



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Παρακολούθηση και Πρόβλεψη Αιχμής Ζήτησης στο
Ηλεκτροπαραγωγικό Σύστημα Κρήτης**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Βογιατζή Χαραλαμπία

Επιβλέπουσα: Καρασίμου Μαρία

Ιούνιος 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Παρακολούθηση και Πρόβλεψη Αιχμής Ζήτησης στο
Ηλεκτροπαραγωγικό Σύστημα Κρήτης**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Βογιατζή Χαραλαμπία

Επιβλέπουσα: Καρασίμου Μαρία

Ιούνιος 2023



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**Peak Demand Monitoring and Anticipation in the Power
System of Crete**

MSc Thesis

Vogiatzi Charalampia

Supervisor: Karasimou Maria

June 2023

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπουσα **Καρασίμου Μαρία**

Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος **Χροναίος Αλέξανδρος**

Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπο-
λογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος **Τσουκαλάς Ελευθέριος**

Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπο-
λογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας αυτής, αποτελούν αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλουν οποιασδήποτε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχουν έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Δηλώνω επίσης ότι τα αποτελέσματα της εργασίας δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για την απόκτηση άλλου πτυχίου. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Η Δηλούσα

Βογιατζή Χαραλαμπία

DISCLAIMER ON ACADEMIC ETHICS AND INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

Being fully aware of the implications of copyright laws, I expressly state that this MSc thesis, as well as the electronic files and source codes developed or modified in the course of this thesis, are solely the product of my personal work and do not infringe any rights of intellectual property, personality and personal data of third parties, do not contain work / contributions of third parties for which the permission of the authors / beneficiaries is required and are not a product of partial or complete plagiarism, while the sources used are limited to the bibliographic references only and meet the rules of scientific citing. The points where I have used ideas, text, files and / or sources of other authors are clearly mentioned in the text with the appropriate citation and the relevant complete reference is included in the bibliographic references section. I also declare that the results of the work have not been used to obtain another degree. I fully, individually and personally undertake all legal and administrative consequences that may arise in the event that it is proven, in the course of time, that this thesis or part of it does not belong to me because it is a product of plagiarism.

The declarant

Vogiatzi Charalampia

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτη από όλους την κ. Καρασίμου για την εξαιρετική και άψογη βοήθειά της που μου προσέφερε καθ όλη τη διάρκεια της συγγραφής μου, στηρίζοντας με και καθοδηγώντας με όπου χρειαζόταν. Επίσης, ιδιαίτερες ευχαριστίες στα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον κ. Τσουκαλά και κ. Χροναίο, για την βοήθεια και καθοδήγησή τους.

Φυσικά, και για ακόμα μία φορά, ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένεια και φίλους μου για την τόσο πολύτιμη βοήθεια τους σε αυτό μου το βήμα όσο και σε ολόκληρη τη ζωή μου.

Ένα ακόμα ευχαριστώ για την βοήθεια και τις γνώσεις που μας παρείχε παρ όλες τις συνθήκες στην μνήμη του κ. Παναπακίδη.

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
Παρακολούθηση και Πρόβλεψη Αιχμής Ζήτησης στο
Ηλεκτροπαραγωγικό Σύστημα Κρήτης
Βογιατζή Χαραλαμπία

Περίληψη

Η αλλαγή του κλίματος, οι βλαβερές συνέπειες των συμβατικών πηγών ενέργειας, οι νέοι κανόνες και νόμοι και οι ολοένα αυξανόμενες ανάγκες καθιστούν την αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ αναγκαία. Ειδικά για την Ελλάδα, μια χώρα πλούσια σε ηλιακή ακτινοβολία και ικανοποιητικά επίπεδα ανέμου, η συμμετοχή των ΑΠΕ θα λύσει πολλά ενεργειακά ζητήματα και θα συμβάλει στην επίτευξη των ενεργειακών στόχων. Σημαντική αρχή των έργων της χώρας σχετικά με την ενέργεια αποτελεί η διασύνδεση του μεγαλύτερου (τόσο σε έκταση και πληθυσμό όσο και τουριστικού) νησιού της Ελλάδας, της Κρήτης, με το ηπειρωτικό ηλεκτροπαραγωγικό σύστημα της χώρας. Μέσω των δύο διασυνδέσεων της η Κρήτη θα σταθεροποιηθεί ενεργειακά, θα συμβάλει στην ανταλλαγή ενέργειας του συστήματος της χώρας κ.α.. Στη συγκεκριμένη εργασία γίνεται ενεργειακή ανάλυση του συστήματος αυτού σε συνδυασμό με μεγέθη όπως το ΑΕΠ, το Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ και το Energy Intensity. ανάλυση του συστήματος γίνεται κυρίως μέσω της μελέτης της ζήτησης ενέργειας. Έπειτα, μελετάται η ενέργεια που καταναλώνει ένα άτομο και η πορεία του ανά τα έτη και συγκρίνεται η ζητούμενη ενέργεια με τα οικονομικά μεγέθη. Η σχέση των δεδομένων και οι συγκρίσεις μεταξύ τους οδηγούν στο συμπέρασμα (για την δεκαετία που γίνεται η ανάλυση) ότι η ενέργεια της Κρήτης συμβάλει στο ΑΕΠ της χώρας και τα τελευταία έτη φαίνεται να έχει η μεν ζήτηση ενέργειας αυξητική πορεία και το δε ΑΕΠ πτωτική. Τέλος, εξετάζεται η σχέση και συμβολή των κλάδων του ΑΕΠ και η σύνδεση των παραπάνω μεγεθών με το Energy Intensity.

Λέξεις Κλειδιά

Ηλεκτροπαραγωγικό σύστημα Κρήτης, Θερμικές μονάδες, ΑΠΕ, ΜΔΝ, διασύνδεση, Πελοπόννησος, Αττική, ΑΕΠ, Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ, ζήτηση ενέργειας, αιχμή ενέργειας, ενέργεια, Energy Intensity, Υδρογόνο

MSc Thesis

Peak Demand Monitoring and Anticipation in the Power System of Crete

Vogiatzi Charalampia

Abstract

Climate change, the harmful effects of conventional energy sources, the new rules and laws and the ever - increasing needs make the increase in the use of RES necessary. Especially for Greece, a country rich in solar radiation and satisfactory levels of wind, RES participation will solve many energy issues and help achieve energy goals. Important principle of the country's works on energy is the interconnection of the largest (both in area and population and tourism) island of Greece, Crete, with the continental electricity system of the country. Through its two interconnections, Crete will be stabilized energy, contribute to the exchange of energy of the country's system, etc. In this dissertation energy analysis of this system in combination with economic sizes such as GDP, GDP per capita and Energy Intensity is being performed. System analysis is mainly done through the study of energy demand. Then, the energy consumed by a person and his course through years is studied and compared the energy requested with economic figures. The relationship between the data and the comparisons between them lead to the conclusion (for the decade of analysis) that the energy of Crete contributes to the country's GDP and in recent years seems to have a demand for energy growth and GDP down. Finally, the relationship and contribution of the GDP sectors and the connection of the above sizes to Energy Intensity is examined.

Λέξεις Κλειδιά

Crete's power system, thermal units, RES, NII, interconnection, Peloponnese, Attica, GDP, GDP Per Capita, energy demand, energy, peak demand, energy intensity, Hydrogen

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	xv
Abstract	xvii
Κατάλογος σχημάτων	xx
Κατάλογος πινάκων	xxiii
Συντομογραφίες	xxv
1 Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	1
2 Κεφάλαιο 2: Ο ηλεκτρισμός στην Ελλάδα	5
2.1 Ιστορική αναδρομή ηλεκτρισμού στην Ελλάδα	5
2.2 Λειτουργία αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και τιμή ρεύματος της Ελλάδας .	7
2.3 Νομοθεσία	9
2.4 Ιστορική Αναδρομή Ηλεκτροπαραγωγικού Συστήματος Κρήτης	11
2.5 Υπάρχουσα κατάσταση ηλεκτρικού δικτύου Κρήτης	13
2.6 Υβριδικό μοντέλο αγοράς Κρήτης	14
3 Κεφάλαιο 3: Energy Intensity - ΑΕΠ	17
3.1 Επεξήγηση οικονομικών δεικτών	17
3.2 Energy Intensity	18
3.3 ΑΕΠ Ελλάδας και Κρήτης	21
3.4 ΑΕΠ και Ενεργειακή κατανάλωση	25
3.5 Η σχέση του ΑΕΠ με του Energy Intensity	27
3.6 Energy Intensity και Πληθωρισμός	31
4 Κεφάλαιο 4: Ανάλυση Ηλεκτροπαραγωγικού Συστήματος Κρήτης	35

4.1	Πηγές ενέργειας Κρήτης	35
4.2	Μηνιαία ενεργειακή κατανομή Κρήτης	39
4.3	Μέγιστη ετήσια αιχμή Κρήτης	40
4.4	Ενέργεια και ΑΕΠ	41
4.5	Μελλοντικοί ενεργειακοί στόχοι	49
5	Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα	55
5.1	Σύνοψη και συμπεράσματα	55
5.2	Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	57
Παράρτημα		
	Κλάδοι απασχόλησης	71

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 2.1	Διεθνείς διασυνδέσεις: η αρχή (Πηγή: ΔΕΗ) [8]	6
Σχήμα 2.2	Αγορά εξισορρόπησης ενέργειας (Πηγή: Elsevier) [9]	8
Σχήμα 2.3	«Fit for 55»: Πώς η ΕΕ θα κατοχυρώσει νομοθετικά τους στόχους για το κλίμα (Πηγή: Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης) [16]	10
Σχήμα 2.4	Διασύνδεση Κρήτης (Πηγή: ΡΑΕ) [20]	12
Σχήμα 3.1	Πληθωρισμός της Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [31]	18
Σχήμα 3.2	Energy Intensity Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [35]	19
Σχήμα 3.3	ΑΕΠ Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]	22
Σχήμα 3.4	ΑΕΠ Κρήτης και Ελλάδας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]	23
Σχήμα 3.5	ΑΕΠ Κρήτης και ποσοστό συμμετοχής του σε αυτό της χώρας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]	24
Σχήμα 3.6	Αλλαγές στην χρήση ενέργειας vs αλλαγές στο Κατά κεφαλήν ΑΕΠ, Ελλάδας (Πηγή: Our World in Data) [51]	25
Σχήμα 3.7	Αλλαγές στην χρήση ενέργειας vs αλλαγές στο ΑΕΠ, Ελλάδας (Πηγή: Our World in Data) [52]	26
Σχήμα 3.8	Κατά κεφαλήν ΑΕΠ και Energy Intensity Ελλάδας 2011 - 2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [35], [54]	28

Σχήμα 3.9	Κατά κεφαλήν ΑΕΠ Κρήτης και Energy Intensity 2011 - 2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [35], [54]	29
Σχήμα 3.10	Κατανάλωση βασιζόμενη στο Energy Intensity ανά δολάριο (Πηγή: Our World in Data) [56]	29
Σχήμα 3.11	Χρησιμοποιούμενη ενέργεια ανά άτομο (Πηγή: Our World in Data) [57]	30
Σχήμα 3.12	Πληθωρισμός και Energy Intensity της Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [31], [35]	32
Σχήμα 3.13	Περιβαλλοντικοί φόροι και Energy Intensity Ελλάδας 2011 - 2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [35], [59]	32
Σχήμα 4.1	Ποσοστό παραγόμενης ενέργειας στην Κρήτη 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]	36
Σχήμα 4.2	Παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ στην Κρήτη 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]	36
Σχήμα 4.3	Παραγόμενη ενέργεια από θερμικές μονάδες στην Κρήτη 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]	37
Σχήμα 4.4	Συνολική παραγόμενη ενέργεια στην Κρήτη 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]	38
Σχήμα 4.5	Μέγιστη ετήσια αιχμή ζήτησης Κρήτης 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]	40
Σχήμα 4.6	Ενέργεια Κρήτης και Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]	42
Σχήμα 4.7	Ετήσια ζήτηση ενέργειας και ΑΕΠ Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ & ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48], [1]	43
Σχήμα 4.8	Ενέργεια και ΑΕΠ Κρήτης 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ & ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1], [48]	44
Σχήμα 4.9	Ποσοστό συμμετοχής στον ακαθάριστο σχηματισμό παγίου κεφαλαίου της χώρας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]	45

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 3.1	Ποσοστό συμμετοχής ΑΕΠ της Κρήτης στις Ελλάδας (Πηγή: ΕΛ-ΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]	23
Πίνακας 4.1	Κλίση καμπυλών ζήτησης ενέργειας ανά μήνα (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]	39
Πίνακας 4.2	Ποσοστό μεταβολής ενέργειας Ελλάδας και Κρήτης 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]	42
Πίνακας 4.3	Αφίξεις επιβατών στην ΠΕ Κρήτης 2013-2020 (Πηγή: INSETE) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [66], [67], [68], [69]	46
Πίνακας 4.4	Επισκέψεις (σε χιλ.) στην ΠΕ Κρήτης 2013 - 2020 (Πηγή: INSETE) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [66], [67], [68], [69]	47
Πίνακας 4.5	Ποσοστό συμμετοχής του ΑΕΠ της Κρήτης στον ακαθάριστο σχηματισμό παγίου κεφαλαίου της χώρας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [70]	48
Πίνακας 1	Κλάδοι απασχόλησης (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) [70]	72

Σχήμα 4.10	Επισκέψεις στην ΠΕ Κρήτης 2013-2020 (Πηγή: INSETE) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [66], [67], [68], [69]	47
Σχήμα 4.11	Απασχόληση στον κλάδο Ζ-Η-Θ στην Κρήτη (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [70]	49
Σχήμα 4.12	Πότε οι χώρες θα απομακρυνθούν από την ενέργεια του Άνθρακα? (Πηγή: Our World in Data) [74]	50
Σχήμα 4.13	Παγκόσμια βελτίωση ενεργειακής έντασης στο σενάριο NET ZERO 2000-2030 (Πηγή: iea) [78]	51
Σχήμα 4.14	Οι διεθνείς ηλεκτρικές διασυνδέσεις της Ελλάδας (Πηγή: MONEY REVIEW) [79]	52

Συντομογραφίες

AC	Alternating Current
AC effect	Activity Correction effect
Airbnb	Air Bed and Breakfast
°C	Degrees Celsius
CEI	Composite Energy Intensity
CO ₂	Carbon Dioxide
DC	Direct Current
DSM	Demand Side Management
EGR	Energy-to-GDP Ratio
et al.	et alia
GHG	Greenhouse Gas
GW	Giga Watt
HVDC	High-Voltage Direct Current
IEA	International Energy Agency
IENE	Institute Of Energy For South East Europe
INSETE	Institute of Greek Tourism Confederation
km	kilometers
kV	kilo Volt
kWh	kilowatt hour
LED	Light-emitting Diode
LNG	Liquefied Natural Gas
m ²	square meters
m/sec	meter per second
MVA	Mega Volt-Amp
MW	Mega Watt

R ²	R-squared
sec	second
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
vs.	Versus
VSC	Voltage Source Converter
XLPE	Cross Linked Polyethylene
yr	year
ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΗΣ	Ατμοηλεκτρικός Σταθμός
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Α/Π	Αιολικά Πάρκα
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΔΤΚ	Δείκτης Τιμών Καταναλωτή
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΡ	Εναλλασσόμενο Ρεύμα
ΕΣΕΚ	Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα
ΕΣΜΗΕ	Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
H/Z	Ηλεκτροπαραγωγικό Ζεύγος
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΚΕΕΚ	Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας Κρήτης
ΚΥΤ	Κέντρα Υπερυψηλής Τάσης
κ.α.	και άλλα
ΜΔΝ	Μη Διασυνδεδεμένοι Νήσοι
ΜΕΚ	Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
κ.λπ.	και λοιπά
ΜΣΣ	Μικρά Συνδεδεμένα Συστήματα
ΜΥΗΣ	Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί
ΟΟΣΑ	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΠΕ	Περιφερειακή Ενότητα

ΠΚΕΕΚ	Περιφερειακό Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας Κρήτης
π.χ.	παραδείγματος χάριν
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
σελ.	σελίδα
ΣΡ	Συνεχές Ρεύμα
ΥΗΣ	Υδροηλεκτρικός Σταθμός
ΥΚΩ	Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας
ΥΤ	Υψηλή Τάση
Υ/Σ	Υποσταθμός
Φ/Β	Φωτοβολταϊκά
χλ.	χιλιόμετρα

Κεφάλαιο 1

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Ένα από τα μεγαλύτερα προς επίλυση προβλήματα που καλείται να λύνει σε καθημερινή βάση η ανθρωπότητα είναι η ενέργεια. Η ενέργεια ανέκαθεν ήταν πρωταγωνίστρια στην ζωή του ανθρώπου από την προϊστορία (π.χ. ως θερμική μέσω της φωτιάς) συντροφεύοντάς τον στις ανάγκες του για επιβίωση αλλά και στις δραστηριότητες του. Μέσω της τεχνολογίας ήταν εφικτή η καλύτερη εκμάθηση του περιβάλλοντος αλλά και των τρόπων εκμετάλλευσης της ενέργειας. Μια μορφή της ενέργειας που από νωρίς ανακαλύφθηκε πόσο σημαντική είναι αλλά και πόσο σημαντικό ρόλο θα παίζει στην ανθρώπινη ζωή είναι η ηλεκτρική. Μέσω της ηλεκτρικής ενέργειας ο άνθρωπος μπορούσε να φωτίσει, να μαγειρέψει ευκολότερα την τροφή του, να μετακινηθεί πιο γρήγορα, να δημιουργήσει συσκευές που θα βελτίωναν τη ζωή του (π.χ. ψυγείο, ραδιόφωνο) κ.λπ. Άλλωστε ο σκοπός κάθε νέου υλικού και υπηρεσίας είναι η βελτίωση της ανθρώπινης ζωής κάνοντάς την ξεκούραστη και εύκολη αυξάνοντας την ποιότητά της, το προσδόκιμο ζωής, την ευεξία κ.α.. Πλέον, τη σημερινή εποχή όπου η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί σημαντικά και συνεχίζει να αναπτύσσεται ραγδαία, έχουν αποκτηθεί πολλές γνώσεις ως προς την χρήση, παραγωγή, μεταφορά και αποθήκευση της κάθε μορφής ενέργειας. Έχουν επίσης, ανακαλυφθεί νέοι τρόποι παραγωγής, μεταφοράς και αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας και όπως και σε κάθε νέα ανακάλυψη έτσι και σε αυτή προκύπτουν προβλήματα. Προβλήματα που αφορούν την κλιματική αλλαγή, τις πηγές ενέργειας, και την ορθή εκμετάλλευσή τους για το κοινό καλό (π.χ. μείωση χρήσης λιγνίτη λόγω βλαβερών για την υγεία προβλημάτων). Προβλήματα που για την επίλυση τους έχουν σύμμαχο την τεχνολογία και την χρησιμοποιούν για να ανακαλύψουν τα όρια του περιβάλλοντος αλλά και τους τρόπους που οι ανθρώπινες ενέργειες δεν θα παρεμβαίνουν στην φύση. Έτσι από νωρίς έγινε γνωστό το πόσο βλαβερές μπορεί να είναι για το περιβάλλον οι συμβατικές πηγές ενέργειας

με αποτέλεσμα η ανθρωπότητα να έχει την ανάγκη δημιουργίας κανόνων (σχετικά με την χρήση τους). Την κοινή αυτή προσπάθεια στηρίζει και η ΕΕ μέσω των προτύπων, νόμων και των οδηγιών που θεσπίζει με σκοπό ένα καλύτερο, ενεργειακά αποδοτικότερο και ακόμα πιο φιλικό προς το περιβάλλον μέλλον. Η Ελλάδα ως ευρωπαϊκή χώρα αλλά και μέλος της ΕΕ και ακολουθώντας αυτά τα πρότυπα σημειώνει πρόοδο στον τομέα της ενέργειας μέσω της διείσδυσης των ΑΠΕ στο δίκτυο και μέσω των διασυνδέσεων της με άλλες χώρες αλλά και των μεταξύ νησιών της. Το νησί της Κρήτης, αποτελώντας πρότυπο - πλέον - με το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας του, χαρακτηρίζεται από αυξανόμενη παραγωγή ενέργειας μέσω ΑΠΕ και κόμβος διασυνδέσεων ηλεκτροπαραγωγικών συστημάτων. Η γεωγραφική του θέση είναι αυτή που την καθιστά ιδανικό μέρος για εκμετάλλευση των ΑΠΕ και ενώ μέχρι προσφάτως αποτελούσε ένα αυτόνομο ενεργειακό σύστημα, τώρα είναι ήδη διασυνδεδεμένο με την Πελοπόννησο και σύντομα θα διασυνδεθεί και με την Αττική.

Σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι να μελετήσει ένα ηλεκτροπαραγωγικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας και να αναλύσει μέσα από ενεργειακούς και οικονομικούς δείκτες το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας, την Κρήτη. Θα μελετήσει τη ζήτηση του ηλεκτροπαραγωγικού συστήματος, την μέγιστη αιχμή ζήτησης και το Energy Intensity. Πρόκειται για μία ανάλυση που σκοπό έχει να ερευνήσει το ενεργειακό μείγμα του νησιού, την αυξομείωση της ζήτησης ανάλογα με τους μήνες και την εποχή ως τουριστικός προορισμός και την μέγιστη αιχμή που μπορεί να έχει αυτό το σύστημα. Συνδυάζοντας την ανάλυση με τους οικονομικούς δείκτες, θα γίνουν συγκρίσεις με τα ΑΕΠ και τον πληθωρισμό. Πιο συγκεκριμένα, αναλυθεί η σχέση της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια με το ΑΕΠ θα συγκριθούν τα ΑΕΠ της χώρας και του νησιού, το Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ με την ενεργειακή κατανάλωση, το Energy Intensity με το Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ και με τον πληθωρισμό. Τέλος, θα παρουσιαστούν λύσεις οι οποίες θα συμβάλουν στην μείωση των συμβατικών πηγών ενέργειας ώστε να μειωθούν τα ενεργειακά προβλήματα.

Η διάρθρωση της διπλωματικής γίνεται στην εισαγωγή, σε τρία κύρια κεφάλαια και στα συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις. Στο πρώτο (και παρόν) κεφάλαιο παρουσιάζεται μία σύντομη εισαγωγή, ο σκοπός και η διάρθρωση της εργασίας. Στο δεύτερο θα γίνει μια θεωρητική εισαγωγή στο θέμα. Πιο συγκεκριμένα, μία ιστορική αναδρομή για την ενέργεια της χώρας, και θα αναλυθεί η λειτουργία μιας αγοράς ρεύματος και η διαμόρφωση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας. Θα παρουσιαστεί η ισχύουσα νομοθεσία που περιλαμβάνει πρωτόκολλα, συμφωνίες, συμβάσεις και πακέτα και η ιστορική αναδρομή του ηλεκτροπα-

ραγωγικού συστήματος της Κρήτης. Τέλος, το υπάρχον σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας της Κρήτης και το υβριδικό μοντέλο αγοράς που ισχύει σε αυτή την ενεργειακά μεταβατική περίοδο της. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οικονομικοί όροι και δείκτες όπως Energy Intensity, ΑΕΠ, Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ και Πληθωρισμός. Θα μελετηθεί η σχέση των ΑΕΠ του νησιού και της χώρας, του Energy Intensity με το Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ και τον πληθωρισμό και του ΑΕΠ με την ενεργειακή κατανάλωση. Στο τέταρτο και τελευταίο κύριο κεφάλαιο αναλύονται οι πηγές ενέργειας της Κρήτης, η μηνιαία ενεργειακή κατανομή της Κρήτης και της Ελλάδας και η μέγιστη ετήσια αιχμή ζήτησης της Κρήτης. Τέλος, μελετάται η σχέση μεταξύ ζήτησης ενέργειας και ΑΕΠ του νησιού και αναφέρονται οι μελλοντικοί ενεργειακοί στόχοι (τόσο για το άμεσο όσο και το έμμεσο μέλλον) και το Υδρογόνο που αποτελεί λύση. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα κύρια συμπεράσματα της εργασίας και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι η ανάλυση των δεδομένων θα γίνει για την χρονική περίοδο των ετών 2011-2020 και η συγκεκριμένη επιλογή έγινε για λόγους ομοιομορφίας των δεδομένων καθώς στα τέλη του έτους 2021 η Κρήτη κατατάσσεται στα ΜΣΣ. Όλες οι αναλύσεις έχουν γίνει με βάση τα δεδομένα των παρακάτω ιστοσελίδων και αφορούν για τα συγκεκριμένα δεδομένα που ανακλήθηκαν τη στιγμή της έρευνας. Όλα τα στοιχεία ενέργειας προέρχονται από την ιστοσελίδα του ΔΕΔΔΗΕ για τα μηνιαία δελτία ΑΠΕ και θερμικής παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά με βάση την εκάστοτε τρέχουσα εκκαθάριση. [1] Τα δεδομένα για το ΑΕΠ, Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ και πληθωρισμό της χώρας και της Κρήτης αλλά και τα δεδομένα της ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας κατά κλάδο και οι περιβαλλοντικοί φόροι προέρχονται από την ιστοσελίδα της ΕΛΣΤΑΤ για Περιφερειακούς Λογαριασμούς ΑΕΠ. Για το έτος 2020 (* στα διαγράμματα) τα στοιχεία του ΑΕΠ είναι προσωρινά και για όλα τα υπόλοιπα έτη τα δεδομένα έχουν εκτιμηθεί με έτος βάσης το 2015, ενώ τα στοιχεία των περιβαλλοντικών φόρων είναι προσωρινά για τα έτη 2019 και 2020. [2] Τα δεδομένα για τον τουρισμό προέρχονται από το INSETE [3] ενώ για τα airbnb προέρχονται από μια ιστοσελίδα από το Υπουργείο Τουρισμού της χώρας [4]. Τέλος, τα δεδομένα και διαγράμματα για το Energy intensity προέρχονται από την ιστοσελίδα ourworldindata [5] και μετατράπηκαν σε kWh/\$ για λόγους ομοιομορφίας στη μονάδα ενέργειας. Από την ίδια ιστοσελίδα προέρχονται, επίσης, η κατανάλωση ενέργειας ανά άτομο, η κατανάλωση βασιζόμενη στην ενεργειακή ένταση και οι αλλαγές σε ενέργεια και ΑΕΠ Ελλάδας και Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ Ελλάδας.

Κεφάλαιο 2

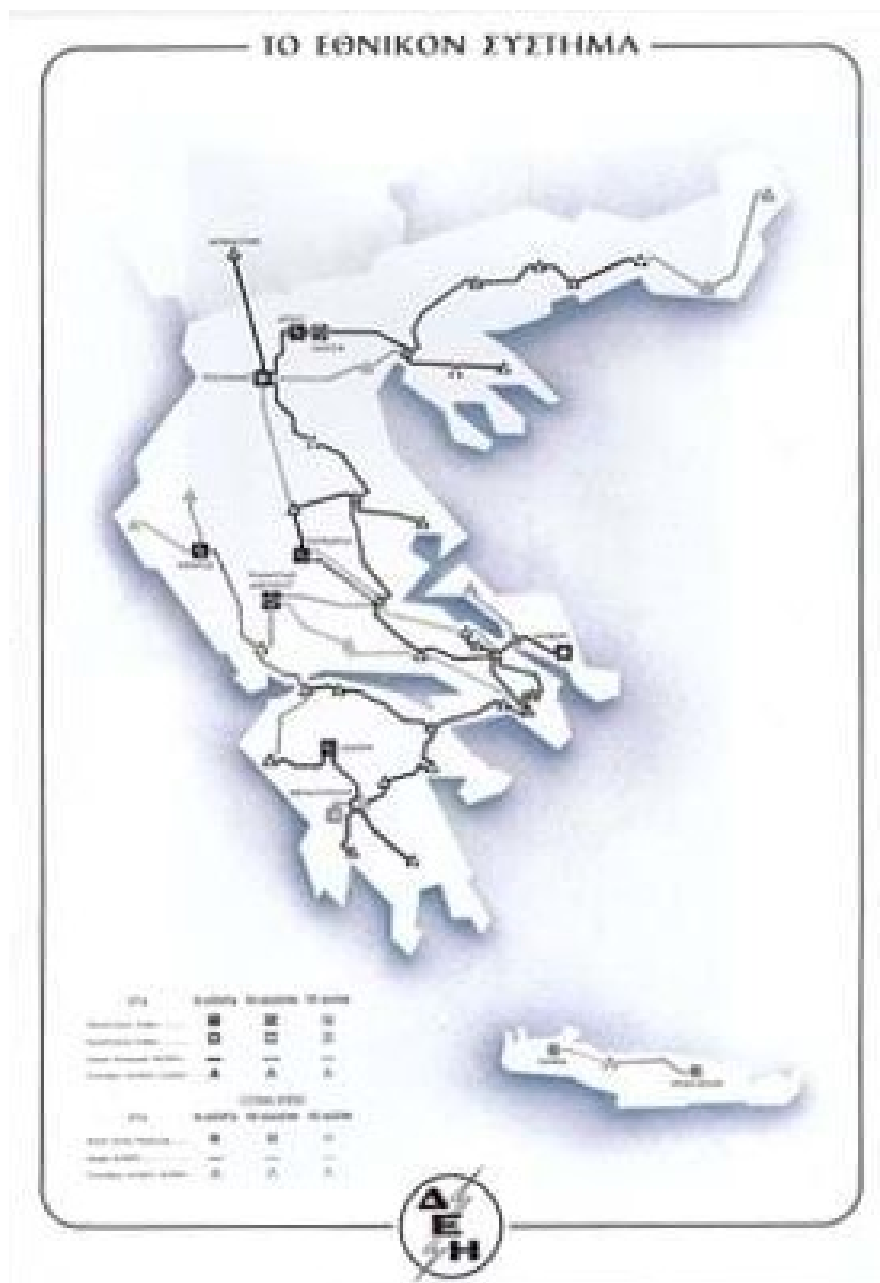
Κεφάλαιο 2: Ο ηλεκτρισμός στην Ελλάδα

2.1 Ιστορική αναδρομή ηλεκτρισμού στην Ελλάδα

Με την δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση όπου είχε δώσει το έναυσμα με την εμφάνισή του ο ηλεκτρισμός, ξεκίνησε μια εποχή ανάπτυξης σε πολλούς τομείς, όπως αυτούς της οικονομίας, της ποιότητας κ.α. Οι μέχρι τότε πηγές ενέργειας, δηλαδή ατμός, φωταέριο και πετρέλαιο αντικαταστάθηκαν από τον ηλεκτρισμό. Η πρώτη μονάδα που λειτούργησε είχε έδρα την Αγγλία, βασιζόταν στην κίνηση δύο υδρόμυλων και εξαρτιόταν από την βροχή. Έπειτα εγκαταστάθηκε καινούριος σταθμός στην Γερμανία και δίκτυα στο Βερολίνο το έτος 1885. Το 1889, μέσω μιας ιδιωτικής εταιρείας φωτίζεται το κέντρο της Ελλάδας και καθώς παράλληλα αναπτύσσεται η ηλεκτροπαραγωγή στην Οθωμανική Αυτοκρατορία, δίνεται το έναυσμα να αυξηθεί η αξιοποίηση των Ελληνικών μεταλλευτικών περιοχών και του λιγνίτη. [6]

Το Ανώτατο Συμβούλιο Ανασυγκρότησης, το 1948, έχοντας ως βάση το Σχέδιο Μάρσαλ δημιούργησε ένα τετραετές πρόγραμμα ανόρθωσης της οικονομίας όπου, μέσα σε όλα τα άλλα, προέβλεπε και την αξιοποίηση οκτώ ποταμών της χώρας με σκοπό τον εξηλεκτρισμό της. Η ΔΕΗ ιδρύθηκε το 1950 και κατασκευάστηκε ο θερμοηλεκτρικός σταθμός Αλιβερίου με ικανότητα παραγωγής 600000000kWh ετησίως, λίγα χρόνια αργότερα κατασκευάστηκε ο ΥΗΣ Λούρου και έπειτα λειτούργησε ο ΥΗΣ Λάδωνα. Το 1956 η ΔΕΗ πλέον γίνεται απόλυτος παραγωγός, μεταφορέας και διανομέας ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας και η καθημερινότητα αλλάζει με τις ηλεκτρικές συσκευές. Ο πρώτος ΑΗΣ της χώρας ξεκίνησε να λειτουργεί το 1959 στην Πτολεμαΐδα και μέσω αυτής η Ελλάδα διασυνδέθηκε με το νότιο σύστημα της Γιουγκοσλαβίας όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1, ενώ ένα χρόνο μετά λειτουργεί και ο

πρώτος Υδροηλεκτρικός Σταθμός Ταυρωπού. Η τεχνολογία των διασυνδέσεων συνεχίζεται με τη διασύνδεση του ηπειρωτικού συστήματος με το νησιωτικό (νησιά Αργοσαρωνικού και Σποράδες). [7]



Σχήμα 2.1: Διεθνείς διασυνδέσεις: η αρχή (Πηγή: ΔΕΗ) [8]

Κατά το 1971 εγκαθίσταται η μεγαλύτερη ατμοηλεκτρική μονάδα, η οποία θα ξεκινήσει να λειτουργεί ένα χρόνο αργότερα και το 1980 θα ξεκινήσει η δοκιμαστική παραγωγή από γεωθερμία και θα υπογραφεί σύμβαση για εγκατάσταση πυρηνικής μονάδας. Δύο χρόνια μετά θα λειτουργήσει το πρώτο αιολικό πάρκο και ο πρώτος φωτοβολταϊκός σταθμός στην Κρήτη και δύο χρόνια αργότερα θα λειτουργήσει ο μεγαλύτερος σταθμός για παραγωγή ηλεκτρικής

ενέργειας. Ανά τα χρόνια συνέχιζε η ανάπτυξη τέτοιων μονάδων, όμως το 1989 ξεκίνησε μια στροφή στις αντιρρυπαντικές τεχνολογίες και το 1997 μία μονάδα του Θερμοηλεκτρικού Σταθμού του Αγίου Γεωργίου λειτουργεί ξανά, αλλά με φυσικό αέριο αυτή τη φορά και ένα χρόνο αργότερα ολοκληρώνεται η τηλεθέρμανση της Κοζάνης. Η κλιματική αλλαγή και η ακόμα μεγαλύτερη ανησυχία για το περιβάλλον οδηγεί, το 2005, στην καταγραφή των εκπομπών Διοξειδίου του Άνθρακα και στην ανάπτυξη των έργων με ΑΠΕ. Το 2011, όμως, ιδρύονται ο ΑΔΜΗΕ για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας και ο ΔΕΔΔΗΕ για τη διανομή της και το 2019 τίθεται σε λειτουργία ο Υβριδικός σταθμός (αιολική και υδραυλική ενέργεια) στην Ικαρία. Πλέον, η εποχή χαρακτηρίζεται από έντονη ανάπτυξη του ηλεκτρισμού και της παραγωγής του, σε σημείο που φτάνει και στην ηλεκτροκίνηση δημιουργώντας καινούριες ανάγκες σε ηλεκτρισμό με σκοπό την φόρτιση των οχημάτων. [8] Οι ανάγκες, όμως, δεν περιορίζονται μόνο στην ηλεκτροκίνηση και η ανάπτυξη της τεχνολογίας προσθέτει τις ΑΠΕ στους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δημιουργώντας και τις αντίστοιχες απαιτήσεις από τα δίκτυα για να τις υιοθετήσουν. Άμεση απόρροια αυτών είναι η αναβάθμιση των δικτύων και η υιοθέτηση τοπικής και διεθνούς αγοράς ρεύματος.

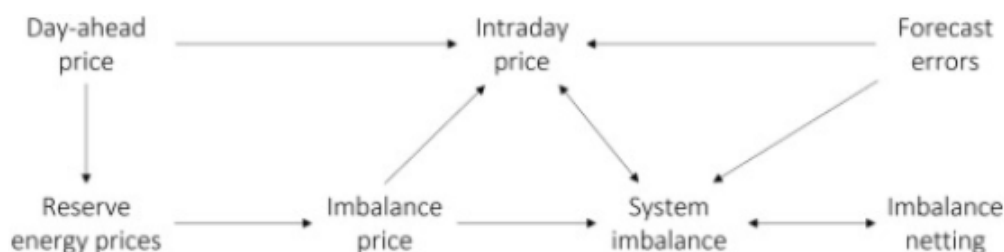
2.2 Λειτουργία αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και τιμή ρεύματος της Ελλάδας

Όταν ένα δίκτυο αναβαθμίζεται, αυξάνονται άμεσα οι απαιτήσεις και ανάγκες του και δημιουργούνται νέες ανάγκες οργάνωσης και συγκρότησης αγορών ηλεκτρικής ενέργειας. Μια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να βρίσκεται σε ισορροπία κάθε στιγμή. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει παραγωγοί ή αντιπρόσωποι αυτών και πωλητές (λιανικής) να συνεργάζονται πωλώντας και αγοράζοντας την απαραίτητη κάθε φορά ενέργεια. Όμως, αυτή η στρατηγική αντιμετωπίζει προβλήματα καθώς η ενέργεια είναι ένα μέγεθος που ούτε η απαιτούμενη ποσότητά της μπορεί να προβλεφθεί με πλήρη ακρίβεια, ούτε η παραγωγή της είναι ίδια κάθε φορά (λόγω συμμετοχής ΑΠΕ) και ούτε και οι εκάστοτε απαιτήσεις (προς κατανάλωση) είναι πάντα και οι προβλεπόμενες. Συνεπώς, το ισοζύγιο της ενέργειας είναι ένα θέμα που τίθεται σε συνεχή επίλυση με αποτέλεσμα να μεταβάλλει την τιμή της ενέργειας. [9]

Το ισοζύγιο ενέργειας διαφέρει ανά τις χώρες και συνεπώς κάθε χώρα μπορεί να έχει και την δική της στρατηγική τιμολόγησης ενέργειας. Η αγορά μπορεί να είναι βραχυπρόθεσμη

ή "ρευστή" ενδοημερήσια χονδρική (εξισορρόπηση ενέργειας μια μέρα μετά) ή αγορά συνεχούς συναλλάγματος (εξισορρόπηση ενέργειας την ίδια μέρα). Μία στρατηγική για τους συμμετέχοντες στο σύστημα (αγοράς - πώλησης ενέργειας) είναι η αγορά ενέργειας μεγάλης ποσότητας από την ενδοημερήσια (όταν η τιμή εξισορρόπησης είναι θετική) και η μετέπειτα πώλησή της στο σύστημα εξισορρόπησης. [9]

Στις αγορές ενέργειας ο διαχειριστής του συστήματος, με σκοπό την ενεργειακή ισορροπία, ενεργοποιεί τις εφεδρείες όταν αυτές χρειάζονται (π.χ. λόγω λάθους πρόβλεψης ή αστοχίας παραγωγής από τεχνικό πρόβλημα) ή αγοράζει ενέργεια. Αυτές οι ενέργειες (για την ενεργειακή ισορροπία) δημιουργούν συνεχόμενες αλλαγές στην τιμή της ενέργειας (ειδικά όταν η αγορά είναι αυτή της επόμενης μέρας, καθώς η εξισορρόπηση ενέργειας γίνεται κάθε 30 sec). Το κύριο πλεόν ζήτημα όλων των πωλητών είναι αυτή η τιμή που θα έχει η ενέργεια κάθε φορά. Ο υπολογισμός της τιμής ισορροπίας όμως είναι η διαφορά ανάμεσα στην ενέργεια που μετρήθηκε και στην προβλεπόμενη ενέργεια που θα παραγόταν και μπορεί να έχει θετική ή αρνητική τιμή. Στην εικόνα 2.2 φαίνεται η αλληλεπίδραση των βασικών ορισμών μιας αγοράς ενέργειας όπου έχουν άμεση σχέση και εξάρτηση με την προσφορά και την ζήτηση. [9], [10], [11]



Σχήμα 2.2: Αγορά εξισορρόπησης ενέργειας (Πηγή: Elsevier) [9]

Συνεπώς, κύριο μέλημα των συμμετεχόντων είναι η τιμή της ενέργειας δημιουργώντας η κάθε μία αγορά, σχεδόν, τους δικούς της κανόνες. Έτσι, αν πολλοί συμμετέχοντες του συστήματος προσφέρουν ενέργεια η τιμή εξισορρόπησης θα κατέβει, ενώ στον αντίποδα αν δεν υπάρχουν πολλοί συμμετέχοντες, θα χρησιμοποιηθούν οι εφεδρείες και η τιμή εξισορρόπησης θα ανέβει. Αυτό συμβαίνει και με την περίπτωση της Ελλάδας, μιας χώρας φτωχής σε ενεργειακό μείγμα και η αγορά εξισορρόπησης της ενέργειας της δεν έχει πολλούς συμμετέχοντες (άρα ελάχιστος ανταγωνισμός) με αποτέλεσμα η τιμή να παραμένει σε υψηλά επίπεδα. [9], [10], [11]

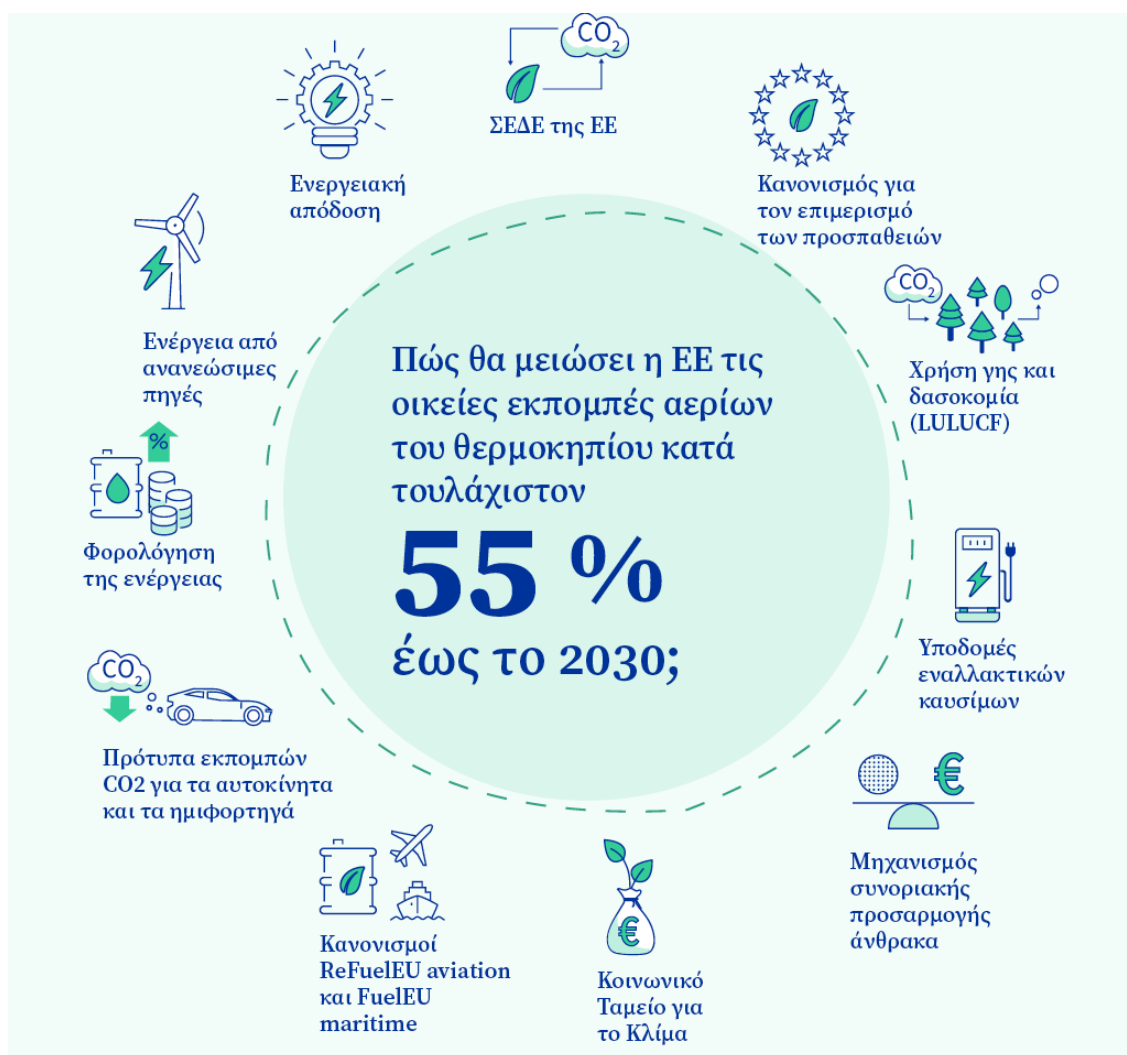
2.3 Νομοθεσία

Η ύπαρξη πολλών διαφορετικών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με τα βλαβερά οφέλη της αποκλειστικής χρήσης των συμβατικών πηγών ενέργειας καθιστούν την αναβάθμιση του συστήματος και την αύξηση παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ αναγκαίες. Με σκοπό την ικανοποίηση και των δύο αυτών αναγκών θεσπίστηκαν οδηγίες και κανονισμοί τόσο από την Ευρώπη όσο και από άλλες χώρες. Πιο συγκεκριμένα για την Ελλάδα, όσον αφορά τη διείσδυση των ΑΠΕ, ο στόχος του ΕΣΕΚ είναι η πλήρης απολιγνιτοποίηση (ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας) της χώρας μέχρι το έτος 2030 και ισχύς 15,1 GW (20 MW όταν ανανεωθεί το ΕΣΕΚ) από τις εγκαταστάσεις ΑΠΕ. Παράλληλα, με την αναβάθμιση του Συστήματος Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας θα αυξηθεί η χωρητικότητά του και έτσι θα μπορεί να δέχεται και περισσότερη ενέργεια από ΑΠΕ. Άξια, πρωτόκολλα, πακέτα και συμφωνίες, αναφοράς είναι τα ακόλουθα: [12]

1. Σύμβαση UNFCCC. Η μία από τις τρεις πρώτες συμβάσεις που εγκρίθηκαν το 1992 σχετικά με την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Πιο αυστηρές και επέκταση της Σύμβασης - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή αποτελούν το Πρωτόκολλο του Κυότο και η Συμφωνία του Παρισιού. [13]
2. Πρωτόκολλο του Κυότο. Με έγκριση από το 1997 και σε ισχύ από το 2005, στόχος του ήταν η μείωση (συγκριτικά με το 1990) των εκπομπών 6 αερίων την χρονική περίοδο 2008 έως 2012 κατά ποσοστό 5%. [14], [15] Η ΕΕ, ωστόσο, έθεσε ως ποσοστό μείωσης 8% και όχι απλώς 5% και το Πρωτόκολλο ανανεώθηκε για την χρονική περίοδο 2013 - 2020. Κατά την ανανέωσή του, τέθηκε ο στόχος μείωσης (συγκριτικά με το 1990) εκπομπών GHG κατά 18% τουλάχιστον, και 20% για την ΕΕ. [15]
3. Συμφωνία του Παρισιού. Με στόχο - παρακινήτη την προστασία του πλανήτη από την υπερθέρμανση, δημιουργήθηκε η συμφωνία αυτή, με μέλη 55 χώρες (εκ των οποίων και ολόκληρη η ΕΕ). Ο μακροπρόθεσμος στόχος είναι ο περιορισμός της μέσης τιμής της θερμοκρασίας στους 1,5 °C [13]
4. Πακέτο Καθαρής Ενέργειας για όλους τους Ευρωπαίους. Σκοπός αυτού του πακέτου είναι η εκπλήρωση της Συμφωνίας του Παρισιού, όπου θα πρέπει να μειωθεί η χρήση των συμβατικών μονάδων και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Οι νόμοι που θεσπίστηκαν αφορούν διάφορους τομείς όπως αποδοτικότητα κτιρίων, αγορά ηλεκτρι-

κής ενέργειας κ.α., έχουν δεκαετές πλάνο και συμβάλουν σημαντικά στην υπάρχουσα στρατηγική Net-Zero 50. Έμφαση δίνεται στην αγορά ενέργειας όπου προωθείται το μοντέλο της χονδρεμπορικής αγοράς. [12]

5. Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Αποσκοπεί στο κλίμα και πιο συγκεκριμένα στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% (τουλάχιστον) μέχρι το 2030 (σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 1990). [12]
6. Πακέτο Fit for 55. Το πακέτο αυτό, περιλαμβάνει τους νόμους για να επιτευχθεί η παραπάνω συμφωνία. Προσανατολίζεται σε τομείς όπως η μεταποίηση στις μεταφορές, στα καύσιμα τους, στα μέτρα αποφυγής διαρροής άνθρακα κ.α. [12] Φαίνεται πιο αναλυτικά στο σχήμα 2.3



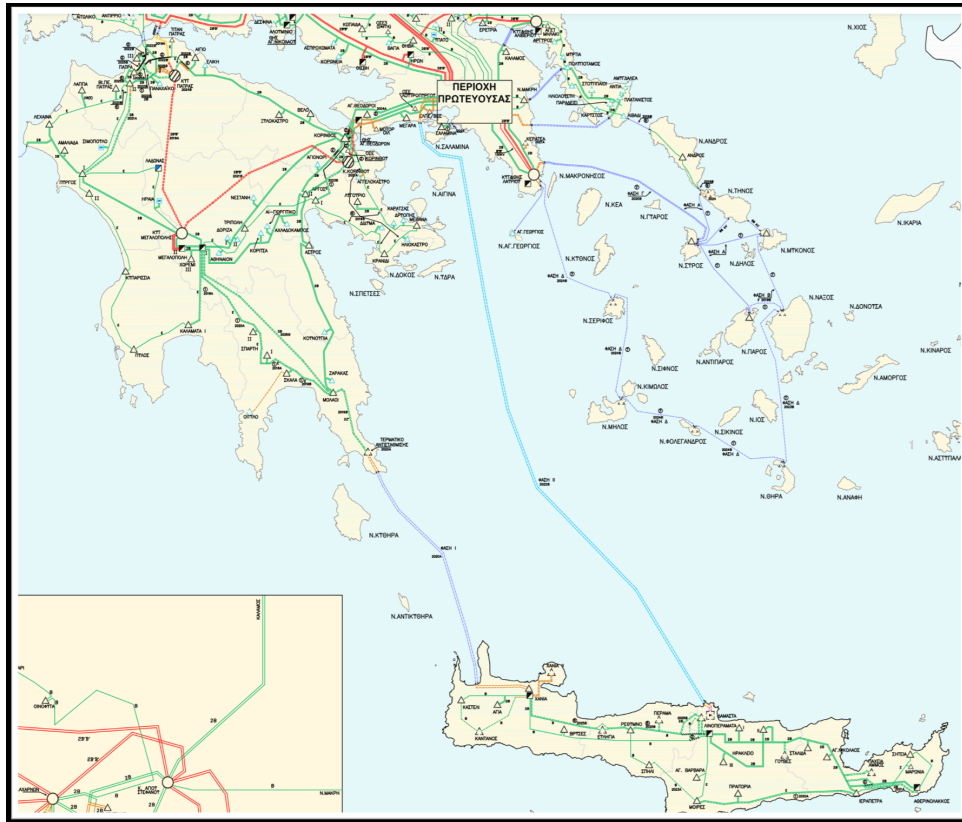
Σχήμα 2.3: «Fit for 55»: Πώς η ΕΕ θα κατοχυρώσει νομοθετικά τους στόχους για το κλίμα (Πηγή: Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης) [16]

Όλα τα παραπάνω σχετικά με τη νομοθεσία έχουν στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη και βελτίωση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τις λιγότερες συνέπειες σε άνθρωπο και περιβάλλον. Η πρώτη οργανωμένη προσπάθεια ξεκίνησε το 1992, περίπου δηλαδή 100 χρόνια από την πρώτη ηλέκτριση, γεγονός που δείχνει ότι η πρόνοια ως προς το περιβάλλον και άνθρωπο άργησε να έρθει. Η Ελλάδα συμμετέχει στις συμβάσεις και νομοθεσίες για το περιβάλλον από την αρχή δημιουργίας τους, καταβάλλοντας προσπάθεια στον κοινό στόχο. Συμμετέχει και στις νέες μακροπρόθεσμες συμφωνίες και πακέτα με βάθος χρόνου το 2030 αλλά και το 2050.

2.4 Ιστορική Αναδρομή Ηλεκτροπαραγωγικού Συστήματος Κρήτης

Απόρροια όλων των παραπάνω είναι η ηλεκτρική αυτονομία της Κρήτης ως ΜΔΝ μέχρι και τις 31/10/2021, ενώ από εκείνη την ημερομηνία η Κρήτη εντάσσεται πλέον στα ΜΣΣ. Πρόκειται για ένα νησί που έχει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις ενέργειας καταλαμβάνοντας πάντα έτσι το μεγαλύτερο ποσοστό τόσο παραγωγής όσο και κατανάλωσης ενέργειας (μεταξύ των ΜΔΝ). Η αυτονομία αυτή προερχόταν από θερμικές μονάδες στο μεγαλύτερο ποσοστό και ΑΠΕ σε μικρότερο ποσοστό, όπου στις ΑΠΕ περιλαμβάνονται Α/Π, Φ/Β, Φ/Β ειδικού προγράμματος, Φ/Β Net Metering, ΜΥΗΣ και Βιοαέριο. [1] Ωστόσο, με σκοπό την σταθεροποίηση και την ενίσχυση της ενέργειας της Κρήτης κρίθηκε απαραίτητο η τελευταία να διασυνδεθεί με το δίκτυο της χώρας. Ενώ η πρότερη και τελικά αποτυχημένη προσπάθεια διασύνδεσης της Κρήτης έγινε την δεκαετία του 80', τελικά η Κρήτη διασυνδέθηκε σε πρώτη φάση με την Πελοπόννησο και σε δεύτερη με την Αττική. [17], [18], [19]

Η πρώτη φάση διασύνδεσης της Κρήτης, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.4, με την χώρα είναι η διασύνδεση της με την Πελοπόννησο (μπλε μικρού μήκους γραμμή). Κύριος σκοπός είναι η καλύτερη και πιο αξιόπιστη κάλυψη των αναγκών σε ενέργεια της Κρήτης. Το έργο τέθηκε σε δοκιμαστική λειτουργία τον Δεκέμβριο του 2020, ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2021 και δόθηκε σε κανονική λειτουργία τον Ιούλιο του 2021. Η διασύνδεση των 150 kV AC πραγματοποιήθηκε μέσω δύο υποβρύχιων καλωδίων των 200 MVA το κάθε ένα και διασυνδέει τη χερσόνησο Μαλέα με τον κόλπο Κίσσαμου με τον τελευταίο να επιλέγεται ως το σημείο όπου η υποβρύχια όδευση θα είχε το ελάχιστο μήκος. [17], [18]



Σχήμα 2.4: Διασύνδεση Κρήτης (Πηγή: ΡΑΕ) [20]

Το έργο αποτελεί πρότυπο διασύνδεσης καθώς είναι η μεγαλύτερη και πιο βαθιά υποβρύχια σε μήκος ΥΤ και η μεγαλύτερη σε μήκος ΕΡ με τριπολικό καλώδιο (XLPE). Μερικά από τα οφέλη αυτής της πρότυπης διασύνδεσης συνοψίζονται παρακάτω [18]:

1. Σταθερό και αξιόπιστο ηλεκτρικό δίκτυο στην Κρήτη
2. Μείωση περιβαλλοντικού αποτυπώματος λόγω "απεξάρτησης" από τις συμβατικές πηγές ενέργειας
3. Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
4. Μείωση στις χρεώσεις ΥΚΩ

Δεύτερη φάση της διασύνδεσης της Κρήτης με το ηπειρωτικό σύστημα είναι η διασύνδεσή της με την Αττική, η οποία αναμένεται να ολοκληρωθεί κατά το έτος 2024 και, επίσης, φαίνεται στην εικόνα 2.4 (γαλάζια μεγάλη γραμμή). Σκοπός είναι η πλήρης διασύνδεση της Κρήτης για κάλυψη τόσο των υπάρχοντων όσο και των μελλοντικών ενεργειών που θα προκύψουν και η "απελευθέρωση" των ΑΠΕ. [20], [21] Η διασύνδεση των 400 kV DC

αλλά και AC υλοποιείται με δύο καλώδια HVDC και διασυνδέει την Πάχη Μεγάρων με την Κορακιά. Όπως η διασύνδεση με την Πελοπόννησο έτσι και η διασύνδεση με την Αττική αποτελεί πρότυπη διασύνδεση της κατηγορίας ΣΡ, διότι αποτελεί: τη μεγαλύτερη διασύνδεση νησιού σε ισχύ, μία από τις τρεις βαθύτερες υποβρύχιες διασυνδέσεις, την πρώτη με τη χρήση μετατροπέων VSC, διασύνδεση τάσεως 400 kV DC και τη μοναδική με τους μεγαλύτερους Ευρωπαϊκούς κατασκευαστές καλωδίων. [19], [21] Η πρόοδος του έργου είναι σημαντική με τον βασικό εξοπλισμό να έχει αποφασιστεί, η πόντιση ενός καλωδίου ΣΡ να συνεχίζεται και να εξελίσσεται η αναβάθμιση του ΚΥΤ Κουμουνδούρου. Στις αρχές όμως του 2021, αναβαθμίστηκε το υπάρχον ΚΕΕΚ με ενέργειες όπως η εγκατάσταση νέου Η/Ζ και δημιουργήθηκε νέο ΠΚΕΕΚ όπου θα επικοινωνεί με τις θερμικές μονάδες, τα Α/Π και τους Υ/Σ. [12] Τα οφέλη της διασύνδεσης αυτής παρατίθενται παρακάτω [19], [21], [22]:

1. Αύξηση κοινωνικοπολιτικού επιπέδου μέσα από τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
2. Μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό (κατά προσέγγιση της τάξεως του 60%)
3. Μείωση εξόδων όλων των καταναλωτών στη χώρα μέσω μειωμένου ΥΚΩ
4. Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
5. Καλύτερο σύστημα τηλεπικοινωνιών

2.5 Υπάρχουσα κατάσταση ηλεκτρικού δικτύου Κρήτης

Σε όλα αυτά τα γεγονότα και την τεχνολογική και ενεργειακή πρόοδο συμβαδίζει και η Κρήτη, ένα νησί της χώρας άξιο ανάλυσης και μελέτης. Το νησί αυτό, ως το μεγαλύτερο της Ελλάδας και ένα από αυτά που έχουν μεγάλη ζήτηση σε τουρίστες, έχει και τις ανάλογες απαιτήσεις ενέργειας. [23] Βρίσκεται στα νότια της χώρας και χαρακτηρίζεται από δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον Ήλιο στις 2100 kWh/m²/yr και σε αρκετές περιοχές η ταχύτητα ανέμου φτάνει περίπου τα 8,5 m/sec καθιστώντας το νησί ιδανικό να αξιοποιεί σε μεγάλο βαθμό τόσο την ηλιακή όσο και την αιολική ενέργεια. [24] Πρόκειται για ένα νησί που μέχρι πρότινος ήταν ενεργειακά αυτόνομο, ενώ τώρα είναι διασυνδεδεμένο ήδη με την Πελοπόννησο και σύντομα και με την Αττική. Οι διασυνδέσεις γίνονται σε δύο φάσεις καθώς η διασύνδεση με την Αττική αποτελεί μεγάλο έργο (άρα και χρονοβόρο) και

η διασύνδεση της Κρήτης ήταν αναγκαία το συντομότερο δυνατό, συνεπώς διασυνδέθηκε αρχικά με το ηπειρωτικό δίκτυο με μια μικρότερη διασύνδεση (Πελοπόννησος). [7] Κρίνεται σημαντικές καθώς έτσι θα μπορεί η Κρήτη να εκμεταλλευτεί σε μεγαλύτερο βαθμό το ενεργειακό δυναμικό της αλλά και να συμβάλει στην κοινή προσπάθεια, τόσο του νησιού όσο και της χώρας αλλά και της ΕΕ, για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μέσω της αύξησης της χρήσης ΑΠΕ. [25]

Με βάση, λοιπόν, τα παραπάνω και συνδυαστικά με τους νόμους και τις οδηγίες, το δίκτυο θα πρέπει να αναβαθμιστεί καθώς οι ανάγκες για παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ αυξάνονται με τα χρόνια. Ακόμα ένας λόγος και πολύ σημαντικός για την αναβάθμιση του δικτύου είναι ότι μεγάλη παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ δημιουργεί αστάθεια στο δίκτυο και ένας τρόπος επίλυσης είναι η διασύνδεση ενός αυτόνομου δικτύου. Με αυτόν τον τρόπο η ενέργεια θα μεταφέρεται στο απαραίτητο σημείο μειώνοντας τις αστάθειες στο εν λόγω (πρώην αυτόνομο) δίκτυο. Καθώς η Κρήτη, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ήταν μία αυτόνομη ηλεκτρικά νήσος, έπρεπε να διασυνδεθεί με το δίκτυο της ηπειρωτικής χώρας ώστε να ανταλλάσσει την "πράσινη" ενέργεια με την υπόλοιπη χώρα και να διατηρήσει σταθερό το δίκτυο της από την αυξανόμενη διείσδυση των ΑΠΕ. Έτσι, μέσω της πρώτης φάσης διασύνδεσης του νησιού το δίκτυο αναβαθμίστηκε σοβαρά, αλλά ακόμα καλύτερη και μεγαλύτερη αναβάθμιση στο δίκτυο θα γίνει με την ολοκλήρωση της δεύτερης φάσης όπου πλέον το νησί θα μπορεί να εκμεταλλευτεί στον μέγιστο (μέχρι στιγμής) βαθμό το δυναμικό της από ΑΠΕ (συνολικής ισχύος μεγαλύτερης των 1000 MW). [17]

2.6 Υβριδικό μοντέλο αγοράς Κρήτης

Στο μεσοδιάστημα μεταξύ της ολοκλήρωσης της πλήρους διασύνδεσης της Κρήτης με το ηπειρωτικό σύστημα, χρησιμοποιείται ένα υβριδικό μοντέλο αγοράς (κεντρικός προγραμματισμός και κατανομή). [26] Το κύριο όφελος από αυτό το μοντέλο είναι η καλύτερη κατανομή λειτουργίας των θερμικών μονάδων και της μεταφοράς ενέργειας μέσω της διασύνδεσης της Κρήτης με την Πελοπόννησο και η μείωση των εφεδρικών συστημάτων. Στο μοντέλο αυτό τα πάγια για την ΥΤ μεταφέρονται στον ΑΔΜΗΕ. Ο ΑΔΜΗΕ, με τη σειρά του, αναλαμβάνει τη δημιουργία προγράμματος (κατά προσέγγιση) κατανομής του συστήματος και την εκκαθάριση των λογαριασμών των προσαυξήσεων και την αποκλίσεων. Απόρροια του προγράμματος κατανομής είναι η πρόβλεψη της επόμενης μέρας της λειτουργίας των θερμικών

μονάδων και των εφεδρειών (ενεργής ισχύος) τους και η πρόβλεψη της μεταφοράς ενέργειας μέσω της διασύνδεσης. Ωστόσο, οι αποκλίσεις που θα προκύψουν, θα επηρεάσουν και τις τιμές τόσο της ενέργειας εξισορρόπησης όσο και των αποκλίσεων. Τέλος, στο μοντέλο αυτό, οι μονάδες παραγωγής ενέργειας της Κρήτης δεν θα συμμετέχουν στην αγορά εξισορρόπησης του συστήματος της χώρας ΕΣΜΗΕ. [20]

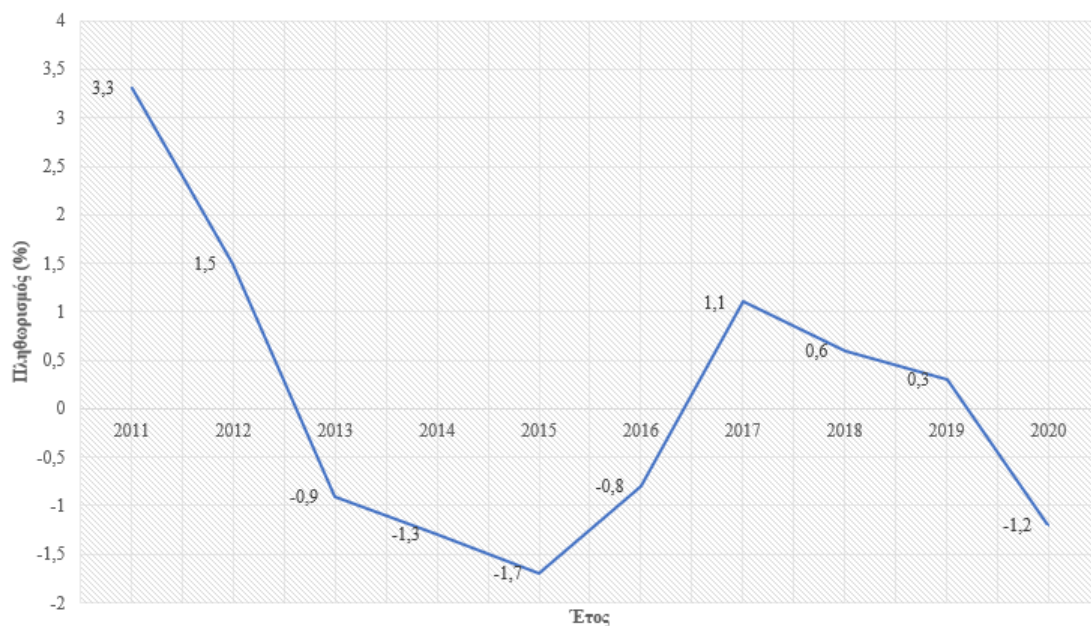
Κεφάλαιο 3

Κεφάλαιο 3: Energy Intensity - ΑΕΠ

3.1 Επεξήγηση οικονομικών δεικτών

Σε αυτό το σημείο είναι καλό να προσδιοριστούν οι οικονομικοί δείκτες ΑΕΠ, Κατά κεφαλήν ΑΕΠ, Πληθωρισμός και Δείκτης Τιμών Καταναλωτή που θα χρησιμοποιηθούν αρκετά σε επόμενες παραγράφους. Το ΑΕΠ ως δείκτης της οικονομίας μιας χώρας, ορίζεται ως "η συνολική αξία των τελικών αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται κατά τη διάρκεια ενός έτους, από συντελεστές παραγωγής που ανήκουν σε μόνιμους κατοίκους μιας χώρας, ανεξάρτητα από τη χώρα όπου βρίσκονται οι συντελεστές παραγωγής". [27] Υπολογίζεται είτε ως το άθροισμα των αμοιβών όλων των συντελεστών παραγωγής (που συμμετέχουν στην διαδικασία παραγωγής) μέσω της εισοδηματικής μεθόδου, είτε ως το άθροισμα των αξιών των νέων τελικών προϊόντων και υπηρεσιών που παράχθηκαν μέσα σε ένα έτος μέσω της μεθόδου δαπάνης είτε ως το άθροισμα των δαπανών, ενός έτους, με σκοπό την απόκτηση των νέων τελικών προϊόντων και υπηρεσιών με τη μέθοδο της παραγωγής. [27] Στον υπολογισμό του δεν προσμετρούνται υπηρεσίες και προϊόντα που δεν συμμετέχουν σε αγοραπωλησίες (π.χ. τεκμαρτά ενοίκια), υπηρεσίες και προϊόντα που έχουν λάθη ή διπλούς υπολογισμούς (π.χ. φοροδιαφυγή) και οι τεχνικές δυσκολίες (π.χ. υπολογισμός αποσβέσεων). [27] Το Κατά κεφαλήν ΑΕΠ προκύπτει από το πηλίκο του ΑΕΠ με τον πληθυσμό της χώρας, όμως δεν αποτελεί αντικειμενικό δείκτη αφού δεν περιλαμβάνει την κατανομή του εισοδήματος (σε μεγάλες ανισότητες εισοδήματος) και τα περιουσιακά στοιχεία που συμμετέχουν στην παραγωγή μερικού εισοδήματος. [28] Ο πληθωρισμός ορίζεται ως "η τάση αύξησης του γενικού επιπέδου των τιμών στην οικονομία" και υπολογίζεται από τους αριθμοδείκτες του δείκτη τιμών καταναλωτή. Η αύξησή του προκαλεί: μείωση στην αγοραστική δύναμη των εισοδημάτων

(κυρίως αυτών με τα σταθερά ονομαστικά εισοδήματα), στην οικονομική ανταγωνιστικότητα και στην αποταμίευση και βελτίωση εισαγωγών και ανισοκατανομής εισοδημάτων. [29] Τέλος, με τον Δείκτη Τιμών Καταναλωτή εννοούνται οι τιμές των υπηρεσιών και προϊόντων ενός τυπικού αντιπροσωπευτικού δείγματος νοικοκυριού και υπολογίζεται μέσω της στάθμισης (με συντελεστή ανάλογο της σπουδαιότητας των προϊόντων) τιμών διαφόρων προϊόντων του καλαθιού της νοικοκυράς. Συνδέεται με τον πληθωρισμό, καθώς ο τελευταίος υπολογίζεται από το ποσοστό που μεταβάλλεται ο ΔΤΚ για συγκεκριμένη περίοδο του χρόνου και φαίνεται στο σχήμα 3.1 για τα έτη ανάλυσης. [30]



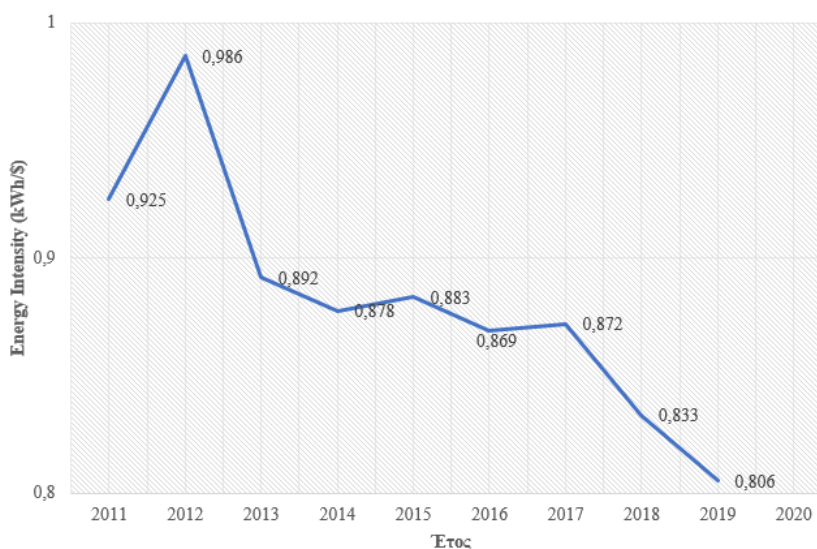
Σχήμα 3.1: Πληθωρισμός της Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [31]

Όπως φαίνεται ο πληθωρισμός έχει μία απότομη καμπή από το έτος 2012, όπου ξεκίνησε η οικονομική κρίση στην χώρα και βελτιώνεται μετά από τρία χρόνια όπου το έτος 2017 ξεκινάει να έχει και πάλι καμπή για ακόμα μία φορά μέχρι το έτος 2020 με την πανδημία.

3.2 Energy Intensity

Το Energy Intensity, υποδηλώνει ένα χρηματικό δείκτη με τον οποίο μετράται η απόδοση της ενέργειας. [32] Ουσιαστικά, το Energy Intensity, δείχνει πόσες μονάδες καταναλισκόμενης ενέργειας αντιστοιχούν σε μία μονάδα ΑΕΠ, άρα όταν αυξάνεται, αυξάνεται και το κόστος που οι μονάδες ενέργειας όπου καταναλώθηκαν μετασχηματίζονται σε μονάδες ΑΕΠ.

[33] Συχνά ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για την απόδειξη ενεργειακής απόδοσης ή μη αφού πρόκειται για ένα μετρητή της απαιτούμενης για την κάλυψη των αναγκών ενέργεια, όπου με βάση αυτόν μπορούν να συγκριθούν και ενεργειακά οι χώρες μεταξύ τους. [34] Οι χώρες (αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες) στοχεύουν στην μείωση αυτού του δείκτη καθώς όταν μειώνεται, υπάρχει λιγότερη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων άρα και λιγότερη περιβαλλοντική ρύπανση και λιγότερο παραγωγικό κόστος και άρα δημιουργούνται και οι συνθήκες ασφάλειας ως προς την ενέργεια. [32] Μάλιστα κατά τα έτη 2000-2016, σημειώθηκε αύξηση 13% στην απόδοση της ενέργειας, ενώ το 2016 η χρήση της ενέργειας, σε παγκόσμιο επίπεδο, θα ήταν κατά 12% αυξημένη αν δεν είχε σημειώσει τέτοια αύξηση η ενεργειακή απόδοση. [33] Τα οφέλη εστιάζονται στον περιορισμό των εκπομπών Άνθρακα, της κλιματικής αλλαγής και στην απεξάρτηση της οικονομικής ανάπτυξης με την καταναλισκόμενη ενέργεια. [32] Ένας τέτοιος δείκτης μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες όπως η οικονομία, τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά μιας χώρας και οι καιρικές συνθήκες καθώς με βάση αυτούς δημιουργούνται και οι αντίστοιχες ανθρώπινες ανάγκες (π.χ. κρύες χώρες έχουν μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση από ότι οι πιο θερμές χώρες και αντίστροφα, πολύ θερμές χώρες έχουν ανάγκη για ψύξη σε σύγκριση με πιο κρύες χώρες). [34] Στο παρακάτω σχήμα 3.2 φαίνεται η πορεία του energy intensity της χώρας για την περίοδο της μελέτης και θα αναλυθεί σε επόμενη παράγραφο.



Σχήμα 3.2: Energy Intensity Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [35]

Η ενεργειακή απόδοση από την πλευρά της συμβάλει στην κλιματική ισορροπία, εθνικό

προϋπολογισμό προσφέροντας οφέλη και στους καταναλωτές, αφού με την χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών, μειώνεται το κόστος των καταναλωτών, αυξάνεται η απόδοση των συσκευών κατά τη χρήση τους η οποία μειώνεται και βοηθούν το περιβάλλον (είτε κατά τη χρήση τους είτε και κατά την απόρριψή τους). [34]

Σύμμαχος στη μείωση του Energy Intensity αποσκοπούν να είναι οι περιβαλλοντικοί φόροι, με κύριο στόχο τη μείωση της ζήτησης της ενέργειας, όπου μέσω αυτής θα προκύψουν και τα οφέλη που αναφέρθηκαν παραπάνω. [36] Αυτό, άλλωστε, έχουν υποστηρίξει και οι οικονομολόγοι οι οποίοι θεωρούν ότι σε αρκετούς τομείς αυτοί οι φόροι θα είναι βοηθητικοί (συνεισφέροντας στο ΑΕΠ). [36] Επίσης τόσο οι Ευρωπαϊκές χώρες όσο και ο ΟΟΣΑ (μέλος της και η Ελλάδα) δίνουν βαρύτητα σε αυτούς τους φόρους, αφού μέσω αυτών ελπίζουν να μειωθεί ενεργειακή απόδοση καθώς με βάση την υφιστάμενη βιβλιογραφία δεν αποδεικνύεται αλλά ούτε και απορρίπτεται το ενδεχόμενο οι φόροι αυτοί να συμβάλλουν στην μείωση του Energy Intensity. [36] Ακόμη ένας λόγος που εστιάζουν οι χώρες του ΟΟΣΑ στην μείωση των συμβατικών πηγών ενέργειας είναι η βιώσιμη ανάπτυξη. [36]

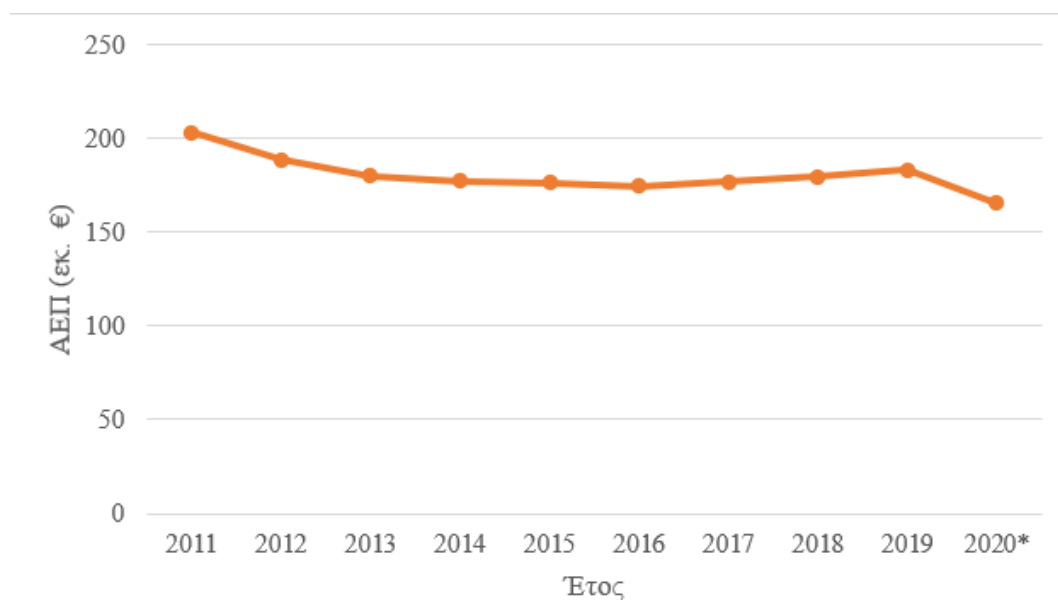
Με βάση τα παραπάνω, δημιουργείται η απορία του πως συνδέονται η ενέργεια που καταναλώνεται με την οικονομική πρόοδο. [36] Σύμφωνα με τους Bashir et al. [36] οι δύο έννοιες αποτελούν δείκτη για την κλιματική αλλαγή και την ενεργειακή απόδοση, ενώ στις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες οι έννοιες έχουν παράλληλες σχέσεις και μάλιστα η οικονομική ανάπτυξη βασίζεται στην ενέργεια που καταναλώνεται (η οποία βασίζεται κυρίως σε συμβατικές πηγές και όχι ΑΠΕ). [36] Όσο αναφορά την οικονομική ανάπτυξη, η τελευταία δίνει πρόσβαση στις χαμηλού κόστους ΑΠΕ συμβάλλοντας στην μείωση του Energy Intensity και κατανάλωσης. [36] Μέσω της έρευνας των Bashir et al. [36], προτείνεται η πολιτική οικονομίας σε συνδυασμό με περιβαλλοντικούς φόρους καθώς συνδυαστούν τα οφέλη των φόρων έχοντας πάντα υπόψιν τις οικονομικές πολιτικές. [36]

Η βελτίωση του Energy Intensity έχει άμεση και θετική συνέπεια στην μείωση των εκπομπών του Διοξειδίου του Άνθρακα (CO_2). Κατά τα έτη 2000 - 2010 το Energy Intensity αυξήθηκε ετησίως κατά 1% και οι εκπομπές μειώθηκαν κατά τρεις τόνους ετησίως, ενώ τα έτη 2010 - 2020 το Energy Intensity αυξήθηκε κατά 1,7% (ανά έτος) και οι εκπομπές μειώθηκαν ετησίως κατά έξι τόνους. [37] Επίσης η ενέργεια των μελών IEA (η Ελλάδα είναι χώρα μέλος της IEA) μειώθηκε κατά 20% από το 2000 έως το 2020. [34] Τέλος, σύμφωνα με τους Bashir et al. μέσω των εκτιμήσεων, η περιβαλλοντική ρύπανση θα μειωθεί κατά 25% όταν βελτιωθεί το Energy Intensity. [36]

3.3 ΑΕΠ Ελλάδας και Κρήτης

Το ΑΕΠ της χώρας χαρακτηρίζεται από πτωτική τάση ανά την περίοδο ανάλυσης και σχεδόν για όλα τα έτη οι αυξήσεις και μειώσεις αναφέρονται σε όρους όγκου. Αναλυτικά το 2011 παρουσίασε μείωση κατά 7,1%, οφειλόμενο στις μειώσεις των βασικών μεταβλητών του. Οι εισαγωγές μειώθηκαν κατά 7,3%, οι εξαγωγές αυξήθηκαν κατά 0,3%, ο ακαθάριστος σχηματισμός κεφαλαίου μειώθηκε κατά 16,4% και η τελική καταναλωτική δαπάνη κατά 7,2%. Οι επιδοτήσεις των προϊόντων μειώθηκαν κατά 10,3%, οι φόροι στα προϊόντα κατά 10,8% και η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία (σε βασικές τιμές) κατά 6,6%. [38] Το έτος 2012 παρουσίασε μείωση ξανά ποσοστού 6,4%. Οι εισαγωγές μειώθηκαν κατά 2,4%, οι εξαγωγές κατά 13,8% και ο ακαθάριστος σχηματισμός κεφαλαίου κατά 17,6%. Η τελική καταναλωτική δαπάνη μειώθηκε κατά 8,2%, οι επιδοτήσεις των προϊόντων κατά 7%, οι φόροι στα προϊόντα κατά 8% και η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία (σε βασικές τιμές) κατά 6,2%. [39] Την επόμενη χρονιά, κατά το έτος 2013, συνέχισε την πτωτική του πορεία (ως απόρροια των πτώσεων των μεταβλητών του) με πολύ μικρότερο ποσοστό, της τάξης του 3,9%. Οι εισαγωγές μειώθηκαν κατά 5,3% ενώ οι εξαγωγές αυξήθηκαν κατά 1,8%. Ο ακαθάριστος σχηματισμός κεφαλαίου μειώθηκε κατά 6,7% και η τελική καταναλωτική δαπάνη κατά 5,6%. Οι επιδοτήσεις των προϊόντων μειώθηκαν κατά 4,6%, οι φόροι στα προϊόντα κατά 4,9% και η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία (σε βασικές τιμές) κατά 3,7%. [40] Το έτος 2014 παρουσίασε μία μικρή αύξηση κατά 0,8% με τις εισαγωγές και εξαγωγές να αυξάνονται κατά 9% και 7,4% αντίστοιχα. Ο ακαθάριστος σχηματισμός κεφαλαίου, όμως, μειώθηκε κατά 2,2% και η τελική καταναλωτική δαπάνη αυξήθηκε κατά 0,9% (παρόλο που μειώθηκε η γενική δαπάνη της κυβέρνησης). Οι επιδοτήσεις των προϊόντων αυξήθηκαν κατά 3,7%, οι φόροι στα προϊόντα αυξήθηκαν κατά 2,7% και η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία αυξήθηκε κατά 0,5%. [41] Η πτωτική πορεία συνεχίστηκε για τα έτη 2015 και 2016 όπου το 2015 (σε τρέχουσες τιμές) μειώθηκαν οι τελική καταναλωτική δαπάνη, εξαγωγές και εισαγωγές των αγαθών και υπηρεσιών κατά 1,9%, 3% και 10,2% αντίστοιχα. [42] Ενώ για το 2016 τα ποσοστά αυτά διαμορφώνονται στα 0,3%, 2% και + 0,3% (ελάχιστη αύξηση στις εισαγωγές) αντίστοιχα. [43] Τα επόμενα έτη μέχρι το 2019 το ΑΕΠ παρουσίαζε αύξηση με μικρά ποσοστά. Το 2017 αυξήθηκε κατά 1,5% καθώς αυξήθηκαν οι τελική καταναλωτική δαπάνη κατά 0,6%, οι εισαγωγές κατά 7,1% και οι εξαγωγές υπηρεσιών και αγαθών κατά 6,8%. [44] Ενώ το 2018 και 2019 αυξήθηκε κατά 1,9% (προσεγγιστικά λόγω αναθεώρησης δεδομένων) καθώς αυξήθηκαν όλες οι μεταβλητές του. Οι εισαγωγές και εξαγωγές αυξήθηκαν για το έτος 2018 κατά

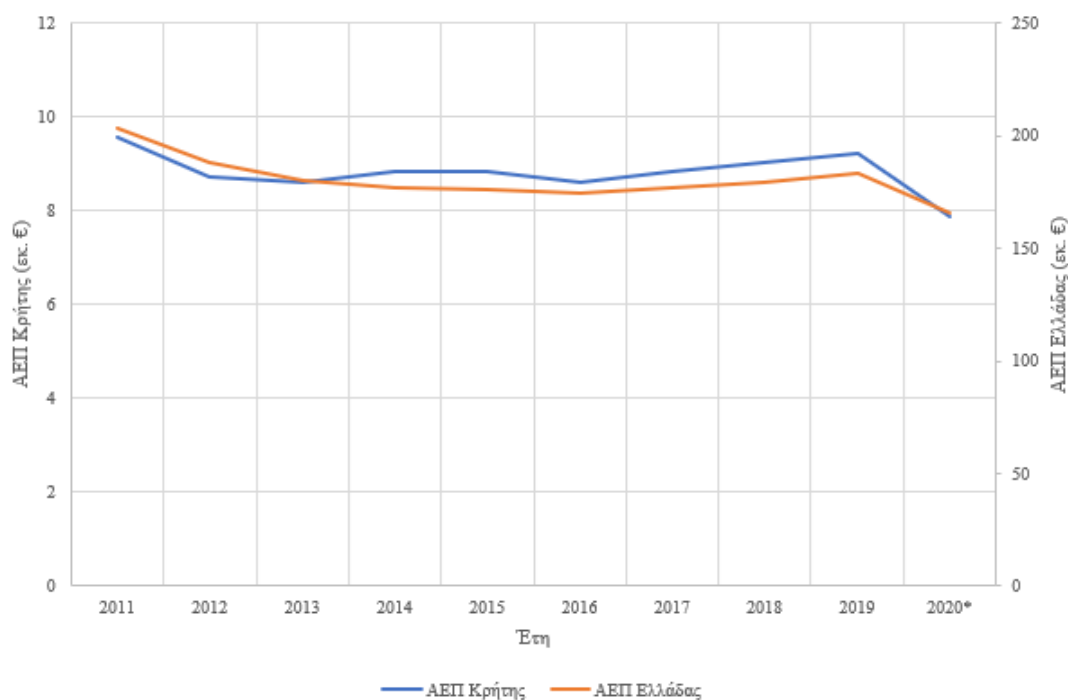
8,7% και 4,2% αντίστοιχα, ενώ για το 2019 κατά 4,8% και 2,5% αντίστοιχα. Ο ακαθάριστος σχηματισμός κεφαλαίου κατά 1,8% και 0,7% για τη χρονιά 2018 και 2019 αντίστοιχα. Η τελική καταναλωτική δαπάνη κατά 0,3% και 1,1% και οι επιδοτήσεις των προϊόντων κατά 2,3% και 1% αντίστοιχα για τα δύο έτη. Τέλος, οι φόροι στα προϊόντα αυξήθηκαν κατά 3,1% και 7,8% και η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία κατά 1,8% και 0,9% αντίστοιχα για τα δύο έτη. [45], [46] Τελικά, το ΑΕΠ της χώρας κατά το έτος 2020 (όπως έχει αναφερθεί ήδη πολλές φορές) παρουσίασε αισθητή μείωση κατά 5,5%, όπως επίσης και οι εισαγωγές και εξαγωγές της χώρας, με μειώσεις κατά 7,6% και 21,5% αντίστοιχα. Οι μειώσεις αυτές οφείλονται στην πανδημία, η οποία προκάλεσε την πτώση όλων των οικονομιών και η πορεία του φαίνεται στο σχήμα 3.3. [47]



Σχήμα 3.3: ΑΕΠ Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]

Αναλύοντας τη σχέση του ΑΕΠ της χώρας με αυτό του νησιού προκύπτει ότι δεν έχουν μια συγκεκριμένη σχέση για την περίοδο της μελέτης. Η σχέση τους είναι ανάλογη μόνο για τα έτη 2011 - 2012 και 2015 - 2020 (οχτώ χρόνια συνολικά) ενώ τα 2013 - 2014 η σχέση τους είναι αντιστρόφως ανάλογη. Παρατηρείται επίσης ότι το έτος 2011 ήταν και τα δύο ΑΕΠ στο μέγιστο τους και παρόλο που σημείωσαν ταυτόχρονη μείωση για δύο χρόνια το ΑΕΠ της Κρήτης τα επόμενα χρόνια έτεινε να έχει αυξητική πορεία ενώ της χώρας σχετικά μειούμενη. Το έτος 2020 όπως και σε όλες τις άλλες περιπτώσεις οι δείκτες παρουσίασαν σημαντική μείωση και πιο συγκεκριμένα στις μικρότερες τιμές που είχαν μέσα στην μετρούμενη δεκαετία. Αυτά φαίνονται αναλυτικά στο σχήμα 3.4, όπου η μπλε γραμμή είναι το ΑΕΠ

της Κρήτης και η πορτοκαλί της Ελλάδας και μετρούνται με βάση τον αριστερό και δεξιό άξονα αντίστοιχα σε εκατομμύρια €.



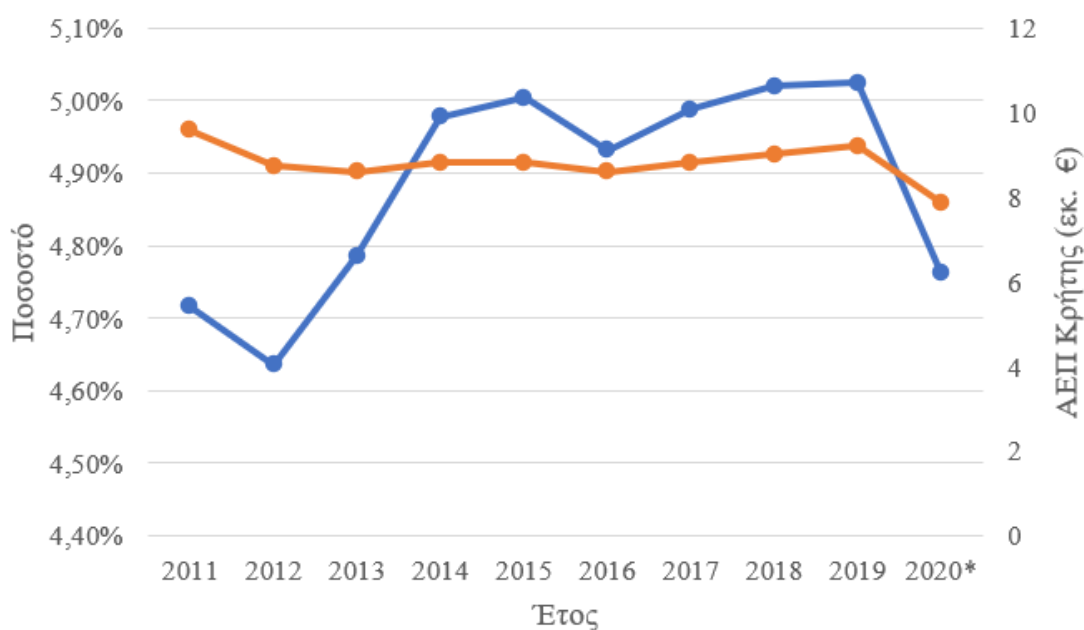
Σχήμα 3.4: ΑΕΠ Κρήτης και Ελλάδας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]

Πίνακας 3.1: Ποσοστό συμμετοχής ΑΕΠ της Κρήτης στις Ελλάδας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]

Έτος	Ποσοστό συμμετοχής ΑΕΠ της Κρήτης στις Ελλάδας
2011	4,72%
2012	4,64%
2013	4,79%
2014	4,98%
2015	5,00%
2016	4,93%
2017	4,99%
2018	5,02%
2019	5,02%
2020	4,76%

Το ποσοστό κατά το οποίο συμμετέχει η Κρήτη στο ΑΕΠ της χώρας φαίνεται αναλυτικά

στον πίνακα 3.1 και κατά μέσο όρο είναι 4,88%. Πρόκειται για μία σχετικά μεγάλη συμμετοχή στο ΑΕΠ της χώρας, υποδηλώνοντας την σημαντικότητα είτε της αύξησης του ΑΕΠ της Κρήτης είτε την σταθεροποίηση (αν δεν υπάρχει αύξηση). Το μεγαλύτερο ΑΕΠ καταγράφηκε τα έτη 2019 και 2020 στα 5,02% επηρεασμένο από τον τουρισμό, την ανάπτυξη κ.α.. Παρ όλη την οικονομική κρίση της χώρας, η Κρήτη με το κοντά στα 5% ΑΕΠ της από το 2014 δείχνει ότι δεν επηρεάστηκε τόσο πολύ από την οικονομική ύφεση που χαρακτήρισε την χώρα, γεγονός που οφείλεται κυρίως στον τουρισμό (θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο). Στην εικόνα 3.5 διαγράφεται με μπλε γραμμή το ποσοστό συμμετοχής της Κρήτης σε αυτό της Ελλάδας, ενώ με πορτοκαλί χρώμα διαγράφεται το ΑΕΠ της Κρήτης.



Σχήμα 3.5: ΑΕΠ Κρήτης και ποσοστό συμμετοχής του σε αυτό της χώρας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]

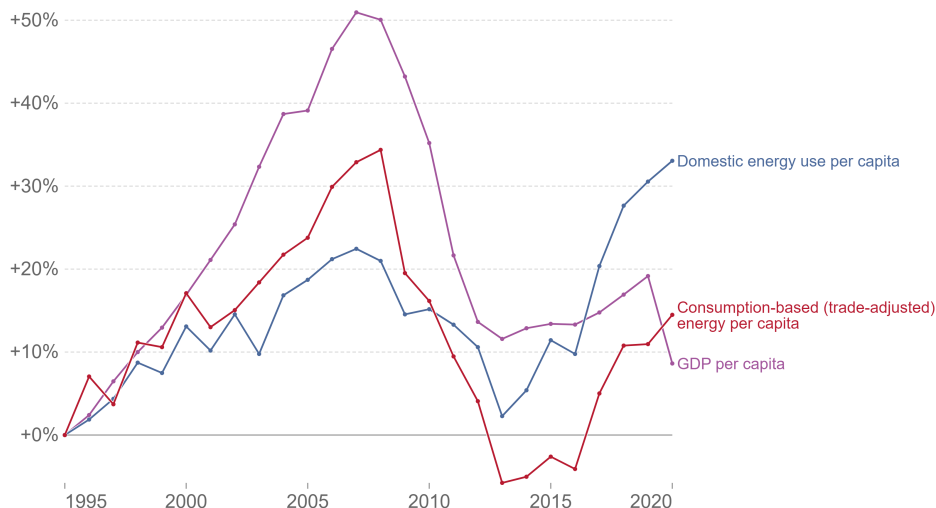
Όπως εύκολα γίνεται αντιληπτό, το ποσοστό αυτό συμμετέχει τις περισσότερες φορές αυξητικά από προηγούμενες χρονιές. Έτσι, η τάση του ποσοστού συμμετοχής του ΑΕΠ της Κρήτης στην Ελλάδα ακολουθεί την τάση του ΑΕΠ της Κρήτης και έχουν σχέση ανάλογη καθώς αυξάνονται και μειώνονται σε ίδιες (σχεδόν) χρονικές περιόδους. Λογική απόρροια, καθώς όπως έχει ήδη αναφερθεί η Κρήτη αποτελεί μια μικρογραφία χώρας, αποδεικνύοντας ότι έχει αρκετές ενεργειακές ανάγκες προς ικανοποίηση.

3.4 ΑΕΠ και Ενεργειακή κατανάλωση

Παράλληλα, η σχέση μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και Κατά κεφαλήν ΑΕΠ είναι σημαντική γιατί έτσι θα μπορεί να αναπτυχθεί η κατάλληλη ενεργειακή πολιτική. Παρόλο που το μέγεθος της επιρροής των δύο δεικτών είναι άγνωστο, η έρευνα του Abbas [49] δείχνει μια θετική συσχέτιση των δύο δεικτών τόσο για τις αναπτυγμένες όσο και αναπτυσσόμενες χώρες με μεγαλύτερη επιρροή στις αναπτυγμένες. Σύμφωνα με τη μελέτη του επικρατούν δύο συμπεράσματα, το πρώτο είναι ότι το κόστος για να διατηρηθεί η ενέργεια από την απώλεια της παραγωγής είναι μεγάλο στις αναπτυσσόμενες χώρες, συνεπώς η μείωσή της θα συνέβαλλε στο περιβάλλον. Το δεύτερο, είναι η διατήρηση της ενέργειας μέσω της μεταφοράς της για τις αναπτυσσόμενες χώρες και οι πολιτικές ενέργειας για τις ανεπτυγμένες χώρες (π.χ. με προϊόντα χαμηλότερης ενέργειας). Τέτοιες πολιτικές θα βοηθούσαν αφού η σχέση μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και Κατά κεφαλήν ΑΕΠ δεν είναι τόσο μεγάλη για τις αναπτυσσόμενες χώρες. [49] Το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται να αποδεικνύεται και από τους Tudor και Sona όπου η ενεργειακή κατανάλωση συνδέεται θετικά με το Κατά κεφαλήν ΑΕΠ για τις χώρες με μεσαίο, υψηλό και πολύ υψηλό εισόδημα. [50]

Changes in energy use vs. changes in GDP per capita, Greece

Consumption-based (trade-adjusted) energy use measures domestic energy use minus energy used to produce exported goods, plus energy used to produce imported goods.



Source: Our World in Data based on BP; Shift Energy; UN Population & The World Bank

Note: Energy refers to primary energy, the energy input before the transformation to forms of energy for end-use (such as electricity or petrol for transport).

OurWorldInData.org/energy • CC BY

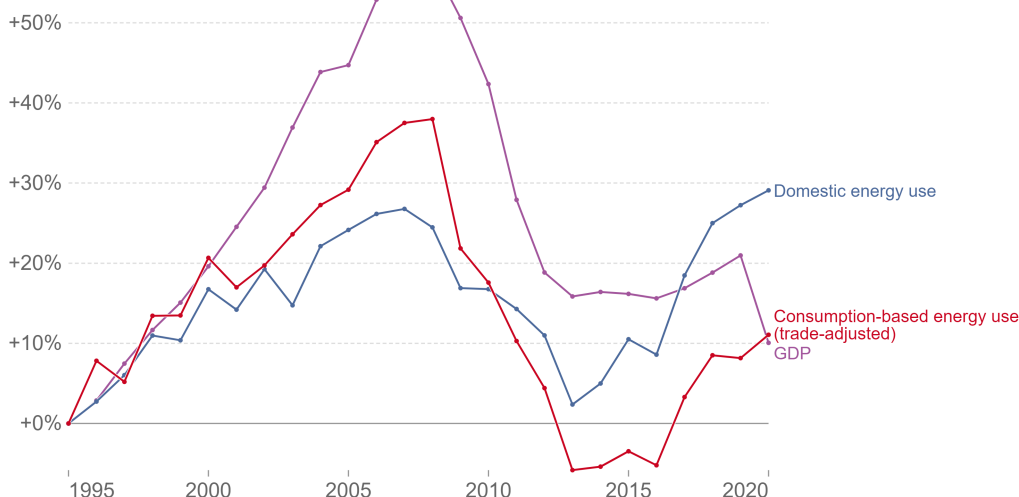
Σχήμα 3.6: Αλλαγές στην χρήση ενέργειας vs αλλαγές στο Κατά κεφαλήν ΑΕΠ, Ελλάδα (Πηγή: Our World in Data) [51]

Τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνονται στην πράξη μέσω του σχήματος 3.6 για βάθος

χρόνου από το 1995 έως και το 2020, τα οποία δείχνουν το ίδιο με τα παραπάνω αποτελέσματα για την Ελλάδα συγκρίνοντας της οικιακή και εμπορική κατανάλωση ενέργειας με το Κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας. Συμπληρωματικά, υπάρχει και το σχήμα 3.7 όπου συγκρίνεται η οικιακή και εμπορική κατανάλωση ενέργειας με το ΑΕΠ της χώρας.

Changes in energy use vs. changes in GDP, Greece

Consumption-based (trade-adjusted) energy use measures domestic energy use minus energy used to produce exported goods, plus energy used to produce imported goods.



Source: Energy data is calculated by Viktoras Kulionis, based on the EXIOBASE v3.8.2 database; GDP data from the World Bank
 Note: GDP is measured in 2017 constant international-\$ which adjusts for inflation and cross-country price differences.
 OurWorldInData.org/energy • CC BY

Σχήμα 3.7: Αλλαγές στην χρήση ενέργειας vs αλλαγές στο ΑΕΠ, Ελλάδας (Πηγή: Our World in Data) [52]

Κατά τα έτη 1995 - 2001 η κατανάλωση ενέργειας από το εμπόριο και τα έτη 1995 - 2003 η οικιακή κατανάλωση ενέργειας έχει αυξομειώσεις σε αντίθεση με το Κατά κεφαλήν ΑΕΠ όπου αυξάνεται συνεχώς μέχρι το έτος 2007 (με πολύ μικρή αύξηση τη χρονιά 2004). Από το 2007 και μέχρι το 2013 το Κατά κεφαλήν ΑΕΠ μειώνεται συνεχώς όπου για τα επόμενα έξι χρόνια αυξάνεται σταδιακά σε ποσοστό μέχρι περίπου 10%, όπου και σημειώνει την απότομη και πολυσυζητημένη μείωση το έτος 2020 με την πανδημία. Τα υπόλοιπα έτη τόσο για την εμπορική όσο και για την οικιακή κατανάλωση ενέργειας οι καμπύλες τους ακολουθούν με μερικές και μικρές εξαιρέσεις (π.χ. η εμπορική κατανάλωση ενέργειας το 2007 - 2008 συνέχισε να αυξάνεται) την πορεία της καμπύλης του Κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Ένας λόγος όπου η εμπορική και οικιακή κατανάλωση ενέργειας το έτος 2020 αυξήθηκε οφείλεται στην πανδημία. Παρόλο που πολλές δραστηριότητες σταμάτησαν, η ενέργεια αυτή δεν χάθηκε αντιθέτως μετακυλίστηκε σε ενέργεια για την κάλυψη άλλων αναγκών που προέκυψαν.

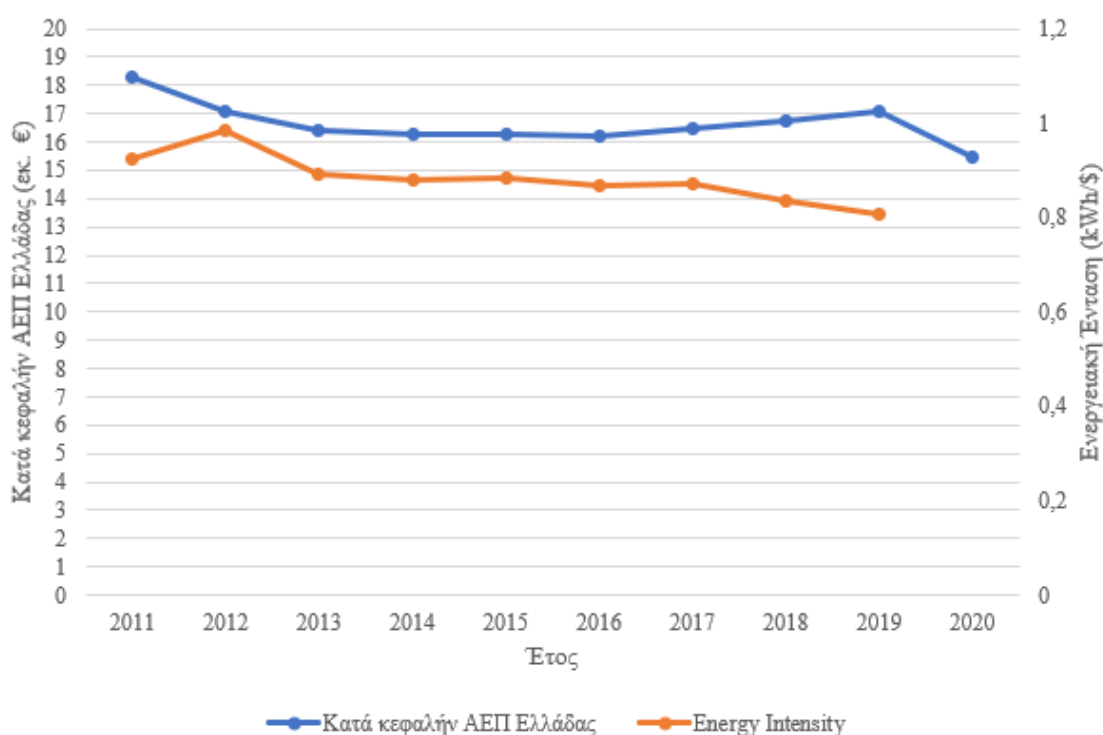
Δηλαδή για παράδειγμα, ενώ τα καταστήματα εστίασης ήταν κλειστά πολλά γεύματα όπου καλυπτόταν από τα καταστήματα εστίασης ή τον χώρο εργασίας πραγματοποιήθηκαν στους οικιακούς χώρους (μετακύλιση της ανάγκης για σίτιση). Αντίστοιχα στο εμπόριο, παρόλο που αρκετά εμπορικά καταστήματα ήταν κλειστά και μειώθηκαν οι ανάγκες π.χ. σε ένδυση, αυξήθηκαν οι ανάγκες υγειονομικού ενδιαφέροντος με αποτέλεσμα να ανοίξουν πολλά μικροβιολογικά εργαστήρια ή να αυξηθούν οι γραμμές παραγωγής υγειονομικού εξοπλισμού και ειδών. Παρόλα αυτά παρατηρείται από τα σχήματα ότι η εμπορική και οικιακή κατανάλωση ενέργειας αυξάνονται με μεγάλο βαθμό και ρυθμό από το έτος 2015, γεγονός που αποδεικνύει την μεγάλη αύξηση των αναγκών λόγω της τεχνολογίας κ.α.. Παρόμοιες αλλαγές, ρυθμό, πορεία, κλίσεις και αποτελέσματα υπάρχουν και στο σχήμα όπου η σύγκριση είναι με το ΑΕΠ. Έτσι, επιβεβαιώνονται για ακόμα μία φορά οι παραπάνω θεωρίες όπου η ενεργειακή κατανάλωση επηρεάζει θετικά το Κατά κεφαλήν ΑΕΠ στις αναπτυγμένες χώρες (στην Ελλάδα όπου είναι μια αναπτυγμένη χώρα). Αντίστοιχο συμπέρασμα προκύπτει και στη σύγκριση με το ΑΕΠ, όμως δεν μπορεί να αποτελέσει κανόνας καθώς δεν υπάρχει η αντίστοιχη ανάλυση στη βιβλιογραφία και ένα τέτοιο συμπέρασμα - κανόνας θα μπορούσε να δημιουργηθεί μετά από μελέτη και πειράματα και όχι από μία και μόνο ανάλυση. Λογικό συμπέρασμα καθώς όσο υπάρχει κατανάλωση ενέργειας, υπάρχει παραγωγή αγαθών, άρα υπάρχει προσφορά και ζήτηση και άρα ενισχύεται η θετική προοπτική της αγοράς.

3.5 Η σχέση του ΑΕΠ με του Energy Intensity

Συνδέοντας δύο οικονομικούς δείκτες, το ΑΕΠ με το Energy Intensity, δημιουργείται ένας δείκτης ενέργειας που ονομάζεται EGR και δηλώνει την ενεργειακή απόδοση ή παραγωγικότητα μιας χώρας. Υπολογίζεται ως η πρωταρχική ενεργειακή κατανάλωση διαιρούμενη με το ΑΕΠ και η μείωση του υποδηλώνει λιγότερη απαίτηση ενέργειας στην παραγωγή μίας μονάδας ΑΕΠ. Τα πλεονεκτήματα χρήσης του δείκτη είναι η απλότητά του ως όρος και η καταλληλότητά του στον ορισμό ενεργειακών στόχων, όμως η ανάλυση μπορεί να γίνει είτε υπερβολικά πλατισμένος σαν όρος είτε αρκετά στενός. Τα μειονεκτήματα αυτά λύνονται χάρη στη βοήθεια ενός όρου που ονομάζεται CEI και χρησιμοποιεί δεδομένα ενέργειας και δραστηριότητας όχι όμως δεδομένα ενεργειακής κατανάλωσης (μεταφορά, διανομή και χρήση). Μέσω αυτών των δεδομένων που συλλέγει μπορεί με ευελιξία να συγκρίνει τις αποδόσεις της ενέργειας, ωστόσο είναι πιο δύσκολος στον υπολογισμό σε σχέση με το EGR. Για

όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, οι δύο όροι χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά και εισάγεται και ο δείκτης επιδράσεις AC (AC effect), με σκοπό την χρήση του κατάλληλου κάθε φορά. Τελικά, με βάση τους Ang και Goh [53], ο δείκτης EGR φαίνεται καταλληλότερος για γενικές συγκρίσεις και ορισμό στόχων, ενώ ο δείκτης CEI για παρακολούθηση εθνικής προόδου και παρακολούθηση ενεργειακών στόχων. [53]

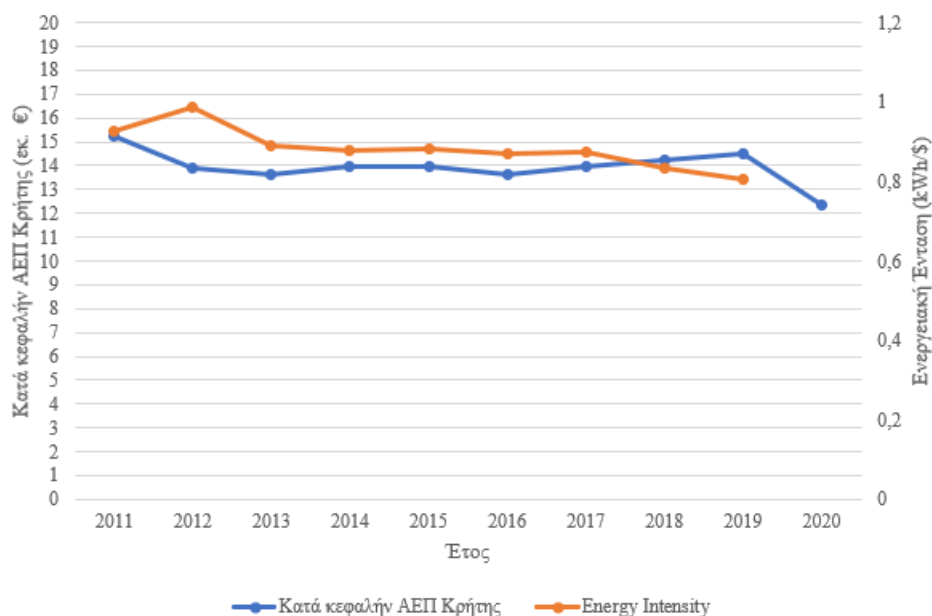
Περνώντας τώρα στην ανάλυση της σχέσης του Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας με του Energy Intensity δημιουργείται το σχήμα 3.8.



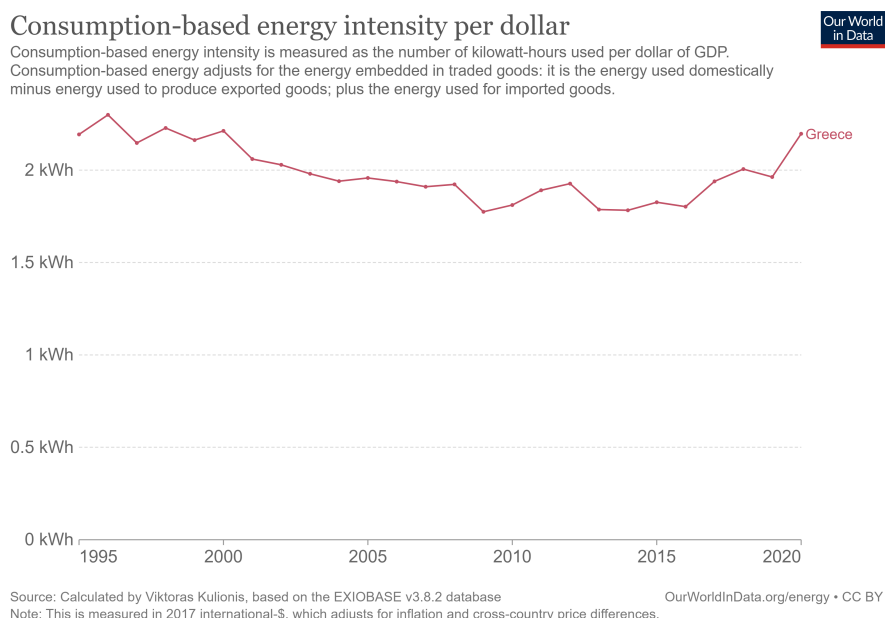
Σχήμα 3.8: Κατά κεφαλήν ΑΕΠ και Energy Intensity Ελλάδας 2011 - 2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [35], [54]

Η μονάδα μέτρησης του Energy Intensity του παραπάνω σχήματος υπολογίζεται με βάση το δολάριο, όμως το δολαρίου (ΗΠΑ) και το ευρώ - την παρούσα χρονική περίοδο - έχουν σχεδόν την ίδια νομισματική αξία στα 0,92 € και έτσι δεν θα μετατραπεί η μονάδα μέτρησης του Energy Intensity. Επίσης, η σύγκριση γίνεται με το Κατά κεφαλήν ΑΕΠ καθώς το τελευταίο αποτελεί, ουσιαστικά, τον παρονομαστή του κλάσματος όπου προκύπτει το Energy Intensity (μονάδες ενέργειας / μονάδες ΑΕΠ). [55] Αναλύοντας το σχήμα, φαίνεται πως το Κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας με το energy intensity δεν έχουν κάποιου είδους σχέση. Αυτό αποδεικνύεται και οπτικά, καθώς μόνο για τα έτη 2013 - 2017 η σχέση τους είναι ανάλογη ενώ τα υπόλοιπα είναι αντιστρόφως ανάλογη, που σημαίνει ότι μόνο για πέντε από τα δέκα

χρόνια (που γίνεται η ανάλυση) αυξομειώνονται ταυτόχρονα. Το ίδιο φαίνεται να συμβαίνει και με την Κρήτη με το σχήμα 3.9, όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση ανάλογη σχέση έχουν μόνο τα έτη 2013, 2016 και 2017.



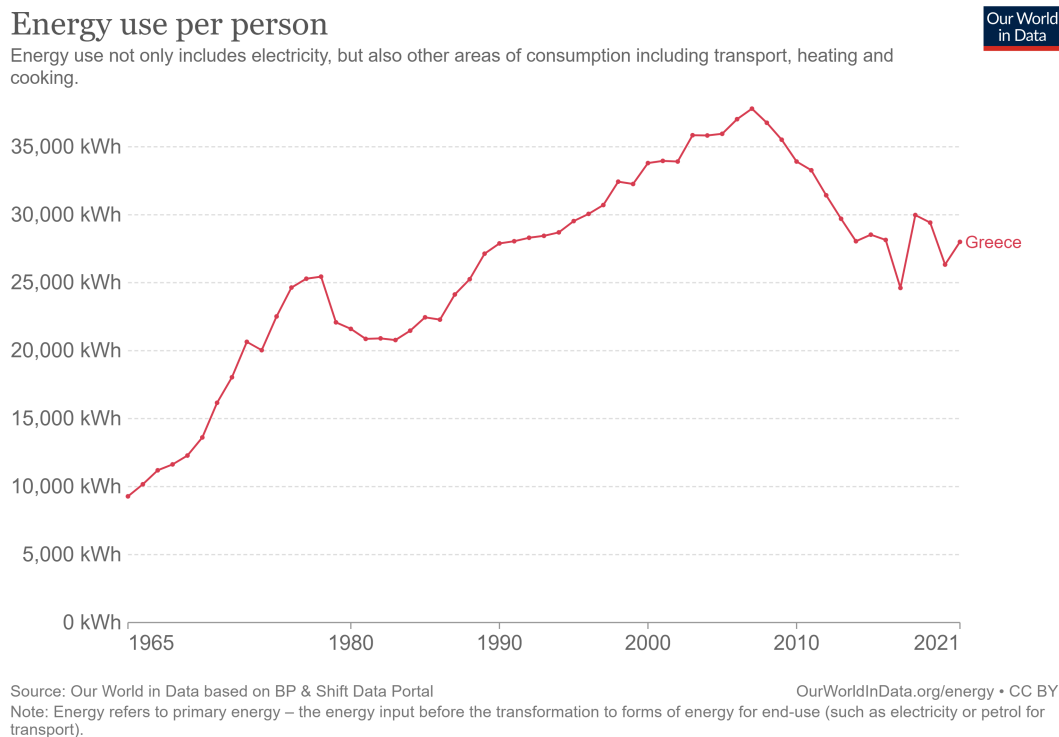
Σχήμα 3.9: Κατά κεφαλήν ΑΕΠ Κρήτης και Energy Intensity 2011 - 2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [35], [54]



Σχήμα 3.10: Κατανάλωση βασιζόμενη στο Energy Intensity ανά δολάριο (Πηγή: Our World in Data) [56]

Επιπρόσθετα με τα παραπάνω, αξίζει να προστεθούν και οι αναλύσεις των καταναλώ-

σεων βασιζόμενων στο Energy Intensity και της χρησιμοποιούμενης ενέργειας που φαίνονται στα σχήματα 3.10 και 3.11 αντίστοιχα με βάθος χρόνου από το 1995. Θα γίνει αναφορά, φυσικά, και για την δεκαετία της ανάλυσης της εργασίας αλλά οι καμπύλες των σχημάτων χρονολογούνται από το 1995 ώστε να υπάρχει μια γενική εικόνα της πορείας των δύο αναλύσεων.



Σχήμα 3.11: Χρησιμοποιούμενη ενέργεια ανά άτομο (Πηγή: Our World in Data) [57]

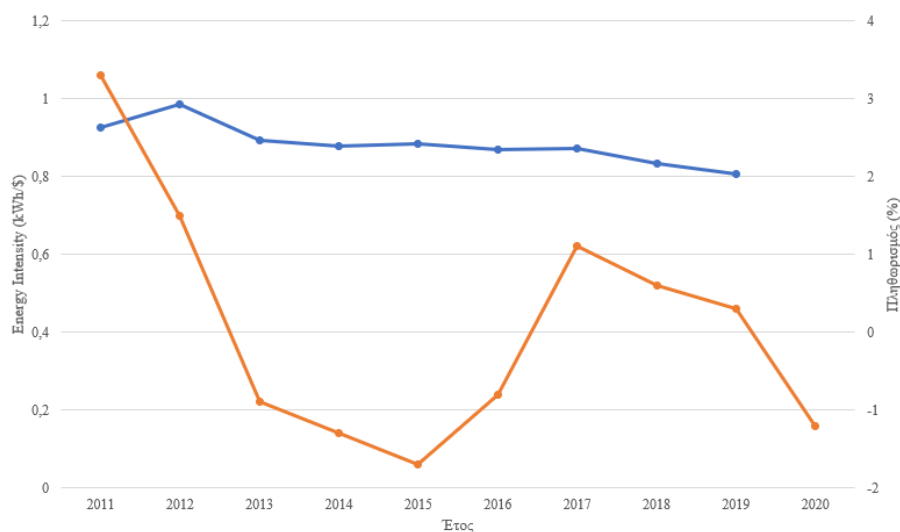
Αναφορικά με το πρώτο σχήμα, αναπαρίσταται η κατανάλωση ενέργειας της χώρας μειωμένη κατά την ενέργεια παραγωγής αγαθών που εξάγονται και αυξημένη με την ενέργεια παραγωγής αγαθών που εισάγονται. Μετράται ως οι χρησιμοποιούμενες ανά δολάριο ΑΕΠ kWh και όπως φαίνεται μειώθηκαν από τις 2,19 kWh (1996) στις 1,77 kWh το 2009. Στην ζητούμενη δεκαετία η πορεία της καμπύλης ξεκινάει από τις 1,89 kWh και καταλήγει το 2020 στην δεύτερη μεγαλύτερη τιμή που έφτασε ποτέ, στις 2,2 kWh με αυξητική πορεία από το έτος 2016. Αυτό δείχνει ότι τις περιόδους που η καμπύλη μειώνεται η ενέργεια που καταναλώνεται στα εξαγόμενα προϊόντα είναι περισσότερη από αυτή των εισαγόμενων. Αντίθετα η καμπύλη αυξάνεται όταν η καταναλισκόμενη στα εισαγόμενα προϊόντα ενέργεια είναι περισσότερη από την ενέργεια που καταναλώνεται στα εξαγόμενα, και αυτό δείχνει να συμβαίνει από το 2016 και έπειτα με μέγιστες εισαγωγές το 2020 και μέγιστες εξαγωγές το 2014. Γεγονός που αποδεικνύεται και από την πτώση του ΑΕΠ της χώρας τα τελευταία χρόνια.

Αναλύοντας και το δεύτερο σχήμα, φαίνεται η ενέργεια που καταναλώνει ένας άνθρωπος και περιλαμβάνει την ενέργεια στις μεταφορές, σίτιση και θέρμανση. Η πορεία της καμπύλης δείχνει ότι από το 1965 οι ανάγκες αυξάνονται συνεχώς. Το 1965 (όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο) υπάρχει θερμική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ΥΗΣ και ΑΗΣ και περίπου το 1980 όπου ξεκίνησε και η γεωθερμική παραγωγή παρατηρείται πτώση της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά άτομο. Τα επόμενα χρόνια οι ενεργειακές ανάγκες συνεχίζουν να αυξάνονται μέχρι το 2007 όπου σημειώνεται η μεγαλύτερη κατανάλωση ανά άτομο στις 37,808 kWh. Από εκείνη τη χρονιά η κατανάλωση ξεκινάει να μειώνεται και σε αυτό συμβάλει η ανάπτυξη της τεχνολογίας όπου περισσότερες συσκευές γίνονται πιο οικονομικές ενεργειακά μειώνοντας την κατανάλωση που θα υπήρχε με τις συμβατικές ηλεκτρικές συσκευές. Το έτος 2011 η κατανάλωση ενέργειας είναι στις 33,274 kWh (σχετικά υψηλή κατανάλωση) καταλήγοντας στις 26,333 kWh το 2020, παρότι το 2018 ήταν στις 29,982 kWh. Τα έτη 2019 και 2020 οι καταναλώσεις είναι χαμηλές λόγω του ιού, καθώς παρόλο το γεγονός ότι η ενέργεια μετακυλίνεται, λόγω των περιοριστικών μετακινήσεων περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν τους ίδιους πόρους. Για παράδειγμα, πολλοί φοιτητές ή και άλλοι άνθρωποι που έμεναν σε δικό τους σπίτι, περιορίστηκαν και επέστρεψαν στις οικογένειές τους. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η ενέργεια που καταναλώνονταν σε θέρμανση, σίτιση και ηλεκτρισμό για ένα σπίτι για ένα άτομο να μειωθεί, αφού με την επιστροφή του ατόμου στην πατρική κατοικία υπήρχε ήδη η κατανάλωση της ενέργειας σε αυτές τις δραστηριότητες και απλώς αυξάνονταν ελαφρώς με την άφιξη ενός ακόμα ατόμου. Συνεπώς, σημειώθηκε σημαντική μείωση και μετακύλιση ενέργειας εκείνη την περίοδο.

3.6 Energy Intensity και Πληθωρισμός

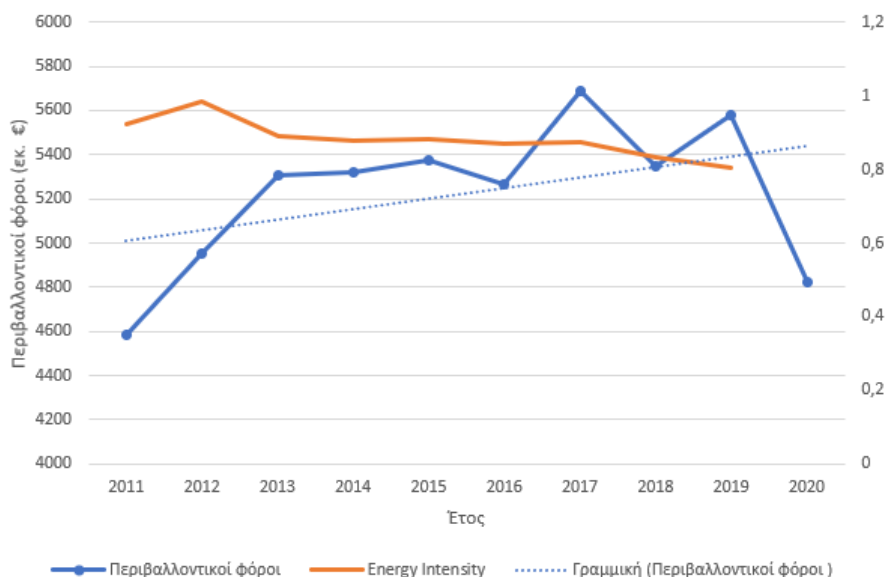
Η σχέση του πληθωρισμού με το energy intensity δεν είναι ανάλογη καθώς το Energy Intensity της χώρας σημείωσε την υψηλότερη τιμή της (0,98 kWh/\$) το 2012 για την χρονική περίοδο 2011 - 2020, που σημαίνει ότι η καταναλισκόμενη ενέργεια χρειαζόταν περισσότερα χρήματα για να μετατραπεί σε ΑΕΠ, αντίθετα με τον πληθωρισμό ο οποίος είχε ξεκινήσει την πτωτική του πορεία τη χρονιά εκείνη. Για τα επόμενα χρόνια μέχρι και το έτος 2017 σημειώνει αυξομειώσεις όμως από το 2017 και μετά, σημειώνει αλλεπάλληλες μειώσεις με ελάχιστη τιμή το 2019 (0,80 kWh/\$), όπου δηλαδή μονάδες καταναλισκόμενης ενέργειας χρειαζόταν λιγότερα χρήματα για να μετατραπούν σε μονάδες ΑΕΠ. [58] Οπτικά από το

σχήμα 3.12 φαίνεται η σχέση που έχουν το Energy Intensity της χώρας (μπλε γραμμή) με τον πληθωρισμό της (πορτοκαλί γραμμή).



Σχήμα 3.12: Πληθωρισμός και Energy Intensity της Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [31], [35]

Συνεπώς, η σχέση του Energy Intensity και του πληθωρισμού δεν είναι ούτε ανάλογη ούτε αντιστρόφως ανάλογη για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο καθώς δεν ακολουθείται κάποιο συγκεκριμένο μοτίβο.



Σχήμα 3.13: Περιβαλλοντικοί φόροι και Energy Intensity Ελλάδας 2011 - 2020 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ & Our World in Data) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [35], [59]

Παράλληλα με την πτώση του Energy Intensity από το έτος 2017 (γεγονός αισιόδοξο και

ελπιδοφόρο) παρατηρείται εκτός από το ξέσπασμα της οικονομικής κρίσης της χώρας και μια γενική αύξηση στους ενεργειακούς φόρους. Αυτό φαίνεται καλύτερα στο σχήμα 3.13 όπου η γραμμή της τάσης των περιβαλλοντικών φόρων έχει θετική κλίση, που σημαίνει ότι με τα χρόνια αυξάνονται σε γενικές γραμμές παρ όλες τις αυξομειώσεις που μπορεί να έχουν κατά τη διάρκεια των ετών. Συνεπώς, βλέπουμε ότι τα τελευταία χρόνια οι περιβαλλοντικοί φόροι επιδρούν και αυτοί στην μείωση του Energy Intensity. Τέλος, σύμφωνα με τους Bashir et al. αξίζει να αναφερθεί ότι οι περιβαλλοντικοί φόροι καταλαμβάνουν ποσοστό στο ΑΕΠ περίπου 2%. [36]

Κεφάλαιο 4

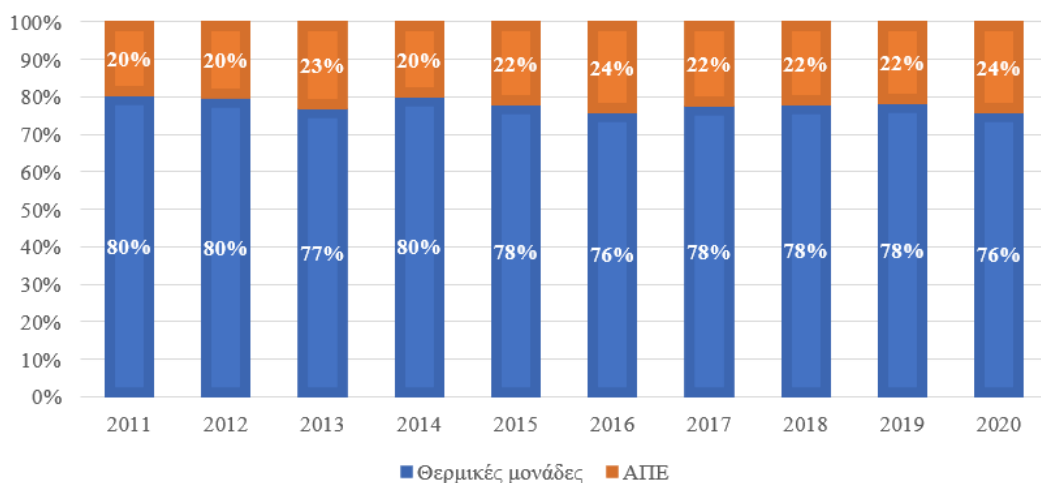
Κεφάλαιο 4: Ανάλυση

Ηλεκτροπαραγωγικού Συστήματος Κρήτης

4.1 Πηγές ενέργειας Κρήτης

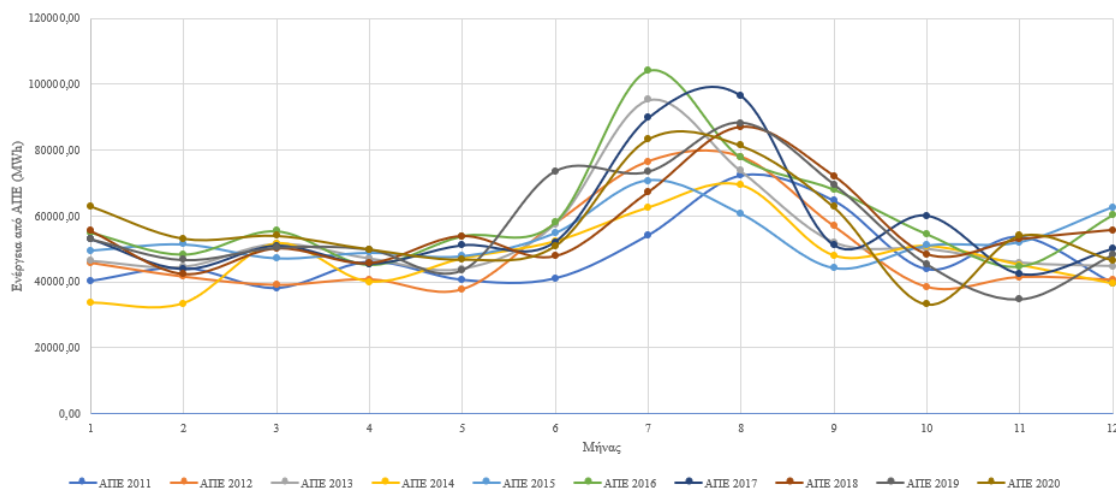
Με βάση την ανάλυση σε προηγούμενο κεφάλαιο η Κρήτη ως αυτόνομη ηλεκτρικά νήσος μέχρι το 2021 βασιζόταν τόσο στην θερμική παραγωγή ενέργειας όσο και στις ΑΠΕ. Οι θερμικές μονάδες (κατά το έτος 2018) είναι μονάδες diesel και μαζούτ (εισαγωγής) ενώ οι ΑΠΕ (πλέον) είναι Α/Π, Φ/Β, ΜΥΗΣ και Βιοαέριο (όπως αναλύθηκαν εκτενέστερα σε προηγούμενο κεφάλαιο). [25], [60], [61], [62]. Πιο συγκεκριμένα, οι ΑΠΕ που συμβάλλουν στο δίκτυο (από το έτος ανάλυσης 2011) είναι τα Α/Π, τα Φ/Β συστήματα και ένας ΜΥΗΣ εγκατεστημένης ισχύος 0,3 MW, όπου ο τελευταίος σταμάτησε την παραγωγή του κατά τον Οκτώβριο του 2020. Τα Φ/Β συστήματα ειδικού προγράμματος (Φ/Β συστήματα σε στέγες) ξεκίνησαν να συμμετέχουν στο δίκτυο από τον Δεκέμβριο του 2012 και τα Φ/Β Net Metering από τον Μάρτιο του 2017. Τέλος, το Βιοαέριο ξεκίνησε την παραγωγή τον Ιανουάριο του 2017 με εγκατεστημένη ισχύ 0,5 MW, η οποία αυξήθηκε στα 0,99 MW τον Οκτώβριο του 2018. Στην εικόνα 4.1 φαίνεται το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ και από θερμικές μονάδες. Οι ΑΠΕ παριστάνονται με τις πορτοκαλί μπάρες της εικόνας και κατά μέσο όρο (για την δεκαετία που μελετάται) συμμετέχουν στο δίκτυο με ποσοστό 22%. Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι οι στόχοι 20-20-20 (από την σκοπιά της διείσδυσης των ΑΠΕ τουλάχιστον) επιτεύχθηκαν και μάλιστα τα τελευταία 4 χρόνια οι ΑΠΕ συμβάλλουν

από 22% έως και 24%. [1] Οι θερμικές μονάδες από την άλλη, παριστάνονται με τις μπλε μπάρες της εικόνας και συμβάλουν (για την δεκαετία που μελετάται) κατά μέσο όρο 78% στο δίκτυο. Μάλιστα τα τελευταία έτη 2017-2019 το ποσοστό συμμετοχής έχει παραμείνει στο 78%, σε ένα σχετικά σταθερό επίπεδο, ενώ το 2020 μειώθηκε στα 76%.



Σχήμα 4.1: Ποσοστό παραγόμενης ενέργειας στην Κρήτη 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]

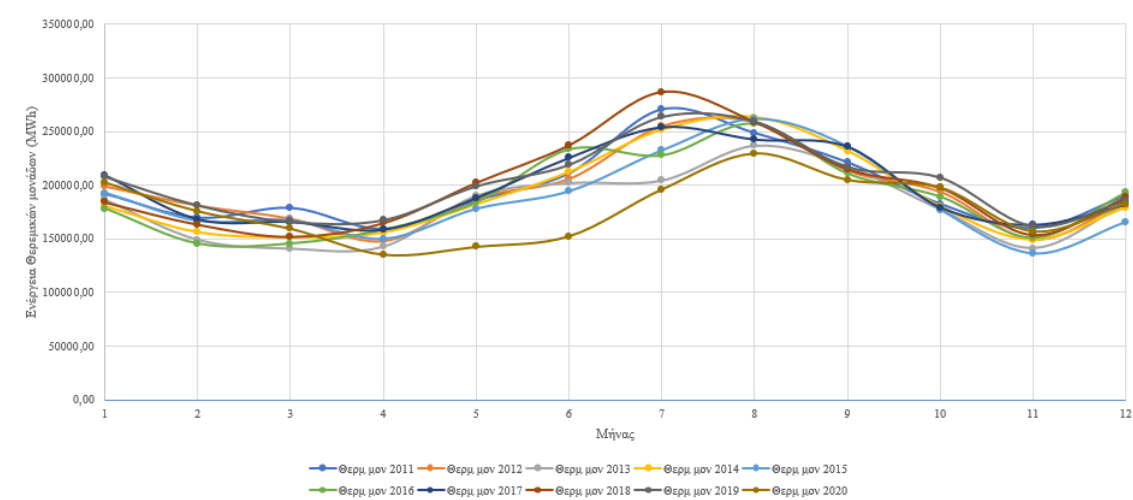
Παράλληλα με την ανάλυση των πηγών ενέργειας της Κρήτης, αναλύεται εκτενέστερα η συνολική παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ στην Κρήτη. Στο σχήμα 4.2 φαίνεται η παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ κατά τα έτη 2011 έως και 2020 και για κάθε μήνα του έτους.



Σχήμα 4.2: Παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ στην Κρήτη 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]

Συμπληρωματικά αναλύεται και η συνολική παραγόμενη ενέργεια από θερμικές μονάδες

στην Κρήτη μέσα από το σχήμα 4.3. Η ανάλυση θα γίνει σχηματικώς με τον ίδιο τρόπο που αναλύθηκε η συνολική παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ.



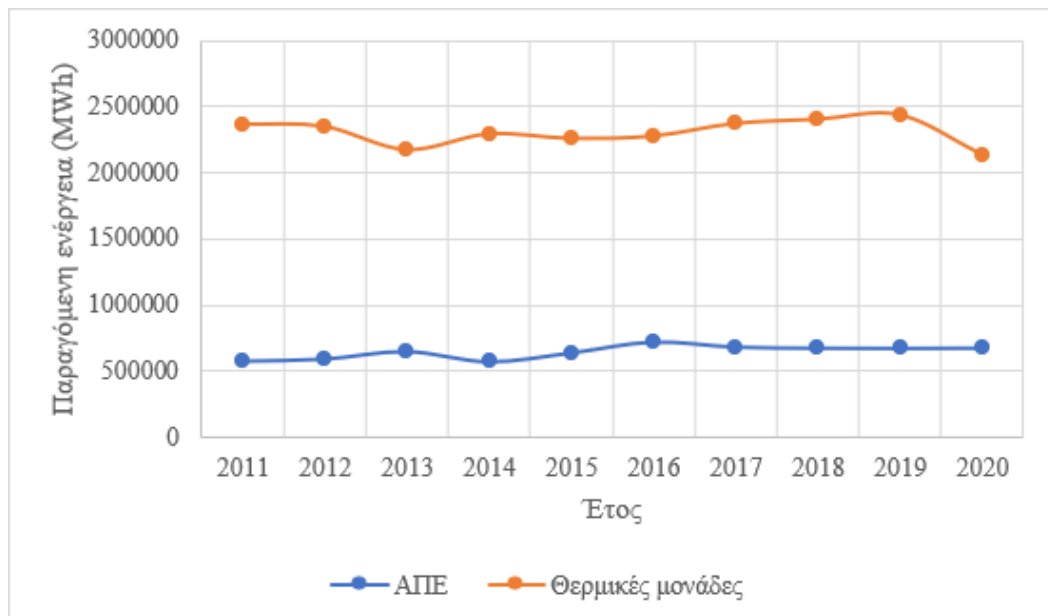
Σχήμα 4.3: Παραγόμενη ενέργεια από θερμικές μονάδες στην Κρήτη 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]

Από την σύγκριση των δύο αυτών σχημάτων προκύπτει ότι η συνολική παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ έχει σχεδόν πάντα αντιστρόφως ανάλογη σχέση με την παραγόμενη ενέργεια από θερμικές μονάδες. Αυτό σημαίνει ότι όσο η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ καταλαμβάνει μέγιστες τιμές τόσο η παραγωγή ενέργειας από τις θερμικές μονάδες καταλαμβάνει ελάχιστες τιμές.

Πιο αναλυτικά γι' αυτά τα δύο σχήματα, από το 2017 η ενέργεια από ΑΠΕ παρουσιάζει μια σχετική σταθεροποίηση και αυτό οφείλετε στο γεγονός της υπερφόρτωσης του δικτύου και της αναγκαστικής, πλέον, αναβάθμισης του. [1]. Εύκολα γίνεται επίσης αντιληπτό, ότι η μέγιστη παραγωγή τόσο από ΑΠΕ όσο και από θερμικές μονάδες λαμβάνει χώρα κατά τους θερινούς μήνες. Οι λόγοι που η παραγωγή ενέργειας μεγιστοποιείται κατά τους θερινούς μήνες είναι κυρίως ο τουρισμός και η μέγιστη παραγωγή των Φ/Β συστημάτων. Η Κρήτη, δε, ως πόλος έλξης (αρκετά τουριστικό νησί) ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αυξάνει αρκετά τις απαιτήσεις της σε ενέργεια. Τα Φ/Β συστήματα λόγω του τρόπου λειτουργίας τους αποδίδουν περισσότερο το καλοκαίρι συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην αύξηση της ενέργειας από ΑΠΕ.

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση και τα σχήματα για την εξάρτηση των δύο πηγών προκύπτει ότι οι θερμικές μονάδες καλύπτουν το 78% προσεγγιστικά της παραγόμενης ενέργειας της Κρήτης και οι ΑΠΕ το 22%. Παρόλο που οι εγκατεστημένες ΑΠΕ αυξήθηκαν ανά

τη δεκαετία, το ποσοστό συμμετοχής τους δεν αυξήθηκε για τους προαναφερθέντες λόγους αλλά και γιατί, επίσης, οι ΑΠΕ έχουν έντονη εξάρτηση από τον καιρό και όπως φαίνεται από το σχήμα 4.2 καμία καμπύλη δεν βρίσκεται σταθερά στα τοπικά μέγιστα αλλά ανάλογα τις καιρικές συνθήκες συμβάλλουν και στο δίκτυο.



Σχήμα 4.4: Συνολική παραγόμενη ενέργεια στην Κρήτη 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]

Τέλος, σύμφωνα με το σχήμα 4.4 με τη συνολική παραγωγή από θερμικές μονάδες και από ΑΠΕ, συγκρίνεται καλύτερα η αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ των δύο πηγών. Η παραγόμενη ενέργεια από θερμικές μονάδες που παριστάνεται με την πορτοκαλί γραμμή, φαίνεται ξεκάθαρα ότι όταν έχει θετική κλίση η μπλε γραμμή που παριστάνει την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ έχει αρνητική κλίση και το αντίθετο. Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να δοθεί στο έτος 2020 κατά το οποίο ξέσπασε η υγειονομική κρίση με τον ιό Covid-19 με πρωταρχικά μέσα προστασίας την επιβολή καραντίνας, τον περιορισμό των δραστηριοτήτων στις αναγκαίες, την τηλεργασία κ.α. Απόρροια αυτών των μέτρων ήταν η μείωση των δραστηριοτήτων άρα και η μείωση σε ανάγκες αυξημένης ενέργειας. Η παραγωγή από ΑΠΕ δείχνει να είναι σταθερή, με ποσοστό μεταβολής 0,308%, ενώ η παραγωγή από Θερμικές μονάδες μειώθηκε κατά 12,46%. Εφόσον, λοιπόν, οι ΑΠΕ παρήγαγαν προσεγγιστικά στον ίδιο βαθμό, οι θερμικές μονάδες μείωσαν την παραγωγή τους όχι όμως σε υπερβολικό βαθμό καθώς μπορεί να μειώθηκαν μερικές δραστηριότητες αλλά οι περισσότερες στο μεγαλύτερο βαθμό τους μετακυλίστηκαν.

4.2 Μηνιαία ενεργειακή κατανομή Κρήτης

Περνώντας σε ανάλυση της ζητούμενης ενέργειας ανά μήνα για όλα τα έτη προκύπτει ο πίνακας 4.1, όπου παρουσιάζονται οι κλίσεις των καμπυλών για την παραγόμενη ενέργεια τόσο από Θερμικές μονάδες όσο και από ΑΠΕ.

Πίνακας 4.1: Κλίση καμπυλών ζήτησης ενέργειας ανά μήνα (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]

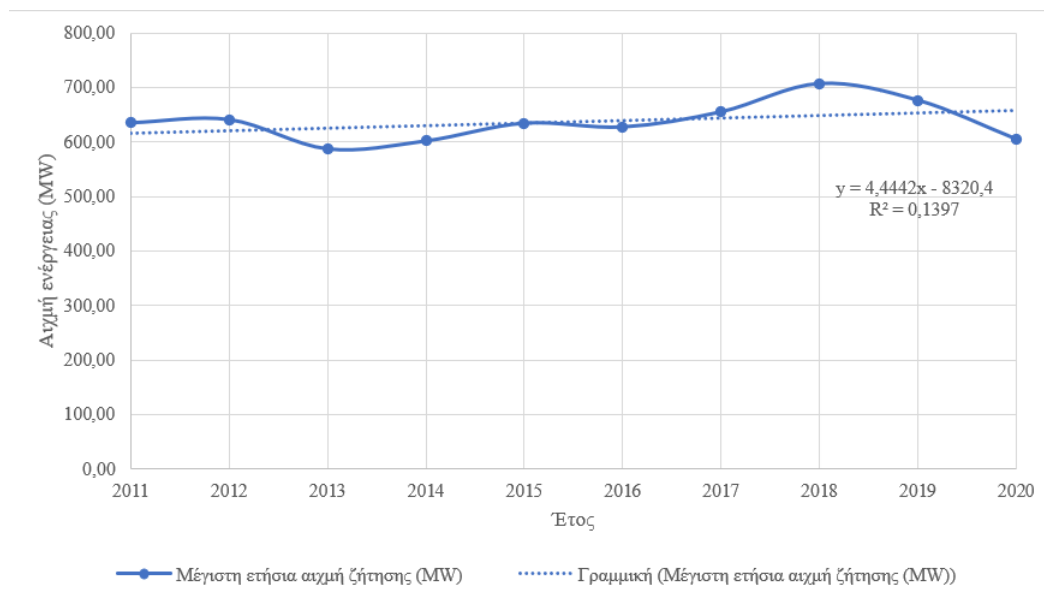
Πηγές ενέργειας	Θερμικές μονάδες	ΑΠΕ
Ιανουάριος	$1317,2x - 2E+06$	$2213,3x - 4E+06$
Φεβρουάριος	$865,84x - 2E+06$	$809,43x - 2E+06$
Μάρτιος	$-700,49x + 2E+06$	$1348,6x - 3E+06$
Απρίλιος	$311,6x - 473888$	$631,37x - 1E+06$
Μάιος	$-1363,5x + 3E+06$	$1003,1x - 2E+06$
Ιούνιος	$-1086,6x + 2E+06$	$929,72x - 2E+06$
Ιούλιος	$-1199x + 3E+06$	$1300,9x - 3E+06$
Αύγουστος	$-781,55x + 2E+06$	$1922,9x - 4E+06$
Σεπτέμβριος	$-909,97x + 2E+06$	$1239,7x - 2E+06$
Οκτώβριος	$2065x - 4E+06$	$-143,8x - 337446$
Νοέμβριος	$1099,9x - 2E+06$	$-147,83x + 344674$
Δεκέμβριος	$-2,9939x + 189690$	$1213,6x - 2E+06$

Η ανάλυση της κλίσης της ευθείας προσφέρει πληροφορίες για το αν η ευθεία έχει ανοδική πορεία (θετική κλίση) ή καθοδική (αρνητική κλίση). Για τον μήνα Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Απρίλιο φαίνεται πως και οι δύο καμπύλες έχουν θετική κλίση, που σημαίνει ότι για να καλυφθούν οι ανάγκες χρειάζεται η συμμετοχή και των δύο πηγών ενέργειας και μάλιστα με την πάροδο του χρόνου αυξάνονται αμφότερες. Τους μήνες Μάρτιο, Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο η κλίση της παραγωγής από συμβατικές πηγές είναι αρνητική ενώ από ΑΠΕ θετική, που σημαίνει ότι οι ανάγκες της Κρήτης για αυτούς τους μήνες με την πάροδο του χρόνου χρησιμοποιούσαν περισσότερες ΑΠΕ. Τέλος, για τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο οι ΑΠΕ έχουν αρνητική κλίση. Φαίνεται λοιπόν, ότι η συμμετοχή των ΑΠΕ έχει μειούμενο ρυθμό μόνο κατά τη διάρκεια του Οκτωβρίου και Νοεμβρίου. Κατά τη διάρκεια των δύο αυτών μηνών η ηλιακή ακτινοβολία είναι στις ελάχιστες τιμές της, συ-

νεπώς η συνεισφορά των Φ/Β συστημάτων είναι στα χαμηλότερα ποσοστά της (που ούτως ή άλλως η συνεισφορά των Φ/Β συστημάτων είναι πολύ μικρότερη από αυτή των Α/Π) και εφόσον όλη η καμπύλη έχει πτωτική τάση σημαίνει ότι και οι υπόλοιπες ΑΠΕ έχουν πτωτική τάση. Επίσης, θα πρέπει να επισημανθεί ότι κατά τα έτη 2019 και 2020 οι καμπύλες των θερμικών μονάδων παρουσιάζουν πτώση σε όλους τους μήνες και αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός της υγειονομικής κρίσης αλλά και στην γενικότερη πολιτική περί μείωσης της χρήσης των συμβατικών πηγών ενέργειας. Σε γενικές γραμμές όμως οι θερμικές μονάδες παρουσιάζουν πτώση σε εφτά από τους δώδεκα μήνες του έτους ενώ οι ΑΠΕ μόνο σε δύο, όμως αυτό δεν συνεπάγεται και κανόνα καθώς οι καιρικές συνθήκες είναι απρόβλεπτες (σε μεγάλα χρονικά διαστήματα) και το κλίμα της Κρήτης βοηθάει σε μεγάλο βαθμό στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.

4.3 Μέγιστη ετήσια αιχμή Κρήτης

Εκτός από την συνολική παραγόμενη ενέργεια και αναλυτικά την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ και θερμικές μονάδες, ιδιαίτερη σημασία έχει και η αιχμή ενέργειας. Με τον όρο αιχμή ενέργειας εννοείται η μέγιστη ζήτηση σε ενέργεια που απαιτήσε (και χρησιμοποίησε) η Κρήτη για να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες.



Σχήμα 4.5: Μέγιστη ετήσια αιχμή ζήτησης Κρήτης 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]

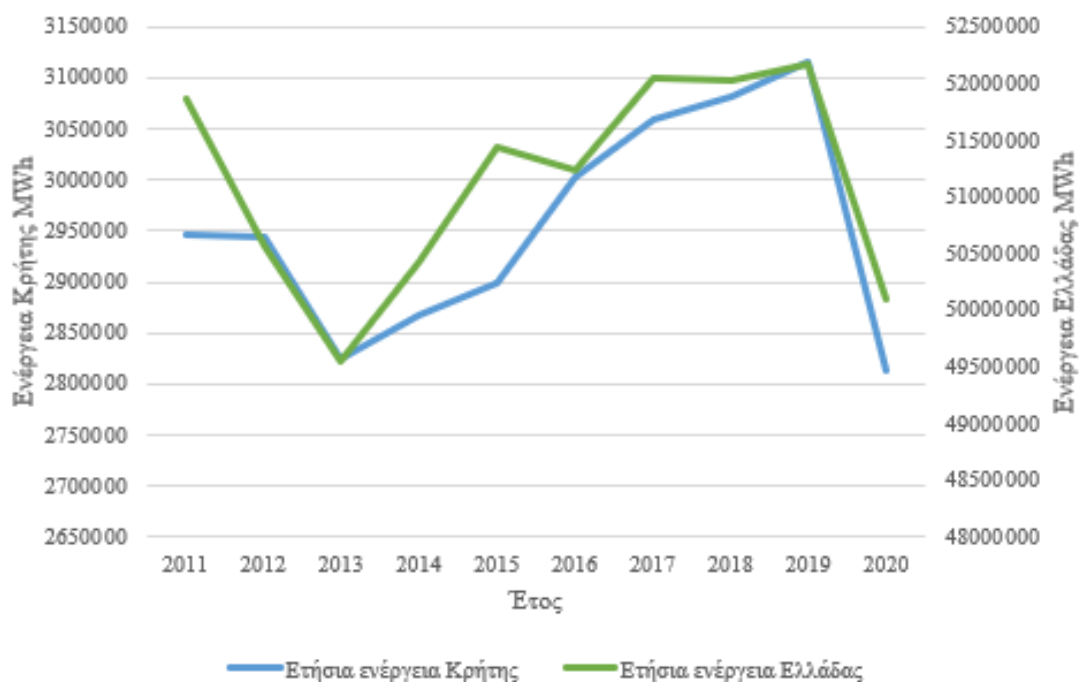
Αναλυτικά φαίνεται στο σχήμα 4.5, όπου παρουσιάζεται η μέγιστη ετήσια αιχμή ζήτη-

σης ενέργειας (ως στιγμιαίες ακαθάριστες) της Κρήτης για την δεκαετία που μελετάται. Όπως φαίνεται δεν έχει μία σταθερή ανοδική ή καθοδική πορεία και η μέγιστη τιμή σημειώθηκε το 2018 στα 707 MW. [1] Όμως, και το σημαντικότερο όλων, είναι το γεγονός ότι παρουσιάζει μείωση από το 2018 και σε αυτό συμβάλουν είτε τα νυχτερινά τιμολόγια είτε, τα Net Metering είτε άλλοι τρόποι DSM. Επίσης, με την διακεκομμένη μπλε γραμμή φαίνεται η γραμμή τάσης μέσω της οποίας φαίνεται η κλίση της ευθείας των δεδομένων όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση δείχνει ότι η αιχμή ζήτησης της Κρήτης αυξάνεται ανά τα χρόνια. Είναι όμως αναμενόμενη μια τέτοια έκβαση καθώς γενικά ανά τα χρόνια αυξάνονται οι ανάγκες του ανθρώπου (λόγο ανάπτυξης τεχνολογίας, περιβαλλοντικών γνώσεων κ.α.). Η ανοδική τάση της γραμμής δείχνει, επίσης, ότι οι τιμές της αιχμής ζήτησης δεν θα πέσουν - κατά πάσα πιθανότητα - κάτω από αυτή τη γραμμή (ο τύπος της οποίας φαίνεται στο σχήμα). [63] Τέλος, με την τιμή R^2 (συντελεστής προσδιορισμού) φαίνεται σε τι ποσοστό το μοντέλο αυτό αντικατοπτρίζει τις πραγματικές μεταβλητές, κάτι που για το συγκεκριμένο πρόβλημα το ποσοστό αυτό είναι αρκετά μικρό στα 13,97% που σημαίνει ότι η χρήση της γραμμής της τάσης για την επεξήγηση της καμπύλης της αιχμής ζήτησης δεν είναι αξιόπιστη. [64]

4.4 Ενέργεια και ΑΕΠ

Συγκρίνοντας, τώρα, την καμπύλη που ακολουθεί η ενέργεια της Κρήτης με αυτής της Ελλάδας¹, φαίνεται ότι η Κρήτη έχει όλα τα έτη την ίδια ενεργειακή πορεία με την χώρα. Ειδικότερα, μέχρι το 2013 η ενέργεια φαίνεται να βρίσκεται σε ύφεση (με λιγότερο μειούμενο ρυθμό η Κρήτη) με ποσοστό και έπειτα αυξάνεται μέχρι το έτος 2019. Μέσα στα έτη 2013-2019, παρατηρούνται αυξομειώσεις στην ζητούμενη ενέργεια τόσο για την Ελλάδα όσο και για την Κρήτη, μέχρι το έτος 2020 που μειώνονται σχεδόν με τον ίδιο ρυθμό (με την Κρήτη να μειώνει εντονότερα τις ενεργειακές της ανάγκες). Έτσι, η Κρήτη από άποψη ηλεκτροπαραγωγικού συστήματος, για τα έτη 2011-2020, αποτελεί μια μικρή "χώρα", αφού έχει παρόμοιες ενεργειακές ανάγκες με ένα ηλεκτροπαραγωγικό σύστημα μίας χώρας, αποδεικνύοντας ότι το συγκεκριμένο αυτόνομο σύστημα για τη συγκεκριμένη δεκαετία συμπεριφερόταν όπως ένα διασυνδεδεμένο σε ποσοστό 6% περίπου. Τα παραπάνω φαίνονται σχηματικά στο σχήμα 4.6.

¹ Το ηλεκτροπαραγωγικό σύστημα της Ελλάδας περιλαμβάνει τις περιοχές που είναι διασυνδεδεμένες με το κεντρικό σύστημα, εξαιρώντας έτσι τα ΜΔΝ όπως την Κρήτη [65]



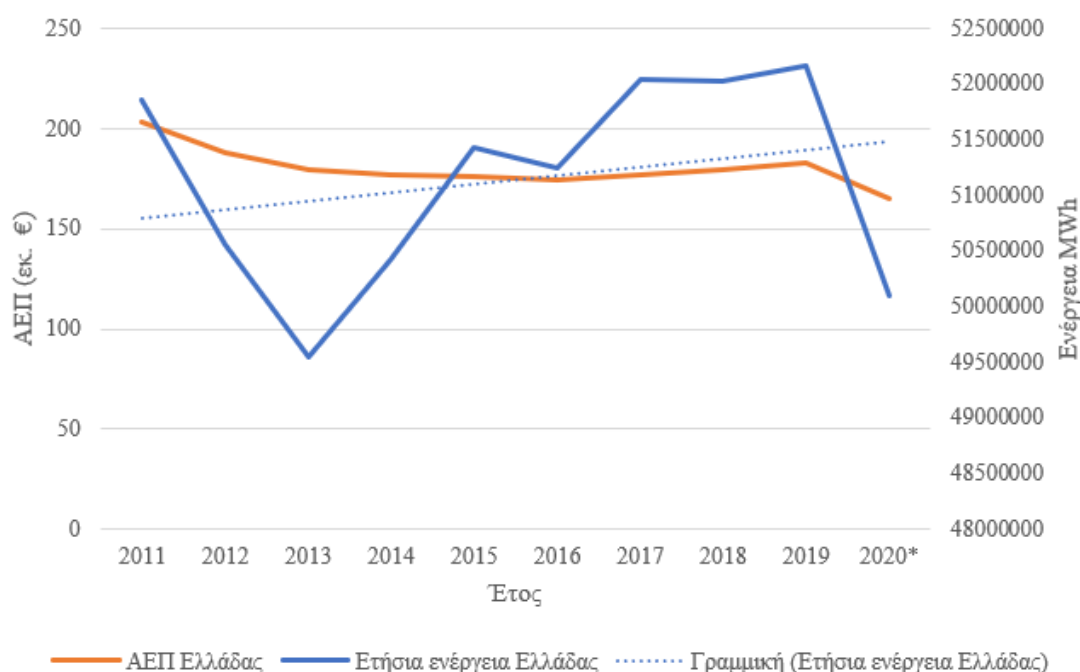
Σχήμα 4.6: Ενέργεια Κρήτης και Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]

Πίνακας 4.2: Ποσοστό μεταβολής ενέργειας Ελλάδας και Κρήτης 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1]

Έτος	Ενέργεια Ελλάδας	Ενέργεια Κρήτης
2012	-2,51%	-0,05%
2013	-2,01%	-4,05%
2014	1,76%	1,47%
2015	2,01%	1,15%
2016	-0,36%	3,52%
2017	1,56%	1,91%
2018	-0,03%	0,77%
2019	-0,29%	1,05%
2020	-3,96%	-9,69%

Αξίζει επίσης να αναλυθεί και αναφερθεί το ποσοστό μεταβολής των δύο ενεργειών με τον πίνακα 4.2. Όπως φαίνεται από τον πίνακα, η ενέργεια της Ελλάδας αυξήθηκε κατά τα έτη 2014, 2015 και 2017 ενώ της Κρήτης 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 και 2019. Παρόλο,

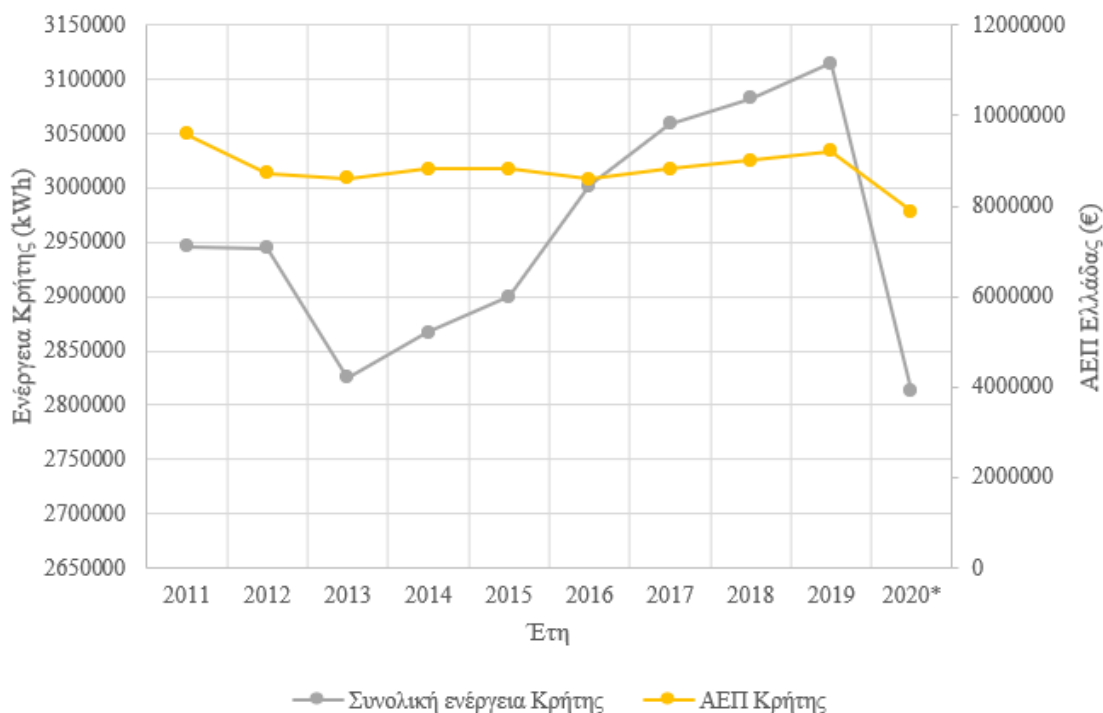
δηλαδή, που στην συνολική ενέργεια της Ελλάδας προστέθηκαν ηλεκτροπαραγωγικά συστήματα (διασυνδέσεις ΜΔΝ) μέσα σε αυτή τη δεκαετία, η ενέργεια της αυξήθηκε μόνο 3 φορές και με μέγιστο ποσοστό περίπου 2%. Από την άλλη πλευρά, η Κρήτη αύξησε την ενέργεια της την περίοδο (2014-2019) που αυξήθηκε σημαντικά ο τουρισμός της (όπως θα αναλυθεί και παρακάτω). Αυτό σημαίνει και αποδεικνύει την αναγκαιότητα της Κρήτης να διασυνδεθεί με το ηπειρωτικό δίκτυο καθώς όπως όλα έδειχναν οι ανάγκες της σε ηλεκτρική ενέργεια παρέμεναν αυξημένες. Τελικά, το 2020 η επίδραση της πανδημίας επεκτάθηκε και στην ενέργεια, με τις δύο ενέργειες να μειώνονται και αυτή της Κρήτης να μειώνεται σημαντικά αποδεικνύοντας την επιρροή της μείωσης του τουρισμού, και όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενη παράγραφο, την σύνδεση του τουρισμού με την ενέργεια και την ανάπτυξη (ΑΕΠ) της περιοχής.



Σχήμα 4.7: Ετήσια ζήτηση ενέργειας και ΑΕΠ Ελλάδας 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ & ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48], [1]

Συνδυάζοντας, τώρα, οικονομικούς δείκτες (από το προηγούμενο κεφάλαιο) και τα δεδομένα ζήτησης ενέργειας προκύπτει το σχήμα 4.7. Σε αυτό το σχήμα φαίνεται η συνολική ετήσια ζήτηση σε ενέργεια της χώρας με μπλε χρώμα και το ΑΕΠ της χώρας με πορτοκαλί χρώμα. Η πορεία της ενέργειας είναι πτωτική τα έτη 2011, 2012, 2015, 2017 και 2020, ενώ του ΑΕΠ τα έτη 2011 - 2015 και 2020. Η σχέση δηλαδή των δύο καμπύλων δεν φαίνεται να έχει κάποια σχέση ή περιοδικότητα καθώς δεν αυξάνονται τις ίδιες χρονικές περιόδους όμως

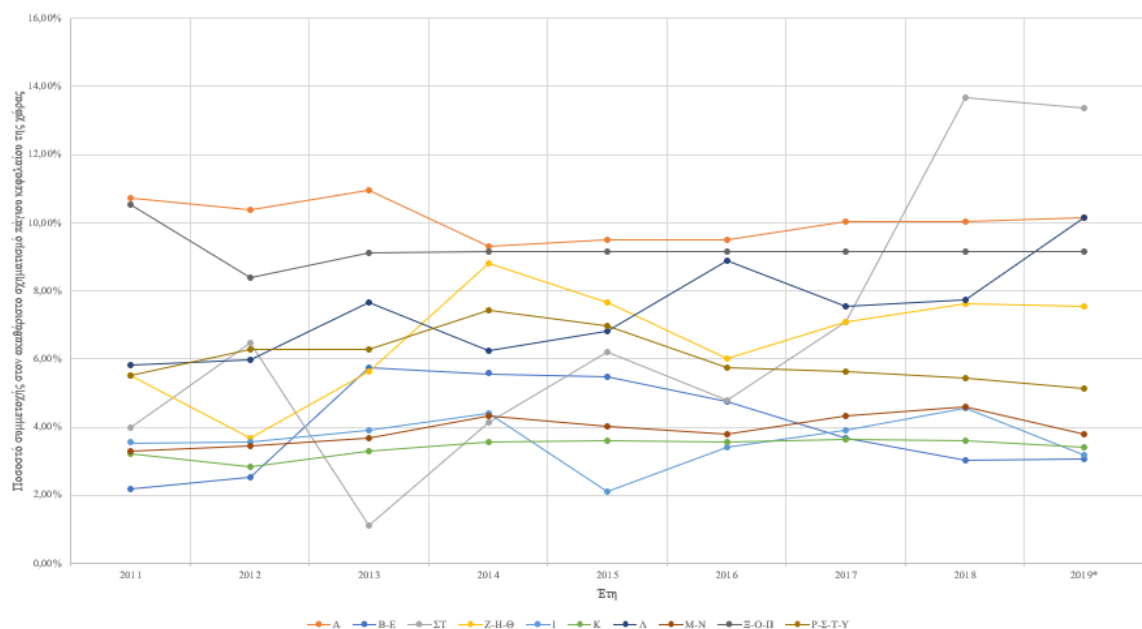
και τα δύο μειώνονται για τον ίδιο λόγο το έτος 2020 (πανδημία). Η πτωτική τάση του ΑΕΠ δίνει μια γεύση από την οικονομία της χώρας η οποία δεν βρίσκεται σε καλά σημεία από την οικονομική κρίση και έπειτα (2012). Ωστόσο, η καμπύλη της ενέργειας έχει ανοδική πορεία με το πέρασμα των ετών και αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες με μερικούς από αυτούς να είναι η ανάπτυξη της τεχνολογίας, η αλλαγή του κλίματος, η αύξηση των αναγκών, οι διασυνδέσεις με άλλες χώρες κ.λπ.



Σχήμα 4.8: Ενέργεια και ΑΕΠ Κρήτης 2011-2020 (Πηγή: ΔΕΔΔΗΕ & ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [1], [48]

Αναλύοντας τους ίδιους δείκτες για την Κρήτη, προκύπτει το σχήμα 4.8, όπου φαίνεται πως η ενέργεια και το ΑΕΠ της Κρήτης έχουν σχεδόν πάντα (στη δεκαετία ανάλυσης) ανάλογη σχέση. Κατά το έτος 2011 - 2012 το ΑΕΠ της Κρήτης σημειώνει σημαντική πρόοδο. Όμως, η ενέργεια παρόλο που έχει παρόμοια συμπεριφορά (επίσης μειώνεται) δεν χαρακτηρίζεται από τον ίδιο μειούμενο ρυθμό. Το ίδιο συμβαίνει και για το έτος 2012 - 2013 όπου σημειώνουν και οι δύο δείκτες μερική μείωση. Κατά τα επόμενα έτη μέχρι και το 2019 η ενέργεια παρουσιάζει σημαντική αύξηση καθώς το νησί αναπτύσσεται, αυξάνεται ο τουρισμός, η τεχνολογία, οι ανάγκες κ.α. Το ΑΕΠ του νησιού έχει παρόμοια συμπεριφορά για αυτά τα χρόνια με εξαίρεση την περίοδο από 2015 έως 2016. Τελικά, και οι δύο μεταβλητές το έτος 2018-2019 παρουσιάζουν σημαντική πτώση κυρίως λόγω του ξεσπάσματος του

ιού που παρέλυσε τον πλανήτη, μειώνοντας τον τουρισμό κατακόρυφα, σταματώντας πολλές δραστηριότητες κ.α. Το ποσοστό μείωσης της συνολικής παραγόμενης ενέργειας και του ΑΕΠ είναι 9,69% και 14,481% αντίστοιχα.



Σχήμα 4.9: Ποσοστό συμμετοχής στον ακαθάριστο σχηματισμό παγίου κεφαλαίου της χώρας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [48]

Η ανάλυση σχετικά με το ΑΕΠ της Κρήτης εκτείνεται και πιο αναλυτικά, σε 19 κλάδους. Από το σχήμα 4.9 φαίνεται ότι ο κλάδος που συμβάλει τα περισσότερα χρόνια (2011 - 2017) στο ΑΕΠ της Κρήτης είναι αυτός της γεωργίας, δασοκομίας και αλιείας. Εύλογο αποτέλεσμα και αναμενόμενο καθώς η Κρήτη ως νησί είναι πλούσιο σε θαλασσινά είδη, πολύ φημισμένο για τις ελιές του άρα ο κλάδος της γεωργίας είναι πολύ ανεπτυγμένος. Ο επόμενος κλάδος που συμβάλει σημαντικά είναι της δημόσιας διοίκησης και άμυνας, εκπαίδευσης, ανθρώπινης υγείας κ.α. Πρόκειται για ένα πολύ λειτουργικό και σημαντικό κλάδο που όλοι οι άνθρωποι "χρησιμοποιούν" άρα θα έχει μια σταθερή συμβολή στο κεφάλαιο του νησιού. Άξιος αναφοράς και ποσοστού είναι και ο κλάδος της διαχείρισης ακίνητης περιουσίας όπου ναι μεν από τα μέσα του 2012 αρχίζει να αυξομειώνεται, όμως ο ρυθμός του είναι ανοδικός και σταδιακά με τα χρόνια φτάνει το 2019 να συμβάλει όσο και ο κλάδος της γεωργίας. Το χονδρικό και λιανικό εμπόριο, εστίαση, μεταφορές και αποθήκευση, υπηρεσίες παροχής καταλύματος κ.α. παρουσιάζουν επίσης μια αυξητική τάση ανά τα χρόνια. Αυτό είναι άμεση απόρροια της αύξησης του τουρισμού στο νησί, και των διαθέσιμων τρόπων παροχής καταλυμάτων (ανάπτυξη airbnb) στη χώρα αλλά και στο νησί συγκεκριμένα κ.α. [4] Ο τουρισμός είναι

ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλει στην αύξηση του κλάδου αυτού και δημιουργεί καινούριες αλλά και περισσότερες ανάγκες σε όλες τις επιμέρους κατηγορίες του κλάδου. Επόμενος κλάδος που συμβάλει μέτρια στο ΑΕΠ της Κρήτης είναι οι τέχνες, δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών, νοικοκυριών ως εργοδότες κ.α. Ο κλάδος αυτός παρόλο που από το 2014 έως το 2019 έχει μια πτωτική πορεία, σε γενικές γραμμές έχει σχετικά σταθερή συμβολή στο νησί. Ξαφνική αύξηση μέχρι το 2013 φαίνεται να έχουν οι παροχές ενέργειας κ.λπ. όπου από εκείνη τη χρονιά και έπειτα σημειώνουν πτωτική πορεία. Ο κατασκευαστικός κλάδος παρουσιάζει σημαντική ανοδική πορεία με αυξομειώσεις. Οι κατασκευές φαίνεται από το 2016 να σημειώνουν ανάπτυξη συμβάλλοντας στο μεγαλύτερο ποσοστό από όλους τους κλάδους από το 2018 και μετά. Οι τελευταίοι τρεις κλάδοι έχουν μια σταθερή συμβολή στο ΑΕΠ και σε χαμηλά, μάλιστα, επίπεδα με ελάχιστες αυξομειώσεις. Οι κλάδοι αυτοί είναι των επαγγελματικών δραστηριοτήτων, χρηματοπιστωτικών δραστηριοτήτων και ενημέρωσης. Ένας πίνακας με τα πλήρη ονόματα των κλάδων που συμβάλουν στο ΑΕΠ της Κρήτης φαίνεται στον πίνακα 1, στο παράρτημα 5.2. Τελικά, όλοι οι κλάδοι το 2020 παρουσιάζουν είτε μείωση (αν δεν αναφέρονται στις "σημαντικές" για την επιβίωση δραστηριότητες) είτε σταθεροποίηση αν πρόκειται για δραστηριότητες βιοπορισμού.

Πίνακας 4.3: Αφίξεις επιβατών στην ΠΕ Κρήτης 2013-2020 (Πηγή: INSETE) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [66], [67], [68], [69]

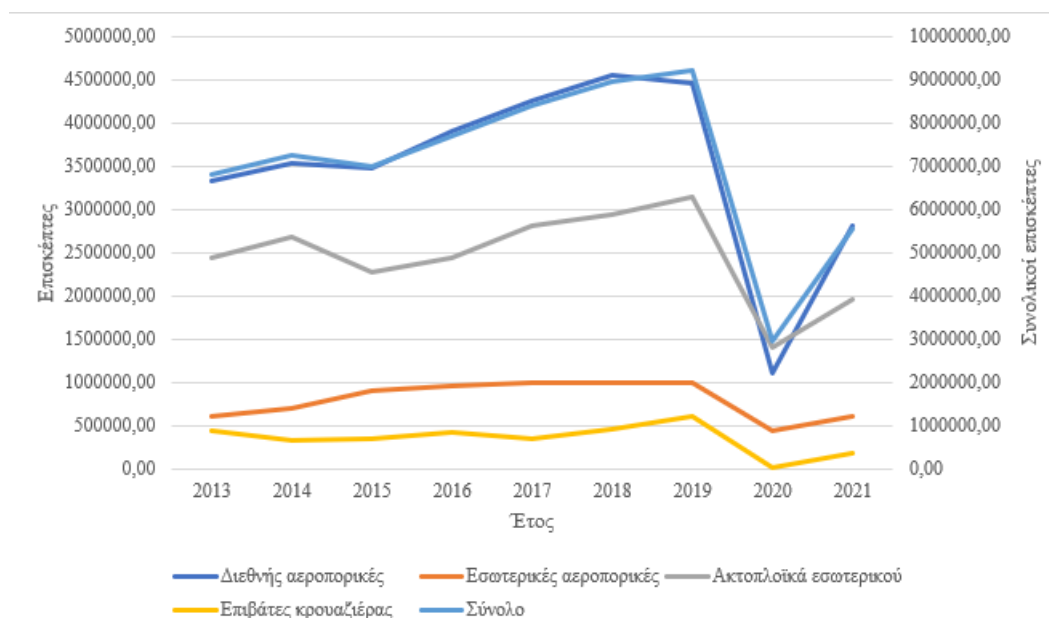
Μεταφ.	Διεθνής Αεροπ.	Αεροπ. Εσωτ.	Ακτοπλ. Εσωτ.	Κρουαζιέρες	Σύνολο
2013	3323978	611513	2446140	440288	6821919
2014	3533754	707540	2685989	329709	7256992
2015	3483319	897968	2268104	355699	7005090
2016	3900169	949392	2430335	413655	7693551
2017	4250971	999180	2805390	340033	8395574
2018	4555421	995895	2936979	453677	8941972
2019	4455810	991611	3137320	607268	9192009
2020	1104057	444389	1394396	20103	2962945

Συγκεκριμένα για τον τουρισμό, στον πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι επισκέψεις² στην

²”Ως επισκέψεις, ορίζονται οι επισκέψεις που κάνει ένας τουρίστας στις επιμέρους Περιφέρειες της χώρας.”

Περιφέρεια Κρήτης Ετήσια Έκθεση ανταγωνιστικότητας και διαρθρωτικής προσαρμογής στον τομέα του τουρισμού για το έτος 2019, INSETE, σελ. 122. [67]

ΠΕ Κρήτης για την περίοδο 2013-2020 χωρισμένες σε αεροπορικές επισκέψεις εξωτερικού (διεθνώς) και εσωτερικού, ακτοπλοϊκές εσωτερικού, επιβατών κρουαζιέρων και του συνόλου όλων αυτών. Από το σχήμα 4.10 φαίνεται πιο άμεσα ότι ο τουρισμός μειώθηκε κατακόρυφα το 2020 επηρεάζοντας το ΑΕΠ της ΠΕ, ενώ το 2019 κάλυπτε το 50% (του ΑΕΠ της ΠΕ), το 2020 κάλυπτε μόνο το 15%. [67], [68]



Σχήμα 4.10: Επισκέψεις στην ΠΕ Κρήτης 2013-2020 (Πηγή: INSETE) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [66], [67], [68], [69]

Πιο συγκεκριμένα για τα έτη 2016 - 2020 προστίθεται μια ανάλυση όπου τα δεδομένα συλλέγονται από την Έρευνα Συνόρων και η Τράπεζα της Ελλάδος κατατάσσει τα στοιχεία ανά περιφέρεια. Από τον πίνακα 4.4 φαίνεται ότι η επισκεψιμότητα στην Κρήτη έχει ανοδική πορεία σημειώνοντας τη μέγιστη τιμή το 2019, ενώ το 2020 μειώθηκε κατά 76,63%. [67], [68] Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, δηλαδή, όπου τα στοιχεία ήταν για επισκέψεις με συγκεκριμένα μέσα μεταφοράς, ο τουρισμός της ΠΕ Κρήτης συνέβαλε σε μεγάλο ποσοστό κατά τα έτη 2018 και 2019, ενώ το 2020 μειώθηκε λόγω της πανδημίας.

Πίνακας 4.4: Επισκέψεις (σε χιλ.) στην ΠΕ Κρήτης 2013 - 2020 (Πηγή: INSETE) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [66], [67], [68], [69]

Έτος	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	4537	4806	5228	5288	1236	3148

Συμπληρωματικά στην ανάλυση των κλάδων ΑΕΠ, ο πίνακας 4.5 δείχνει επεξηγηματικά

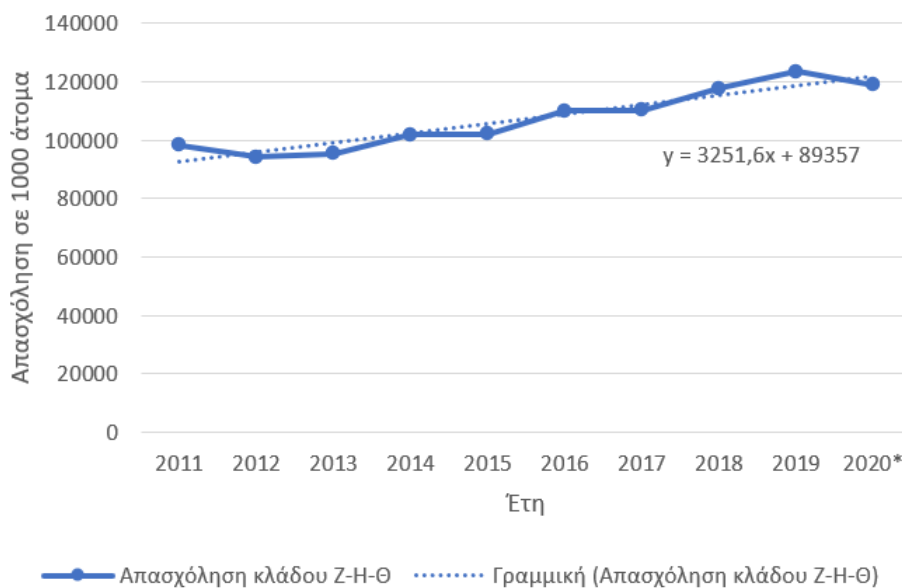
και αναλυτικά το ποσοστό κατά το οποίο κάθε κλάδος συμμετέχει στο ΑΕΠ του νησιού.

Πίνακας 4.5: Ποσοστό συμμετοχής του ΑΕΠ της Κρήτης στον ακαθάριστο σχηματισμό παγίου κεφαλαίου της χώρας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [70]

Κλάδος	A	B-E	ΣΤ	Z-H-Θ	I	K	Λ	M-N	Ξ-O-Π	P-Σ-T-Y
2011	10,72%	2,17%	4,00%	5,51%	3,54%	3,23%	5,83%	3,29%	10,53%	5,50%
2012	10,38%	2,52%	6,46%	3,66%	3,56%	2,85%	5,98%	3,46%	8,39%	6,27%
2013	10,94%	5,73%	1,11%	5,61%	3,91%	3,30%	7,65%	3,69%	9,10%	6,26%
2014	9,32%	5,57%	4,12%	8,82%	4,40%	3,56%	6,25%	4,32%	9,17%	7,43%
2015	9,50%	5,46%	6,20%	7,64%	2,12%	3,59%	6,81%	4,01%	9,16%	6,95%
2016	9,52%	4,73%	4,78%	6,02%	3,42%	3,55%	8,89%	3,78%	9,14%	5,76%
2017	10,04%	3,67%	7,08%	7,09%	3,90%	3,64%	7,54%	4,34%	9,15%	5,63%
2018	10,03%	3,02%	13,66%	7,63%	4,56%	3,59%	7,73%	4,58%	9,14%	5,45%
2019	10,13%	3,04%	13,38%	7,55%	3,19%	3,42%	10,14%	3,77%	9,14%	5,12%
2020*	10,13%	2,72%	12,10%	8,76%	2,87%	3,81%	6,98%	3,83%	9,14%	5,65%

Με πράσινο χρώμα είναι υπογραμμισμένα τα ποσοστά άνω του 9%, με κίτρινο τα ποσοστά ανάμεσα στα 9% και 5% και με κόκκινο τα ποσοστά κάτω του 5%. Ο χρωματισμός ανάλογα τα ποσοστά επιλέχθηκε με βάση το διάγραμμα του σχήματος 4.9 όπου όσοι κλάδοι είχαν ποσοστό άνω του 10% ήταν στην πάνω πλευρά του διαγράμματος. Από τον πίνακα, λοιπόν, φαίνεται πιο καθαρά ότι οι κλάδοι A και Ξ-O-Π συμμετέχουν σημαντικά και ενεργά, οι κλάδοι Z-H-Θ, Λ και P-Σ-T-Y συμμετέχουν μέτρια σταθερά ενώ οι κλάδοι B-E, ΣΤ, I, K και M-N συμμετέχουν σε χαμηλά επίπεδα όλα τα χρόνια.

Στην παραπάνω ανάλυση των κλάδων, αξίζει να προστεθεί συγκεκριμένα και η ανάλυση του κλάδου Z-H-Θ του εμπορίου, μεταφοράς και δραστηριοτήτων εστίασης και καταλυμάτων στην Κρήτη. Ο κλάδος αυτός όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.5 και συνδυαστικά με την εικόνα 4.11, σημειώνει πρόοδο μέσα σε αυτή τη δεκαετία. Παρόλο όμως που στον πίνακα το ποσοστό αυξάνεται μέχρι περίπου 9% (αύξηση κατά 21,11% σε σύγκριση με το 2011) το έτος 2020, η απασχόληση ατόμων σημειώνει πτώση και αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι ο κλάδος περιλαμβάνει και τον τουρισμό και υπηρεσίες παροχής καταλύματος, οι οποίες λόγω της πανδημίας επλήγησαν σημαντικά.



Σχήμα 4.11: Απασχόληση στον κλάδο Z-H-Θ στην Κρήτη (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) (Επεξεργασία του συγγραφέα) [70]

Παρόλο όμως που η απασχόληση ατόμων στον κλάδο μειώθηκε κατά 3,64%, η πορεία του κλάδου είναι ανοδική με το πέρασμα της δεκαετίας, όπως φαίνεται και από την εικόνα και από την κλίση της ευθείας.

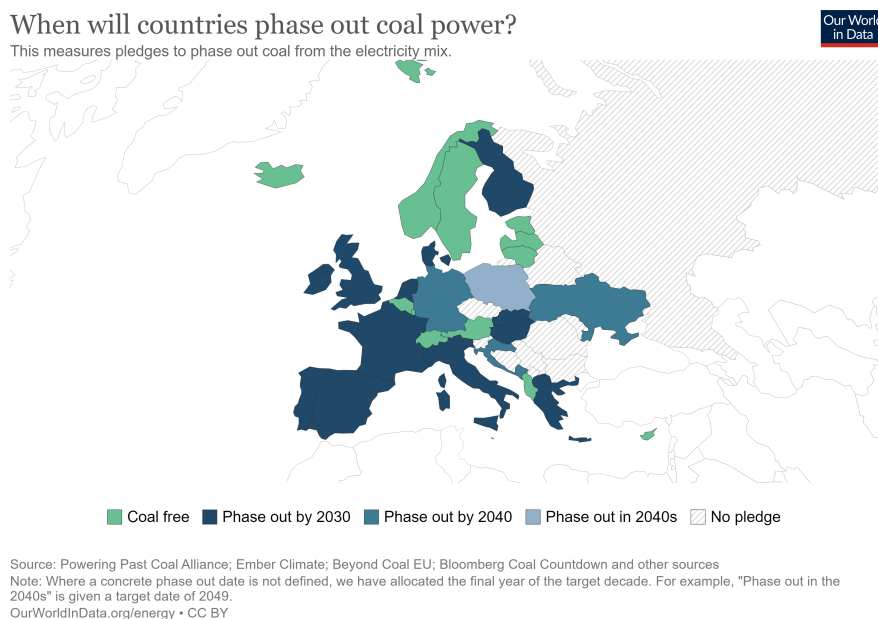
4.5 Μελλοντικοί ενεργειακοί στόχοι

Καθώς όλα τα παραπάνω συμβαίνουν και η ζωή, ανάγκες και τεχνολογία αναπτύσσονται καθημερινά, δημιουργούνται ολοένα και περισσότερες ανάγκες ασφάλειας. Ασφάλεια σε επίπεδο δικτύων, προσωπικών δεδομένων και πλέον και ενέργειας. Οι μεγάλοι διαχειριστές κρατών αντιλαμβάνονται αυτές τις ανάγκες, οι οποίες κρίνονται πλέον βασικές και απαραίτητες για την εξέλιξη, νομοθετούν υπέρ της πράσινης και ασφαλούς ενέργειας. Έτσι οι χώρες - μέλη δημιουργούν τους δικούς τους αισιόδοξους στόχους τόσο για το άμεσο μέλλον (2030) όσο και για το έμμεσο (2050). Η Ελλάδα δε θα μπορούσε να μη βρίσκεται σε αυτή την κοινή παγκόσμια προσπάθεια.

Με ορίζοντα το άμεσο μέλλον και στόχο την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, και την οδήγηση της καθημερινότητας στα πράσινα μονοπάτια οι στόχοι 20-20-20 αναθεωρήθηκαν με νέο στόχο-έτος το 2030. Μέσω αυτών των στόχων η Ευρωπαϊκή Επιτροπή οδηγεί την ΕΕ σε νέους ενεργειακούς στόχους για την περίοδο 2021-2030. Οι στόχοι αυτοί είναι [71]:

1. Μείωση κατά 40% τουλάχιστον των επιπέδων Διοξειδίου του Άνθρακα σε σύγκριση με το επίπεδο του 1990
2. Συμμετοχή ΑΠΕ στην παραγωγική διαδικασία κατά 32%
3. Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 32,5% τουλάχιστον

Με φιλόδοξα και αισιόδοξα αποτελέσματα, ο στόχος για το ποσοστό διείσδυσης ΑΠΕ στην ενέργεια αναθεωρήθηκε το 2021 (Ιούλιος) σε 40% και μείωση των εκπομπών κατά 55%. [72], [73] Όμως το 2022 (Μάιο) με σκοπό την ταχύτερη και μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ στο δίκτυο λόγω των κοινωνικοπολιτικών γεγονότων ο στόχος αναθεωρήθηκε και πάλι στο 45%. Στο σχήμα 4.12 φαίνεται η χρονική περίοδος όπου δύναται να απεξαρτηθεί από τον Άνθρακα κάθε χώρα της Ευρώπης, με την Ελλάδα να απανθρακοποιείται κατά το έτος 2030. [74] Οι τρόποι που προτάθηκαν ήταν αύξηση δυναμικότητας Φ/Β, εισαγωγή Υδρογόνου και Βιομεθανίου και εγκατάσταση αντλιών θερμότητας. [72]

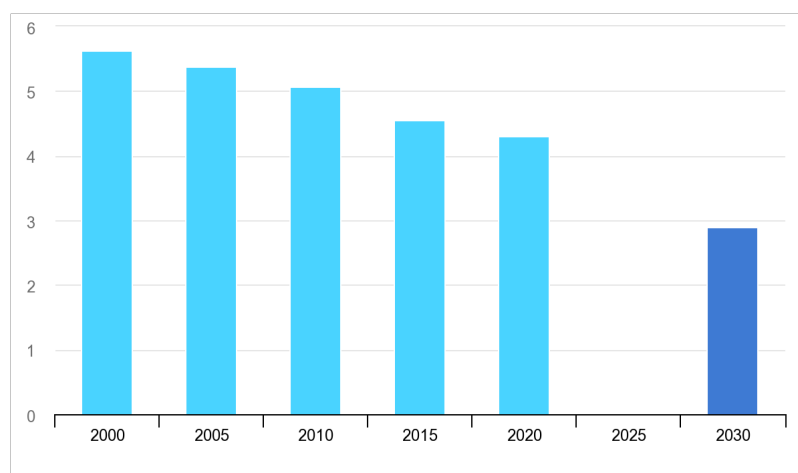


Σχήμα 4.12: Πότε οι χώρες θα απομακρυνθούν από την ενέργεια του Άνθρακα? (Πηγή: Our World in Data) [74]

Πρόκειται για στόχους που είναι γνωστοί και ως NET ZERO by 2050 και στοχεύουν σε αυτό ακριβώς το όνομα, δηλαδή μια Ευρώπη κλιματικά ουδέτερη μέχρι το 2050. [75] Αποτελούν ουσιαστικά επέκταση των στόχων για το 2030 καθώς θα εκμηδενίσουν τους ρύπους που δεν εκμηδενίστηκαν το 2030. Σε όλη αυτή την προσπάθεια πρωταγωνιστικό ρόλο θα

διαδραματίσει ο ηλεκτρισμός όπου θα αντικαταστήσει πολλές συμβατικές δραστηριότητες υλοποιώντας τους παραπάνω στόχους. Η μεγαλύτερη μείωση άλλωστε θα γίνει κατά τα έτη 2030 με 2040 και την τελευταία δεκαετία μέχρι το 2050 θα γίνουν οι μικρότερες μειώσεις προς τον εκμηδενισμό. [76] Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το IENE [77] μεγάλη συμμετοχή θα έχει το Φυσικό Αέριο, η Ηλιακή και Αιολική ενέργεια αλλά και η αποθήκευση. Μεγάλες αλλαγές και αναβαθμίσεις θα υπάρξουν και στα δίκτυα όπου με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης θα γίνουν πιο "έξυπνα" (π.χ. Smart Grids, Microgrids) και θα ελευθερωθεί η αγορά ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο (global grid). [77]

Η ενεργειακή ένταση αποδείχτηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο πόσο στενά είναι συνδεδεμένη με τους ρύπους και το ΑΕΠ. Και για να μπορέσουν οι ενεργειακοί στόχοι για το 2050 (NET ZERO by 2050) να πραγματοποιηθούν, χρειάζεται η ενεργειακή ένταση να αυξάνεται ετησίως κατά 4% μέσα στη δεκαετία 2020 - 2030. Γι αυτούς τους λόγους κρίνονται αναγκαίες νέες τεχνολογίες (π.χ. μετρητές ενέργειας και αισθητήρες) όπου θα βοηθήσουν στην μείωση της ζήτησης της ενέργειας και των συμβατικών πηγών ενέργειας και να παρθούν περισσότερα ενεργειακά μέτρα προσανατολισμένα στα κτήρια, μεταφορές και βιομηχανίες. Όμως, και με την χρήση της υπάρχουσας τεχνολογίας μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας κατά 25% χρησιμοποιώντας αποδοτικότερες ηλεκτρικές συσκευές ή και υλικά (π.χ. λάμπες LED, θερμομόνωση κ.α.) [37] Το σενάριο για το έτος 2030 σχηματικά στο σχήμα 4.13.



Σχήμα 4.13: Παγκόσμια βελτίωση ενεργειακής έντασης στο σενάριο NET ZERO 2000-2030 (Πηγή: IEA) [78]

Η Ελλάδα με σκοπό την ενεργειακή ανάπτυξή της και την υλοποίηση των παραπάνω στόχων, προχωρά σε επιπλέον διασυνδέσεις με τις γειτονικές (άμεσα και έμμεσα) της χώρες. Στο σχήμα 4.14 φαίνονται με συμπαγή γραμμή οι υπάρχουσες διασυνδέσεις και με διακε-

κομμένες οι διασυνδέσεις που βρίσκονται είτε υπό κατασκευή είτε υπό μελέτη. [79]



Σχήμα 4.14: Οι διεθνείς ηλεκτρικές διασυνδέσεις της Ελλάδας (Πηγή: MONEY REVIEW) [79]

Πρώτη διασύνδεση αποτελεί η δεύτερη γραμμή, της χώρας, με την Βουλγαρία μεταξύ Σάντας και Maritsa East, μέσω εναέριας γραμμής 400 kV συνολικού μήκους 151 km. Η διασύνδεση αυτή αναμένεται να αυξήσει την επάρκεια, τη μεταφορική ικανότητα και την εγκατάσταση περισσότερων σταθμών ΑΠΕ. [80] Επόμενη διασύνδεση αποτελεί αυτή της Ελλάδας μέσω Κρήτης με την Κύπρο και το Ισραήλ, μεταφορικής ικανότητας 2000 MW και συνολικού μήκους 1200 km. Το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2029 και μέσω αυτού η Κύπρος θα διασυνδεθεί και θα ενωθεί η ηπειρωτική Ευρώπη με την Μέση Ανατολή.

Σε στάδιο μελέτης βρίσκεται η διασύνδεση της Ελλάδας μέσω Αττικής με την Αίγυπτο με υποθαλάσσιο καλώδιο συνολικού μήκους 954 km με ισχύ έως 3000 MW αμφίδρομης ικανότητας. [79] Μια ακόμα δεύτερη διασύνδεση αποτελεί αυτή με την Αλβανία, όπου η μελέτη αφορά εναέρια γραμμή τάσεως 400 kV με σκοπό την αύξηση της μεταφορικής ικανότητας. Τέλος, σε στάδιο μελέτης σκοπιμότητας και μελέτης μελλοντικών διασυνδέσεων βρίσκονται οι διασυνδέσεις με Ιταλία και Τουρκία αντίστοιχα. [81]

Στο πλαίσιο αύξησης της πράσινης ενέργειας συγκαταλέγονται και νέοι τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Η εγκατάσταση στην οποία, λοιπόν, θα δοθεί προσοχή και ανάπτυξη είναι αυτή των υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Πρόκειται για μια εγκατάσταση που θα συμβάλλει στην προσπάθεια της επίτευξης των πράσινων στόχων ειδικά αν κοινά διασυνδεδεμένες περιοχές συνδεθούν στο ηπειρωτικό δίκτυο. Μερικοί ακόμη τρόποι που θα βοηθήσουν σημαντικά είναι η αποθήκευση της ενέργειας, η εύρεση περισσότερων τρόπων αποθήκευσης της ενέργειας και η μεγαλύτερη υποκατάσταση της τωρινής θερμικής ηλεκτροπαραγωγής με LNG. Όμως, όπως σε οτιδήποτε έτσι και στην ξαφνική αύξηση των ΑΠΕ υπάρχουν μειονεκτήματα. Το μειονέκτημα είναι ότι μέσω της αντικατάστασης, σε μεγάλο βαθμό, των συμβατικών μονάδων ενέργειας η τάση στο δίκτυο αποσταθεροποιείται καθώς οι ΑΠΕ δημιουργούν υψηλές τάσεις, κρίνοντας απαραίτητη και την σταθεροποίηση του συστήματος μεταφοράς και όχι μόνο την αναβάθμισή του. Καθώς, όμως, αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα μόνο για την Ελλάδα γίνεται μια προσπάθεια-στόχος μέχρι το έτος 2030, ανταλλαγής ενέργειας μεταξύ των χωρών κατά 15% από την ισχύ που έχουν εγκατεστημένη. [12], [25]

Μια ακόμα ενέργεια από ΑΠΕ που θα απασχολήσει περισσότερο τα τελευταία χρόνια τις κοινωνίες και τους ενεργειακούς στόχους είναι η χρήση Υδρογόνου. Η προβλεπόμενη ζήτηση μέχρι το 2050 αναμένεται να συμβάλει στους τομείς της βιομηχανίας, μεταφορών, ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανση κτιρίων. [82]

Κεφάλαιο 5

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Στη σημερινή εποχή η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει φτάσει σε υψηλό επίπεδο, αναβαθμίζοντας την ζωή του ανθρώπου, προσφέροντας γνώση και την ελπίδα για ένα καλύτερο μέλλον. Άμεση απόρροια της ανάπτυξης της τεχνολογίας είναι η αύξηση τόσο των αναγκών των ανθρώπων όσο και του περιβάλλοντος. Οι ανάγκες αυτές στην προκειμένη εργασία προσανατολίζονται στην ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία με τη σειρά της αυξάνεται ανάλογα με τις ανθρώπινες ανάγκες. Οι βλαβερές συνέπειες των συμβατικών πηγών ενέργειας για την υγεία του ανθρώπου και για το περιβάλλον οδήγησαν στην επιτάχυνση της εισχώρησης της "πράσινης" ενέργειας, μέσω της οποίας πραγματοποιείται κάλυψη των αναγκών με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Οι επενδύσεις σε ΑΠΕ ενισχύονται, χρηματοδοτούνται και αυξάνονται με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση. Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη ενός ηλεκτροπαραγωγικού συστήματος στην Ελλάδα, το οποίο από ενεργειακά αυτόνομο αναβαθμίζεται σταδιακά σε διασυνδεδεμένο. Και ένα τέτοιο σύστημα ορίστηκε άξιο μελέτης καθώς μέχρι τα τέλη του 2021 αυτόνομα κάλυπτε τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες του.

Συμπερασματικά, μέσω της σύγκρισης των οικονομικών δεικτών μεταξύ τους αλλά και με την ενέργεια προκύπτουν ότι τα ΑΕΠ της Ελλάδας και της Κρήτης δεν σχετίζονται κατά την περίοδο ανάλυσης των δεδομένων, παρόλο που το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα συνδέονταν αναλογικά και το ΑΕΠ της Κρήτης συμμετέχει κάθε χρονιά κατά 5% (μεγάλο ποσοστό) στο ΑΕΠ της χώρας. Η ενεργειακή κατανάλωση συνδέεται θετικά με το Κατά Κεφαλήν ΑΕΠ της Ελλάδας, ενώ το Energy Intensity σχετικά θετικά για πέντε έτη με το Κατά Κεφα-

λήν ΑΕΠ της Ελλάδας και για τρία έτη με αυτό της Κρήτης. Η κατανάλωση της ενέργειας της χώρας αλλά και κατά άτομο φαίνεται πως με την πάροδο των ετών η μεν μειώνεται αλλά τα τελευταία έτη αυξάνεται και η δε έχει γενικά μια αυξητική τάση με μείωση τα έτη. Τέλος, για την σχέση του Energy Intensity και του πληθωρισμού δεν μπορεί να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα για την περίοδο της ανάλυσης, αλλά η επιβολή των περιβαλλοντικών φόρων δείχνουν να συμβάλουν στην μείωση της ενεργειακής έντασης.

Συγκεκριμένα για το ηλεκτροπαραγωγικό σύστημα της Κρήτης, η τελευταία χρησιμοποιεί ΑΠΕ προσεγγιστικά σε ποσοστό 20% με αύξηση έως 24% τα τελευταία έτη. Η σχέση μεταξύ ΑΠΕ και θερμικών μονάδων είναι αντιστρόφως ανάλογη, με τις ΑΠΕ να συμμετέχουν περισσότερο κατά τους θερινούς μήνες. Ωστόσο, για τον Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Απρίλιο συμβάλουν και οι δύο μονάδες ενέργειας, τον Οκτώβριο και Νοέμβριο συμμετέχουν κυρίως οι θερμικές μονάδες ενώ τους υπόλοιπους μήνες οι ΑΠΕ. Η μέγιστη αιχμή ζήτησης της Κρήτης με την πάροδο του χρόνου έχει αυξητική πορεία, ενώ η ενέργεια του νησιού και της χώρας έχουν την ίδια πορεία με ταυτόχρονη απότομη μείωση το έτος 2020. Συγκρίνοντας την ενέργεια της χώρας με το ΑΕΠ της και του νησιού με το ΑΕΠ του προκύπτει ότι για την περίοδο ανάλυσης στην πρώτη περίπτωση τα μεγέθη δεν σχετίζονται ενώ στην δεύτερη έχουν ανάλογη σχέση. Αναλύοντας περισσότερο το ΑΕΠ της Κρήτης προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο κλάδος της γεωργίας, δασοκομίας και αλιείας (Α) και της δημόσιας διοίκησης (Ξ-Ο-Π) συμβάλουν περισσότερο στον σχηματισμό του ενώ ο τουρισμός που επίσης συμβάλει σε σημαντικό επίπεδο δείχνει ότι κατά την περίοδο που μειώθηκε κατακόρυφα (2020) το επηρέασε σημαντικά. Τέλος, ο κλάδος της απασχόλησης ατόμων (Ζ-Η-Θ) στην Κρήτη δείχνει να αυξάνεται στην πάροδο των ετών που εξετάστηκαν.

Η συνεισφορά της διπλωματικής κρίνεται σημαντική καθώς συμβάλει στην τοπική και παγκόσμια ανάλυση ενός αντίστοιχου ηλεκτροπαραγωγικού συστήματος και δίνονται οι βάσεις για αντίστοιχες μελέτες. Πρόκειται για την μελέτη ενός συστήματος ενός μεγάλου και τουριστικού νησιού και ο τρόπος διαχείρισης των ενεργειακών προβλημάτων του θα αποτελέσει έναυσμα για αντίστοιχες περιπτώσεις. Η ενεργειακή σε συνδυασμό με την οικονομική μελέτη τέτοιας κατηγορίας συστήματος προσφέρει καλύτερη επίγνωση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει το νησί και με τις σύγχρονες μεθόδους (π.χ. DSM) είναι εφικτή η μερική αν όχι ολική επίλυση των προβλημάτων. Τέλος, η οικονομική ανάλυση από μόνη της μπορεί να προσφέρει γνώσεις σχετικές με την καλύτερη οικονομική διαχείριση του νησιού και την χώρας.

5.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Το μέλλον με τις ΑΠΕ έχει ήδη ξεκινήσει να προσανατολίζεται στην παραγωγή και αποθήκευση Υδρογόνου. Πρόκειται για ένα "καθαρό και πράσινο" στοιχείο, το οποίο φιλοδοξούν να λύσει μερικά από τα προβλήματα, της απαλλαγμένης σε πολύ μεγάλο αν όχι ολοκληρωτικό βαθμό από βλαβερές αέριες εκπομπές, ενέργειας. Αν και δεν είναι ακόμα πλήρως γνωστό το μέγεθος της "δύναμης" του στο ηλεκτρικό δίκτυο και πολλές μελέτες βρίσκονται ακόμα σε εξέλιξη, είναι ξεκάθαρο ότι έχει τη δυνατότητα να επιταχύνει την μετάβαση στην "πράσινη" ενέργεια. [83]

Το Υδρογόνο είναι ένα στοιχείο που συναντάται στο νερό (γιαυτό και πρόκειται για ένα μη ρυπογόνο στοιχείο) και απομονώνεται από αυτό μέσω της ηλεκτρόλυσης. Ένα βασικό και πολύ ενδιαφέρον και χρήσιμο πλέον χαρακτηριστικό του, είναι ότι η ενεργειακή του πυκνότητα είναι έως και τρεις φορές μεγαλύτερη από την ενεργειακή πυκνότητα της βενζίνης (όταν καίγεται) ανά μονάδα μάζας. Η απομόνωσή του μπορεί να γίνει από αρκετές ουσίες όπως αέριο, βιοκαύσιμα, πετρέλαιο κ.λπ. και έχει τη δυνατότητα να παραχθεί τοπικά και πριν τη χρήση του, συμβάλλοντας στην ανεξαρτητοποίηση των χωρών από εξωτερικούς προμηθευτές. Η παραγωγή του πριν από τη χρήση του αποτελεί ένα από τα σημαντικά οφέλη του Υδρογόνου που το καθιστούν κατάλληλο για διεσπαρμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και κεντρική παραγωγή συνδεδεμένη απευθείας στους πόρους. Επιπλέον οφέλη από την παραγωγή ενέργειας με Υδρογόνο είναι η παράλληλη χρήση του με κύτταρα καυσίμου μέσω της παραγωγής με ηλεκτρόλυση. Τεχνολογίες με κύτταρα καυσίμων εξελίσσουν την διεσπαρμένη εφεδρική ισχύ, την συμπαραγωγή και τους αυτόνομους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Έτσι, συνδυάζοντας όλα αυτά τα οφέλη, η συμβατική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συνδυασμένη με τα κύτταρα καυσίμων προσφέρουν παραγωγή ενέργειας την στιγμή που χρειάζεται χωρίς να χρειάζεται το υδρογόνο να αποθηκευτεί. [83]

Bibliography

- [1] *Μηνιαία Δελτία ΑΠΕ και Θερμικής Παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά*. <https://deddie.gr/el/themata-tou-diaxeiristi-mi-diasundedemenwn-nisiwn/agora-mdn/stoixeia-ekkathariseon-kai-minaion-deltion-mdn/miniaia-deltia-ape-thermikis-paragogis/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.
- [2] *Ελληνική Στατιστική Αρχή*. <https://www.statistics.gr/el/home>. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.
- [3] *INSETE*. <https://insete.gr>. Ημερομηνία πρόσβασης: 12-03-2023.
- [4] *CRETE 10 YEARS OF AIRBNB*. <https://public.tableau.com/app/profile/mo.with.data/viz/CreteAirbnb/Dashboard>. Ημερομηνία πρόσβασης: 04-02-2023.
- [5] *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org>. Ημερομηνία πρόσβασης: 23-03-2023.
- [6] *Η ιστορία της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα*. <https://energypress.gr/news/i-istoria-tis-ilektrikis-energeias-stin-ellada-0>. Ημερομηνία πρόσβασης: 30-1-2023.
- [7] *Η Ηλεκτροδότηση των Νησιών*. <https://www.energia.gr/article/158818/h-hlektrodothsh-ton-nhsion->. Ημερομηνία πρόσβασης: 30-1-2023.
- [8] *Ιστορική Διαδρομή*. <https://www.dei.gr/el/dei-omilos/i-dei/istoriki-diadromi/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 30-1-2023.
- [9] A. Eicke, O. Ruhnau, and L. Hirth. “Electricity balancing as a market equilibrium: An instrument-based estimation of supply and demand for imbalance energy”. In: *Energy Economics* (2021). <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105455>.

- [10] J.C. Richstein and S.S. Hosseinioun. "Industrial demand response: How network tariffs and regulation (do not) impact flexibility provision in electricity markets and reserves". In: *Applied Energy* 278 (Nov. 2020). <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115431>, p. 115431.
- [11] *Έχουμε πράγματι το ακριβότερο ρεύμα;* <https://energypress.gr/news/ehoyme-pragmati-akribotero-reyma>. Ημερομηνία πρόσβασης: 21-1-2023.
- [12] *Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης*. <https://www.admie.gr/systema/anaptyxi/dekaetes-programma-anaptyxis>. Ημερομηνία πρόσβασης: 19-1-2023.
- [13] *Συμφωνία του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή*. <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/climate-change/paris-agreement/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 24-02-2023.
- [14] *Πρωτόκολλο του Κυότο*. <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/diethneis-diapragmatefseis/protokollo-tou-kyoto/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 24-02-2023.
- [15] *Πρωτόκολλο του Κιότο*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=LEGISSUM:kyoto_protocol. Ημερομηνία πρόσβασης: 24-02-2023.
- [16] *Ενημερωτικό γράφημα - «Fit for 55»: Πώς η ΕΕ θα κατοχυρώσει νομοθετικά τους στόχους για το κλίμα*. <https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-how-the-eu-will-turn-climate-goals-into-law/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 02-04-2023.
- [17] *ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΚΡΗΤΗΣ Σχεδιασμός Οδικός Χάρτης Υλοποίησης*. https://hello.crowdapps.net/participation-crete/wp-content/uploads/sites/68/2018/04/ΑΔΜΗΕ_ΚΑΜΠΟΥΡΗΣ.pdf. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.
- [18] *Διασύνδεση της Κρήτης με την Πελοπόννησο*. <https://www.admie.gr/erga/erga-diasyndeseis/diasyndesi-tis-kritis-me-tin-peloponniso>. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.

- [19] *Διασύνδεση της Κρήτης με την Αττική*. <https://www.admie.gr/erga/erga-diasyndeseis/diasyndesi-tis-kritis-me-tin-attiki>. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.
- [20] *Υβριδικό Μοντέλο Αγοράς Κρήτης*. <https://www.rae.gr/wp-content/uploads/2021/07/003-Crete-Hybrid-Model-IPTO-K.-Petsinis.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.
- [21] *Η Αριάδνη ποντίζει 335 χλμ. ηλεκτρικού καλωδίου μεταξύ Κρήτης και Αττικής*. <https://www.admie.gr/nea/deltia-typoy/i-ariadni-pontizei-335-hlm-ilektrikoy-kalodioy-metaxy-kritis-kai-attikis>. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.
- [22] *Η Grid Telecom τοποθετεί την Κρήτη στους διεθνείς ευρυζωνικούς χάρτες*. <https://www.admie.gr/nea/deltia-typoy/i-grid-telecom-topothetei-tin-kriti-stoys-diethneis-eyryzonikoys-hartes>. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.
- [23] *ΕΚΘΕΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΙΚΗΤΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2020*. <https://www.bankofgreece.gr/Publications/ekthdkth2020.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 27-1-2023.
- [24] M. Dimitropoulou et al. “Estimation of Hosting Electric Vehicles Capacity in the Transformers on the Island of Crete”. In: 278 (2016). DOI: 10.22618/TP.EI.20163.389020, pp. 235–246.
- [25] *Υφιστάμενη Κατάσταση και Προοπτικές για τις Περιοχές σε Ενεργειακή Μετάβαση στην Ελλάδα*. <https://www.iene.gr/articlefiles/final%20report.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 28-1-2023.
- [26] *ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ Πρόγραμμα Κατανομής ΜΣΣ Κρήτης*. <https://www.admie.gr/sites/default/files/diaboyleyseis/attached-files2021/10/ΤΕΧΝΙΚΗ%20ΑΠΟΦΑΣΗ%20Πρόγραμμα%20Κατανομής%20ΜΣΣ%20Κρήτης.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.
- [27] *Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (Gross national product)*. <https://euretitorio.com/aep-akatharisto-ethniko-proion/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 23-03-2023.

- [28] *Κατά Κεφαλήν Εισόδημα (Per capital income)*. <https://euretirio.com/kata-kefalin-eisodima/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 23-03-2023.
- [29] *Πληθωρισμός (Inflation)*. <https://euretirio.com/plithorismos/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 23-03-2023.
- [30] *Δείκτης Τιμών Καταναλωτή (Consumer price index)*. <https://euretirio.com/deiktis-timon-katanaloti/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 23-03-2023.
- [31] *Δείκτης Τιμών Καταναλωτή (ΔΤΚ) - Εθνικός Δείκτης / Μαρτίου 2023*. <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/DKT87/->. Ημερομηνία πρόσβασης: 09-05-2023.
- [32] H. Dargahi and K.B. Khameneh. “Energy intensity determinants in an energy-exporting developing economy: Case of Iran”. In: *Energy* 168 (Feb. 2019). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.015>, pp. 1031–1044.
- [33] N. Samargandi. “Energy intensity and its determinants in OPEC countries”. In: *Energy* 186 (Nov. 2019). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.07.133>, p. 115803.
- [34] *Energy Efficiency Indicators Data Explorer*. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-efficiency-indicators-data-explorer>. Ημερομηνία πρόσβασης: 15-03-2023.
- [35] *Energy intensity of economies, 2011 to 2019*. <https://ourworldindata.org/grapher/energy-intensity-of-economies?tab=chart&time=2011..latest&country=~GRC>. Ημερομηνία πρόσβασης: 23-03-2023.
- [36] M.F. Bashir et al. “Unveiling the heterogeneous impacts of environmental taxes on energy consumption and energy intensity: empirical evidence from OECD countries”. In: *Energy* 226 (July 2021). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120366>, p. 120366.
- [37] *Energy Efficiency*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency>. Ημερομηνία πρόσβασης: 15-03-2023.
- [38] *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ: Έτος 2011 (2η εκτίμηση)*. https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKKo41N&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=

view & p _ p _ cacheability = cacheLevelPage & p _ p _ col _ id = column - 2 & p _ p _ col _ count = 4 & p _ p _ col _ pos = 1 & _documents _ WAR _ publicationsportlet _ INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN _ javax . faces . resource=document & _documents _ WAR _ publicationsportlet _ INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN _ ln = downloadResources & _documents _ WAR _ publicationsportlet _ INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN _ documentID=104623 & _documents _ WAR _ publicationsportlet _ INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN _ locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.

- [39] ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ: Έτος 2012 (1η εκτίμηση).

https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_ln=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=104627&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.

- [40] ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ: Έτος 2013 (1η εκτίμηση).

https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_ln=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el

INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=104628&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.

- [41] *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ: Έτος 2014 (1η εκτίμηση)*. https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_ln=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=123958&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.
- [42] *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ Έτος 2015 (2η εκτίμηση) αναθεώρηση ετών 2013-2014*. https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_ln=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=337590&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.
- [43] *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ Έτος 2016 (2η εκτίμηση) αναθεώρηση ετών 2014-2015*. https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=104628&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el.

INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN & p _ p _ lifecycle = 2 & p _ p _ state = normal & p _ p _ mode = view & p _ p _ cacheability = cacheLevelPage & p _ p _ col _ id = column - 2 & p _ p _ col _ count = 4 & p _ p _ col _ pos = 1 & _ documents _ WAR _ publicationsportlet _ INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN _ javax . faces . resource = document & _ documents _ WAR _ publicationsportlet _ INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN _ ln = downloadResources & _ documents _ WAR _ publicationsportlet _ INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN _ documentID = 337581 & _ documents _ WAR _ publicationsportlet _ INSTANCE _ qDQ8fBKko4lN _ locale = el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.

- [44] *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ Έτος 2017 (2η εκτίμηση) αναθεώρηση ετών 2015-2016*. https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_ln=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=425060&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.

- [45] *ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ 4ο Τρίμηνο 2018/4ο Τρίμηνο 2017: +1,6% (Προσωρινά στοιχεία, εποχικά διορθωμένα σε όρους όγκου) ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ Έτος 2018: +1,9% (1η εκτίμηση, μη εποχικά διορθωμένα στοιχεία, σε όρους όγκου)*. https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_

qDQ8fBKko4lN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_ln=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=359962&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.

- [46] *ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ 4ο Τρίμηνο 2019/4ο Τρίμηνο 2018: +1,0% (Προσωρινά στοιχεία, εποχικά διορθωμένα σε όρους όγκου) ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ Έτος 2019: +1,9% (1η εκτίμηση, μη εποχικά διορθωμένα στοιχεία, σε όρους όγκου).* https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_ln=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=425281&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.
- [47] *ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΤΗΣΙΟΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ Έτος 2020 : -9,0% (2η εκτίμηση, σε όρους όγκου) αναθεώρηση ετών 2012-2019.* https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_ln=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4lN_documentID=450403&_documents_WAR_

- publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKKo4lN_locale=el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.
- [48] *Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν / 2020*. <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SEL48/> -. Ημερομηνία πρόσβασης: 27-1-2023.
- [49] Z. Abbas. “Re-assessing the contribution of energy consumption to GDP per-capita : evidence from developed and developing countries”. In: *International Journal of Energy Economics and Policy* (2020).
- [50] C. Tudor and R. Sova. “On the Impact of GDP per Capita, Carbon Intensity and Innovation for Renewable Energy Consumption: Worldwide Evidence”. In: *Energies* 14 (19 Oct. 2021), p. 6254.
- [51] *Changes in energy use vs. changes in GDP per capita, Greece*. <https://ourworldindata.org/grapher/change-energy-gdp-per-capita?time=earliest..2020&country=~GRC>. Ημερομηνία πρόσβασης: 24-03-2023.
- [52] *Changes in energy use vs. changes in GDP, Greece*. <https://ourworldindata.org/grapher/energy-use-gdp-decoupling?country=~GRC>. Ημερομηνία πρόσβασης: 24-03-2023.
- [53] B. W. Ang and T. Goh. “Bridging the gap between energy-to-GDP ratio and composite energy intensity index”. In: *Energy Policy* 119 (Apr. 2018). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.038>, pp. 105–112.
- [54] *Κατά Κεφαλή ΑΕΠ / 2020*. <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SEL57/> -. Ημερομηνία πρόσβασης: 10-05-2023.
- [55] Μ. Καρασίμου. “Μεθοδολογία Οικονομικών Ενέργειας για την Ανάλυση και Σχεδιασμό Πολιτικών Νέας Ενεργειακής Βιομηχανίας στην Ελλάδα”. PhD thesis. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Δεκ. 2021.
- [56] *Consumption-based energy intensity per dollar*. <https://ourworldindata.org/grapher/consumption-energy-intensity?tab=chart&time=2011..latest&country=~GRC>. Ημερομηνία πρόσβασης: 16-03-2023.

- [57] *Energy use per person*. <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-energy-use?tab=chart&country=~GRC>. Ημερομηνία πρόσβασης: 16-03-2023.
- [58] *Energy intensity of economies, 2000 to 2019*. <https://ourworldindata.org/grapher/energy-intensity-of-economies?tab=chart&country=~GRC>. Ημερομηνία πρόσβασης: 16-03-2023.
- [59] *Περιβαλλοντικοί φόροι / 2020*. <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SOP10/->. Ημερομηνία πρόσβασης: 10-05-2023.
- [60] J. Vourdoubas. “Islands with Zero Net Carbon Footprint due to Electricity Use. The Case of Crete, Greece”. In: *European Journal of Environment and Earth Sciences* 2.1 (Feb. 2021). <https://doi.org/10.24018/ejgeo.2021.2.1.116>, pp. 37–43.
- [61] *Πληροφοριακό Δελτίο Παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά για τον Αύγουστο 2021*. <https://deddie.gr/media/14781/πληροφοριακο-δελτιο-2021-αυγουστοσ.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 17-1-2023.
- [62] «*Η Ενεργειακή Αντάρκεια του Καστελλόριζου*». <https://www.iene.gr/articlefiles/meleth%20final%202.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 28-1-2023.
- [63] *Επεξήγηση των γραμμών τάσης*. <https://academy.binance.com/el/articles/trend-lines-explained>. Ημερομηνία πρόσβασης: 05-03-2023.
- [64] *Συντελεστής προσδιορισμού (R τετράγωνο)*. <https://el.economy-pedia.com/11038615-coefficient-of-determination-r-squared>. Ημερομηνία πρόσβασης: 05-03-2023.
- [65] *ΜΗΝΙΑΙΟ ΔΕΛΤΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2020*. https://www.admie.gr/sites/default/files/attached-files/type-file/2021/05/Energy_Report_202012_v2b.pdf. Ημερομηνία πρόσβασης: 10-05-2023.
- [66] *ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ Ετήσια έκθεση ανταγωνιστικότητας και διαρθρωτικής προσαρμογής στον τομέα του τουρισμού για το έτος 2018*. <https://insete.gr/wp-content/uploads/2020/05/Περιφέρεια-Κρήτης-2.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 03-03-2023.

- [67] ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ Ετήσια έκθεση ανταγωνιστικότητας και διαρθρωτικής προσαρμογής στον τομέα του τουρισμού για το έτος 2019. https://insete.gr/wp-content/uploads/2020/05/20-12_Crete-2.pdf. Ημερομηνία πρόσβασης: 03-03-2023.
- [68] ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ Ετήσια έκθεση ανταγωνιστικότητας και διαρθρωτικής προσαρμογής στον τομέα του τουρισμού για το έτος 2020. https://insete.gr/wp-content/uploads/2020/05/21-12_Crete-4.pdf. Ημερομηνία πρόσβασης: 03-03-2023.
- [69] ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ Ετήσια έκθεση ανταγωνιστικότητας και διαρθρωτικής προσαρμογής στον τομέα του τουρισμού για το έτος 2021. https://insete.gr/wp-content/uploads/2020/05/22-12_Crete-1.pdf. Ημερομηνία πρόσβασης: 03-03-2023.
- [70] Απασχόληση / 2020. <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SEL54/->. Ημερομηνία πρόσβασης: 10-05-2023.
- [71] 2030 climate energy framework. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en. Ημερομηνία πρόσβασης: 2-2-2023.
- [72] Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/el/FTU_2.4.9.pdf. Ημερομηνία πρόσβασης: 04-02-2023.
- [73] Τι είναι η ουδετερότητα του άνθρακα και πώς μπορεί να επιτευχθεί έως το 2050; <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20190926STO62270/ti-einai-i-oudeterotita-tou-anthraka-kai-pos-mporei-na-epiteuchthei-eos-to-2050>. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.
- [74] When will countries phase out coal power? <https://ourworldindata.org/grapher/coal-phase-out-timeline?region=Europe&country=FIN~POL~SLE>. Ημερομηνία πρόσβασης: 16-03-2023.
- [75] Μακροπρόθεσμη στρατηγική για το 2050. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_el. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.

- [76] *BNEF: Οι ενδιαμέσσοι στόχοι ως το 2050 για τις εκπομπές CO₂ ανά κλάδο και ανά δεκαετία*. <https://energyypress.gr/news/bnef-oi-endiamesoi-stohoi-os-2050-gia-tis-ekpompes-co2-ana-klado-kai-ana-dekaetia>. Ημερομηνία πρόσβασης: 08-02-2023.
- [77] *Ηλεκτρισμός του 21ου Αιώνα και Κύπρος*. <https://www.iene.eu/microsites/5th-cyprus-energy-symposium-2017/articlefiles/session2/Chadjivassiliades.pdf>. Ημερομηνία πρόσβασης: 03-03-2023.
- [78] *Global energy intensity improvement in the Net Zero Scenario, 2000-2030*. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-intensity-improvement-in-the-net-zero-scenario-2000-2030>. Ημερομηνία πρόσβασης: 15-03-2023.
- [79] *Ενέργεια: Πώς η Ελλάδα θα συνδέσει την Ευρώπη με Μέση Ανατολή και Αφρική*. <https://www.moneyreview.gr/green-economy/93372/energeia-pos-i-ellada-tha-syndesei-tin-eyropi-me-mesi-anatoli-kai-afriki/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 19-03-2023.
- [80] *Διασύνδεση Ελλάδας-Βουλγαρίας*. <https://www.admie.gr/erga/erga-diasyndeseis/diasyndesi-elladas-boylgarias>. Ημερομηνία πρόσβασης: 19-03-2023.
- [81] *5+1 ηλεκτρικές διασυνδέσεις της Ελλάδας με άλλες χώρες*. <https://www.ienergeia.gr/ilektrismos/17337/5-1-ilektrikes-diasyndeseis-tis-elladas-me-alles-xores>. Ημερομηνία πρόσβασης: 19-03-2023.
- [82] S.P. Filippov and A.B. Yaroslavtsev. “Hydrogen energy: development prospects and materials”. In: *Russian Chemical Reviews* 90.6 (June 2021). DOI 10.1070/RCR5014, p. 627.
- [83] M. Yue et al. “Hydrogen energy systems: A critical review of technologies, applications, trends and challenges”. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 146 (Aug. 2021). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111180>, p. 111180.

Παράρτημα

Κλάδοι απασχόλησης

Πίνακας 1: Κλάδοι απασχόλησης (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) [70]

Κωδικός τομέα	Περιγραφή τομέα
A	Γεωργία, δασοκομία και αλιεία
B-E	Ορυχεία, λατομεία, βιομηχανία, παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού, κλιματισμού και νερού, επεξεργασία λυμάτων, διαχείριση αποβλήτων και δραστηριότητες εξυγίανσης
ΣΤ	Κατασκευές
Z-H-Θ	Χονδρικό και λιανικό εμπόριο, επισκευή μηχανοκίνητων οχημάτων και μοτοσυκλετών, μεταφορές και αποθήκευση, δραστηριότητες υπηρεσιών παροχής καταλύματος και υπηρεσιών εστίασης
I	Ενημέρωση και επικοινωνία
K	Χρηματοπιστωτικές και ασφαλιστικές δραστηριότητες
Λ	Διαχείριση ακίνητης περιουσίας
M-N	Επαγγελματικές, επιστημονικές και τεχνικές δραστηριότητες, διοικητικές και υποστηρικτικές δραστηριότητες
Ξ-O-Π	Δημόσια διοίκηση και άμυνα, υποχρεωτική κοινωνική ασφάλιση, εκπαίδευση, δραστηριότητες σχετικές με την ανθρώπινη υγεία και την κοινωνική μέριμνα
P-Σ-T-Y	Τέχνες, διασκέδαση, ψυχαγωγία, άλλες δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών, δραστηριότητες νοικοκυριών ως εργοδοτών, μη διαφοροποιημένες δραστηριότητες νοικοκυριών που αφορούν την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών για ίδια χρήση, δραστηριότητες ετερόδικων οργανισμών και φορέων