκος μίας σταθερής τροχιάς, ήταν βολικό να χρησιμοποιείται ο ηλεκτρικός κινητήρας, ακόμη και με γέφυρα μπαταριών. Έτσι, αναπτύχθηκαν μέσα μαζικής μεταφοράς, όπως

τα τραμ, τα οποία ήταν λιγότερο επιβαρυντικά στο περιβάλλον (λιγότερος καπνός, λιγότερη βρωμιά), ήταν πιο ευέλικτα (λιγότερος χρόνος για θέρμανση και χρήση), συνεπαγόταν χαμηλότερο κόστος συντήρησης και ήταν ασφαλέστερα από αυτά που χρησιμοποιούν ζώα ή κινητήρες εξωτερικής καύσης εκείνης της εποχής. Θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλες υπόγειες σήραγγες, ενισχύοντας έτσι τη χρήση και την ανάπτυξη των πρώτων υπόγειων συστημάτων. Συνέχισαν να χρησιμοποιούνται ακόμη και όταν οι κινητήρες εσωτερικής καύσης άρχισαν να αντικαθιστούν ηλεκτρικά οχήματα, ακόμη και με τη μορφή υβριδικών οχημάτων. Πράγματι, τα υβριδικά οχήματα χρησιμοποιήθηκαν ευρέως από τις πρώτες μέρες της δημόσιας συγκοινωνίας όπως τα τρένα ντίζελ ή τα υποβρύχια που χρησιμοποιούσαν κινητήρες εσωτερικής καύσης για τη φόρτιση μπαταριών που παρέχουν ενέργεια σε έναν ηλεκτρικό κινητήρα.

### **1.3 Η εξέλιξη της διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος (Harris, 2006)**

Οι πρώτες μέρες της ανάπτυξης της Βιομηχανίας Παροχής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΒΠΗΕ) ξεκίνησαν με πειραματικές εφαρμογές όπως για παράδειγμα ο φωτισμός της όπερας στο Παρίσι το 1844 με λαμπτήρες τόξου όμως η ανάπτυξη του δημόσιου φωτισμού πυρακτώσεως που χρησιμοποιεί ως πηγή σταθμούς παραγωγής ενέργειας ήταν το σημείο αναφοράς για την ανάπτυξη της ΒΠΗΕ. Η ανάπτυξη κατά τα πρώτα 15 χρόνια ήταν ταχεία, όπως παρουσιάζεται και στην συνέχεια

1878 Δημιουργία λαμπτήρα πυρακτώσεως από τον Swan στο Ηνωμένο Βασίλειο

1878 Φωτισμός των δρόμων στο Παρίσι

1879 Δημιουργία λαμπτήρα πυρακτώσεως μακράς διάρκειας από τους Edison και Jehl στις ΗΠΑ

1881 Άνοιγμα σταθμού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος Godalming στο Ηνωμένο Βασίλειο

1882 Άνοιγμα του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος Pearl Street στις ΗΠΑ

1882 Πρώτες γραμμές μετάδοσης στη Γερμανία (2400v DC, 59 χμ.)

1883 Σταθμός παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος Holborn στο Ηνωμένο Βασίλειο

1885 Εμπορικά πρακτικός μετασχηματιστής (William Stanley)

1885 Υδροηλεκτρικός σταθμός και μετάδοση 56χμ. στη Γαλλία

1885 Δημόσια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στη Νορβηγία

1887 Εσωτερικός φωτισμός στο Lloyds Bank, Λονδίνο ΗΒ

- 1887–9 Μετάδοση εναλλασσόμενου ρεύματος υψηλής τάσης στο Deptford, ΗΒ
- 1887 Δημόσια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στην Ιαπωνία
- 1889 Μονοφασική μετάδοση εναλλασσόμενου ρεύματος (4 kV, 21 km) Πόρτλαντ Όρεγκον, ΗΠΑ
- 1893 Τριφασική μετάδοση AC (12 kV, 179 χμ) Γερμανία
- 1894 Γεννήτριες χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία αντλιών κινητήρα σε ορυχεία στη Μαλαισία
- 1895 Δημόσια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στην Αυστραλία

Κεντρικό στοιχείο σχεδόν όλων των πτυχών της ηλεκτρικής ενέργειας είναι το ζήτημα της αποθήκευσης. Ενώ τα περισσότερα εμπορεύματα μπορούν να ακολουθήσουν τις εναλλαγές παραγωγής και ζήτησης προσθέτοντας στο απόθεμα σε περίπτωση έλλειψης και αποσύροντας από το απόθεμα σε περίπτωση πλεονάσματος, αυτό δεν μπορεί να γίνει για ηλεκτρική ενέργεια. Αν και υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που ισοδυναμούν με αποθήκευση, προς το παρόν μπορούμε να υποθέσουμε ότι η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να καταναλώνεται καθώς παράγεται.

Τα βασικά στάδια του κύκλου ζωής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι

- (i) προμήθεια ενέργειας ·
- (ii) παραγωγή ενέργειας ·
- (iii) μεταφορά δικτύου, χωρισμένη σε υψηλή και χαμηλή τάση ·
- (iv) διαχείριση εφοδιασμού ·
- (v) κατανάλωση.

Υπάρχουν επιπλέον τρεις βασικές δραστηριότητες που μπορούν να θεωρηθούν μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού, καθώς κάθε megawatt (MW) ηλεκτρικής ενέργειας που διέρχεται από το δίκτυο διέρχεται από αυτές. Αυτές είναι:

- (vi) λειτουργία συστήματος ·
- (vii) λειτουργία της αγοράς ·
- (viii) μέτρηση.

Και τέλος, κάτι που δεν μπορεί να αγνοηθεί, που είναι:

- (ix) διάθεση και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

### **Προμήθεια ενέργειας-**

Ξεκινώντας από την πηγή ενέργειας, ένα φυσικό περιουσιακό στοιχείο υπό (αρχικά) κοινή ιδιοκτησία πρέπει να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η πηγή μπορεί να είναι υπόγεια (π.χ. πυρηνικά ή ορυκτά καύσιμα), να συλλέγονται ανανεώσιμα (π.χ. ενεργειακές καλλιέργειες) ή να φθάνουν φυσικά (π.χ. αέρας και νερό). Η δραστηριότητα προμήθειας μπορεί να απαιτεί πολλές δραστηριότητες μετά την αρχική συγκέντρωση, όπως επεξεργασία και διύλιση, και στη συνέχεια παράδοση στον σταθμό παραγωγής ενέργειας. Τα πολιτικά οικονομικά της εξόρυξης φυσικών πόρων έχουν επεξεργαστεί τα τελευταία πέντε χιλιάδες χρόνια, με την επικρατούσα απάντηση στα τέλη του 20ού αιώνα να ακολουθεί την ίδια επικρατούσα πολιτική ιδεολογία που καθοδηγεί τις ΒΠΠΕ<sup>4</sup>.

### **Παραγωγή ενέργειας**

Παραγωγή ενέργειας είναι η διαδικασία με την οποία μια επιτόπια παροχή ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και παραδίδεται στην υποδομή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ή απευθείας σε φορτίο «υποδοχής». Για να παραδοθεί στην υποδομή απαιτείται υψηλός βαθμός ελέγχου του ηλεκτρικού προϊόντος (για παράδειγμα, συγχρονισμός, ικανότητα μεταβολής του φορτίου για παροχή και όχι κατανάλωση αποθεματικού, σταθερότητα τάσης). Για την παραγωγή ενέργειας, απαιτείται όχι μόνο πηγή ενέργειας, αλλά ορθή φυσική και οικονομική πρόσβαση στην υποδομή της πηγής ενέργειας που μπορεί να περιλαμβάνει αγωγούς π.χ. φυσικό αέριο, σιδηροδρομικές μεταφορές π.χ. λιγνίτης, λιμένες π.χ. μεταφορά πετρελαίου κ.α.. Ομοίως, η παραγωγή ενέργειας θα πρέπει να παρέχει δίκαιη φυσική και οικονομική πρόσβαση στον καταναλωτή. Αυτή μπορεί να είναι περιορισμένη, λόγω γεωγραφικής απόστασης, ή και εμποδίων λόγω κανονισμών, νόμων και τοπικών παραγόντων π.χ. μη πρόσβαση λόγω διατήρησης του φυσικού τοπίου, αρχαιοτήτων κλπ.

### **Μεταφορά**

Η παροχή και διανομή ισχύος συνεπάγεται εκτεταμένη και πιθανώς παρεμβατική απαίτηση πρόσβασης στον φυσικό εξοπλισμό πυλώνων, γραμμών μεταφοράς και διανομής, μετασηματιστών και άλλου εξοπλισμού, και η παρουσία τους μπορεί να έχει σημαντική επίδραση όσον αφορά της περιβαλλοντική παρέμβαση. Αυτό απαιτεί

---

<sup>4</sup> Η βιομηχανία εξόρυξης δεν άλλαξε με την επιβολή της πολιτικής ιδεολογίας της ελεύθερης αγοράς, χρησιμοποιώντας εσωτερική χρηματοδότηση, εξοπλισμό και τεχνολογία, καθώς οι πόροι αντιμετωπίζονται ως εθνικό περιουσιακό στοιχείο και εξάγονται μόνο από δημόσιες εταιρείες.

δικαιώματα ιδιοκτησίας ή/και εκμετάλλευσης που μπορούν να αποκτηθούν μόνο με την υποστήριξη των τοπικών κοινοτήτων ή/και εθνικών κυβερνήσεων. Η μεταφορά του ρεύματος αποτελεί μονοπώλιο και επομένως υπόκειται σε ρυθμιζόμενες τιμές.

### **Διαχείριση εφοδιασμού**

Ουσιαστικά πρόκειται για ένα μαζικό προϊόν του οποίου η πώληση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που θα εξεταστούν στο επόμενο κεφάλαιο και εμπεριέχει και το στοιχείο της τυχαιότητας. Οι καταναλωτές πληρώνουν μια τιμή στους προμηθευτές για το παραδοθέν προϊόν και οι προμηθευτές τακτοποιούν τα πάντα.

### **Λειτουργία συστήματος**

Η λειτουργία του συστήματος αφορά την διαχείριση του συστήματος, ιδιαίτερα βραχυπρόθεσμα (λιγότερο από μία ημέρα). Λόγω της ανάγκης η παραγωγή και ζήτηση να ταιριάζουν τέλεια και συνεχώς (με ανάλυση κλασμάτων του δευτερολέπτου), τότε βραχυπρόθεσμα δεν υπάρχει χρόνος για μεταβολές π.χ. στον ρυθμό παροχής, και ένας διαχειριστής συστήματος πρέπει ενεργεί ανάλογα.

### **Εμπορική αγορά**

Στις πιο ώριμες αγορές, η ηλεκτρική ενέργεια διατίθεται πολλές φορές από την αρχική παραγωγή έως την τελική παράδοση του καταναλωτή.

### **Λειτουργία αγοράς**

Η λειτουργία της αγοράς περιλαμβάνει τις ρυθμίσεις για την εμπορία ενέργειας και χωρητικότητας μεταξύ των συμμετεχόντων και του διαχειριστή του συστήματος και τον συντονισμό των ρυθμίσεων μεταξύ των συμμετεχόντων.

### **Μέτρηση**

Ενώ το κόστος αφορά όλα τα σημεία της αλυσίδας εφοδιασμού, υπάρχει μόνο μία πηγή εσόδων - ο καταναλωτής. Για να πληρώσει για την ηλεκτρική ενέργεια, ο καταναλωτής πρέπει να έχει μια οριστική τιμή και το ποσό που πρέπει να πληρώσει. Ο μετρητής είναι σαφώς η πηγή πληροφόρησης για την κατανάλωση, αλλά στην πράξη οι διαδικασίες είναι πιο περίπλοκες. Ως εκ τούτου, θεωρούμε τη μέτρηση ένα σημαντικό και ξεχωριστό μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού η οποία αναλύεται εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.

## **Απόρριψη και περιβαλλοντικές επιπτώσεις**

Αυτό μπορεί διαφορετικά να θεωρηθεί ως το τελευταίο στάδιο του κύκλου ζωής της ηλεκτρικής ενέργειας, ένα υποπροϊόν της παραγωγής ηλεκτρικής. Ενώ ο αντίκτυπος εμφανίζεται κυρίως στον τομέα της παραγωγής, μεταφέρεται αναπόφευκτα και στην κατανάλωση αυξάνοντας έμμεσα ή άμεσα την τιμή του προϊόντος.

## **1.4. Ανάπτυξη, δομή, συντονισμός και νομοθεσία της ΒΠΗΕ**

### **1.4.1 Στην Ευρώπη**

#### **ΗΒ**

Η πρόωγη ανάπτυξη από το 1880 ήταν γρήγορη, αλλά ο συντονισμός της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας χρειάστηκε περισσότερο χρόνο. Για παράδειγμα, πριν από την εθνικοποίηση στην Αγγλία και την Ουαλία το 1947–8, υπήρχαν 600 ξεχωριστές επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας με βάση πάνω από 400 σταθμούς παραγωγής. Το Κεντρικό Συμβούλιο Ηλεκτρισμού ιδρύθηκε αρχικά ως νόμιμη εταιρεία όπως η British Broadcasting Corporation, και όχι ως εθνικοποιημένη βιομηχανία, αλλά ακόμη και λίγο πριν από την ιδιωτικοποίηση, μόνο τα δύο πέμπτα των 569 επιχειρήσεων διανομής προμήθευαν απευθείας από το δίκτυο. Κατά την εθνικοποίηση το 1947, η Βρετανική Αρχή Ηλεκτρισμού περιλάμβανε ανεξάρτητα διοικητικά συμβούλια, υπεύθυνα για όλα εκτός από τη μετάδοση. Οι πράξεις του Κοινοβουλίου ψηφίστηκαν για τη διευκόλυνση των νεοεισερχόμενων, αλλά η πραγματικότητα στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν ότι ένας μικρός νεοεισερχόμενος οργανισμός δεν μπορούσε να ξεπεράσει τα εμπόδια εισόδου ή να αποκτήσει δίκαιη πρόσβαση στους πελάτες. Μόνο η δημιουργία μεγάλων νέων παικτών από το εθνικό μονοπώλιο θα μπορούσε να επιτύχει αλλαγή με τον επιθυμητό ρυθμό. Η βιομηχανία ξεκίνησε την ιδιωτικοποίηση το 1995 και έκτοτε γνώρισε κατακερματισμό ακολουθούμενη από κάποια ενοποίηση και κάθετη ολοκλήρωση των επιχειρήσεων προμήθειας με επιχειρήσεις παραγωγής (Harris, 2006).

#### **Γαλλία**

Η πρώτη βιομηχανική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Γαλλία έγινε από υδροηλεκτρική ενέργεια στις Άλπεις και χρησιμοποιήθηκε για ηλεκτροχημεία, δημόσιες συγκοινωνίες και φωτισμό. Οι υδροηλεκτρικές πηγές εθνικοποιήθηκαν τη δεκαετία του 1920, το εθνικό δίκτυο σχηματίστηκε το 1936 και από την εθνικοποίηση

το 1946 σχηματίστηκε Electricité de France<sup>5</sup> (EDF). Η EDF, ο «εθνικός πρωταθλητής» παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος στην Γαλλία ξεκίνησε το γαλλικό πυρηνικό πρόγραμμα στη δεκαετία του 1970, με αποκορύφωμα τις σημαντικές εξαγωγές ενέργειας και ένα πρόγραμμα διεθνούς εξαγοράς. Στη Γαλλία, όπως σχεδόν σε όλα τα μοντέρνα συστήματα ΒΠΗΕ, υπάρχει ιδιωτική πρωτοβουλία. Το πολιτικό μοντέλο στη Γαλλία είναι το «κοινωνικό συμβόλαιο» στο οποίο η EDF δεσμεύεται για τεχνικές και οικονομικές αποδόσεις. Η ιδιωτικοποίηση της EDF ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2005 με προσφορά μετοχών 15% των μετοχών της (Harris, 2006).

## Γερμανία

Η ανάπτυξη της ΒΠΗΕ στη Γερμανία ήταν πολύ διαφορετική από αυτήν της Μεγάλης Βρετανίας και της Γαλλίας. Λίγο μετά τη γέννηση της ΒΠΗΕ το 1878 στη Βρετανία και την Αμερική, η Γερμανία πήρε το προβάδισμα και πρωτοπορούσε μέχρι το 1913 (Hall, 1998); Hughes, 1993).. Το Βερολίνο ονομάστηκε Elektropolis (Hughes, 1993) από ορισμένους. Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας αναπτύχθηκαν από κατασκευαστές που ανήκουν στους μετόχους και είχαν λεπτομερείς συμβάσεις με τις πόλεις για την προμήθεια φωτός και ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες εκτελέστηκαν από το δικαστήριο της πολιτικής κυβέρνησης. Η παροχή αφορούσε καθολικές υπηρεσίες, οι τιμές καθορίστηκαν με κανονισμό και η υποχρεωτική αγορά από το κράτος προστατεύθηκε κατά καιρούς. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο και, στη συνέχεια, οι απαιτήσεις εξαγωγής άνθρακα βάσει συμφωνιών αποζημίωσης από τη συνθήκη των Βερσαλλιών, ώθησαν την ανάπτυξη της εξόρυξης λιγνίτη για ενέργεια και η κυβέρνηση σύναψε συμφωνίες αγοράς ενέργειας με ιδιωτικές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Οι περιφερειακές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας με ιδιωτικές και δημόσιες ιδιοκτησίες ενισχύθηκαν. Η εθνικοποίηση προβλεπόταν να δημιουργήσει ένα ενιαίο δίκτυο μετάδοσης, και ψηφίστηκε νόμος εθνικοποίησης το 1919. Ωστόσο, αυτό δεν εφαρμόστηκε ποτέ. Η έκταση της ιδιοκτησίας του κοινού μεριδίου αυξήθηκε, και το σύστημα σήμερα χωρίζεται σε πέντε διασυνδεδεμένες περιοχές ελέγχου, με τέσσερα κυρίαρχα κάθετα ολοκληρωμένα βοηθητικά προγράμματα. Οι δύο μεγαλύτερες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, η RWE<sup>6</sup> και η EON<sup>7</sup> ξεκίνησαν ένα πρόγραμμα διεθνούς εξαγοράς.

---

<sup>5</sup>Edf.fr

<sup>6</sup>Rwe.com

<sup>7</sup>Eon.com



#### 1.4.2. Στην Ελλάδα

Ο ελληνικός ενεργειακός τομέας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα, τα περισσότερα από τα οποία εισάγονται. Από το 2017, περίπου το 49% των ενεργειακών του αναγκών καλύπτεται μόνο από προϊόντα πετρελαίου. Αυτά τα προϊόντα πετρελαίου δεν χρησιμοποιούνται μόνο στον τομέα των μεταφορών, αλλά μετατρέπονται επίσης σε σχετικές ποσότητες σε ηλεκτρική ενέργεια. Συγκεκριμένα, τα μη διασυνδεδεμένα ελληνικά νησιά λαμβάνουν τον ηλεκτρισμό τους κυρίως από ανεπαρκείς και ακριβές γεννήτριες ντίζελ. Συνολικά, το επιπλέον κόστος που έπρεπε να ανακτηθεί το 2017 μέσω υποχρέωσης δημόσιας υπηρεσίας εκτιμάται σε περίπου 600 εκατ. € για την επιδότηση των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτές τις περιοχές. Το φυσικό αέριο, το οποίο πρέπει επίσης να εισαχθεί με σημαντικό κόστος, διαδραματίζει αυξανόμενο ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων. Οι εγχώριες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν λιγνίτη που αντιπροσώπευαν περίπου το 29% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2018, καθώς και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) όπως υδροηλεκτρική ενέργεια, αιολική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια και βιομάζα, οι οποίες αντιπροσώπευαν το 11,3%, 12, 4%, 7,5% και 0,6%, αντίστοιχα. Ένας εθνικός στόχος μεριδίου ΑΠΕ 20% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2020 είχε καθοριστεί βάσει του Νόμου 3851/2010, υπερβαίνοντας τον εθνικό στόχο του 18% σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28 / ΕΚ της ΕΕ. Το 2018 το μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας έφτασε το 18%, επιτυγχάνοντας έτσι τον στόχο ΑΠΕ σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28 / ΕΚ της ΕΕ για το 2020. Το μερίδιο των ΑΠΕ στην ηλεκτρική ενέργεια, στην τελική κατανάλωση για θέρμανση / ψύξη και στις μεταφορές είναι 26%, 30 % και 4% αντίστοιχα. Ειδικοί στόχοι για το μερίδιο ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (40%), το μερίδιο θέρμανσης και ψύξης ΑΠΕ (20%) και το μερίδιο μεταφοράς ΑΠΕ (10%) έχουν καθοριστεί προκειμένου να επιτευχθεί ο εθνικός στόχος ΑΠΕ έως το 2020.

Η διείσδυση των ΑΠΕ για θέρμανση ήδη ανήλθε στο 30% το 2018 ξεπερνώντας ακόμη και τον αντίστοιχο ενδεικτικό στόχο του 20% έως το 2020. Ωστόσο, ο στόχος του 10% για ΑΠΕ στις μεταφορές απέχει ακόμη πολύ από την επίτευξη του μεριδίου ΑΠΕ 4% του 2018. Όσον αφορά τη διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, αναμφίβολα παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση, φτάνοντας το

26% έως το 2018. Νέοι φιλόδοξοι στόχοι έως το 2030 έχουν τεθεί από το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος (NECP) που εγκρίθηκε στα τέλη του 2019, συμπεριλαμβανομένων:

- 35% μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας
- 60% μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
- 40% μερίδιο ΑΠΕ στην τελική ενέργεια για θέρμανση και ψύξη
- Περισσότερο από 14% μερίδιο των ΑΠΕ στην τελική ενέργεια για μεταφορές
- Μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας κατά 38% σε σύγκριση με τις αντίστοιχες προβλέψεις του 2007
- Μείωση των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% σε σύγκριση με το 1990

Οι στόχοι αυτοί υποτίθεται ότι επιτυγχάνονται μέσω ενός συνδυασμού μέτρων για την ενεργειακή απόδοση και της μεγάλης κλίμακας διείσδυσης τεχνολογιών ΑΠΕ στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, της παροχής θερμότητας και των μεταφορών.

Σύμφωνα με τον Ανεξάρτητο Διαχειριστή Μεταφοράς Ισχύος (ΑΔΜΗΕ)<sup>8</sup>, η συνολική εγκατεστημένη χωρητικότητα στο ελληνικό διασυνδεδεμένο σύστημα στο τέλος του 2019 αντιπροσώπευε σχεδόν 18.450 MW, συμπεριλαμβανομένων 3.900 MW (23,5%) λιγνίτη, 4.980 MW φυσικού αερίου (27%), 3.170 Μεγάλη υδροηλεκτρική ισχύς (17%) και 6,503 MW ΑΠΕ και High efficiency Cogeneration of Heat and Power ή HECHP (34,2%). Η συνολική καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο ελληνικό σύστημα για το έτος 2018, σύμφωνα με το ΔΑΠΕΕΠ (Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης)<sup>9</sup>, ανήλθε σε σχεδόν 50,9 TWh και αναμένεται να φτάσει τα 52,4 TWh για το έτος 2020.

Οι περισσότεροι σταθμοί θερμικής ενέργειας θα μπορούσαν να θεωρηθούν αποσβεσμένοι, καθώς σχεδόν οι μισοί από αυτούς έχουν ολοκληρώσει περισσότερα από είκοσι χρόνια λειτουργίας. Στο πλαίσιο της νέας αναθεωρημένης κυβερνητικής στρατηγικής για το NECP (National Energy and power plans), έχει τεθεί στόχος για τη

---

<sup>8</sup> Admie.gr

<sup>9</sup> dapeep.gr

μείωση του μεριδίου του λιγνίτη στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή τη λεγόμενη σταδιακή κατάργηση του λιγνίτη, κλείνοντας όλους τους υπάρχοντες σταθμούς παραγωγής λιγνίτη έως το 2023 και θέτοντας ένα πλήρες τέλος στη χρήση λιγνίτη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα έως το 2028 (NECP, 2021).

Η Ελλάδα έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο στη διαφοροποίηση του μίγματος καυσίμων ηλεκτρικής ενέργειας, ειδικά στην ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία αυξήθηκε σχεδόν στο 31,7% της συνολικής παραγωγής για το έτος 2018, η οποία είναι μια εντυπωσιακή αύξηση σε σύγκριση με το έτος 2006, όταν ήταν περίπου 9%. Από τον Δεκέμβριο του 2019, 6.965 MW μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ και HECHP δηλαδή μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας (High Efficiency Combined Heat and Power) εκτός από μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς, λειτουργούσαν στο ελληνικό σύστημα παραγωγής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων 3.607 MW αιολικών σταθμών, 2.793 MW φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων (συμπεριλαμβανομένων των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων του Ειδικό Πρόγραμμα Φωτοβολταϊκών Στέγης), 240 MW μικρής υδροηλεκτρικής ενέργειας, 88 MW μονάδων βιομάζας / βιοαερίου και 233 MW μονάδων HECHP. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και heCHP, εξαιρουμένης της μεγάλης υδροηλεκτρικής ενέργειας, ήταν συνολικά 13.359 GWh, συμπεριλαμβανομένων 7.278 GWh από αιολική ενέργεια, 3.962 GWh από PV, 688 GWh από μικρή υδροηλεκτρική ενέργεια, 367 GWh από βιομάζα / βιοαέριο και 1.062 GWh από heCHP (Energypedia, 2021).

## Κεφάλαιο 2.

### Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

#### 2.1. Βασικές έννοιες κοστολόγησης

##### 2.1.1. Εισαγωγή

Η ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή είναι ένας δείκτης που μετρά το βαθμό στον οποίο η ζητούμενη ποσότητα ενός προϊόντος ανταποκρίνεται στη μεταβολή της τιμής του. Ο βαθμός αυτός εξαρτάται από διάφορους προσδιοριστικούς παράγοντες. Σύμφωνα με το νόμο της ζήτησης, όταν αυξάνεται ή μειώνεται η τιμή ενός προϊόντος μειώνεται ή αυξάνεται αντίστοιχα η ποσότητα που ζητείται. Το μέγεθος της μεταβολής της ποσότητας που προκαλείται από ορισμένη μεταβολή της τιμής δεν είναι το ίδιο σε όλο το μήκος της καμπύλης ζήτησης και, επιπλέον, διαφέρει από προϊόν σε προϊόν. Η ζήτηση για ένα αγαθό λέγεται ότι είναι ελαστική, αν η ζητούμενη ποσότητα ανταποκρίνεται έντονα στις μεταβολές της τιμής. Η ζήτηση λέγεται ότι είναι ανελαστική, αν η ζητούμενη ποσότητα ανταποκρίνεται ελάχιστα στις μεταβολές της τιμής. Τα αναγκαία αγαθά και υπηρεσίες τείνουν να έχουν ανελαστική ζήτηση, ενώ τα αγαθά πολυτελείας έχουν ελαστική ζήτηση. Για τη μέτρηση της ελαστικότητας χρησιμοποιείται ο συντελεστής ελαστικότητας (*elasticity coefficient*), ο οποίος δείχνει τη σχέση της ποσοστιαίας μεταβολής της ζητούμενης ποσότητας προς την ποσοστιαία μεταβολή της τιμής ενός προϊόντος. Για την εκτίμηση της τιμής του συντελεστή ελαστικότητας χρησιμοποιείται ο ακόλουθος βασικός τύπος (Euretirio, 2021):

$$E_z = - \frac{\% \text{ μεταβολή της ζητούμενης ποσότητας}}{\% \text{ μεταβολή της τιμής}}$$

ή

$$E_z = - \frac{\frac{\Delta\Pi/\Pi}{\Delta T/T}}{1} = - \frac{\Delta\Pi}{\Delta T} * \frac{T}{\Pi}$$

Εικόνα 2.1. Μαθηματικός τύπος συντελεστή ελαστικότητας (Πηγή: Euretirio, 2021).

όπου

$E_z$  = συντελεστής ελαστικότητας

$\Delta\Pi$  = μεταβολή της ποσότητας

$\Pi$  = αρχική ποσότητα

$\Delta T$  = μεταβολή της τιμής

$T$  = αρχική τιμή

Ο συντελεστής ελαστικότητας της ζήτησης έχει αρνητικό πρόσημο, γιατί όταν αυξάνεται η τιμή, μειώνεται η ποσότητα και αντίστροφα. Η ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή αποτελεί βασικό συστατικό για την εφαρμογή εύρεσης του περιθωρίου κέρδους (marginal analysis) για τον καθορισμό των βέλτιστων τιμών. Επειδή η ανάλυση αυτής της μορφής λειτουργεί με την αξιολόγηση μικρών αλλαγών που λαμβάνονται σε σχέση με μια αρχική απόφαση, είναι χρήσιμο να μετρηθεί η ελαστικότητα σε σχέση με μια απεριόριστα μικρή αλλαγή στην τιμή. Σε αυτήν την περίπτωση, η ελαστικότητα μετρά την ευαισθησία της ζήτησης σε σχέση με την τιμή. Η ζήτηση λέγεται ότι είναι **Μοναδιαίας ελαστικότητας (unitary elasticity)** εάν το  $E_z = -1$ . Στην περίπτωση αυτή, η ποσοστιαία μεταβολή της τιμής αντιστοιχεί ακριβώς στην προκύπτουσα ποσοστιαία μεταβολή στην ποσότητα, αλλά στην αντίθετη κατεύθυνση. Δεύτερον, η ζήτηση είναι ανελαστική εάν  $1 < EP \leq 0$ . Ο όρος ανελαστικός υποδηλώνει ότι η ζήτηση είναι σχετικά μη ανταποκρινόμενη στην τιμή: Η ποσοστιαία μεταβολή στην ποσότητα είναι μικρότερη (σε απόλυτη τιμή) από την ποσοστιαία μεταβολή στην τιμή. Τέλος, η ζήτηση είναι ελαστική εάν  $EP < -1$ . Σε αυτήν την περίπτωση, μια αρχική αλλαγή στην τιμή προκαλεί μεγαλύτερη ποσοστιαία μεταβολή στην ποσότητα. Εν ολίγοις, η ελαστική ζήτηση είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη ή ευαίσθητη στις αλλαγές της τιμής (Samuelson & Marks, 2012).

### 2.1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ελαστικότητα

Ένας πρώτος παράγοντας που επηρεάζει την ελαστικότητα είναι ο βαθμός στον οποίο το αγαθό είναι αναγκαιότητα. Εάν ένα αγαθό ή μια υπηρεσία δεν θεωρείται απαραίτητη, ο αγοραστής μπορεί εύκολα να μην την αποκτήσει - εάν και όταν η τιμή γίνει πολύ υψηλή - ακόμη και αν δεν υπάρχουν υποκατάστατα. Σε αυτήν την περίπτωση, η ζήτηση είναι ελαστική. Εάν το αγαθό είναι απαραίτητο συστατικό της κατανάλωσης, είναι πιο δύσκολο να γίνει χωρίς αυτό ενόψει της αύξησης των τιμών. Έτσι, η ζήτηση τείνει να είναι ανελαστική ως προς τις τιμές. Ένας δεύτερος παράγοντας είναι η διαθεσιμότητα υποκατάστατων. Με πολλά υποκατάστατα, οι καταναλωτές μπορούν εύκολα να στραφούν σε άλλες εναλλακτικές λύσεις εάν η τιμή ενός αγαθού γίνει πολύ υψηλή. η ζήτηση είναι ελαστική. Χωρίς άμεσα διαθέσιμα υποκατάστατα, η αλλαγή γίνεται πιο δύσκολη. η ζήτηση είναι πιο ανελαστική. Για το λόγο αυτό, η ζήτηση της βιομηχανίας τείνει να είναι πολύ λιγότερο ελαστική από τη ζήτηση που

αντιμετωπίζει μια συγκεκριμένη επιχείρηση στον κλάδο. Εάν η τιμή μιας εταιρείας αυξηθεί, οι καταναλωτές μπορούν να πάνε σε άλλες εταιρείες αρκετά εύκολα. Έτσι, η ζήτηση που αντιμετωπίζει μια μεμονωμένη εταιρεία σε έναν κλάδο μπορεί να είναι αρκετά ελαστική, διότι οι ανταγωνιστές παράγουν προϊόντα που είναι στενά υποκατάστατα.

Στην περίπτωση που τιμή της αγοράς αυξηθεί, δηλαδή, όλες οι εταιρείες του κλάδου αυξάνουν τις τιμές τους από κοινού, οι ευαίσθητοι στις τιμές καταναλωτές είναι περιορισμένοι στην πορεία δράσης τους: να κάνουν χωρίς το αγαθό ή να βρουν ένα αγαθό για να το αντικαταστήσουν. Εάν αυτές οι επιλογές είναι ανέφικτες, η τρίτη επιλογή είναι η πληρωμή του προϊόντος στην υψηλότερη τιμή. Έτσι, η ζήτηση της αγοράς είναι λιγότερο ελαστική. Το ίδιο σημείο ισχύει και για την περίπτωση όπου η ζήτηση του μονοπωλίου είναι λιγότερο ελαστική (δεδομένου ότι είναι ο μοναδικός παραγωγός) σε σύγκριση με τη ζήτηση που αντιμετωπίζει μια συγκεκριμένη εταιρεία σε μια ανταγωνιστική αγορά. Ένας τρίτος καθοριστικός παράγοντας της ελαστικότητας των τιμών είναι το ποσοστό εισοδήματος που ένας καταναλωτής ξοδεύει στο εν λόγω αγαθό. Το ζήτημα εδώ είναι το κόστος αναζήτησης κατάλληλων εναλλακτικών για το καλό. Χρειάζονται χρόνο και χρήμα για την σύγκριση υποκατάστατων προϊόντων. Εάν ένα άτομο ξοδεύει ένα σημαντικό μέρος του εισοδήματος σε ένα αγαθό, θα αξίζει να ψάξει και να συγκρίνει τις τιμές άλλων αγαθών. Έτσι, ο καταναλωτής είναι ευαίσθητος στις τιμές. Εάν, όμως, οι δαπάνες για αγαθά αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό μέρος του συνολικού εισοδήματος, η αναζήτηση υποκατάστατων δεν θα αξίζει τον χρόνο, την προσπάθεια και τα έξοδα. Τέλος, ο χρόνος προσαρμογής είναι επιδρά σημαντικά στην ελαστικότητα. Για παράδειγμα, μετά την απότομη αύξηση της βενζίνης εντός μιας πενταετίας οι καταναλωτές είχαν δεν είχαν εναλλακτικές λύσεις εκτός την πληρωμή του αγαθού. Με την πάροδο του χρόνου, ωστόσο, οι καταναλωτές άρχισαν να κάνουν προσαρμογές. Ορισμένοι αλλάξαν τον τρόπο μετακίνησης τους από αυτοκίνητα σε λεωφορείο ή άλλα μέσα δημόσιας συγκοινωνίας. Η κίνηση με υγρά καύσιμα αντικαταστάθηκε από μικρότερα και πιο αποδοτικά αυτοκίνητα συμπεριλαμβανομένων των υβριδικών. Έτσι, βραχυπρόθεσμα, η ζήτηση βενζίνης έγινε σχετικά ανελαστική. Αλλά μακροπρόθεσμα, η ζήτηση φαίνεται να είναι πολύ πιο ελαστική καθώς οι άνθρωποι μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση τους σημαντικά δείχνοντας ότι ο χρόνος προσαρμογής είναι κρίσιμος. Κατά γενικό κανόνα, η ζήτηση είναι πιο ελαστική μακροπρόθεσμα από ό, τι βραχυπρόθεσμα.

### 2.1.3. Βέλτιστη κοστολόγηση

Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της ζήτησης για το προϊόν μιας εταιρείας και της βέλτιστης πολιτικής τιμολόγησης της εταιρείας. Στο υπόλοιπο αυτής της παραγράφου γίνεται λεπτομερής εξέταση της αντιστάθμισης μεταξύ τιμής και κέρδους. Για την εξέταση αυτής της αντιστάθμισης, το κέρδος της εταιρείας μπορεί να περιγραφεί ως

$$\text{Κέρδος} = (P - MC)Q \quad (2.1)$$

όπου MC = το οριακό κόστος (Marginal cost)

P = Η τιμή του αγαθού ή της υπηρεσίας (Price)

Q = Η παρεχόμενη ποσότητα προς πώληση (Quantity)

Όπου για ευκολία υπολογισμών το MC θεωρείται σταθερό. Η απάντηση στο πως πρέπει η εταιρεία να ορίσει την τιμή της για να μεγιστοποιήσει το κέρδος της εξαρτάται από το πόσο ανταποκρίνεται η ζήτηση στις αλλαγές της τιμής, δηλαδή από την ελαστικότητα της ζήτησης στις τιμές. Η αύξηση της τιμής αυξάνει τη το κέρδος εταιρείας ανά μονάδα, P - MC. Αλλά σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, η αύξηση των τιμών μειώνει επίσης τον συνολικό όγκο των πωλήσεων. Σε αυτήν την περίπτωση, η υποκείμενη αντιστάθμιση λειτουργεί υπέρ των υψηλών τιμών. Εναλλακτικά, στην περίπτωση που η ζήτηση είναι πολύ ελαστική, μια αύξηση των τιμών θα φέρει μεγάλη πτώση των πωλήσεων εις βάρος του συνολικού κέρδους. Εδώ, ο τρόπος για την μεγιστοποίηση του κέρδους η εταιρεία πρέπει να ακολουθήσει μια πολιτική έκπτωσης τιμών για να μεγιστοποιήσει την κερδοφορία της.

Η σωστή τιμολογιακή πολιτική εξαρτάται από μια προσεκτική ανάλυση της ελαστικότητας των τιμών της ζήτησης. Πράγματι, όταν η εταιρεία έχει τη δυνατότητα να τμηματοποιεί τις αγορές, μπορεί να ωφεληθεί από τις συναλλαγές στις διαφορές ζήτησης. Για παράδειγμα, οι αεροπορικές εταιρείες ορίζουν μια ποικιλία διαφορετικών τιμών εισιτηρίων - χρεώνοντας υψηλούς ναύλους σε λιγότερο ευαίσθητους στις τιμές επαγγελματίες ταξιδιώτες και μειώνοντας τις τιμές σε οικονομικούς ταξιδιώτες. Έτσι, η βέλτιστη τιμή της εταιρείας καθορίζεται ως εξής:

$$\frac{P - MC}{P} = \frac{1}{-E_p} \quad (2.2)$$

Αυτή η εξίσωση, που ονομάζεται κανόνας σήμανσης (mark up rule), υποδηλώνει ότι το μέγεθος της σήμανσης της επιχείρησης (πάνω από το οριακό κόστος και εκφράζεται ως ποσοστό της τιμής) εξαρτάται αντίστροφα από την ελαστικότητα των τιμών της ζήτησης για ένα αγαθό ή μια υπηρεσία. Η σήμανση είναι πάντα θετική καθώς το  $E_P$  είναι αρνητικό, επομένως η δεξιά πλευρά είναι θετική. Στην περίπτωση που η ζήτηση γίνεται όλο και περισσότερο ελαστική στις τιμές (δηλαδή, ευαίσθητη στις τιμές) η δεξιά πλευρά του κανόνα σήμανσης γίνεται μικρότερη, καθώς και η βέλτιστη σήμανση στην αριστερή πλευρά. Εν ολίγοις, όσο πιο ελαστική είναι η ζήτηση, τόσο μικρότερη είναι η προσαύξηση πάνω από το οριακό κόστος.

Ο κανόνας σήμανσης είναι η πιο συχνά αναφερόμενη μορφή του κανόνα βέλτιστης τιμολόγησης. Παρ'όλα αυτά, για να γίνουν ευκολότεροι οι υπολογισμοί, θα πρέπει να γίνει αναδιάταξη της (2.2) ως εξής

$$P = \left( \frac{E_P}{1+E_P} \right) \cdot MC \quad (2.3)$$

Χρησιμοποιώντας αυτόν τον τύπο, ο πίνακας 2.1 παραθέτει τις βέλτιστες τιμές ανά ελαστικότητα όπου και πάλι διαπιστώνεται ότι η μεγαλύτερη ελαστικότητα συνεπάγεται χαμηλότερες τιμές.

**Πίνακας 2.1.** Ελαστικότητα και βέλτιστες τιμές (Πηγή: Samuelson & Marks, 2012)

Ελαστικότητα	Κανόνας σήμανσης ( $E_P/(1+E_P)$ )	MC	Τιμή
-1.5	3.0	100	300
-2.0	2.0	100	200
-3.0	1.5	100	150
-5.0	1.25	100	125
-11.0	1.0	100	110
$-\infty$	1.0	100	100

Ο κανόνας σήμανσης ισχύει μόνο σε περίπτωση ελαστικής ζήτησης. Η τρέχουσα τιμή της εταιρείας δεν μπορεί να μεγιστοποιήσει τα κέρδη εάν η ζήτηση είναι ανελαστική. Υπό ανελαστική ζήτηση, η εταιρεία θα μπορούσε να αυξήσει την τιμή της και να αυξήσει τα έσοδά της. Επειδή θα πουλούσε λιγότερη παραγωγή στην υψηλότερη τιμή



και θα μείωνε επίσης το κόστος παραγωγής ταυτόχρονα. Έτσι, το κέρδος θα αυξανόταν. Εν ολίγοις, η εταιρεία δεν πρέπει ποτέ να λειτουργεί στο ανελαστικό τμήμα της καμπύλης ζήτησης. Θα πρέπει να αυξήσει το κέρδος αυξάνοντας την τιμή και μετακινώντας στο ελαστικό τμήμα. Ο βέλτιστος κανόνας σήμανσης επεξηγεί ακριβώς πόσο πρέπει να μετακινηθεί στην ελαστική περιοχή της ζήτησης.

## **2.2. Η κοστολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος**

Η κοστολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων. Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας αντικατοπτρίζουν γενικά το κόστος κατασκευής, χρηματοδότησης, συντήρησης και λειτουργίας μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας (το περίπλοκο σύστημα γραμμών μεταφοράς και διανομής ενέργειας). Ορισμένες κερδοσκοπικές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας περιλαμβάνουν επίσης μια οικονομική απόδοση για τους ιδιοκτήτες και τους μετόχους στις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με την ΕΙΑ, (2021) οι διάφοροι βασικοί παράγοντες επηρεάζουν την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι

- **Καύσιμα**

Οι τιμές των καυσίμων, ειδικά για το φυσικό αέριο και τα καύσιμα πετρελαίου μπορεί να αυξηθούν κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και όταν υπάρχουν περιορισμοί στην παροχή καυσίμου ή διακοπές λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων και τυχαίων ζημιών στις μεταφορές και υποδομή παράδοσης. Οι υψηλότερες τιμές των καυσίμων, με τη σειρά τους, μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλότερο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Κόστος σταθμού παραγωγής ενέργειας**

Κάθε μονάδα παραγωγής ενέργειας έχει κόστος χρηματοδότησης, κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας.

- **Σύστημα μεταφοράς και διανομής**

Τα συστήματα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέουν σταθμούς παραγωγής ενέργειας με καταναλωτές έχουν κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης, το οποίο περιλαμβάνει την επισκευή ζημιών στα συστήματα από ατυχήματα ή ακραία καιρικά φαινόμενα και τη βελτίωση της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο.

### **Καιρικές συνθήκες**

Οι ακραίες θερμοκρασίες μπορούν να αυξήσουν τη ζήτηση για θέρμανση και ψύξη και οι επακόλουθες αυξήσεις της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να αυξήσουν τις τιμές καυσίμου και ηλεκτρικής ενέργειας. Η βροχή και το χιόνι παρέχουν νερό για χαμηλού κόστους παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και ο αέρας μπορεί να παρέχει χαμηλού κόστους παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όταν οι ταχύτητες του ανέμου είναι ευνοϊκές. Ωστόσο, όταν υπάρχει ξηρασία ή ανταγωνιστική ζήτηση για υδάτινους πόρους ή όταν οι ταχύτητες του ανέμου πέφτουν, η απώλεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αυτές τις πηγές μπορεί να ασκήσει ανοδική πίεση σε άλλες πηγές ενέργειας και καυσίμων και τιμές.

### **Νομοθεσία**

Η νομοθεσία κάθε χώρας είναι ο τελικός υπεύθυνος για το εύρος των τιμών διάθεσης ηλεκτρικού ρεύματος. Το εύρος αυτό καθορίζεται από την εκάστοτε οικονομική πολιτική μιας χώρας. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα εφαρμόστηκε το μέτρο του οικιακού τιμολογίου όπου ένα μέρος του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειάς επιδοτείται από το κράτος.

### **2.3. Προσδιορισμός παραγόντων ζήτησης**

Μέχρι το 2008, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών στην ΕΕ ακολουθούσε μεσοπρόθεσμη ετήσια αύξηση περίπου 1,5%, ενώ η αντίστοιχη αύξηση στην Ελλάδα ήταν περίπου 4%. Κατά την περίοδο μετά την παγκόσμια ύφεση (2008–17), η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος στα νοικοκυριά στην Ελλάδα συνέχισε να αυξάνεται με ρυθμό 1% έναντι μη αύξησης στις χώρες της ΕΕ. Επίσης, η οικιακή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα ανέρχεται στο ένα τρίτο της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία είναι υψηλότερη από εκείνη των χωρών της ΕΕ. Επιπλέον, σύμφωνα με πρόσφατες μεσοπρόθεσμες προβλέψεις, η αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να συνεχιστεί στο μέλλον μαζί με την οικονομική ανάκαμψη της χώρας (ΗΑΕΕ, 2019). Εάν οι σημαντικές μειώσεις της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στα νοικοκυριά δεν είναι εύκολα εφικτές, απαιτείται σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Για την καταπολέμηση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος απαιτείται επίσης η επέκταση καθαρών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Papadaki et al., 2018).

Ένας μεγάλος αριθμός ερευνητών έχει αναλύσει εμπειρικά τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης (Kraft and Kraft, 1978; Stern, 2004; Ozturk, 2010; Hasanov et al., 2017; Tiba and Omri, 2017). Οι καθοριστικοί παράγοντες της οικιακής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε μακροοικονομικό επίπεδο έχουν επίσης διερευνηθεί εκτενώς (Narayan et al., 2007; Zachariadis and Pashourtidou, 2007; Zhou and Teng, 2013; Al-Bajjali and Shamayleh, 2018; Cialani and Mortazavi, 2018; Athukorala et. al., 2019).

Άλλες μελέτες έχουν αναλύσει την κατανάλωση ενέργειας σε μικροοικονομικό επίπεδο συνδέοντας τα προφίλ της ζήτησης ενέργειας με κοινωνικοοικονομικά και χαρακτηριστικά κατοικίας (Pachauri, 2004; Ewing and Rong, 2008; Ekholm et al., 2010; Cayla et al., 2011; Wyatt, 2013; Besagni και Borgarello, 2018; Levy and Belaid, 2018). Όσον αφορά τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες, αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα νοικοκυριά επηρεάζεται επίσης από κοινωνικοοικονομικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά (Santamouris et al., 2007; McLoughlin et al., 2012; Bedir et al., 2013; Zhou and Teng, 2013; Huang, 2015 Esmailimoakher et al., 2016; Karatasou et al., 2018; Kim, 2018; Frondel et al., 2019; Sakah et al., 2019), τοποθεσία κατοικίας (Filippini and Pachauri, 2004; Druckman and Jackson, 2008; Leahy and Lyons, 2010; Sanquist et al., 2012; Kavousian et al., 2013), κλιματικοί και περιβαλλοντικοί δείκτες (Lam , 1998; Chong, 2012; Blázquez et al., 2013) και χαρακτηριστικά κατοικίας (Haas et al., 1998; Yohanis et al., 2008; Wiesmann et al., 2011).

Τέλος, άλλοι ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στον αντίκτυπο της χρήσης ενέργειας στην ποιότητα ζωής (φτώχεια), καθώς η κατανάλωση ενέργειας είναι ένας κοινωνικός και οικονομικός περιορισμός (Pachauri and Spreng, 2011; Atsalis et al., 2016; Boemi et al., 2017; Sadath and Acharya, 2017; Mashhoodi et al., 2019). Αντιμετωπίζουν θέματα που εμποδίζουν τα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος και δίνουν έμφαση σε παράγοντες που εμποδίζουν τη διατήρηση της ενέργειας και ενισχύουν την περιβαλλοντική υγεία και την ποιότητα ζωής.

Στην περίπτωση της Ελλάδας, η εμπειρική διερεύνηση της ζήτησης ενέργειας έχει λάβει ιδιαίτερη προσοχή. Συγκεκριμένα, οι Donatos και Mergos (1989) μελέτησαν τη ζήτηση ενέργειας επισημαίνοντας την επίδραση των δύο ενεργειακών κρίσεων του

1973/74 και του 1978/79. Οι Zonzilos and Lolos (1996) εκτιμούσαν τις λειτουργίες κατανάλωσης ενέργειας για τα ελληνικά νοικοκυριά (1970-1993) και διαπίστωσαν ότι η ενεργειακή ζήτηση είναι ανελαστική τιμή και εισόδημα, ενώ οι Christodoulakis και Kalyvitis, (1997) εκτίμησαν την ελαστικότητα τιμής και εισοδήματος για κατανάλωση ενέργειας σε διάφορους τομείς και ενεργειακές παραμέτρους. Οι Hondroyiannis et al. (2002) διερεύνησαν την κατανάλωση ενέργειας (1960-1996) σε διάφορους τομείς και διαπίστωσαν αμφίδρομη αιτιότητα μεταξύ ενέργειας και παραγωγής, ενώ η οικιακή κατανάλωση ενέργειας αποδεικνύεται ανελαστική. Επίσης, οι Rapanos και Polemis (2006) ανέλυσαν τη ζήτηση οικιακής ενέργειας στην Ελλάδα (1965–1999) λαμβάνοντας υπόψη τις καιρικές συνθήκες και διαπίστωσαν ελαστικότητα τιμής σε σχέση με το εισόδημα. Ο Ekonomou (2010) προέβλεψε τη μακροπρόθεσμη κατανάλωση ενέργειας χρησιμοποιώντας τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και τόνισε το κλίμα ως σημαντικό καθοριστικό παράγοντα της κατανάλωσης ενέργειας. Ο Tsani (2010) διερεύνησε τη σχέση μεταξύ πολλών συνιστωσών κατανάλωσης ενέργειας και οικονομικών επιδόσεων (1960–2006) και βρήκε αιτιότητα μιας κατεύθυνσης από την κατανάλωση ενέργειας στο ΑΕΠ και αμφίδρομες σχέσεις για τα περισσότερα ενεργειακά στοιχεία. Οι Dergiades et al. (2013) ερεύνησαν την αιτιώδη συνάφεια (causality) ενέργειας-οφέλους (1960–2008) και βρήκαν σημαντικούς μονόδρομους γραμμικούς και μη γραμμικούς δεσμούς που ξεκινούν από την ενέργεια στην οικονομική ανάπτυξη. Οι Moustris et al. (2014) ανέλυσαν την κατανάλωση ενέργειας επισημαίνοντας τη σημασία των καιρικών συνθηκών ως καθοριστικών παραγόντων της κατανάλωσης ενέργειας. Τέλος, οι Azam et al. (2016) διαπίστωσαν εμπειρικά (1975-2013) ότι το εισόδημα, το εμπόριο, η αστικοποίηση, οι άμεσες ξένες επενδύσεις και οι υπάρχουσες υποδομές είναι οι κύριοι μακροοικονομικοί καθοριστικοί παράγοντες της ζήτησης ενέργειας.

Ειδικότερα, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας διερευνάται για την περίπτωση της Ελλάδας από διάφορους ερευνητές. Οι Donatos και Mergos (1991) μελέτησαν τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες (1961–1986) και διαπίστωσαν ότι η τιμή είναι ανελαστική στις τιμές και ελαστική στο εισόδημα. Ο Tserkezos (1992) εξέτασε τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (1975-1989) διερευνώντας τη δυναμική σχέση πολλών παραγόντων, όπως το διαθέσιμο εισόδημα, η θερμοκρασία, ο πληθυσμός και το επίπεδο τιμών. Ο Hondroyiannis (2004) εκτίμησε την οικιακή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (1986–1999) που αντιστοιχούσε στις καιρικές συνθήκες και διαπίστωσε ότι

η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ελαστική στο εισόδημα και ανελαστική στις τιμές. Οι Mirasgedis et al. (2007) διερεύνησαν τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας με επίκεντρο τον ποσοτικό αντίκτυπο των κλιματικών αλλαγών και διάφορους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Τέλος, οι Polemis και Dagoumas (2013) ανέλυσαν εμπειρικά τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης (1970-2011) και διαπίστωσαν ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ανελαστική τιμή και ελαστική εισοδήματος μακροπρόθεσμα και κάτω από την ενότητα βραχυπρόθεσμα.

Από μικροοικονομική άποψη, αρκετές εμπειρικές μελέτες έχουν διερευνήσει τους καθοριστικούς παράγοντες των διαφόρων συνιστωσών της ζήτησης ενέργειας στην Ελλάδα. Η σχέση μεταξύ ζήτησης ενέργειας και κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων διερευνήθηκε από τους Assimakopoulos και Domenikos, (1991) αλλά τα τελευταία χρόνια η εμπειρική έρευνα εντείνεται. Συγκεκριμένα, η Sardianou (2008) διαπίστωσε εμπειρικά ότι η οικιακή κατανάλωση κατοικιών για θέρμανση χώρου σχετίζεται με κοινωνικο-δημογραφικές παραμέτρους. Οι Arabatzis and Malesios (2011) παρείχαν μια εμπειρική ανάλυση της κατανάλωσης καυσίμων οικιακής χρήσης για θέρμανση και μαγείρεμα χώρου στη Βόρεια Ελλάδα, δείχνοντας ότι σχετίζεται με κοινωνιολογικά και οικονομικά χαρακτηριστικά. Santamouris et al. (2013) διερεύνησε τη ζήτηση ενέργειας στην Ελλάδα σε σχέση με την οικονομική κρίση λαμβάνοντας υπόψη τις κοινωνικοοικονομικές παραμέτρους και τις κλιματικές συνθήκες. Επίσης, οι Tyralis et al. (2017) διερεύνησε τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορους τομείς και εντόπισε χωρικά πρότυπα που σχετίζονται με συγκεκριμένα περιφερειακά χαρακτηριστικά. Ο Karytsas (2018) ανέλυσε τους κοινωνικοοικονομικούς και οικιακούς παράγοντες που επηρεάζουν τη γνώση και την πρόθεση υιοθέτησης συστημάτων αντλιών θερμότητας εδάφους στα ελληνικά νοικοκυριά. Τέλος, οι Vogiatzi et al. (2018) εκτιμά εμπειρικά την επίδραση των κοινωνικο-δημογραφικών και πολλών προτύπων συμπεριφοράς στη χρήση ενέργειας

Όσον αφορά τις μελέτες για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος στα νοικοκυριά για την Ελλάδα, απουσιάζουν με εξαίρεση τη μελέτη των Santamouris et al. (2007). Οι Santamouris et al., (2007) διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ εισοδήματος νοικοκυριού και δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιώντας 945 συνεντεύξεις νοικοκυριών που βρίσκονταν στην Αθήνα για το έτος 2004. Διαπίστωσαν ότι το οικογενειακό εισόδημα

συνδέεται θετικά και γραμμικά με τις δαπάνες ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά μια σχέση σχήματος U εντοπίστηκε όταν ελήφθη το κατά κεφαλήν κόστος ηλεκτρικής ενέργειας υπόψη.

Ορισμένα χαρακτηριστικά της κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα για τρία κρίσιμα χρόνια (2009: αρχή της οικονομικής ύφεσης, 2013: κορυφή της κρίσης, 2017: τέλος της ύφεσης) παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 2.2 παρατηρήθηκε ότι κατά την περίοδο 2009–2017, σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat (Πάνελ Α), η τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (σε GWh) παρέμεινε σχεδόν στα ίδια επίπεδα. Η οικιακή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε με ετήσιο ρυθμό περίπου 1% και το μερίδιό της στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε από περίπου 32% σε 35%, σε βάρος μιας μείωσης σε όλους τους άλλους τομείς (βιομηχανία, μεταφορές, υπηρεσίες). Επίσης, κατά την ίδια περίοδο, σύμφωνα με τα στοιχεία των ερευνών προϋπολογισμού νοικοκυριών (Household Budget Survey - HBS) (Πάνελ Β), το μερίδιο των δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών στις συνολικές δαπάνες ενέργειας των νοικοκυριών αυξήθηκε σταθερά από περίπου 46% σε 60%, σε βάρος άλλων πηγών ενέργειας (κυρίως υγρά και στερεά καύσιμα).

**Πίνακας 2.1.** Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα (Πηγή: Kostakis, 2020)

	2009	2013	2017	Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης 2009-2017
<b>Πάνελ Α</b>				
<b>Τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh (στοιχεία Eurostat)</b>	56.830.000	50.498.000	55.614.427	-0,27%
<b>Τομεακή σύνθεση</b>	100%	100%	100%	
<b>-Βιομηχανία</b>	24,8%	22,5%	22,1%	-1,7%
<b>-Μεταφορά</b>	0,4%	0,5%	0,3%	-2,6%
<b>-Υπηρεσίες</b>	34,8%	33,7%	34,6%	30,3%
<b>-Νοικοκυριά</b>	31,9%	34,6%	35,3%	1,0%
<b>-Άλλα</b>	8,1%	8,7%	7,5%	1,0%
<b>Πάνελ Β</b>				
<b>Δαπάνες οικιακής κατανάλωσης ενέργειας σε ευρώ (στοιχεία HBS)</b>				

	2009	2013	2017	Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης 2009-2017
<b>Ποσοστό σύνθεση</b>	100%	100%	100%	
<b>-Ηλεκτρική ενέργεια</b>	45,8%	53,1%	59,6%	
<b>-Άλλα (κυρίως υγρά και στερεά καύσιμα)</b>	54,2%	46,9%	40,4%	

Το Ελληνικό τοπίο είναι ανομοιογενές σε σχέση με ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως η κατανομή του πληθυσμού σε διάφορες περιοχές, οι διαφορές των καιρικών συνθηκών, τα διαφορετικά επίπεδα των δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών σε σύγκριση με εκείνα άλλων πηγών ενέργειας. Αυτά τα χαρακτηριστικά φαίνονται στον πίνακα 2.2.

**Πίνακα 2.2.** .Περιφερειακά χαρακτηριστικά (2017): Πληθυσμός, δαπάνες ηλεκτρικής ενέργειας, καιρικές συνθήκες, πλούτος εισοδήματος (Πηγή: Kostakis, 2020).

Περιοχή	Περιφερειακή κατανομή του πληθυσμού	Μερίδιο της δαπάνης ηλεκτρικής ενέργειας	Κατά κεφαλή προστιθέμενη αξία (ευρώ)	λ./μέγ. εύρος θερμοκρασίας (βαθμοί Κελσίου)
Βόρειο Αιγαίο	2,2%	53,6%	12.000	6,7–30,4
Νότιο Αιγαίο	2,8%	80,8%	18,100	8.8–30.7
Ανατολή. Μακεδονία-Τχνος	5,7%	45,6%	11.500	1.3–30.3
Κεντρική Μακεδονία	16,8%	51,2%	13.200	1.3-31.5
Δυτική Μακεδονία	2,9%	43,9%	14.700	–1.2 - 29.3
Ήπειρος	3,4%	43,3%	11.900	0,2-30,9
Θεσσαλία	6,5%	44,4%	12.900	0.7–33.1
Ιόνια Νησιά	2,5%	58,1%	15.500	5.1-31.3
Δυτική Ελλάδα	5,6%	68,1%	12.200	6.1–30.9
Στερεάς Ελλάδα	4,5%	46,1%	15.200	3.5-32.3
Πελοπόννησος	5,1%	56,6%	13.900	0.9–30.1
Αττική	36,4%	70,0%	22.800	7.0-31.8
Κρήτη	5,5%	64,8%	15.000	9.0-28.7

Όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες και τις διαφορές θερμοκρασίας, οι περιοχές κυμαίνονται μεταξύ εκείνων με χαμηλές θερμοκρασίες χειμώνα (κυρίως Βόρεια

Ελλάδα) και άλλων περιοχών με υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι (κυρίως Νησιά Αιγαίου και Κρήτη) Οι υπόλοιπες περιοχές βρίσκονται μεταξύ τους. Η οικιακή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να σχετίζεται με τις καιρικές συνθήκες στην περιοχή όπου βρίσκεται το νοικοκυριό (Rapanos and Polemis, 2006; Sakah et al., 2019). Λόγω των διαφορετικών κλιματικών και καιρικών συνθηκών (θέρμανση/ψύξη σε συστήματα χειμώνα/καλοκαίρι), τα νοικοκυριά ενδέχεται να συμπεριφέρονται διαφορετικά όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

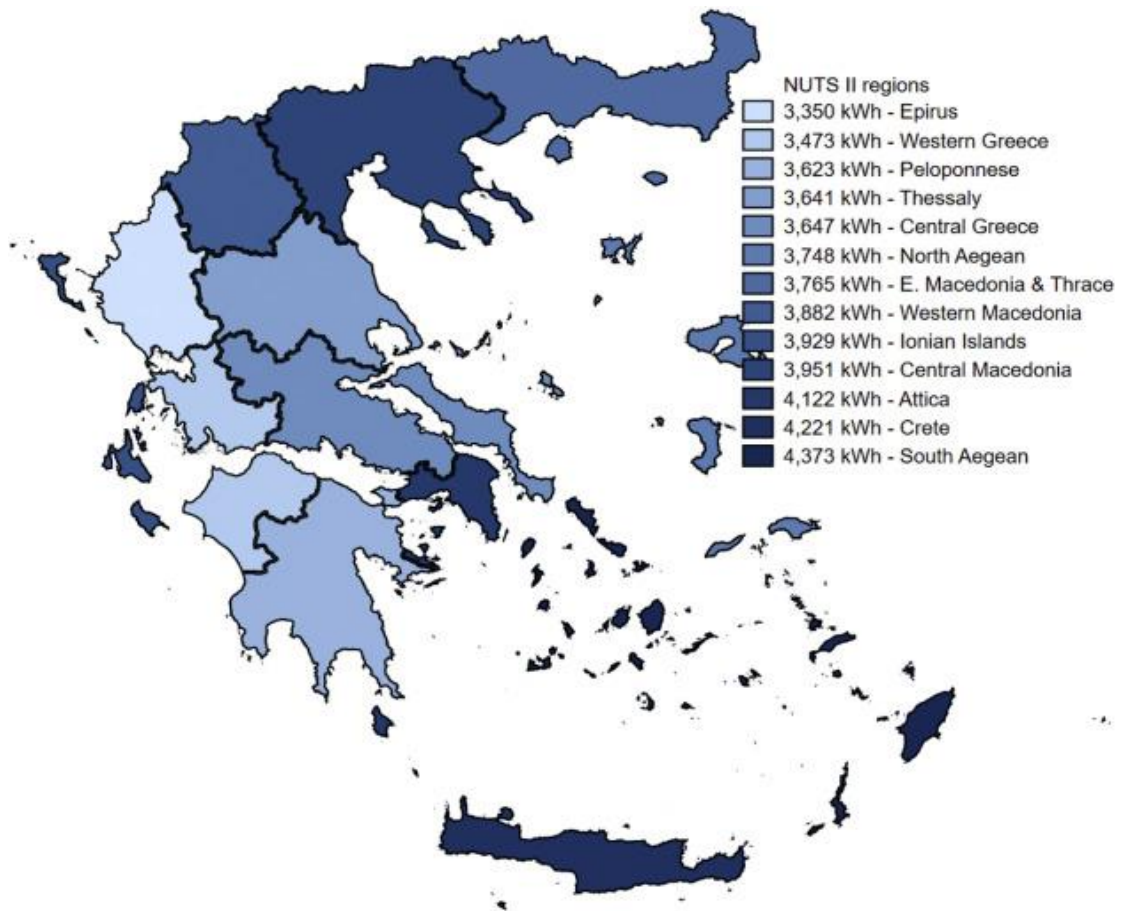
Το μερίδιο των δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών στις συνολικές ενεργειακές δαπάνες των νοικοκυριών μεταξύ των περιφερειών είναι επίσης άνιση. Η Αττική έχει το υψηλότερο μερίδιο των οικιακών δαπανών για ηλεκτρική ενέργεια (70%). Υπάρχουν περιοχές, κυρίως νησιωτικές, με σχετικά υψηλά ποσοστά δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας (Νότιο Αιγαίο, Κρήτη, Δυτική Ελλάδα, Ιόνια Νησιά) και πολλές ηπειρωτικές περιοχές με σχετικά χαμηλή δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας (Ανατολική Μακεδονία-Θράκη, Κεντρική και Δυτική Μακεδονία, Θεσσαλία, Κεντρική Ελλάδα, Ήπειρος, Πελοπόννησος, Νότιο Αιγαίο).

Επιπλέον, είναι φανερό ότι πάνω από το 50% του πληθυσμού της χώρας κατανέμεται σε δύο περιοχές (Αττική και Κεντρική Μακεδονία) που χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό αστικοποίησης. Αυτές οι περιοχές με σχετικά υψηλή πυκνότητα πληθυσμού είναι ιδιαίτερα αστικοποιημένες σε σύγκριση με τις υπόλοιπες περιοχές που έχουν σχετικά χαμηλό βαθμό αστικοποίησης. Η οικιακή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αναμένεται να σχετίζεται με τον βαθμό αστικοποίησης (Ewing and Rong, 2008; Levy and Belaid, 2018). Ο Πίνακας 2.2 δείχνει επίσης τις περιφερειακές εισοδηματικές διαφορές που λαμβάνονται υπόψη ρητά στο εμπειρικό μας μοντέλο.

Η περιφερειακή κατανομή της μέσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό (σε kWh) για το 2017 φαίνεται εικόνα 2.1. Σύμφωνα με αυτό παρατηρήθηκε ότι οι περιοχές με την υψηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος στα νοικοκυριά είναι οι δύο κεντρικές περιοχές (Αττική, Κεντρική Μακεδονία) και δύο νησιωτικές περιοχές της νότιας Ελλάδας (Νότιο Αιγαίο και Κρήτη). Άλλες δύο περιοχές της βόρειας Ελλάδας (Δυτική Μακεδονία, Ανατολική Μακεδονία-Θράκη) και δύο από τις νησιωτικές περιοχές (Ιόνια Νησιά, Βόρειο Αιγαίο) έχουν σχετικά υψηλή



κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος στα νοικοκυριά. Οι υπόλοιπες περιοχές έχουν χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος στα νοικοκυριά.



*Εικόνα 2.2. Μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό, 2017. (Πηγή: Kostakis, 2020)*

## Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία έρευνας

### 3.1. Σκοπός της έρευνας

Για την εξέταση της **άριστης τιμολογιακής πολιτικής και διάκρισης τιμών πραγματοποιήθηκε ποσοτική έρευνα με σκοπό την** εκτίμηση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε κάθε Περιφέρεια **ή ομάδα περιφερειών** της Ελλάδας σε σχέση με την τιμή, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να εξεταστεί αν ενδείκνυται πολιτική διάκρισης τιμών σε περιφερειακό επίπεδο **ή επίπεδο γεωγραφικής ενότητας**. Η περιγραφή των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την στατιστική ανάλυση όπως και των μεθόδων που υιοθετήθηκαν περιγράφονται στην συνέχεια του κεφαλαίου.

### 3.2. Δεδομένα

Τα δεδομένα της έρευνας περιέχουν μέσες ετήσιες τιμές του δείκτη τιμών καταναλωτή για τον ηλεκτρισμό, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε χιλιάδες ΩΧβ και τον δείκτη τιμών παραγωγού του άνθρακα και του λιγνίτη για τα έτη 1995 έως και 2012 ανά περιφέρεια της Ελληνικής επικράτειας.. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται ανά περιφέρεια και ανά ομάδα περιφερειών. Πηγή άντλησης των δεδομένων ήταν η ΕΛΣΤΑΤ. Πιο συγκεκριμένα για την κατανάλωση του ρεύματος πηγή ήταν η διεύθυνση <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SIN03/> για τους δείκτες τιμών άνθρακα και λιγνίτη η <http://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/DKT87/2012-M12> και για το κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά περιφέρεια η <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SEL57/>-. Η σύνοψη των δεδομένων παρουσιάζεται στον πίνακα 1.

**Πίνακας 3.1.** Δεδομένα της έρευνας

A.A	Όνομα	Περιγραφή	Επεξήγηση	Τιμές	
1	mun	Περιφέρεια	Το σύνολο των περιφερειών της χώρας	ΑΜΘ, Αττική, Β. Αιγαίο, Δ. Ελλάδα, Δ. Μακεδονία, Ήπειρος, Θεσσαλία, Ι. Νησιά, Κ. Μακεδονία, Κρήτη, Ν. Αιγαίο, Πελοπόννησος, Στ. Ελλάδα	
2	mun_c	Ομάδες περιφερειών	Ομάδες περιφερειών	ΑΜΘ & Κ. Μακεδονία, Δ. Μακ. & Ήπειρος & Θεσσαλία & Δ. Ελλάδα, Αττική & Πελοπόννησος & Στ. Ελλάδα, Ιόνιο & Β. Αιγαίο & Ν. Αιγαίο	
3	year	Αναφερόμενο έτος	Έτος αναφοράς	1995 – 2012	
Οικονομικοί δείκτες			Είδος μεταβλητής		
3	mdtkh	Δείκτης τιμών καταναλωτή ηλεκτρικού ρεύματος	Μέσος ΔTK Ηλεκτρισμός	Ποσοτική μεταβλητή	συνεχής
4	gdppc	Per capita GDP	Κατά κεφαλή ΑΕΠ (€)	Ποσοτική μεταβλητή	συνεχής
5	skie	Κατανάλωση Ηλεκτρικής ενέργειας	Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (χιλιάδες ΩXB)	Ποσοτική μεταβλητή	συνεχής
6	medt	Δείκτης τιμών άνθρακα και λιγνίτη	Μέσος ετήσιος δείκτης τιμών παραγωγού στη βιομηχανία εγχωρίας αγοράς- Κλάδος 05 (Άνθρακας και Λιγνίτης)	Ποσοτική μεταβλητή	συνεχής

### 3.3 Μέθοδοι ανάλυσης

Στην παρούσα έρευνα, το πρώτο βήμα ήταν η περιγραφή των μεταβλητών με την βοήθεια κατάλληλων πινάκων και γραφημάτων για την εξέταση της συμπεριφοράς τους. Στην συνέχεια, έγινε εξέταση διαφορών των αρχικών τιμών της συνολικής κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας ανά κατηγορίες των παραγόντων περιφέρειας

(σύνολο και ομάδες περιφερειών) και έτους αναφοράς με την βοήθεια της ανάλυσης της διασποράς με έναν παράγοντα (one way ANOVA). Ακολούθως, έγινε παρόμοια εξέταση και με την είσοδο της μεταβλητής έτος αναφοράς που εξετάστηκε ως παράγοντας. Η ανάλυση αυτή έγινε με την βοήθεια της ανάλυσης της διασποράς με δύο παράγοντες και σκοπός ήταν η εξέταση τυχόν αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών έτος και περιφέρεια. Η εισαγωγική αυτή ανάλυση επιτρέπει την εξέταση των μεταβολών των τιμών ανά παράγοντα αλλά δε μπορεί να δώσει την απαραίτητη πληροφορία για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την εκτίμηση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε κάθε Περιφέρεια. Για τον λόγο αυτό έγινε εξέταση υποδειγμάτων παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή τον λογάριθμο των τιμών κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς σε αυτή την περίπτωση οι συντελεστές παλινδρόμησης αντιστοιχούν στις ελαστικότητες, καθώς  $d\ln Q/d\ln P = (dQ/dP) \cdot (P/Q)$ .

Το πρώτο υπόδειγμα παλινδρόμησης που εξετάστηκε ήταν το διαστρωματικό υπόδειγμα παλινδρόμησης όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκαν οι τιμές κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος και ανεξάρτητες ο μέσος ΔΤΚ για τον ηλεκτρισμό, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και ο μέσος ετήσιος δείκτη τιμών παραγωγού για τον άνθρακα και τον λιγνίτη. Το επόμενο υπόδειγμα παλινδρόμησης που εξετάστηκε ήταν η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων σε 2 στάδια ή 2 stage least squares (2SLS). Η παλινδρόμηση αυτή επιτρέπει τον υπολογισμό της ζήτησης  $q = \alpha + \beta p + \gamma y + \varepsilon_1$  ( $q$  = ποσότητα,  $p$  = τιμή,  $y$  = εισόδημα,  $\varepsilon_1$  = κατάλοιπα) και της προσφοράς  $q = \delta + \zeta p + \eta c + \varepsilon_2$  ( $c$  = τιμή εισροής,  $\varepsilon_2$  = κατάλοιπα). Στην συνέχεια εφαρμόστηκε το markup rule  $P = [EP/(1 + EP)]MC$  θεωρώντας το MC ίδιο για κάθε γεωγραφική ενότητα και έγινε σύγκριση των τιμών ανά γεωγραφική ενότητα. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς μπορούν να επιτρέψουν της εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για την χρήση ή μη ανεξάρτητης τιμολογιακής πολιτικής. Τέλος εξετάστηκε και η αιτιότητα κατά Granger μεταξύ των μεταβλητών μέσου δείκτη τιμών καταναλωτή για τον ηλεκτρισμό και της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος ώστε να διαπιστωθεί εάν η μια μεταβλητή μπορεί να αποτελέσει προβλεπτικό παράγοντα της άλλης. Όλες οι αναλύσεις έγιναν με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS V21 και του EViews V11 σε στάθμη σημαντικότητας  $p\text{-level}=0.05$ . Για την εφαρμογή των μεθόδων ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές όπως των Ogunc, & Hill, (2008), Samuelson & Marks, (2012), Κούτρας, (2011) και Tranmer et al., (2020).

## Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

### 4.1 Περιγραφή δεδομένων

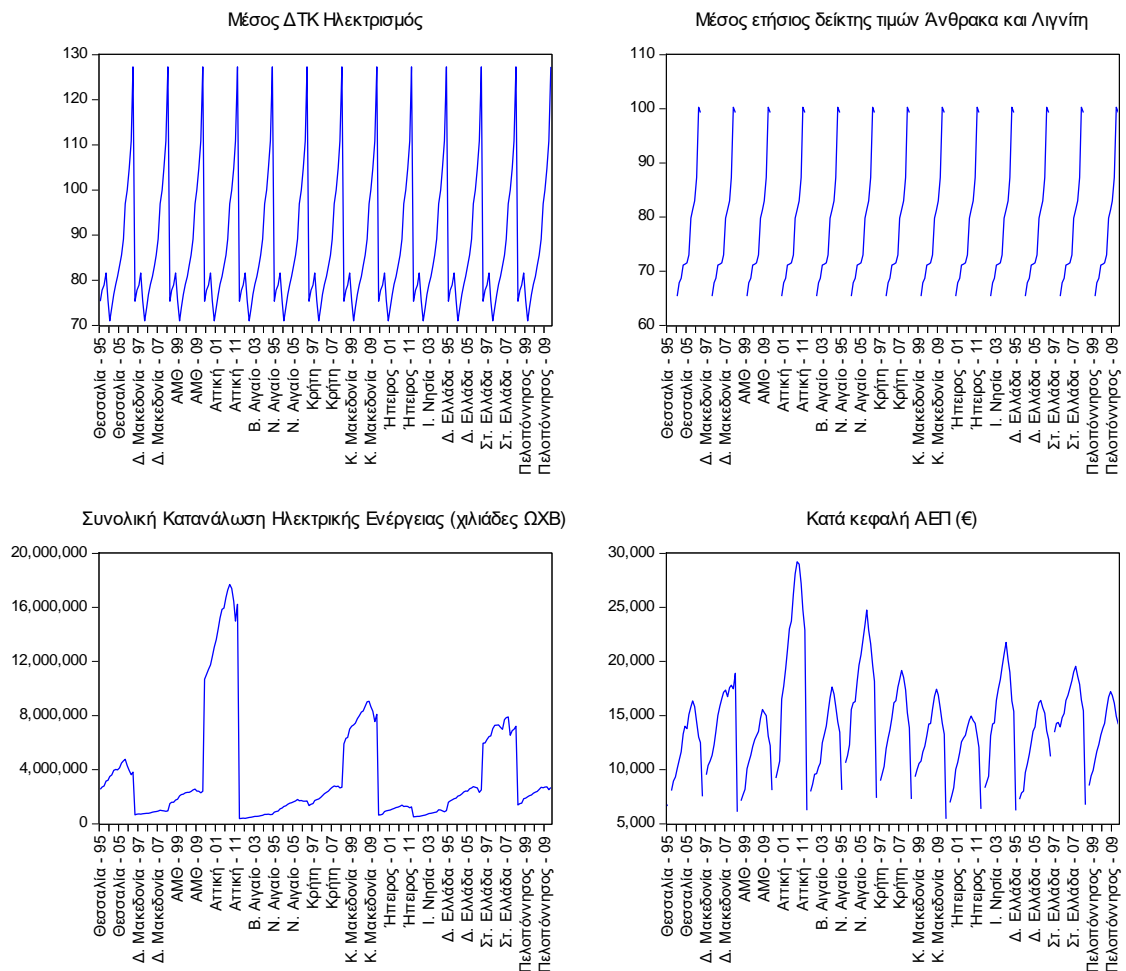
Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας το πρώτο βήμα της παρουσίασης των αποτελεσμάτων αφορούσε την αριθμητική και γραφική παράσταση των δεδομένων της έρευνας. Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται τα μέτρα θέσης και διασποράς των μεταβλητών MDTKH, GDPPC, SKIE και MEDT όπου διαπιστώθηκε παρουσία πολλών απουσιών τιμών στον δείκτη τιμών άνθρακα και λιγνίτη (MEDT). Σχεδόν όλες οι μεταβλητές είχαν παρόμοιες μέσες τιμές και τιμές της διαμέσου, κάτι που φανερώνει πιθανή συμμετρικότητα όμως το τεστ των Jarque – Berra έδειξε ότι καμία μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή καθώς σε όλες τις περιπτώσεις η μηδενική υπόθεση κανονικότητας μπορούσε να απορριφθεί. Το μέσο κατά κεφαλήν ΑΕΠ ήταν ίσο με 14.208, 66 € η μέση κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος ήταν ίση με 3.572.321 χιλιάδες ΩΧΒ, ο μέσος δείκτης τιμών καταναλωτή ηλεκτρικού ρεύματος ήταν ίσος με 87,14 € και ο μέσος ετήσιος δείκτης τιμών άνθρακα και λιγνίτη ήταν ίσος με 78,46€. Εκτός της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές δεν παρουσίασαν μεγάλη μεταβλητότητα καθώς η τυπική τους απόκλιση ήταν χαμηλή. Αντίθετα η τυπική απόκλιση της κατανάλωσης του ρεύματος ήταν μεγαλύτερη της μέσης τιμής.

**Πίνακας 4.1.** Μέτρα θέσης και διασποράς των εξεταζόμενων μεταβλητών

	MDTKH	GDPPC	SKIE	MEDT
M.T.	87.14459	14208.66	3572321.	78.46230
Διάμεσος	81.21141	14190.77	2093182.	73.02145
Μέγιστη τιμή	127.3100	29215.07	17698769	100.2812
Ελάχιστη τιμή	70.99000	5459.000	380877.0	65.40165
T.A.	14.70843	4533.371	3932700.	11.05862
Λοξότητα	1.291115	0.622029	1.921936	0.841686
Κύρτωση	3.854116	3.706815	6.190173	2.508460
Jarque-Bera	72.12492	18.85192	243.2874	21.65563
$\rho$	0.000000	0.000081	0.000000	0.000020
Άθροισμα	20391.83	3140114.	8.36E+08	13260.13
Τετραγωνική απόκλιση	50406.74	4.52E+09	3.60E+15	20545.23
N	234	221	234	169

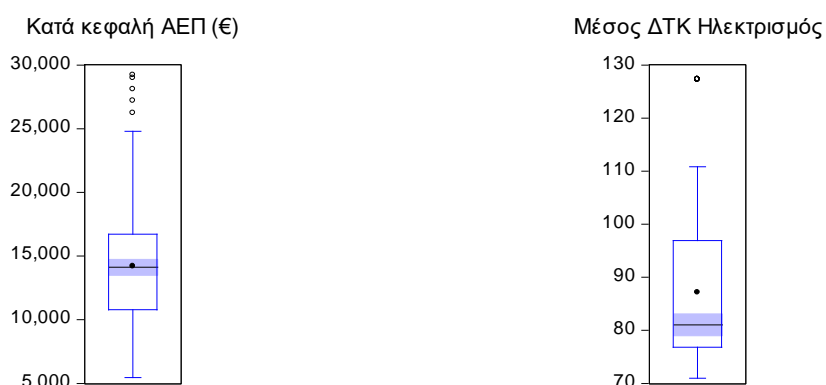
Οι διαχρονικές μεταβολές των εξεταζόμενων μεταβλητών για την περίοδο 1995 – 2012 παρουσιάζονται στο γράφημα 4.1 και έδειξαν ότι

- Υπάρχει απότομη αύξηση του μέσου ΔΤΚ ηλεκτρισμού. Η αύξηση αυτή ξεκινά μετά το 2005 και είναι σταθερά ανοδική.
- Παρόμοια, και στην ίδια χρονική περίοδο, παρατηρήθηκε απότομη αύξηση των τιμών άνθρακα και λιγνίτη
- Η Αττική, η κεντρική Μακεδονία η Στερεά Ελλάδα και η Θεσσαλία παρουσίασαν την μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος η οποία παρουσίασε παρόμοιες πορείες χρονικά με κορύφωση το 2008 και ελαφρά πτώση στην συνέχεια. Μια πιθανή εξήγηση για αυτή την εξέλιξη είναι η εμφάνιση των πρώτων επιπτώσεων της οικονομικής κρίσης
- Η πορεία του κατά κεφαλήν ΑΕΠ ήταν παρόμοια για όλες τις περιφέρειες και έδειξε απότομη αύξηση και κορύφωση το 2008 και απότομη πτώση μετά.

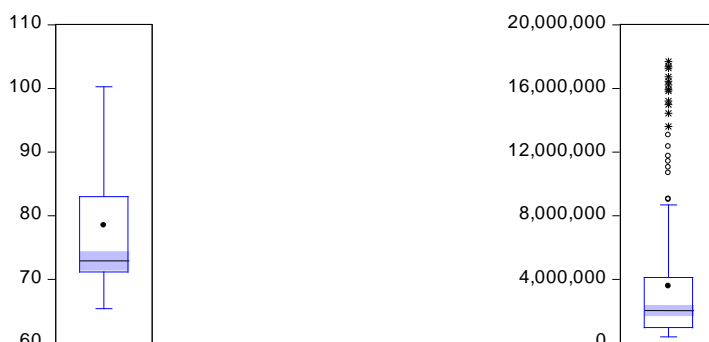


Γράφημα 4.1. Χρονικές μεταβολές των εξεταζόμενων μεταβλητών.

Σύμφωνα με το γράφημα 4.2 μόνο η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας παρουσίασε μεγάλο αριθμό ακριών τιμών, κάτι όμως που ήταν αναμενόμενο καθώς η μεγάλη μεταβλητότητα αυτής της μεταβλητής επισημάνθηκε από την περιγραφή των μέτρων θέσης και διασποράς της. Τέλος, οι υπόλοιπες μεταβλητές παρουσίασαν ελάχιστες ακραίες τιμές (κατά κεφαλήν ΑΕΠ και μέσος ΔΤΚ ηλεκτρισμός) και ο μέσος δείκτης τιμών άνθρακα και λιγνίτη δεν παρουσίασε καμία ακραία τιμή.



Μέσος ετήσιος δείκτης τιμών Άνθρακα και Λιγνίτη    Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (χιλιάδες ΩΧΒ)



*Γράφημα 4.2. Θηκογράμματα των εξεταζόμενων μεταβλητών*

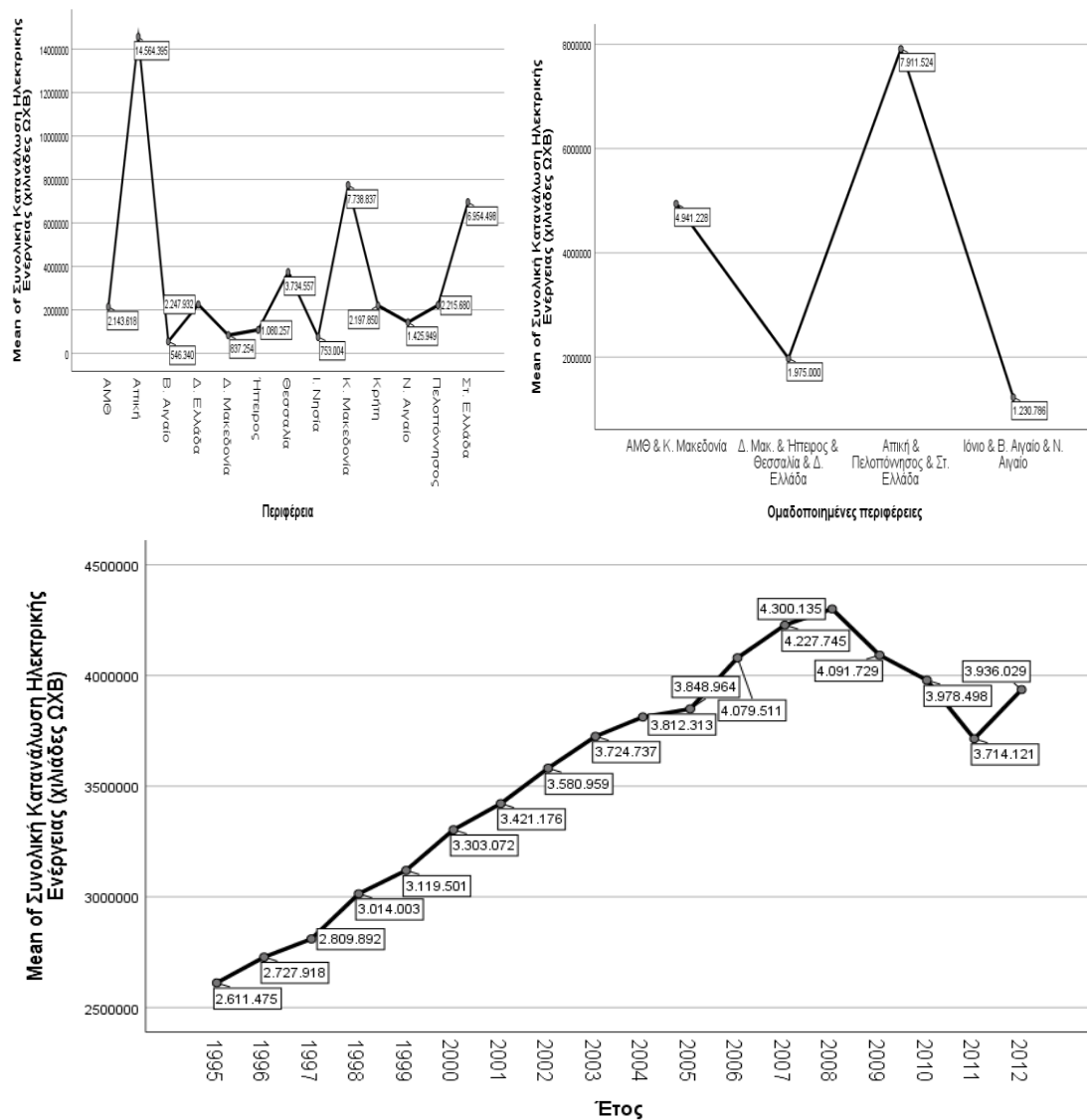
## 4.2. Εξέταση μέσων τιμών

Στο επόμενο μέρος της ανάλυσης έγινε εξέταση των μέσων τιμών με εξαρτημένη μεταβλητή τις τιμές της συνολικής κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος και το σύνολο των περιφερειών, τις ομάδες περιφερειών και το έτος αναφοράς. Η εξέταση αυτή έγινε με την βοήθεια της ανάλυσης της διασποράς με έναν παράγοντα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2. Σύμφωνα με αυτά διαπιστώθηκε ότι η μέση κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος διαφέρει ανά περιφέρεια ( $F=465.341$ ,  $p<0.001$ ) και ανά ομάδες περιφερειών ( $F(3,233)=65.675$ ,  $p<0.001$ ) αλλά όχι ανά έτος ( $F(17, 233)=0.223$ ,  $p=0.999$ ). Επιπλέον, από το γράφημα 4.3 διαπιστώθηκε σταθερή

άνοδος της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος ανά έτος όπως και ότι η κεντρική και νότια Ελλάδα είχαν την μεγαλύτερη κατανάλωση ενώ αντίθετα τα νησιά (Αιγαίο και Ιόνιο) την μικρότερη.

**Πίνακας 4.2.** Αποτελέσματα εξέτασης μέσων τιμών

Εξαρτημένη μεταβλητή: Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος	F	df1	df2	p
Σύνολο περιφερειών	465.341	12	233	<0.001
Ομάδες περιφερειών	65.675	3	233	<0.001
Έτος αναφοράς	0.223	17	233	0.999



**Γράφημα 4.3.** Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά περιφέρεια, ομάδες περιφερειών και ανά έτος.



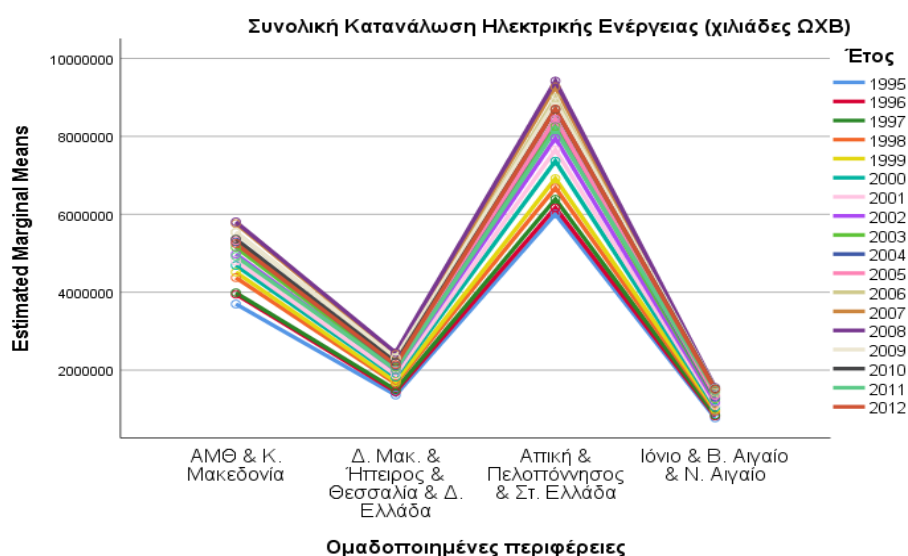
### 4.3. Εξέταση αλληλεπιδράσεων

Στην συνέχεια έγινε εξέταση διαφορών των μέσων τιμών της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος ανά ομάδα περιφερειών και ανά έτος αναφοράς. Η εξέτασή έγινε με την βοήθεια της ανάλυσης της διασποράς με δύο παράγοντες (two way ANOVA) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.3. Σύμφωνα με αυτά διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση των τιμών της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος ανά ομάδα περιφέρειας και ανά έτος. Αυτή η παράλληλη πορεία παρουσιάζεται και στο γράφημα 4.4 όπου καταδεικνύεται ότι σε κανένα έτος δεν παρατηρήθηκαν αποκλίσεις κατανάλωσης των περιφερειών.

**Πίνακας 4.3.** Αποτελέσματα εξέτασης μέσων τιμών και αλληλεπιδράσεων

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1749171498749 287,500 <sup>a</sup>	71	2463621829224 3,484	2,152	,000
Intercept	3481334829429 283,000	1	3481334829429 283,000	304,123	,000
year	6804317441191 0,890	17	4002539671288, 876	,350	,992
mun_cat	1662673599791 095,500	3	5542245332636 98,500	48,416	,000
year * mun_cat	2421793872665 7,090	51	474861543659,9 43	,041	1,000
Error	1854436983204 598,500	162	1144714187163 3,324		
Total	6589794181068 342,000	234			
Corrected Total	3603608481953 886,000	233			

a. R Squared = ,485 (Adjusted R Squared = ,260)



*Γράφημα 4.4.* Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά έτος και ανά ομάδα περιφέρειας

#### 4.4 Διαστρωματική παλινδρόμηση

Το πρώτο υπόδειγμα που εξετάστηκε είχε ως εξαρτημένη μεταβλητή την τον φυσικό λογάριθμο των τιμών κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος και ανεξάρτητες μεταβλητές το σύνολο των λογαριθμικών τιμών των υπολοίπων ποσοτικών μεταβλητών. Η παλινδρόμηση πραγματοποιήθηκε σε στρωματοποιημένα δεδομένα ανά περιφέρεια. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4 και τα αποτελέσματα του EViews στο παράρτημα της εργασίας. Σύμφωνα με αυτά διαπιστώθηκε ότι η κατανάλωση του ρεύματος εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από το κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Επίσης από το αρχικό υπόδειγμα διαπιστώθηκε ότι αύξηση της τιμής του ρεύματος αναμένεται να επιφέρει μείωση της κατανάλωσης ενώ η αύξηση της τιμής του άνθρακα και του λιγνίτη αναμένεται να επιφέρει αύξηση της κατανάλωσης. Αυτό το ίσως παράδοξο αποτέλεσμα ενδέχεται να έχει μεγαλύτερη σχέση με το γεγονός ότι αύξηση της κατανάλωσης του ρεύματος αναμένεται να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής του καυσίμου.

**Πίνακας 4.4.** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα του αρχικού και του βέλτιστου στρωματοποιημένου υποδείγματος

	LOGMDTKH	LOGGDPPC	LOGMEDT	R <sup>2</sup>	F	p
Αρχικό υπόδειγμα	-0.702	1.472***	0.518	0.115	7.176	<0.001
Βέλτιστο υπόδειγμα	---	1.003***	---	0.117	29.275	<0.001

\**p-level=0.05* \*\**p-level=0.01* \*\*\**p-level=0.001*

#### 4.5 Παλινδρόμηση δύο σταδίων

Στο τελευταίο μέρος της ανάλυσης των δεδομένων πραγματοποιήθηκε παλινδρόμηση δύο σταδίων ή 2 stage least squares σύμφωνα με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5 και έδειξαν η ζήτηση ηλεκτρικού ρεύματος αυξάνεται με την αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος και της τιμής του καυσίμου που χρειάζεται για την παραγωγή του. Καμία όμως από τις ανεξάρτητες μεταβλητές δεν ήταν στατιστικά σημαντική και το υπόδειγμα είχε χαμηλή ερμηνευτικότητα ( $R^2=0.09$ ) και δεν ήταν στατιστικά σημαντικό ( $F=0.438$ ,  $p=0.645$ )

**Πίνακας 4.5.** Αποτελέσματα εξέτασης παλινδρόμησης δύο σταδίων

Instrument specification: LOGMEDT LOGMDTKH C

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGMDTKH	0.003838	1.374206	0.002793	0.9978
LOGGDPPC	0.829991	2.819025	0.294425	0.7688
C	2.901745	9.285230	0.312512	0.7550
R-squared	0.094474	Mean dependent var		6.385150
Adjusted R-squared	0.083564	S.D. dependent var		0.408141
S.E. of regression	0.390716	Sum squared resid		25.34143
F-statistic	0.438869	Durbin-Watson stat		0.003042
Prob(F-statistic)	0.645511	Second-Stage SSR		27.83811
Instrument rank	3			

Οι εκτιμώμενες τιμές από το υπόδειγμα των δύο σταδίων εισήρθαν στον markup rule  $P = [EP/(1 + EP)]MC$  και τα αποτελέσματά τους ανά ομάδα περιφερειών παρουσιάζονται στον πίνακα 4.6. Σύμφωνα με αυτά διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές των μεσών τιμών ανά ομάδα περιφερειών

**Πίνακας 4.6.** Μέσες βαθμολογίες τιμών P ανά ομάδα περιφερειών

Ομάδες περιφερειών	N	M.T.	T.A.
ΑΜΘ & Κ. Μακεδονία	26	0.863725	0.000998
Δ. Μακ. & Ήπειρος & Θεσσαλία & Δ. Ελλάδα	52	0.863876	0.001108
Πελοπόννησος & Στ. Ελλάδα	39	0.865517	0.001642
Ιόνιο & Β. Αιγαίο & Ν. Αιγαίο	52	0.864998	0.001386

 $F(3,165)=16.825, p<0.001$ 

#### 4.6 Αιτιότητα κατά Granger

Το τελευταίο μέρος της παρουσίασης των αποτελεσμάτων περιείχε την εξέταση της αιτιότητας κατά Granger αιτιότητα δηλαδή εάν μια μεταβλητή αποτελεί το αίτιο μεταβολής μιας άλλης και κατά επέκταση εάν αποτελεί προβλεπτικό παράγοντα της άλλης. Η εξέταση έγινε με βασική μεταβλητή την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος ως προς όλες τις υπόλοιπες 3 μεταβλητές. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4.7 και έδειξαν ότι μόνο η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης και των τιμών άνθρακα και λιγνίτη δεν ήταν στατιστικά σημαντική βραχυπρόθεσμα (lag=2). Η παρόμοια εξέταση με χρονική υστέρηση 5 περιόδων (lag=5) έδειξε ότι μακροπρόθεσμα (σε βάθος πενταετίας) η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος δεν αποτελεί αίτιο μεταβολής του κατά κεφαλήν ΑΕΠ.

**Πίνακας 4.7.** Αιτιότητα κατά Granger με εξαρτημένη μεταβλητή την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος βραχυπρόθεσμα (lag=2) και μακροπρόθεσμα (lag=5)

Lag=2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LOGGDPPC does not Granger Cause LOGSKIE	182	7.75950	0.0006
LOGSKIE does not Granger Cause LOGGDPPC		3.49628	0.0324
LOGMDTKH does not Granger Cause LOGSKIE	208	20.1827	1.E-08
LOGSKIE does not Granger Cause LOGMDTKH		7.36558	0.0008
LOGMEDT does not Granger Cause LOGSKIE	143	29.5955	2.E-11
LOGSKIE does not Granger Cause LOGMEDT		0.91498	0.4029

Lag=5

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LOGMEDT does not Granger Cause LOGSKIE	104	16.2108	2.E-11
LOGSKIE does not Granger Cause LOGMEDT		4.95904	0.0005
LOGGDPPC does not Granger Cause LOGSKIE	143	4.15770	0.0015
LOGSKIE does not Granger Cause LOGGDPPC		1.07550	0.3769
LOGMDTKH does not Granger Cause LOGSKIE	169	15.1833	4.E-12
LOGSKIE does not Granger Cause LOGMDTKH		2.40702	0.0390

## **Κεφάλαιο 5.**

### **Συμπεράσματα**

Η μέχρι ώρα ανάλυση των δεδομένων έδειξε μια σταθερή πορεία της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος ανά περιφέρεια ή ανά ομάδα περιφερειών. Οι τιμές αυτές αυξάνονται συνεχώς ανά έτος χωρίς όμως οι διαφορές των μέσων τιμών να είναι στατιστικά σημαντικές. Σε σχέση με την ύπαρξη ή μη ανεξάρτητης τιμολογιακής πολιτικής, τα εισαγωγικά αποτελέσματα της ανάλυσης της διασποράς με ένα παράγοντα έδειξαν ότι πράγματι υπάρχουν διαφορές στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος τόσο ανά περιφέρεια όσο και ανά ομάδα περιφερειών. Αντίθετα το έτος αναφοράς δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε αλληλοεπίδρασε με τις τιμές κατανάλωσης ανά περιφέρεια.

Η διαστρωματική παλινδρόμηση αποκάλυψε ότι η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος εξαρτάται άμεσα από τον πλούτο της χώρας όπως αυτή εκφράζεται από το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και η εξάρτηση αυτή ήταν θετική δείχνοντας παράλληλη αύξηση. Παρόλα αυτά προβληματισμό δημιουργεί η σταθερή ανοδική πορεία της κατανάλωσης ρεύματος σε όλα τα εξεταζόμενα χρονικά σημεία σε αντίθεση με την πτώση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ μετά το 2008. Οι διαφορές των διαδρομών των τιμών αυτών των μεταβλητών υπονοούν ότι η κατανάλωση του ρεύματος εξαρτάται και από άλλους παράγοντες εκτός από την οικονομική δυνατότητα των πολιτών ενώ αξίζει να αναφέρουμε την στροφή στην ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση μετά το 2008 λόγω της αδυναμίας πληρωμής ορυκτών καυσίμων όπως το πετρέλαιο. Επίσης, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι αύξηση της κατανάλωσης δεν σημαίνει και αποζημίωση των εταιρειών από τους καταναλωτές καθώς δεν ήταν λίγα τα παραδείγματα μακροχρόνια απλήρωτων λογαριασμών λόγω οικονομικής αδυναμίας των πολιτών υπό την σιωπηλή ανοχή του κράτους λόγω της δύσκολης οικονομικής κατάστασης.

Η παλινδρόμηση δύο σταδίων επιβεβαίωσε την θετική σχέση μεταξύ κατανάλωσης και κατά κεφαλήν ΑΕΠ αν και παρουσίασε μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Επιπλέον μέσα από τις εκτιμώμενες τιμές του υποδείγματος διαπιστώθηκε ότι παραγόμενοι δείκτες  $R$  διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ανά ομάδα περιφερειών επιβεβαιώνοντας τα εισαγωγικά συμπεράσματα της εξέτασης των αρχικών τιμών τους. Οι τιμές ελαστικότητας της ζήτησης παρουσίασαν μια ανελαστική

ζήτηση σε κάθε ομάδα περιφερειών σε συμφωνία προηγούμενες έρευνες όπως π.χ. των Hondroyiannis et al. (2002) και των Polemis και Dagoumas (2013). Η τιμή αυτή πλησίαζε κοντά στην τιμή 1 υπονοώντας ότι μεταβολή της τιμής δεν θα φέρει αλλαγές στα έσοδα των επιχειρήσεων διανομής ηλεκτρικού ρεύματος. Τα αποτελέσματα αυτά έχουν επιβεβαιωθεί και από άλλες έρευνες και δείχνουν ότι η κοστολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος εμπεριέχει ένα πολύ μεγάλο πλήθος παραμέτρων με βασικότερη την κοινωνική πολιτική, δηλαδή την κοστολόγηση του ρεύματος με βασικό μέλημα την δυνατότητα πρόσβασης σε όλους του πολίτες. Βέβαια, σε αυτό το σημείο θα πρέπει οπωσδήποτε να επισημανθεί και το επιπρόσθετο κόστος των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος μέσω χρεώσεων που δεν έχουν σχέση με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Οι χρεώσεις αυτές αφορούν δημοτικά τέλη, φόρους και την ΕΡΤ και σύμφωνα με άρθρο της εφημερίδας ΑΥΓΗ (2021) σε σχετική έρευνα, το 94,4% των συμμετεχόντων επιθυμούν να αφαιρεθούν από τους λογαριασμούς οι χρεώσεις υπέρ τρίτων και να εισπράττονται με άλλο τρόπο.

Επίσης, και σύμφωνα με την ίδια πηγή, δύο στους τρεις καταναλωτές (ποσοστό 63,6%) δήλωσαν πως δυσκολεύονται να πληρώσουν τον λογαριασμό ηλεκτρικού ρεύματος. Ειδικότερα, σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας, αναφέρθηκαν: ως πρώτος λόγος δυσκολίας πληρωμής οι ιδιαίτερα αυξημένοι λογαριασμοί εξαιτίας των χρεώσεων υπέρ τρίτων (δημοτικά τέλη / φόροι, ΕΡΤ) και των ρυθμιζόμενων χρεώσεων (ΕΤΜΕΑΡ και ΥΚΩ), ως δεύτερος λόγος η μείωση του εισοδήματός τους λόγω πανδημίας, οικονομικής κρίσης, ανεργίας. Παρόμοια, υψηλό ποσοστό καταναλωτών κατήγγειλε υπέρογκα ποσά στους λογαριασμούς που καλείται να πληρώσει, τα οποία αφορούν είτε επιπρόσθετες χρεώσεις, όπως η Ρήτρα Προσαρμογής που συνδέεται με τη χονδρεμπορική τιμή (Οριακή Τιμή Συστήματος - ΟΤΣ), είτε ρυθμιζόμενες χρεώσεις (ΥΚΩ/ΕΤΜΕΑΡ), είτε άσχετες με την κατανάλωση ενέργειας χρεώσεις (ΕΡΤ, δημοτικά τέλη κ.λπ.).

Τέλος, και σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Pachauri and Spreng, 2011; Atsalis et al., 2016; Boemi et al., 2017; Sadath and Acharya, 2017; Mashhoodi et al., 2019) επιβεβαιώθηκε το αντίκτυπο της χρήσης ενέργειας στην ποιότητα ζωής (φτώχεια), καθώς δύο στους τρεις καταναλωτές (ποσοστό 63,6%) δήλωσαν πως δυσκολεύονται να πληρώσουν τον λογαριασμό ηλεκτρικού ρεύματος. Ειδικότερα, σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας, αναφέρθηκαν: ως πρώτος λόγος

δυσκολίας πληρωμής οι ιδιαίτερα αυξημένοι λογαριασμοί εξαιτίας των χρεώσεων υπέρ τρίτων (δημοτικά τέλη / φόροι, ΕΡΤ) και των ρυθμιζόμενων χρεώσεων (ΕΤΜΕΑΡ και ΥΚΩ), ως δεύτερος λόγος η μείωση του εισοδήματός τους λόγω πανδημίας, οικονομικής κρίσης, ανεργίας.

Σύμφωνα με τα προηγούμενα γίνεται φανερό ότι η κοστολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος και η προσπάθεια εύρεσης της βέλτιστης τιμολογιακής πολιτικής μπορεί να εξαρτάται από οικονομικούς κανόνες, όπως της ελαστικότητας της ζήτησης, αλλά υπαγορεύεται από άλλους παράγοντες που δύσκολα μπορούν να υπεισεέλθουν σε ένα μαθηματικό μοντέλο κυρίως λόγω της μεταβολής τόσο του αριθμού τους όσο και των μεγεθών των τιμών τους.

Τέλος, από την εξέταση της αιτιότητας κατά Granger διαπιστώθηκε ότι η κατανάλωση είναι το αίτιο και το αιτιατό σχεδόν και των τριών εξεταζόμενων μεταβλητών τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει και την πολυπλοκότητα του προβλήματος καθώς ο αριθμός των παραμέτρων – μεταβλητών που πρέπει να εξεταστούν θα πρέπει να είναι σαφώς μεγαλύτερος. Αυτή μπορεί να θεωρηθεί και ως μια αδυναμία της έρευνας καθώς διαπιστώθηκε ότι η είσοδος και άλλων παραμέτρων όπως πχ. της τιμής και κατανάλωσης φυσικού αερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να παράγει διαφορετικά αριθμητικά αποτελέσματα αν και προκύπτει ότι η αναγκαιότητα ανεξάρτητης τιμολόγησης ανά περιφέρεια θα αναδεικνυόταν σε κάθε περίπτωση.

## Βιβλιογραφία

- ΑΥΓΗ, (2021). Ηλεκτρικό ρεύμα / Καθαρούς λογαριασμούς ζητούν οι καταναλωτές. Ανακτήθηκε 1/7/2021 από [https://www.avgi.gr/oikonomia/387294\\_katharouys-logariasmoys-zitoyn-oi-katanalotes](https://www.avgi.gr/oikonomia/387294_katharouys-logariasmoys-zitoyn-oi-katanalotes)
- Al-Bajjali, S.K., Shamayleh, A.Y., (2018). Estimating the determinants of electricity consumption in Jordan. *Energy* 147, 1311–1320.
- Arabatzis, G., Malesios, C., (2011). An econometric analysis of residential consumption of fuelwood in a mountainous prefecture of Northern Greece. *Energy Policy* 39 (12), 8088–8097.
- Assimakopoulos, V., Domenikos, H.G., (1991). Consumption preferences structure of Greek households. *Energy Econ.* 13 (3), 163–167.
- Athukorala, W., Wilson, C., Managi, S., Karunarathna, M., 2019. Household demand for electricity: the role of market distortions and prices in competition policy. *Energy Policy* 134, 110932.
- Atsalis, A., Mirasgedis, S., Tourkolias, C., Diakoulaki, D., 2016. Fuel poverty in Greece: quantitative analysis and implications for policy. *Energy Build.* 131, 87–98.
- Azam, M., Khan, A.Q., Zafeiriou, E., Arabatzis, G., 2016. Socio-economic determinants of energy consumption: an empirical survey for Greece. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 57, 1556–1567.
- Bedir, M., Hasselaar, E., Itard, L., 2013. Determinants of electricity consumption in Dutch dwellings. *Energy Build.* 58, 194–207.
- Besagni, G., Borgarello, M., 2018. The determinants of residential energy expenditure in Italy. *Energy* 165, 369–386.
- Blázquez, L., Boogen, N., Filippini, M., 2013. Residential electricity demand in Spain: new empirical evidence using aggregate data. *Energy Econ.* 36, 648–657.
- Boemi, S.N., Avdimiotis, S., Papadopoulos, A.M., 2017. Domestic energy deprivation in Greece: a field study. *Energy Build.* 144, 167–174.
- Cayla, J.M., Maizi, N., Marchand, C., 2011. The role of income in energy consumption behavior: evidence from French households data. *Energy Policy* 39 (12), 7874–7883.
- Chong, H., 2012. Building vintage and electricity use: Old homes use less electricity in hot weather. *Eur. Econ. Rev.* 56 (5), 906–930.



- Christodoulakis, N., Kalyvitis, S., 1997. The demand for energy in Greece: assessing the effects of the community support framework 1994–1999. *Energy Econ.* 19, 393–416.
- Cialani, C., Mortazavi, R., 2018. Household and industrial electricity demand in Europe. *Energy Policy* 122, 592–600.
- Creti, A., Fontini, F., (2019). *Economics of Electricity. Markets, Competition and Rules.* Cambridge, University Press.
- Dergiades, T., Martinopoulos, G., Tsoulfidis, L., 2013. Energy consumption and economic growth: Parametric and non-parametric causality testing for the case of Greece. *Energy Econ.* 36, 686–697.
- Donatos, G., Mergos, G., 1989. Energy demand in Greece: the impact of two energy crises. *Energy Econ.* 11 (2), 147–152.
- Donatos, G.S., Mergos, G.J., 1991. Residential demand for electricity: the case of Greece. *Energy Econ.* 13 (1), 41–47.
- Kraft, J., Kraft, A., 1978. On the relationship between energy and GNP. *J. Energy Dev.* 3, 401–403.
- Druckman, A., Jackson, T., 2008. Household energy consumption in the UK: a highly geographically and social-economically disaggregated model. *Energy Policy* 36 (8), 3177–3192.
- EIA, (2021). Factors affecting electricity prices. Ανακτήθηκε 1/7/2021 από <https://www.eia.gov/energyexplained/electricity/prices-and-factors-affecting-prices.php>
- Ekholm, T., Krey, V., Pachauri, S., Riahi, K., 2010. Determinants of household energy consumption in India. *Energy Policy* 38, 5696–5707.
- Ekonomou, L., 2010. Greek long-term energy consumption prediction using artificial neural networks. *Energy* 35 (2), 512–517.
- Energypedia, (2021). Greece Energy Situation. Ανακτήθηκε 1/7/2021 από [https://energypedia.info/wiki/Greece\\_Energy\\_Situation](https://energypedia.info/wiki/Greece_Energy_Situation)
- Esmailimoakher, P., Urmee, T., Pryor, T., Baverstock, G., 2016. Identifying the determinants of residential electricity consumption for social housing in Perth, Western Australia. *Energy Build.* 133, 403–413.
- Euretirio, (2021). Ευρετήριο οικονομικών όρων: Ελαστικότητα ζήτησης. Ανακτήθηκε 1/7/2021 από <https://euretirio.com/elastikotita-zitisis/>

- Everett, B, Boyle, G, Peake, S. and Ramage, J. (2011). *Energy Systems and Sustainability. Power for a Sustainable Future* (2nd Edition). Oxford: Oxford University Press.
- Ewing, R., Rong, F., 2008. The impact of urban form on US residential energy use. *Hous. Policy Debate* 19 (1), 1–30.
- Filippini, M., Pachauri, S., 2004. Elasticities of electricity demand in urban Indian households. *Energy Policy* 32, 429–436.
- Frondel, M., Sommer, S., Vance, C., 2019. Heterogeneity in German residential electricity consumption: a quantile regression approach. *Energy Policy* 131, 370–379.
- Haas, R., Biermayr, P., Zochling, J., Auer, H., 1998. Impacts on electricity consumption of household appliances in Austria: a comparison of time series and cross-section analyses. *Energy Policy* 26 (13), 1031–1040.
- HAEE, (2019). Hellenic Association for Energy Economics. *Greek Energy Market Report 2019*. <https://www.haee.gr/media/4858/haees-greek-energy-market-report-2019-upload-version.pdf>.
- Hall, P. (1998) *Cities in Civilisation*. Weidenfield and Nicholson. Jonnes, J., (2003). *Empires of light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the race to electrify the world*. New York: Random House
- Harris, C., (2006). *Electricity Markets*. West Sussex, John Wiley & Sons Ltd
- Hasanov, F., Bulut, C., Suleymanov, E., 2017. Review of energy-growth nexus: a panel analysis for ten Eurasian oil exporting countries. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 73, 369–386.
- Hondroyannis, G., 2004. Estimating residential demand for electricity in Greece. *Energy Econ.* 26 (3), 319–334.
- Hondroyannis, G., Lolos, S., Papapetrou, E., 2002. Energy consumption and economic growth: assessing the evidence from Greece. *Energy Econ.* 24, 319–326.
- Huang, W.H., 2015. The determinants of household electricity consumption in Taiwan: Evidence from quantile regression. *Energy* 87, 120–133.
- Hughes, T.P. (1993 edition, first published 1983) *Networks of Power*. Johns Hopkins
- Κούτρας, Μ., (2011). *Ανάλυση παλινδρόμησης*. Anakt;huhke 17/7/2021 από [http://www.unipi.gr/faculty/mkoutras/regres/regres1\\_1.pdf](http://www.unipi.gr/faculty/mkoutras/regres/regres1_1.pdf)
- Karatasou, S., Laskari, M., Santamouris, M., 2018. Determinants of high electricity use and high energy consumption for space and water heating in European social

- housing: Socio-demographic and building characteristics. *Energy Build.* 170, 107–114.
- Karytsas, S., 2018. An empirical analysis on awareness and intention adoption of residential ground source heat pump systems in Greece. *Energy Policy* 123, 167–179.
- Kavousian, A., Rajagopal, R., Fischer, M., 2013. Determinants of residential electricity consumption: using smart meter data to examine the effect of climate, building characteristics, appliance stock, and occupants' behavior. *Energy* 55, 184–194.
- Kim, M.J., 2018. Characteristics and determinants by electricity consumption level of households in Korea. *Energy Rep.* 4, 70–76.
- Kostakis, I., (2020). Socio-demographic determinants of household electricity consumption: evidence from Greece using quantile regression analysis, *Current Research in Environmental Sustainability*, 1: 23-30, <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2020.04.001>.
- Kraft, J., Kraft, A., 1978. On the relationship between energy and GNP. *J. Energy Dev.* 3, 401–403.
- Lam, J.C., 1998. Climatic and economic influences on residential electricity consumption. *Energy Convers. Manag.* 39 (7), 623–629.
- Leahy, E., Lyons, S., 2010. Energy use and appliance ownership in Ireland. *Energy Policy* 38, 4265–4279.
- Levy, J.P., Belaid, F., 2018. The determinants of domestic energy consumption in France: Energy modes, habitat, households and life cycles. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 81, 2104–2114.
- Mashhoodi, B., Stead, D., van Timmeren, A., 2019. Spatial homogeneity and heterogeneity of energy poverty: a neglected dimension. *Ann. GIS* 25 (1), 19–31.
- McLoughlin, F., Duffy, A., Conlon, M., 2012. Characterising domestic electricity consumption patterns by dwelling and occupant socio-economic variables: an Irish case study. *Energy Build.* 48, 240–248.
- Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., Georgopoulou, E., Kotroni, V., Lagouvardos, K., Lalas, D.P., 2007. Modeling framework for estimating impacts of climate change on electricity demand at regional level: Case of Greece. *Energy Convers. Manag.* 48, 1737–1750.

- Moustris, K.P., Nastos, P.T., Bartzokas, A., Larissi, I.K., Zacharia, P.T., Paliatsos, A.G., 2014. Energy consumption based on heating/cooling degree days within the urban environment of Athens, Greece. *Theor. Appl. Climatol.* 517–529.
- Narayan, P.K., Smyth, R., Prasad, A., 2007. Electricity consumption in G7 countries: a panel cointegration analysis of residential demand elasticities. *Energy Policy* 35 (9), 4485–4494.
- NECP, (2021). National energy and climate plans (NECPs) . Ανακτήθηκε 1/7/2021 από [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en)
- Ogunc, A. & Hill, C., (2008). *Using Excel For Principles of Econometrics*, Third Edition. JOHN WILEY & SONS, INC. USA.
- Ozturk, I., 2010. A literature survey on energy–growth nexus. *Energy Policy* 38 (1), 340–349.
- Pachauri, S., 2004. An analysis of cross-sectional variations in total household energy requirements in India using micro survey data. *Energy Policy* 32 (15), 1723–1735.
- Pachauri, S., Spreng, D., 2011. Measuring and monitoring energy poverty. *Energy Policy* 39 (12), 7497–7504.
- Papadaki, D., Kiriakidis, G., Tsoutsos, T., (2018). Applications of nanotechnology in construction industry. In: Barhoom, A., MakHloor, A.S.H. (Eds.), *Fundamentals of Nanoparticles*, pp. 343–370.
- Polemis, M.L., Dagoumas, A.S., 2013. The electricity consumption and economic growth nexus: evidence from Greece. *Energy Policy* 62, 798–808.
- Rapanos, V., Polemis, M., 2006. The structure of residential energy demand in Greece. *Energy Policy* 34, 3137–3143.
- Rhodes, R., (2018). *Energy: A human history*. New York, Simon & Schuster
- Sadath, A.C., Acharya, R.H., 2017. Assessing the extent and intensity of energy poverty using Multidimensional Energy Poverty Index: empirical evidence from households in India. *Energy Policy* 102, 540–550.
- Sakah, M., du Can, S.D.L.R., Diawuo, F.A., Sedzro, M.D., Kuhn, C., 2019. A study of appliance ownership and electricity consumption determinants in urban Ghanaian households. *Sustain. Cities Soc.* 44, 559–581.
- Samuelson, F.W., Marks, G.S., (2012). *Managerial Economics* 7th ed. USA, John Wiley & Sons

- Sanquist, T.F., Orr, H., Shui, B., Bittner, A.C., 2012. Lifestyle factors in US residential electricity consumption. *Energy Policy* 42, 354–364.
- Santamouris, M., Kapsis, K., Korres, D., Livada, I., Pavlou, C., Assimakopoulos, M., 2007. On the relation between the energy and social characteristics of the residential sector. *Energy Build.* 39 (8), 893–905.
- Santamouris, M., Paravantis, J.A., Founda, D., Kolokotsa, D., Michalakakou, P., Papadopoulos, A.M., Kontoulis, N., Tzavali, A., Stigka, E.K., Ioannidis, Z., Mehilli, A., 2013. Financial crisis and energy consumption: a household survey in Greece. *Energy Build.* 65, 477–487.
- Sardianou, E., 2008. Estimating space heating determinants: an analysis of Greek households. *Energy Build.* 40, 1084–1093.
- Stern, D.I., 2004. Economic growth and energy. *Encycl. Energy* 2, 35–51.
- Tiba, S., Omri, A., 2017. Literature survey on the relationships between energy, environment and economic growth. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 69, 1129–1146.
- Tranmer, M., Murphy, J., Elliot, M., and Pampaka, M., (2020). Multiple Linear Regression (2nd Edition); Cathie Marsh Institute Working Paper 2020-01. Ανακτήθηκε 1/6/2021 από <https://hummedia.manchester.ac.uk/institutes/cmist/archive-publications/working-papers/2020/2020-1-multiple-linear-regression.pdf>
- Tsani, S.Z., 2010. Energy consumption and economic growth: a causality analysis for Greece. *Energy Econ.* 32 (3), 582–590.
- Tserkezos, E.D., 1992. Forecasting residential electricity consumption in Greece using monthly and quarterly data. *Energy Econ.* 14 (3), 226–232.
- Tyralis, H., Mamassis, N., Photis, Y.N., 2017. Spatial analysis of the electrical energy demand in Greece. *Energy Policy* 102, 340–352.
- UNDP, (χ.η.) Human Development Index (HDI). Ανακτήθηκε 1/7/2021 από <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>
- Vogiatzi, C., Gemenetzi, G., Massou, L., Pouloupoulos, S., Papaefthimiou, S., Zervas, E., 2018. Energy use and saving in residential sector and occupant behavior: a case study in Athens. *Energy Build.* 181, 1–9.
- Wiesmann, D., Azevedo, I.L., Ferrão, P., Fernández, J.E., 2011. Residential electricity consumption in Portugal: Findings from top-down and bottom-up models. *Energy Policy* 39 (5), 2772–2779.
- Wyatt, P., 2013. A dwelling-level investigation into the physical and socio-economic drivers of domestic energy consumption in England. *Energy Policy* 60, 540–549.

- Yohanis, Y.G., Mondol, J.D., Wright, A., Norton, B., 2008. Real-life energy use in the UK: how occupancy and dwelling characteristics affect domestic electricity use. *Energy Build.* 40 (6), 1053–1059.
- Zachariadis, T., Pashourtidou, N., 2007. An empirical analysis of electricity consumption in Cyprus. *Energy Econ.* 29 (2), 183–198.
- Zhou, S., Teng, F., 2013. Estimation of urban residential electricity demand in China using household survey data. *Energy Policy* 61, 394–402.
- Zohuri, B., (2016). Electricity, an Essential Necessity in Our Life. 10.1007/978-3-319-23537-0\_2.
- Zonzilos, N., Lolos, S., 1996. Household Energy Demand in Greece. Discussion Paper. National Technical University of Athens (in Greek).

## Παράρτημα

### Αρχικό υπόδειγμα διαστρωματικής παλινδρόμησης στο σύνολο των περιφερειών

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGMEDT	0.517641	2.269101	0.228126	0.8198
LOGMDTKH	-0.701719	1.855605	-0.378162	0.7058
LOGGDPPC	1.471813	0.324684	4.533062	0.0000
C	0.612112	1.621540	0.377488	0.7063
R-squared	0.115423	Mean dependent var		6.385150
Adjusted R-squared	0.099339	S.D. dependent var		0.408141
S.E. of regression	0.387339	Akaike info criterion		0.964350
Sum squared resid	24.75517	Schwarz criterion		1.038430
Log likelihood	-77.48757	Hannan-Quinn criter.		0.994413
F-statistic	7.176585	Durbin-Watson stat		0.011792
Prob(F-statistic)	0.000147			

### Βέλτιστο υπόδειγμα διαστρωματικής παλινδρόμησης στο σύνολο των περιφερειών

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGGDPPC	1.003898	0.185541	5.410640	0.0000
C	2.204980	0.766748	2.875755	0.0044
R-squared	0.117914	Mean dependent var		6.351115
Adjusted R-squared	0.113886	S.D. dependent var		0.417278
S.E. of regression	0.392799	Akaike info criterion		0.977971
Sum squared resid	33.78973	Schwarz criterion		1.008724
Log likelihood	-106.0658	Hannan-Quinn criter.		0.990388
F-statistic	29.27502	Durbin-Watson stat		0.005711
Prob(F-statistic)	0.000000			