

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Οργάνωση και Διοίκηση για Μηχανικούς
Σχολή Επιστήμων Διοίκησης και Οικονομίας και Σχολή Μηχανικών



Αξιολόγηση Επένδυσης ΜΥΗΕ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συντάκτης:
Παππάς Σ. Νικόλαος
(Α.Μ: Μ106)

Επιβλέπων:
Εμμανουήλ Καραπιδάκης

Ηράκλειο, Φεβρουάριος 2021

Copyright © Παππάς Σ. Νικόλαος, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. Καραπιδάκη Εμμανουήλ για την ανάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, καθώς και για την καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της.

Επίσης να ευχαριστήσω τον συνάδελφο Γιώργο Θωμά Πολιτικό Μηχανικό και μέλος της ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ, για την παροχή τεχνικοοικονομικών δεδομένων για την υποψήφια επένδυση κατασκευής ενός ΜΥΗΕ στην Μικροσπηλιά Άρτας. Τα δεδομένα αυτά συνέβαλλαν στην εξέταση ρεαλιστικών σεναρίων για την αξιολόγηση της επένδυσης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι περισσότερες χώρες του κόσμου προσαρμόζουν ή πρόκειται να προσαρμόσουν τα εθνικά ενεργειακά τους συστήματα στις ανάγκες που προστάζει η ενεργειακή μετάβαση προς ένα καθαρότερο περιβάλλον με όσο το δυνατόν λιγότερες εκπομπές CO₂. Υπερεθνικοί οργανισμοί (ΟΗΕ, ΕΕ κ.α.) αλλά και εθνικά κράτη στηρίζουν την ενεργειακή μετάβαση για την αυξανόμενη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας και την ελάττωση της συμμετοχής των στερεών καυσίμων στο ενεργειακό μείγμα παραγωγής ενέργειας.

Η Ελλάδα στηρίζει τις παραπάνω κατευθύνσεις και επιδιώκει το 2028 να είναι χρονιά της πλήρους απολιγνητοποίησης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος παραγωγής ενέργειας. Μέσα σε αυτό το περιβάλλον διαμορφώνονται μεγάλες ανάγκες για επενδύσεις στις ΑΠΕ, οι οποίες θα αυξήσουν τη συμμετοχή τους στο ενεργειακό μείγμα παραγωγής.

Τα ΜΥΗΕ θεωρούνται ΑΠΕ και έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε σχέση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ και κυρίως τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς και τα αιολικά πάρκα. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί σημαντικά σε ολόκληρο τον κόσμο, ενώ στην Ελλάδα παρά τα βήματα προόδου που έχουν συντελεστεί στην ανάπτυξή τους υπολείπονται σημαντικά των φωτοβολταϊκών και αιολικών πάρκων, τόσο σε ρυθμό ανάπτυξης όσο και σε χρηματοδότηση νέων επενδυτικών σχεδίων. Η Ελλάδα κατέχει σημαντική τεχνογνωσία στην κατασκευή ΜΥΗΕ και η μορφολογία και γεωγραφία της επιτρέπουν την ανάπτυξη τέτοιων έργων.

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία αναλύεται ένα σύστημα ΜΥΗΕ ως προς τις βασικές του έννοιες, παρουσιάζεται η εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία για την κατασκευή και λειτουργία τους και τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ΜΥΗΕ. Τέλος εξετάζεται η κατασκευή ενός τέτοιου έργου στον ορεινό όγκο των Τζουμέρκων στο Νομό Άρτας, μέσω μεθόδων αξιολόγησης επενδύσεων γνωρίζοντας βασικά τεχνικοοικονομικά δεδομένα για την επένδυση.

Σκοπός της εργασίας είναι να εισάγει σε ένα μηχανικό μια βασική μεθοδολογία που ακολουθείται για την αξιολόγηση μια επένδυσης που έχει τη μορφή ενός τεχνικού έργου. Να μπορεί να εκφέρει μια συγκροτημένη και τεκμηριωμένη γνώμη για ένα τεχνικό έργο στην καθημερινή επαγγελματική του δραστηριότητα μέσω από τα οικονομοτεχνικά εργαλεία της ανάλυσης επενδύσεων. Επίσης λόγω της φύσης αυτής της επένδυσης (ΜΥΗΕ) να τον εξοικειώσει με βασικές έννοιες γύρω από τα ΜΥΗΕ και το σύγχρονο χάρτη ενεργειακών ζητημάτων στην Ευρώπη και στη χώρα μας. Δηλαδή να γίνει κατανοητό πως μέσω από εθνικές, ευρωπαϊκές νομοθεσίες και συμφωνίες αλλά και διεθνείς συμφωνίες τροποποιείται η ζήτηση ενέργειας από συγκεκριμένες πηγές και προκύπτουν επενδυτικές ευκαιρίες.

Λέξεις Κλειδιά: Ενέργεια, Ενεργειακή Μετάβαση, ΑΠΕ, Υδροηλεκτρική Ενέργεια, ΜΥΗΕ, Επένδυση, Αξιολόγηση Επενδύσεων

ABSTRACT

Most countries in the world adapt or are about to adapt their national energy systems to the needs of an energy transition to a cleaner environment with as few CO₂ emissions as possible. Transnational organizations (UN, EU, etc.) but also nation states support the energy transition for the increasing participation of RES in energy production and the reduction of the participation of solid fuels in the energy mix of energy production.

Greece supports the above directions and has set a target of 2028 to be the year that the Greek system of energy production becomes lignite neutral. In this climate, great need is created for investment in RES, which will increase their participation in the energy production mix.

SHPs are considered RES and have their own advantages and disadvantages in comparison to other RES particularly photovoltaic power stations and wind farms. In recent years, they have grown significantly around the world, while in Greece, despite the progress that has been made in their development, they lag far behind photovoltaic power stations and wind farms, both in terms of growth rate and in financing new investment projects. Greece has significant expertise in the construction of SHPs and its morphology and geography allow the development of such projects.

This dissertation analyzes SHPs in terms of their basic concepts and presents the national and European Union legislation for their construction and operation. It also analyzes the main advantages and disadvantages of SHPs. Finally, the construction of such a project in the mountainous area of Tzoumerka in the Prefecture of Arta is examined through investment evaluation methods and taking into account basic technical and economic data for the investment.

The aim of this dissertation is to introduce to engineers the basic methodology used to evaluate an investment in the form of a technical project so that they are able to express a structured and documented opinion on a technical project in their daily professional activity through the economic and technical tools of investment analysis. Also, to familiarize them with basic concepts around SHPs and the field of energy issues in modern Europe and Greece. That is, to understand through national legislation, European laws and agreements as well as international agreements, the demand for energy from specific sources is modified and investment opportunities arise.

Keywords: Energy, Energy Transition, RES, Hydroelectric Power, SHP, Investment, Investment Evaluation

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: Ενέργεια και ενεργειακές εξελίξεις.....	8
Εισαγωγή.....	8
1.1 Πηγές Ενέργειας	8
1.1.1 Συμβατικές (Μη Ανανεώσιμες) Πηγές Ενέργειας	8
1.1.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και αιεφορία.....	10
1.1.3 Είδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	10
1.2 Περιβαλλοντικά προβλήματα από την παραγωγή ενέργειας	14
1.3. Παγκόσμιες και Περιφερειακές Ενεργειακές Εξελίξεις.....	14
1.4. Ενεργειακές εξελίξεις στην Νοτιοανατολική Ευρώπη.....	19
1.5 Ενεργειακές εξελίξεις στην Ελλάδα	21
1.6 Παγκόσμια επισκόπηση ΑΠΕ.....	25
1.7 Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα	30
1.8 ΑΠΕ και Ηλεκτρική Ενέργεια στον κόσμο	31
1.9 ΑΠΕ και Ηλεκτρική Ενέργεια στην Ελλάδα.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: Ενεργειακή μετάβαση και ενεργειακές πολιτικές	35
2.1 Παγκόσμιες προοπτικές για την ενεργειακή μετάβαση και οι ΑΠΕ.....	35
2.2 Η ανάγκη για ενεργειακή μετάβαση.....	37
2.3 Η απολιγνητοποίηση βασικό συστατικό για την ενεργειακή μετάβαση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος	39
2.4 Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική και στόχοι.....	41
2.5 Ελληνική ενεργειακή πολιτική και στόχοι.....	42
2.6 Οι ΑΠΕ και η συμμετοχή τους στο νέο ενεργειακό μίγμα υπό το καθεστώς ενεργειακής μετάβασης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΜΥΗΕ).....	48
Εισαγωγή.....	48
3.1 Ιστορική αναδρομή.....	48
3.2 Βασικές έννοιες υδροηλεκτρικής ενέργειας.....	49
3.3 Ανάλυση Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων Ενέργειας (ΜΥΗΕ)	50
3.3.1 Ορισμός και κατηγοριοποίηση ΜΥΗΕ	50
3.3.2 Τα ΜΥΗΕ στον κόσμο σήμερα	51
3.3.3 Τα ΜΥΗΕ στην Ευρώπη σήμερα.....	54
3.3.4 Τα ΜΥΗΕ στην Ελλάδα σήμερα	56
3.3.5 Τα κύρια μέρη ενός συστήματος ΜΥΗΕ	57
3.3.6 Τύποι ΜΥΗΕ ως αναφορά την πηγή υδροληψίας.....	61
3.4 Νομοθεσία	65
3.4.1 Νομικό πλαίσιο για ΜΥΗΕ στην Ελλάδα	65
3.4.2 Η εξέλιξη της νομοθεσίας.....	65
3.4.3 Διαδικασίες αδειοδότησης μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών	67
3.5 Θετικά και αρνητικά σημεία της υδροηλεκτρικής ενέργειας.....	69
3.6 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα των ΜΥΗΕ.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: Οικονομοτεχνική αξιολόγηση του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς- Μελέτη περίπτωσης 73	
Εισαγωγή.....	73
4.1 Γενικά πληροφοριακά στοιχεία του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς	73
4.2 Ενεργειακά Χαρακτηριστικά του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς	77
4.3 Υδρογεωλογικά Χαρακτηριστικά του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς.....	79
4.4 Οικονομικά Στοιχεία του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς	84
4.4.1 Προϋπολογισμός Επένδυσης.....	84
4.4.2 Χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης (ίδια κεφάλαια, δανειακά κεφάλαια, χρηματοδοτική μίσθωση, επιδότηση).....	85

4.4.3 Μακροοικονομικά μεγέθη, όπως π.χ. επιτόκιο δανεισμού, περίοδος αποπληρωμής δανείου	85
4.4.4 Κύκλος εργασιών και κόστος συντήρησης και λειτουργίας	86
4.4.5 Χρονοδιάγραμμα κατασκευής έργου	87
4.5 Κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων	87
4.6 Αξιολόγηση Επένδυσης του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς.....	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: Σύνοψη – Συμπεράσματα	95
5.1 Γενικά	95
5.2 Επενδύσεις ΜΥΗΕ στην Ελλάδα.....	96
5.3 Η επένδυση του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς.....	96

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Παγκόσμια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας ανά καύσιμο και σενάριο 2000-2040 (Mtoe)	19
Πίνακας 2.1 Σύνοψη Εθνικών Στόχων στα πλαίσια του αναθεωρημένου ΕΣΕΚ, 2030	43
Πίνακας 2.2 Μεριδίο ΑΠΕ ανά στόχο και τομέα μέχρι το έτος 2030	45
Πίνακας 2.3 Πρόοδος ως προς το μερίδιο συμμετοχής ΑΠΕ ανά τομέα μέχρι το έτος 2030	45
Πίνακας 2.4 Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ μέχρι το έτος 2030	46
Πίνακας 2.5 Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ μέχρι το έτος 2030	46
Πίνακας 2.6 Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ μέχρι το έτος 2030	46
Πίνακας 3.1 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Ευρωπαϊκή χώρα το 2019 (Μέρος Α)	55
Πίνακας 3.2 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Ευρωπαϊκή χώρα το 2019 (Μέρος Β)	56
Πίνακας 3.4 Διαδικασία αδειοδότησης ΜΥΗΕ	68
Πίνακας 4.1 Κύριες Θέσεις Έργου	74
Πίνακας 4.2 Βασικά Στοιχεία Έργου.....	74
Πίνακας 4.3 Βασικά Στοιχεία Στροβίλου	74
Πίνακας 4.4 Μέσες μηνιαίες και ετήσιες παροχές ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς (m ³ /sec).....	81
Πίνακας 4.5 Προϋπολογισμός έργου ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς.....	84
Πίνακας 4.6 Χρηματοδοτική διάρθρωση επένδυσης	85
Πίνακας 4.7 Βασικά Μακροοικονομικά Μεγέθη	86
Πίνακας 4.8 Τιμές KWh για παραγωγούς ΑΠΕ-ΜΥΗΕ σύμφωνα με τον Ν.4254/07-04-2014	86
Πίνακας 4.9 Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης.....	87
Πίνακας 4.10 Χρονοδιάγραμμα Κατασκευής ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς.....	87
Πίνακας 4.11 Σενάριο 1ο.....	91
Πίνακας 4.12 Σενάριο 1ο, Τελικά Οικονομικά Στοιχεία	92
Πίνακας 4.13 Διάρθρωση κεφαλαίου με υποθετική επιδότηση της επένδυσης	92
Πίνακας 4.14 Σενάριο 2ο.....	93
Πίνακας 4.15 Σενάριο 2ο, Τελικά Οικονομικά Στοιχεία	94

ΚΑΤΑΛΟΓΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1 Παγκόσμιος ενεργειακός εφοδιασμός ανά καύσιμο μεταξύ 1971-2018 (Πηγή: IEA, World Energy Statistics, 2020).....	16
Διάγραμμα 1.2 Παγκόσμιος ενεργειακός εφοδιασμός ανά καύσιμο στον κόσμο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	17
Διάγραμμα 1.3 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο στον κόσμο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	17
Διάγραμμα 1.4 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στον κόσμο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	18
Διάγραμμα 1.5 Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση στη ΝΑ το 2000 (Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή).....	20
Διάγραμμα 1.6 Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση στη ΝΑ το 2018 (Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή).....	20
Διάγραμμα 1.7 Ενεργειακός εφοδιασμός ανά καύσιμο στην Ελλάδα 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	22
Διάγραμμα 1.8 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο στην Ελλάδα 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	22
Διάγραμμα 1.9 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	23
Διάγραμμα 1.10 Συνολική παροχή πρωτογενούς ενέργειας της Ελλάδας το 2000 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	24
Διάγραμμα 1.11 Συνολική παροχή πρωτογενούς ενέργειας της Ελλάδας το 2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	24
Διάγραμμα 1.12 Τελική κατανάλωση ενέργειας της Ελλάδας το 2000 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	25
Διάγραμμα 1.13 Τελική κατανάλωση ενέργειας της Ελλάδας το 2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	25
Διάγραμμα 1.14 Συμμετοχή ανά καύσιμο στον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό για το 2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020).....	26
Διάγραμμα 1.15 Συμμετοχή ανά τεχνολογία ΑΠΕ στον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό από ΑΠΕ για το 2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020).....	26
Διάγραμμα 1.16 Μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης τεχνολογιών ΑΠΕ την περίοδο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020).....	27
Διάγραμμα 1.17 Συμμετοχή ανά τεχνολογία ΑΠΕ ανά περιφέρεια για το 2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020).....	28
Διάγραμμα 1.18 Συμμετοχή των ΑΠΕ ανά περιφέρεια στην συνολική παραγωγή ενέργειας (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020).....	29
Διάγραμμα 1.19 Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ ανά τομέα για το 2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020).....	29
Διάγραμμα 1.20 Παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά καύσιμο για το 2019 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020).....	31
Διάγραμμα 1.21 Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στον κόσμο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	32
Διάγραμμα 1.22 Ηλεκτροπαραγωγή ανά καύσιμο στην Ελλάδα 1990-2019 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	33
Διάγραμμα 1.23 Ηλεκτροπαραγωγή ανά τεχνολογία ΑΠΕ στην Ελλάδα 1990-2019 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	33
Διάγραμμα 1.24 Ποσοστό συμμετοχής ανά καύσιμο στην ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα 1990-2019 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	34
Διάγραμμα 2.1 Εκπομπές CO ₂ ανά καύσιμο στον κόσμο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020).....	35

Διάγραμμα 2.2 Εκπομπές CO ₂ ανά τομέα στον κόσμο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)	36
Διάγραμμα 2.3 Τιμές Ευρωπαϊκών εκπομπών ρύπων το διάστημα Μάιος 2018- Μάιος 2020 (Πηγή: European Energy Exchange,2020)	39
Διάγραμμα 2.4 Εκπομπές CO ₂ ανά καύσιμο στην Ελλάδα 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)	40
Διάγραμμα 2.5 Εκπομπές CO ₂ ανά τομέα στην Ελλάδα 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)	40
Διάγραμμα 3.1 Μετατροπή Δυναμικής Ενέργειας σε Ηλεκτρική (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε)	50
Διάγραμμα 3.2 Εγκατεστημένη και δυνητική ισχύ ΜΥΗΕ κατά την περίοδο 2013-2019 (Πηγή: WSHPDR 2019)	51
Διάγραμμα 3.3 Μεταβολή της εγκατεστημένης ισχύος ΜΥΗΕ ανά ήπειρο κατά την περίοδο 2016-2019 (Πηγή: WSHPDR 2019).....	52
Διάγραμμα 3.4 Εγκατεστημένης και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ στον κόσμο το 2019 (Πηγή: WSHPDR 2019).....	52
Διάγραμμα 3.5 Μερίδιο της εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ το 2019 (Πηγή: WSHPDR 2019)	53
Διάγραμμα 3.6 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ ανά ήπειρο το 2019 (Πηγή: WSHPDR 2019).....	53
Διάγραμμα 3.7 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ στην Ευρώπη την περίοδο 2013-2019 (Πηγή: Liu, et al., 2019).....	54
Διάγραμμα 3.8 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ ανά περιοχή στην Ευρώπη το 2019 (Πηγή: (Liu, et al., 2019))	54
Διάγραμμα 3.9 Κατανομή εγκατεστημένης ισχύς ΜΥΗΕ στην Ελλάδα το 2019 (Πηγή: Liu, et al., 2019).....	57
Διάγραμμα 4.1 Καμπύλες Διάρκειας Παροχών και Λειτουργίας Στροβίλου (Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)	78
Διάγραμμα 4.2 Καμπύλες Βαθμού Απόδοσης Στροβίλου και Γεννήτριας (Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)	78
Διάγραμμα 4.3 Καμπύλη Διάρκειας Μέσων Ημερήσιων Παροχών (Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ).....	82
Διάγραμμα 4.4 Καμπύλη Διάρκειας Μέσων Παροχών Q<1,2 m ³ /sec (Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ).....	83
Διάγραμμα 4.5 Καμπύλη Διάρκειας Μέσων Παροχών (Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1 Κύρια Υδροληψία ΜΥΗΕ Καταρράκτη (πλημμυρική παροχή, οικολογική παροχή, δεξαμενή φόρτισης) (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)	59
Εικόνα 3.2 Κύρια Υδροληψία ΜΥΗΕ Καταρράκτη (πλημμυρική παροχή, οικολογική παροχή) (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)	59
Εικόνα 3.3 Κύρια Υδροληψία ΜΥΗΕ Καταρράκτη (δεξαμενή φόρτισης, φρεάτιο καθαρισμού) (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.).....	60
Εικόνα 3.4 Κτήριο ΥΗΣ ΜΥΗΕ Καταρράκτη (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.) .	60
Εικόνα 3.5 Κτήριο ΥΗΣ ΜΥΗΕ Καταρράκτη (μετασχηματιστής) (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)	61
Εικόνα 3.6 Κτήριο ΥΗΣ ΜΥΗΕ Καταρράκτη (εσωτερικό - τουρμπίνα) (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)	61
Εικόνα 3.7 ΜΥΗΕ Θεοδοριάνων Άρτας χωρίς αποθήκευση-ταμιευτήρα (Πηγή: Μαμάσης, et al., 2015).....	62
Εικόνα 3.8 ΜΥΗΕ Θεοδοριάνων Άρτας (κύρια μέρη) (Πηγή: Μαμάσης, et al., 2015) ..	63
Εικόνα 3.9 ΜΥΗΕ Θεοδοριάνων Άρτας (αγωγός προσαγωγής) (Πηγή: Μαμάσης, et al., 2015).....	63
Εικόνα 3.10 ΜΥΗΕ Δαφνοζωνάρας 8,5 MW με αποθήκευση-ταμιευτήρα (πανοραμική άποψη) (Πηγή: ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ).....	64
Εικόνα 3.11 Αγωγός ύδρευσης με ενσωματωμένο στρόβιλο για παραγωγή ενέργειας (Πηγή: ΔΕΥΑ Βέροιας).....	65
Εικόνα 4.1 Ορθοφωτοχάρτης θέσεων έργου ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς (Πηγή: Google Earth)	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1 Σχηματική απεικόνιση κύριων μερών ενός συστήματος ΜΥΗΕ (Πηγή: Μαμάσης κα 2015).....	58
Σχήμα 3.2 Σχηματική απεικόνιση κύριων μερών ΜΥΗΕ Καταρράκτη (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε)	58
Σχήμα 4.1 Σχηματική παράσταση λειτουργίας ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς (Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ).....	75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: Ενέργεια και ενεργειακές εξελίξεις

Εισαγωγή

Η εκτεταμένη αξιοποίηση διάφορων μορφών ενέργειας στο πέρασμα του χρόνου και η εκμετάλλευση των ανθρώπινων ικανοτήτων και νοημοσύνης συντέλεσαν στην πρόοδο του πολιτισμού μας. Η παροχή επαρκούς και φθηνής ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας για την εξάλειψη της φτώχειας, την βελτίωση της ανθρώπινης ευημερίας και του βιοτικού επιπέδου παγκοσμίως. Η ενέργεια είναι ένα από τα στοιχεία που οδηγούν την ανθρώπινη εξέλιξη και είναι πολύ σημαντική για τη συνεχή βελτίωση του ανθρώπου. Η παγκόσμια απαίτηση για ενέργεια μεγαλώνει γρήγορα με την αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού, την αστικοποίηση και τον εκσυγχρονισμό της κοινωνικής και ατομικής ζωής των ανθρώπων. Η παγκόσμια χρήση ενέργειας προβλέπεται να αυξηθεί περαιτέρω τα επόμενα χρόνια. Ο πλανήτης εξαρτάται από τα ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας με την πυρηνική ενέργεια και τις ΑΠΕ να συμπληρώνουν την παραγωγή. Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται σε όλο τον κόσμο και ο τρόπος που παράγεται έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο οικοσύστημα του πλανήτη μας. Τα ορυκτά καύσιμα που αποτελούν τον κύριο τρόπο παραγωγής της ενέργειας σήμερα δημιουργούν τεράστια περιβαλλοντικά προβλήματα. Η επέκταση της χρήσης ορυκτών καυσίμων αναμένεται να αντιμετωπίσει στο μέλλον διάφορες προκλήσεις: εξάντληση των αποθεμάτων τους, υπερθέρμανση του πλανήτη, περιβαλλοντικές προκλήσεις, γεωπολιτικές-στρατιωτικές συγκρούσεις που δημιουργούν περιβάλλον αστάθειας. Για να σταματήσει η υπερβολική χρήση φυσικών πόρων και η ρύπανση του φυσικού περιβάλλοντος, η απάντηση προέρχεται από ένα νέο μοντέλο ανάπτυξης χρησιμοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητες που έχουν τη δυνατότητα να παράγουν επαρκή ποσότητα ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Το παραπάνω μοντέλο είναι αυτό της πράσινης ανάπτυξης και της αειφορίας με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αποτελεί τη λύση στις τρέχουσες και συνεχιζόμενες κρίσεις που βιώνουμε σε κοινωνικό, πολιτικό, περιβαλλοντικό και σε οικονομικό επίπεδο. Με την εφαρμογή αυτού του συγκεκριμένου μοντέλου θα επιτύχουμε την προστασία του περιβάλλοντος, την εξοικονόμηση ενέργειας, την οικονομική ανάπτυξη των εθνών, την μεγαλύτερη ενεργειακή ανεξαρτησία κρατικών οντοτήτων με την αποδέσμευσή τους από γεωπολιτικούς ανταγωνισμούς και τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων. Για την εφαρμογή του είναι αναγκαία μια ενεργειακή μετάβαση από τον παραδοσιακό τρόπο παραγωγής της ενέργειας προς την παραγωγή ενέργειας με μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ (Omer, 2008).

1.1 Πηγές Ενέργειας

1.1.1 Συμβατικές (Μη Ανανεώσιμες) Πηγές Ενέργειας

Συμβατικές (Μη Ανανεώσιμες) πηγές ενέργειας ονομάζονται εκείνες οι πηγές που δεν ανανεώνονται ή που η ανανέωσή τους είναι μια διαδικασία που διαρκεί εκατομμύρια χρόνια και κάποια στιγμή πρακτικά εξαντλούνται. Συμβατικές πηγές ενέργειας θεωρούνται τα ορυκτά καύσιμα δηλαδή οι γαιάνθρακες, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο αλλά και η πυρηνική ενέργεια. Οι συμβατικές πηγές ενέργειας έχουν ικανοποιητική απόδοση, είναι εύκολα αξιοποιήσιμες, αλλά δεν είναι ανεξάντλητες και δημιουργούν σοβαρά περιβαλλοντικά ζητήματα (Γελεγένης & Αζαόπουλος, 2005).

Γαιάνθρακες

Οι γαιάνθρακες απαντάται σε όλες τις περιοχές του πλανήτη σε διάφορες μορφές. Προήλθαν από φυτικά υπολείμματα δασών τα οποία καταπλακώθηκαν από πετρώματα και υπέστησαν ενανθράκωση. Αυτή η διαδικασία είχε σαν αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό αυτών των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Ανάλογα με το χρόνο που τα φυτικά υπολείμματα έμειναν καταπλακωμένα σχηματίστηκαν διάφοροι τύποι γαιάνθρακα. Διαφορετική είναι και η πυκνότητά τους σε άνθρακα. Η μετατροπή φυτικών υπολειμμάτων σε τύρφη (αρχή ενανθράκωσης) και από την τύρφη στον ανθρακίτη (τέλος ενανθράκωσης) είναι συνάρτηση των παραγόντων της θερμοκρασίας του χρόνου και της πίεσης. Γνωρίζουμε ότι η διαδικασία αυτή ξεκίνησε περίπου πριν 400 εκατομμύρια χρόνια και διαρκεί έως σήμερα. Τα κυριότερα είδη γαιάνθρακα είναι ο γραφίτης , ο ανθρακίτης , ο λιθάνθρακας, ο λιγνίτης και η τύρφη. Ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιείται ο ανθρακίτης, ο λιθάνθρακας και ο λιγνίτης (Nersesian, 2010). Στην Ελλάδα συναντούμε κυρίως τον λιγνίτη που σε μεγάλο βαθμό στηρίζεται η ηλεκτροπαραγωγή της χώρας (Κοζάνη, Φλώρινα, Μεγαλόπολη, Αλιβέρι) και την τύρφη (Καβάλα). Η εξόρυξη του γαιάνθρακα γίνεται είτε επιφανειακά με σκαπτικά μηχανήματα είτε σε ανθρακωρυχεία μέσω διάνοιξης στούν.

Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο βρίσκεται στο υπέδαφος σε υγρή μορφή και είναι η πιο σημαντική φυσική πηγή ενέργειας. Είναι όμως υπό εξαφάνιση καθώς τα αποθέματά του συνεχώς ελαττώνονται. Το πετρέλαιο είναι χρώματος μαύρου, παχύρρευστο και συναντάται μέσα σε κοιλάτες του εδάφους. Δημιουργήθηκε από θαλάσσιους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς, οι οποίοι παγιδεύτηκαν και συγκεντρώθηκαν από τα ρεύματα της θάλασσας στα χαμηλότερα υψόμετρα λεκανών, όπου και καταπλακώθηκαν από διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως επιχωματώσεις. Μετά το πέρασμα χιλιάδων ετών και απουσία οξυγόνου μετατράπηκαν σε πετρέλαιο. Η άντληση του πετρελαίου γίνεται από ειδικές εγκαταστάσεις από τα υπόγεια κοιτάσματά του ακόμα και αν αυτά είναι κάτω από τη θάλασσα. Το πετρέλαιο αποτελεί σημαντικότερο ορυκτό για την παγκόσμια οικονομία καθώς αποτελεί την κύρια πρωτογενή πηγή ενέργειας και την πρώτη ύλη για την παραγωγή πολλών προϊόντων μέσω της κλασματικής του απόσταξης (Σταμπολής, 2019).

Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο είναι μίγμα υδρογονανθράκων και αποτελείται κυρίως από το μεθάνιο, συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου, καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, υδρογόνο, ήλιο και υδρόθειο. Η σύστασή του εξαρτάται από την προέλευσή του δηλαδή εάν προέρχεται από αμιγώς κοίτασμα φυσικού αερίου ή από κοιτάσματα πετρελαίου. Είναι άχρωμο και άοσμο. Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα ξεκίνησε να χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε λάμπες φωτισμού, ενώ στη δεκαετία του 1950 κατασκευάστηκαν τα πρώτα δίκτυα μεταφοράς και διανομής. Το φυσικό αέριο αποτελεί βασική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, έχει οικιακή χρήση για θέρμανση και μαγείρεμα, χρησιμοποιείται ως καύσιμο οχημάτων και για την παραγωγή υδρογόνου. Στα πλεονεκτήματά του συμπεριλαμβάνονται η δυνατότητα μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις μέσω αγωγών , η συνεχόμενη παροχή του, οι μειωμένοι ρύποι σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα, το μειωμένο λειτουργικό κόστος των εγκαταστάσεών του για βιομηχανική χρήση και η ενεργειακή του απόδοση και οικονομία που επιτυγχάνει (Παπανίκας, 1997).

Πυρηνική Ενέργεια

Η πυρηνική ενέργεια μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται πυρηνική σχάση και κατά την οποία οι πυρήνες ουρανίου και πλουτωνίου διαχωρίζονται και εκλύουν ενέργεια. Η πυρηνική ενέργεια αποτελεί μια εναλλακτική λύση χαμηλών εκπομπών άνθρακα αντί για

τα ορυκτά καύσιμα. Ελεγχόμενες πυρηνικές αντιδράσεις χρησιμοποιούνται ως πρωτογενής ενεργειακή πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας μέσω ειδικών κινητήρων. Οι εφαρμογές των κινητήρων που χρησιμοποιούν πυρηνικά καύσιμα περιορίζονταν στη ναυσιπλοΐα (κυρίως για στρατιωτικές εφαρμογές όπως αεροπλανοφόρα, υποβρύχια και πολύ λιγότερο για ερευνητικές-εμπορικές όπως παγοθραυστικά), ενώ διεξάγονταν προσπάθειες και για την κατασκευή πυρηνικών πυραυλοκινητήρων. Ωστόσο, πολύ σπουδαιότερη για την παγκόσμια οικονομία είναι η χρήση της πυρηνικής ενέργειας ως πρωτογενούς ενεργειακής πηγής με τη βοήθεια ειδικών διατάξεων που ονομάζονται πυρηνικοί αντιδραστήρες (Κασίνης, et al., 2008)

Ωστόσο, το πρόβλημα της διαχείρισης πυρηνικών αποβλήτων και οι πυρηνικές καταστροφές στο Τσερνόμπιλ στην πρώην ΕΣΣΔ το 1986 και στη Φουκουσίμα στην Ιαπωνία το 2011, δημιούργησαν σε παγκόσμια κλίμακα έντονες αμφισβητήσεις για την πυρηνική ενέργεια.

1.1.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και αειφορία

Με τον όρο Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ή Ήπιες Μορφές Ενέργειας) αναφερόμαστε σε εκείνες τις πηγές που ανανεώνονται συνεχώς από τη φύση όπως ο άνεμος, η ηλιακή ακτινοβολία, η κυκλοφορία του νερού από ποτάμια, τα κύματα, οι παλίρροιες, η γεωθερμία και η βιομάζα. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα αυτές οι μορφές ενέργειας δεν υπόκεινται σε κάποια διαδικασία αφομοίωσης ή εξάντλησης.

Οι ΑΠΕ αποτελούν βασικό συστατικό ενός αειφορικού μοντέλου ανάπτυξης. Η ενεργειακή αειφορία αφορά την εξεύρεση ισορροπίας μεταξύ μιας οικονομίας που αναπτύσσεται και προοδεύει, της ανάγκης για κοινωνική δικαιοσύνη σε όλα τα επίπεδα της κοινωνικής ζωής, της ανάγκης για προστασία του περιβάλλοντος και των κοινωνικών-πολιτικών ευθυνών προκειμένου να παρέχει βελτιωμένη ποιότητα ζωής για τις τρέχουσες και τις μελλοντικές γενιές (Goldemberg & Johansson, 2004). Εν ολίγοις, ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τις ανάγκες του μέλλοντος. Ο Solow (1992) επεσήμανε ότι το καθήκον που επιβάλλει η αειφορία είναι να κληροδοτήσει στους απογόνους όχι κάτι συγκεκριμένο, αλλά να διασφαλίσει ότι στις μελλοντικές γενιές να έχουν την ευκαιρία να επιτύχουν ένα βιοτικό επίπεδο τουλάχιστον τόσο καλό όσο το δικό μας. Η αειφόρος ανάπτυξη ασχολείται με την ταυτόχρονη επίτευξη οικονομικής ανάπτυξης, κοινωνικής προόδου και προστασίας του περιβάλλοντος.

1.1.3 Είδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Βιομάζα

Ο όρος βιομάζα ορίζεται ως το σύνολο της ύλης που είναι οργανικής προέλευσης, εξαιρουμένων αυτής που μετατράπηκε σε ορυκτά καύσιμα. Περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό που προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από φυτική ή ζωική ύλη, όπως φυτικό υλικό από φυσικά οικοσυστήματα, τα αξιοποιήσιμα υπολείμματα (π.χ. απόβλητα) από την γεωργική και κτηνοτροφική παραγωγή, δέντρα, φύκια, γεωργικά και δασικά υποπροϊόντα, αναθυμιάσεις μεθανίου από χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, απορρίμματα ξυλείας, λύματα και αστικά στερεά απόβλητα (McKendry, 2002).

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα είναι σημαντική επειδή μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Οι γεωργικές και δασικές βιομηχανίες επωφελούνται επίσης από τη ζήτηση βιομάζας. Η βιομάζα που παράγεται με βιώσιμο τρόπο - η λεγόμενη σύγχρονη βιομάζα - αποκλείει τις παραδοσιακές χρήσεις της βιομάζας ως καύσιμο (καυσόξυλο για θέρμανση) και περιλαμβάνει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, καθώς και καύσιμα για κινητήρες (Goldemberg & Teixeira, 2004).

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών με τους εξής τρόπους (Herzog, et al., 2001):

- Αναερόβια πέψη βιομάζας μέσω της οποίας παράγεται βιοαέριο. Το βιοαέριο παράγεται σε ειδικά σχεδιασμένα αναερόβια χωνευτικά, ή σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων με τη δέσμευση του φυσικού παραγόμενου μεθανίου.
- Φυσική και χημική επεξεργασία φυτικών ελαίων για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων όπως το βιοντίζελ που μπορεί να τροφοδοτήσει κινητήρες εσωτερικής καύσης.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα, που διαφέρει από την παραγωγή από τις άλλες πηγές ενέργειας και αυτό συμβαίνει επειδή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα είναι απαραίτητη η ταυτόχρονη λειτουργία δύο συστημάτων. Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται η λειτουργία ενός συστήματος που παράγει, συλλέγει και παραδίδει το βιοκαύσιμο, σε συνδυασμό με έναν σταθμό παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Ηλιακή Ενέργεια

Ο ήλιος καθημερινά εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας η οποία φθάνει στη Γη με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας. Σήμερα, η τεχνολογία χρησιμοποιεί ένα ελάχιστο ποσοστό ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στην επιφάνεια του πλανήτη μας χρησιμοποιώντας τρεις τύπους συστημάτων. Αυτά τα συστήματα είναι τα ακόλουθα:

A) Ηλιακά Θερμικά Συστήματα

Η απλούστερη και πιο κοινή μορφή ηλιακών θερμικών συστημάτων που είναι γνωστή σε όλους μας τα ηλιακά πάνελ, τα οποία απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και στη συνέχεια τη μεταφέρουν ως θερμότητα σε ένα ρευστό, όπως το νερό. Η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται από ηλιακούς συλλέκτες δηλαδή σκοτεινές επιφάνειες καλά προσανατολισμένες στον ήλιο. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή για βιομηχανική χρήση και πιο πρόσφατα ακόμη και για θέρμανση και ψύξη με κατάλληλες συσκευές. Επίσης το υγρό μπορεί να παράγει ατμό και αυτός να οδηγείται σε τουρμπίνα και μέσω γεννήτριας να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια (Kreith & Kreider , 1978).

B) Παθητικό Ηλιακό Σύστημα

Ονομάζουμε παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, που αξιοποιώντας τις αρχές της φυσικής (τους νόμους μεταφοράς θερμότητας) συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν βασικό στοιχείο της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και μπορούν να εφαρμοστούν σε σχεδόν όλους τους τύπους κτιρίων^{1,2}.

Γ) Φωτοβολταϊκά Συστήματα

¹ http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata.htm

² http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive.htm

Ένας άλλος τρόπος μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα φωτοβολταϊκά λειτουργούν συλλαμβάνοντας την ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας και την μετατρέπουν σε ηλεκτρική.

Ο ήλιος βοηθά στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού σε όλο και περισσότερες κατοικίες, επιχειρήσεις και δημόσια κτήρια. Η πρώτη πρακτική εφαρμογή των φωτοβολταϊκών ήταν η τροφοδοσία με ενέργεια δορυφόρων και άλλων διαστημικών σκαφών σε τροχιά, αλλά σήμερα η πλειοψηφία των φωτοβολταϊκών μονάδων χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, σήμερα χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά κυρίως σε (Maczulak, 2009):

- Σε κτίρια: Το φωτοβολταϊκό τοποθετούνται σε ταράτσες, στέγες η πλησίον αυτών και μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια είτε για απ' ευθείας διοχέτευση και πώληση στο δίκτυο, είτε για αυτοπαραγωγή και κατανάλωση από τον ίδιο τον παραγωγό.
- Στις μεταφορές: ένα φωτοβολταϊκό σύστημα σπάνια χρησιμοποιείται για να παρέχει κινητήρια ισχύ σε εφαρμογές μεταφοράς, αλλά χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για την παροχή βοηθητικής ισχύος σε σκάφη και αυτοκίνητα.

Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από τον ήλιο. Οι άνεμοι δημιουργούνται από την άνιση θέρμανση της ατμόσφαιρας από τον ήλιο, τις ανωμαλίες της επιφάνειας της γης και την περιστροφή της. Ο όρος "αιολική ενέργεια" περιγράφει τη διαδικασία με την οποία ο άνεμος χρησιμοποιείται για την παραγωγή μηχανικής ισχύος ή ηλεκτρικής ενέργειας. Η δύναμη που παράγεται μέσω των ριπών του ανέμου κινεί τα πτερύγια μιας ανεμογεννήτριας. Με τη σειρά τους τα πτερύγια περιστρέφουν γρανάζια σε μια γεννήτρια τοποθετημένη πίσω από τα πτερύγια. Η γεννήτρια μετατρέπει την κινητική ενέργεια των περιστρεφόμενων πτερυγίων σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η περιοχή που εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες ονομάζεται αιολικό πάρκο. Τα αιολικά πάρκα διακρίνονται σε εκείνα που τοποθετούνται στη στεριά (στην ξηρά) και σε εκείνα που τοποθετούνται στο νερό (υπεράκτια). Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο είναι πιο σταθερό, ισχυρότερο και λειτουργεί καλύτερα από ότι στην ξηρά και αυτό συμβαίνει επειδή δέχεται σταθερούς ανέμους σε όλες τις εποχές. Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα έχουν μικρότερο οπτικό αντίκτυπο, αλλά το κόστος κατασκευής και συντήρησης είναι σημαντικά υψηλότερο (Αλεξάκης, 2001)

Γεωθερμική Ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από τις λέξεις γη και «θερμός» που σημαίνει θερμότητα. Έτσι, γεωθερμική ενέργεια σημαίνει ενέργεια που εξάγεται από τη γη. Η ενέργεια μέσα στη γη σχηματίστηκε από την αποσύνθεση ορυκτών και δασών πριν από πολλά χρόνια. Η γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας επειδή η θερμότητα παράγεται συνεχώς μέσα στη γη. Αυτή η θερμότητα φέρεται στην κοντινή επιφάνεια μέσω θερμικής αγωγιμότητας. Καθώς τα υπόγεια ύδατα θερμαίνονται, η γεωθερμική ενέργεια παράγεται με τη μορφή ζεστού νερού και ατμού. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού υγρού ή του ατμού ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή, αλλά συνήθως κυμαίνεται από 25 °C έως 360 °C. Όταν τα γεωθερμικά υγρά βρίσκονται σε υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150 °C), η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η γεωθερμική ενέργεια υπάρχει με τη μορφή: (i) ηφαιστείων, (ii) θερμών πηγών και (iii) θερμοπιδάκων. Διάφορα εργαλεία και τεχνικές χρησιμοποιούνται σήμερα για τον εντοπισμό και τη διάτρηση γεωθερμικών δεξαμενών και τη χρήση της θερμότητας απευθείας ή για τη μετατροπή της θερμότητας σε ηλεκτρική ενέργεια (Μαλεβίτη, 2012)

Η γεωθερμική ενέργεια έχει πολλές χρήσεις όπως³:

- Η κύρια θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως είναι στη βιομηχανία αγροτικών επιχειρήσεων για την κάλυψη διάφορων αναγκών τους (θέρμανση θερμοκηπίων , ΖΝΧ).
- Βιομηχανικές εφαρμογές περιλαμβάνουν αφυδάτωση διάφορων τροφίμων, εξόρυξη χρυσού. Η αφυδάτωση ή η ξήρανση των λαχανικών και των φρούτων είναι η πιο κοινή βιομηχανική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας.
- Η πρώτη εμπορική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας ήταν για πισίνες και ιαματικά λουτρά.
- Επίσης, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας χρησιμοποιείται για θερμικές εφαρμογές, ειδικά για θέρμανση και ψύξη κτιρίων ή συγκρότημα κτιρίων με τη βοήθεια καλοριφέρ, ενδοδαπέδιας θέρμανσης, ΖΝΧ και ψύξη με αντλίες απορρόφησης και θέρμανσης.
- Επιπλέον, μπορεί να έχει ευρεία εφαρμογή για τη θερμική αφαλάτωση του θαλασσινού νερού προκειμένου να αφαιρεθεί το πόσιμο νερό. Ειδικά σε νησιά και παράκτιες περιοχές χωρίς νερό αυτό θα είχε μεγάλη σημασία ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος που απαιτείται για την προμήθεια αυτών των περιοχών με πόσιμο νερό μέσω ειδικών πλοίων.

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται οικονομικά αποδοτική, αξιόπιστη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας. Στην Ελλάδα, δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία επένδυση παρά το γεγονός ότι υπάρχουν γεωθερμικά πεδία.

Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια θεωρείται ένας ανανεώσιμος ενεργειακός πόρος επειδή χρησιμοποιεί τον κύκλο νερού της Γης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το νερό εξατμίζεται από την επιφάνεια της Γης, σχηματίζει σύννεφα, επιστρέφει πίσω στη Γη ως βροχή, χιόνι και ξαναρέει προς τον ωκεανό. Η κίνηση του νερού καθώς ρέει προς τα κάτω δημιουργεί κινητική ενέργεια που μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Ένας υδροηλεκτρικός σταθμός ενέργειας μετατρέπει αυτήν την ενέργεια σε ηλεκτρισμό. Το νερό ενός ποταμού αποθηκεύεται σε έναν ταμιευτήρα και οδηγείται μέσω ειδικών αγωγών σε μία διάταξη από τουρμπίνες. Βγαίνοντας από την τουρμπίνα επιστρέφει στην κοίτη του ποταμού πιο κάτω από το φράγμα. Η κίνηση των πτερυγίων της τουρμπίνας μετατρέπεται μέσω μιας γεννήτριας σε ηλεκτρική ενέργεια. Η υδροηλεκτρική ενέργεια χωρίζεται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η μεγάλης κλίμακας απαιτεί έργα με αποθήκευση νερού σε μεγάλους ταμιευτήρες και μεγάλα φράγματα με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ενώ τα μικρής κλίμακας έργα (ΜΥΗΕ) τοποθετούνται δίπλα σε κοίτες ποταμών χωρίς σημαντικές επιπτώσεις (Hadian & Madani, 2015).

Κυματική Ενέργεια

Ο άνεμος δημιουργεί κύματα , τα οποία μπορούμε να τα εκμεταλλευτούμε και να παράγουμε ενέργεια εκμεταλλευόμενοι την ενέργεια από την κίνησή τους. Ειδικά σε περιοχές κοντά σε ακτές και με καλό αιολικό δυναμικό μπορούμε να πετύχουμε την ενεργειακή τους εκμετάλλευση. Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα έμμεσα ή άμεσα αξιοποιώντας το ύψος τους. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα σε έναν ειδικό θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα (Καπλάνης, 2003).

³ http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_geothermal.htm

Παλίρροϊκή Ενέργεια

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι είχαν κατανοήσει το φαινόμενο της παλίρροιας και χρησιμοποιούσαν τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών για την κίνηση μύλων. Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα (Καπλάνης, 2003).

1.2 Περιβαλλοντικά προβλήματα από την παραγωγή ενέργειας

Η υπερκατανάλωση και ο σύγχρονος τρόπος ζωής απαιτούν την συνεχόμενη αύξηση παραγωγής ενέργειας. Η αύξηση αυτή έχει δημιουργήσει μια μεγάλη σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων που απειλούν την ισορροπία του οικοσυστήματος. Μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τα περιβαλλοντικά προβλήματα σε δέκα κατηγορίες (Toke, 1995).

1. Αέρια και ατμοσφαιρική ρύπανση
2. Επικίνδυνα και τοξικά απόβλητα
3. Ρύπανση των υδάτινων συστημάτων
4. Στερεά απορρίμματα
5. Όξινη βροχή
6. Εξαφάνιση της χλωρίδας και της πανίδας
7. Η τρύπα του όζοντος
8. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου
9. Ατυχήματα
10. Αλόγιστη κατανάλωση ενέργειας, νερού και φυσικών πόρων

Το μεγαλύτερο ποσοστό των τρεχουσών ενεργειακών αναγκών του κόσμου καλύπτονται μέσω ορυκτών καυσίμων όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Η ζήτηση για ενέργεια προβλέπεται να αυξηθεί κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες που αρχίζουν να οδηγούν περισσότερα αυτοκίνητα και να χρησιμοποιούν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια. Ο τρόπος που παράγεται σήμερα αυτή η ενέργεια δημιουργεί και επιδεινώνει τα παραπάνω προβλήματα. Υπάρχουν τρόποι για τη μείωση των αποβλήτων με τη χρήση των υπαρχουσών τεχνολογιών για τη καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος, αλλά αυτό δεν είναι αρκετό. Απαιτείται αξιοποίηση και περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ ώστε η παραγωγή ενέργειας να συμβάλει περισσότερο στην προστασία του περιβάλλοντος. Επίσης αν και υπάρχουν ακόμα ποσότητες ορυκτών καυσίμων για αρκετές δεκαετίες, τι θα συμβεί όταν αρχίσουν να εξαντλούνται και μειωθούν σημαντικά. Και σε αυτό το ερώτημα οι ΑΠΕ μπορούν να δώσουν απάντηση.

1.3. Παγκόσμιες και Περιφερειακές Ενεργειακές Εξελίξεις

Ο κόσμος χαρακτηρίζεται από μια σειρά βαθιών ανισοτήτων σε κοινωνικό, πολιτικό και οικονομικό επίπεδο. Στο ενεργειακό επίπεδο υπάρχει το χάσμα μεταξύ του δικαιώματος για την παροχή ενέργεια προς όλους τους πολίτες του κόσμου και του γεγονότος ότι ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης με βάση τελευταίες μελέτες και έρευνες, αναδεικνύεται η ανάγκη για άμεση μείωση των αερίων του θερμοκηπίου μετά και το ιστορικό υψηλό που καταγράφηκε το 2018. Χάσμα καταγράφεται και μεταξύ της μεγάλης και πειστικής ανάγκης για ενεργειακή μετάβαση προς τις ΑΠΕ και της σκληρής πραγματικότητας των σημερινών ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, όπου η εξάρτησή τους από άνθρακα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο είναι πολύ υψηλή. Ακόμα χάσμα υφίσταται ανάμεσα στην ηρεμία των

ανεπτυγμένων αγορών πετρελαίου και στην ανασφάλεια και τον κίνδυνο εξαιτίας γεωπολιτικών εξελίξεων. Στη χρονιά που πέρασε το πανδημικό κύμα του COVID-19 περιέπλεξε και άλλο την κατάσταση (IENE,2020).

Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας–International Energy Agency (IEA) στην παγκόσμια έκθεσή του για το έτος 2019 με τίτλο «World Energy Outlook 2019» εξετάζει τρία διαφορετικά σενάρια για τις παγκόσμιες εξελίξεις στο χώρο της ενέργειας, που μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικά αποτελέσματα το καθένα:

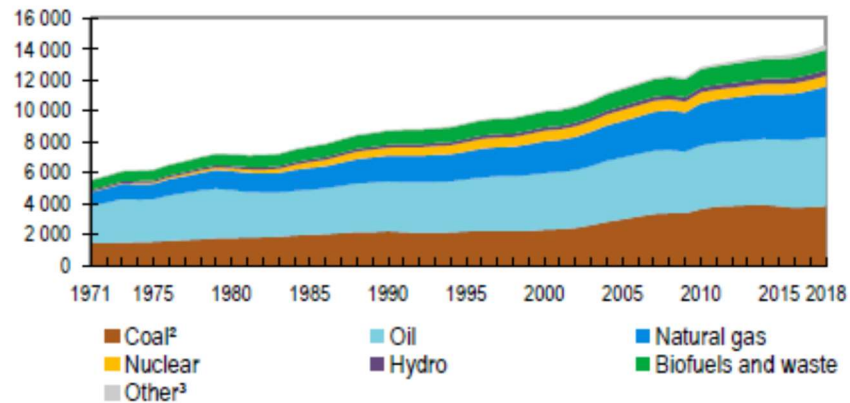
1. **Current Policies Scenario**, δηλαδή τι μπορεί να συμβεί αν η κατανάλωση ενέργειας συνεχίσει ως έχει μέχρι σήμερα.
2. **Stated Policies Scenario**, δηλαδή τι μπορεί να συμβεί με την εφαρμογή αποφάσεων για την ενεργειακή πολιτική, οι οποίες έχουν ανακοινωθεί από διάφορα κράτη και οργανισμούς.
3. **Sustainable Development Scenario**, δηλαδή τι μπορεί να συμβεί με εφαρμογή πολιτικών που θα υπηρετούν ένα αειφορικό μοντέλο ανάπτυξης.

Σύμφωνα με το σενάριο των ενεργειακών πολιτικών που ασκούνται σήμερα, η ζήτηση ενέργειας συνεχώς αυξάνει με ρυθμό αύξησης 1% έως το έτος 2040. Στην ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ και κυρίως από την ηλιακή ενέργεια, οφείλεται παραπάνω από το 50% αυτού του ρυθμού ανάπτυξης, ενώ το φυσικό αέριο καταλαμβάνει το 35% της αγοράς. Η ζήτηση για πετρέλαιο θα κορυφωθεί-σταθεροποιηθεί περί το 2030. Ο άνθρακας υποχωρεί συνεχώς αν και θα απαιτηθεί επανεξέταση των στοιχείων λόγω της κρίσης που προκάλεσε ο COVID-19. Στην παραγωγή ηλεκτρισμού συμβαίνουν οι μεγαλύτερες αλλαγές και μεταρρυθμίσεις. Οι χώρες που έχουν ως στόχο σχεδόν μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, προχωρούν σε ριζικές αλλαγές στην παραγωγή, παροχή και κατανάλωση ενέργειας. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας θεωρεί ότι για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, απαιτείται συνδυασμός ριζοσπαστικών αλλαγών στο υφιστάμενο ενεργειακό σύστημα και ταυτόχρονα λήψη ριζοσπαστικών πολιτικών αποφάσεων.

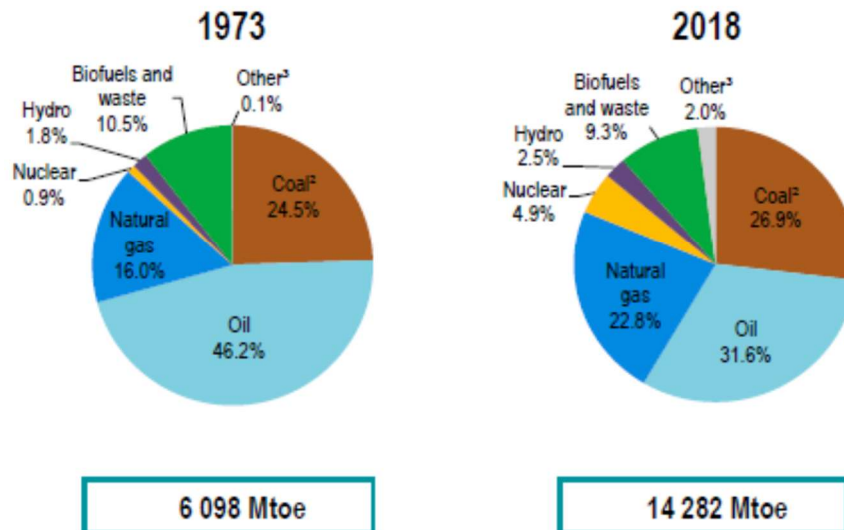
Στο Διάγραμμα 1.1 μπορούμε να παρατηρήσουμε τον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό ανά καύσιμο για την περίοδο 1971-2018. Από 6.098 Mtoe⁴ το 1973 αυξήθηκε σε 14.282 Mtoe το 2018. Επίσης το 2018 παρατηρούμε για πρώτη φορά τη σαφή καταγραφή των ΑΠΕ στον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό σε ποσοστό 2% επί του συνόλου.

⁴ toe (tonne of oil equivalent) = Τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου, μονάδα ενέργειας. Ένας toe ισοδυναμεί με την ενέργεια που εκλύεται από την καύση ενός τόνου αργού πετρελαίου και είναι περίπου ίσος με 42 GJ.

World¹ TES from 1971 to 2018 by source (Mtoe)



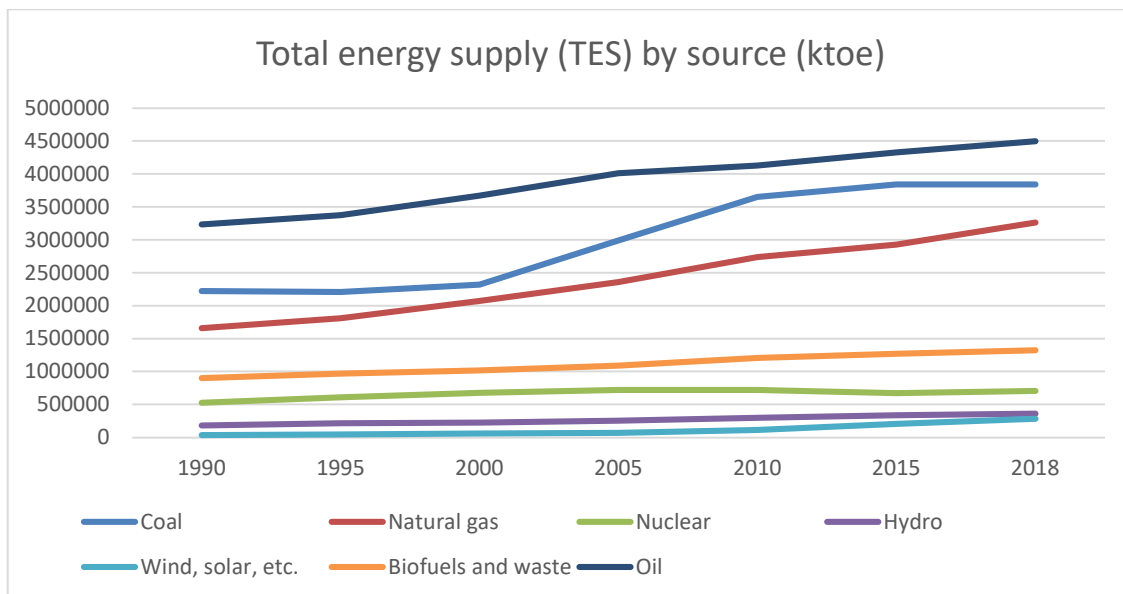
1973 and 2018 source shares of TES



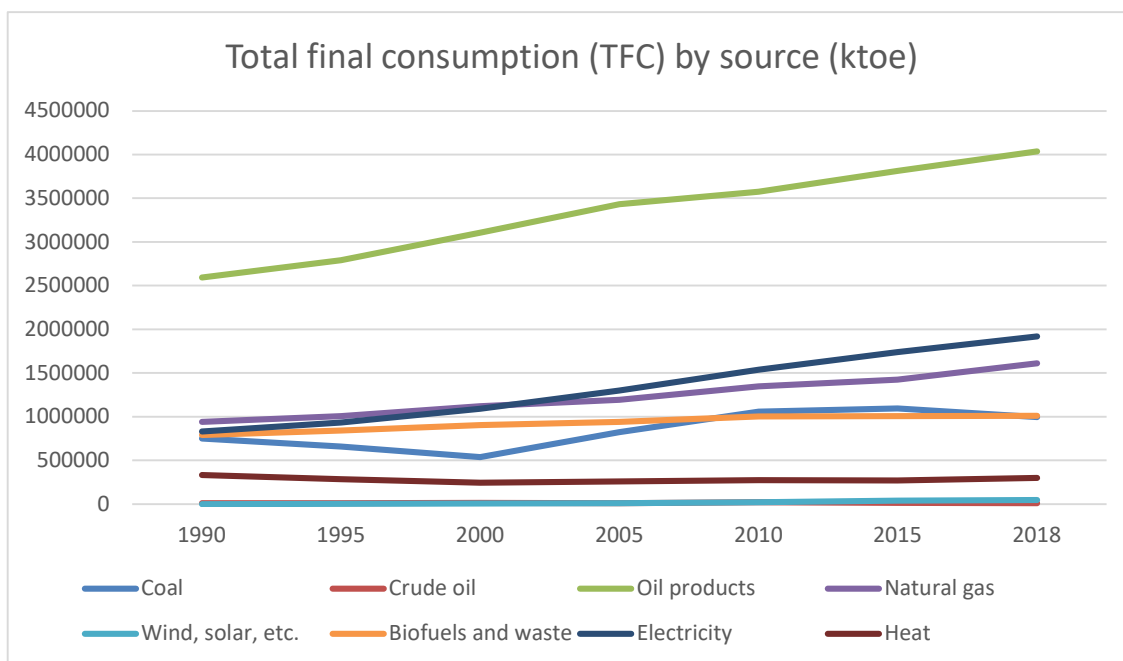
1. World includes international aviation and international marine bunkers.
2. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.
3. Includes geothermal, solar, wind, tide/wave/ocean, heat and other sources.

Διάγραμμα 1.1 Παγκόσμιος ενεργειακός εφοδιασμός ανά καύσιμο μεταξύ 1971-2018
(Πηγή: IEA, World Energy Statistics, 2020)

Στα Διαγράμματα Διάγραμμα 1.2, Διάγραμμα 1.3 και Διάγραμμα 1.4 μπορούμε να παρατηρήσουμε τον παγκόσμιο ενεργειακό ανεφοδιασμό ανά καύσιμο, την τελική κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο και την τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στο κόσμο την περίοδο 1990-2018, σύμφωνα με δεδομένα και στατιστικά του ΙΕΑ. Ανθρακας, Πετρέλαιο και Φυσικό Αέριο καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις.

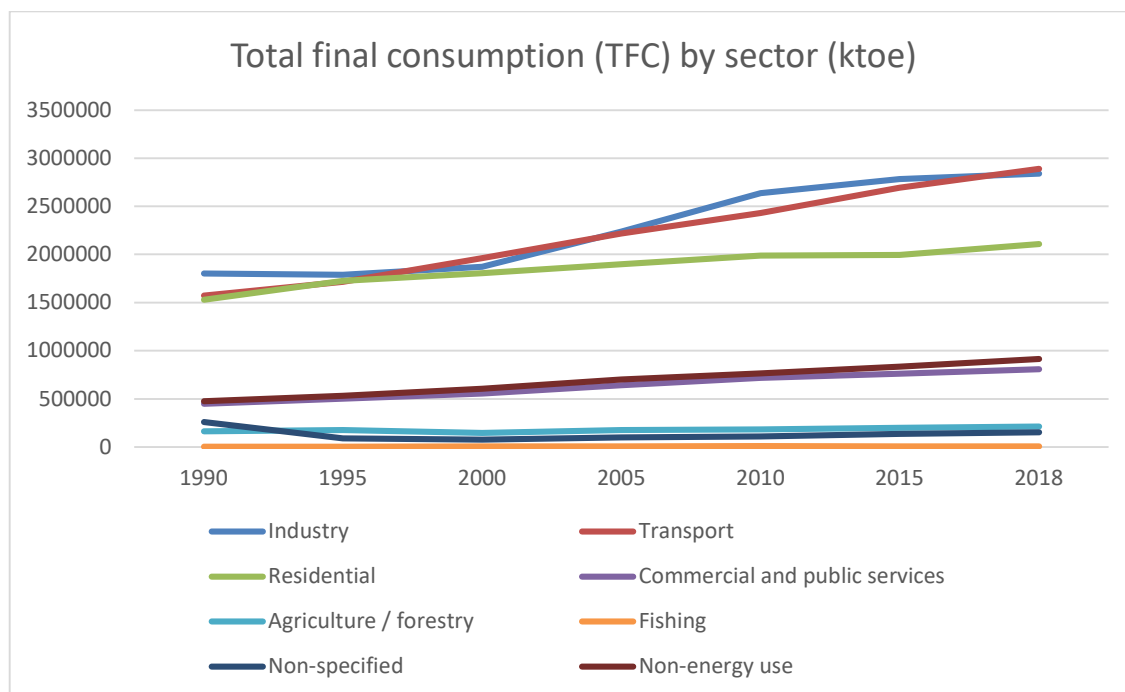


Διάγραμμα 1.2 Παγκόσμιος ενεργειακός εφοδιασμός ανά καύσιμο στον κόσμο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)



Διάγραμμα 1.3 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο στον κόσμο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

Στην τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα η βιομηχανία, οι μεταφορές και η οικιακή χρήση καταναλώνουν της περισσότερη ενέργεια στον κόσμο τα τελευταία 30 χρόνια.



Διάγραμμα 1.4 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στον κόσμο 1990-2018
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας στην ετήσια έκθεση του 2019 κάνει ειδική αναφορά στο σχιστολιθικό πετρέλαιο (shale oil) των ΗΠΑ. Επισημαίνει ότι θα καταστήσει τις ΗΠΑ κυρίαρχη χώρα στην παγκόσμια αγορά αλλά και θα προκαλέσει και ευρύτερες ενεργειακές γεωπολιτικές, αφού τα μερίδια του OPEC και της Ρωσίας θα μειωθούν σημαντικά και αναμένεται να υποχωρήσουν πιθανότατα στο 47% το 2030. Σύμφωνα, μάλιστα, με την ίδια έκθεση, αν στις ΗΠΑ συνεχιστούν οι ίδιοι ρυθμοί ανάπτυξης προ του COVID-19, τότε στις ΗΠΑ θα αντιστοιχεί το 85% της αύξησης της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας έως το 2030 και το 30% της αύξησης παραγωγής φυσικού αερίου. Επίσης το σχιστολιθικό πετρέλαιο που παράγεται στις ΗΠΑ το 2025, θα ξεπεράσει την Ρωσία στη συνολική παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου. Στο τοπίο του ηλεκτρισμού τα πράγματα είναι διαφορετικά και έχουμε μικρότερη ανάπτυξη από το πετρέλαιο. Αναμένονται όμως μελλοντικές εξελίξεις καθώς υπάρχει μεγάλη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια στην Αφρική για τη λειτουργία κλιματιστικών μονάδων. Εκτιμάται από τον IEA ότι μέχρι το έτος 2040 η Αφρική θα έχει ξεπεράσει πληθυσμιακά την Κίνα και την Ινδία. Στις νέες μητροπόλεις που θα δημιουργηθούν θα υπάρχει συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Εκτός της μεγάλης διείσδυσης του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για την παραγωγή ενέργειας, αναμένεται και οι ΑΠΕ να αναπτυχθούν και αυτές σημαντικά. Στην ήπειρο της Ασίας τα τελευταία 20 χρόνια έχει εγκατασταθεί το 90% της συνολικής ισχύος των μονάδων άνθρακα που έχουν κατασκευαστεί παγκοσμίως. Εκτιμάται ότι η χρήση του θα έχει αυξητικές τάσεις μέχρι το 2040, όμως η απανθρακοποίηση στο βόρειο ημισφαίριο θα εξισορροπήσει την κατάσταση (IENEa, 2020).

Στο χώρο της πυρηνικής ενέργειας δεν παρατηρούμε αξιοσημείωτες μεταβολές και φαίνεται να κρατάει τα μερίδια που κατέχει στην παραγωγή ενέργειας. Σε άνοδο βρίσκεται η υδροηλεκτρική ενέργεια με κέντρο Ασία και Αφρική, ενώ στην Αφρική αναμένεται σημαντική αύξηση της αιολικής και ηλιακής ενέργειας. Ο IEA εκτιμά ότι το ενεργειακό μέλλον της Αφρικής θα έχει τέτοια δυναμική που θα επηρεάσει όλο τον κόσμο. Στην έκθεση World Energy Outlook 2019 (IEA, 2019), αναφέρονται και οι τομείς

που συμβάλουν στην αύξηση των αέριων ρύπων. Κατά σειρά πιο ρυπογόνες είναι η βαριά βιομηχανία, τα οχήματα SUV, τα φορτηγά μεταφορών, οι αεροπορικές και ναυτιλιακές μεταφορές.

Ο IEA αναφέρει ότι το 2018 καταγράφηκε η μεγαλύτερη ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας από το 2010. Η αύξηση αυτή ήταν της τάξεως του 2,3%, ενώ η τριάδα Κίνα, Ινδία, ΗΠΑ αντιπροσωπεύουν το 70% της αύξησης της συνολικής ενεργειακής ζήτησης. Ενδιαφέρον στοιχείο επίσης είναι ότι από το 2010 και μετά ενώ οι ΑΠΕ σημειώνουν μεγαλύτερους ρυθμούς ανάπτυξης από τα συμβατικά καύσιμα, το μερίδιό των ορυκτών καυσίμων στην παγκόσμια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας ξεπερνάει το 80% (IEA, 2019).

Πίνακας 1.1 Παγκόσμια ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας ανά καύσιμο και σενάριο 2000-2040 (Mtoe)

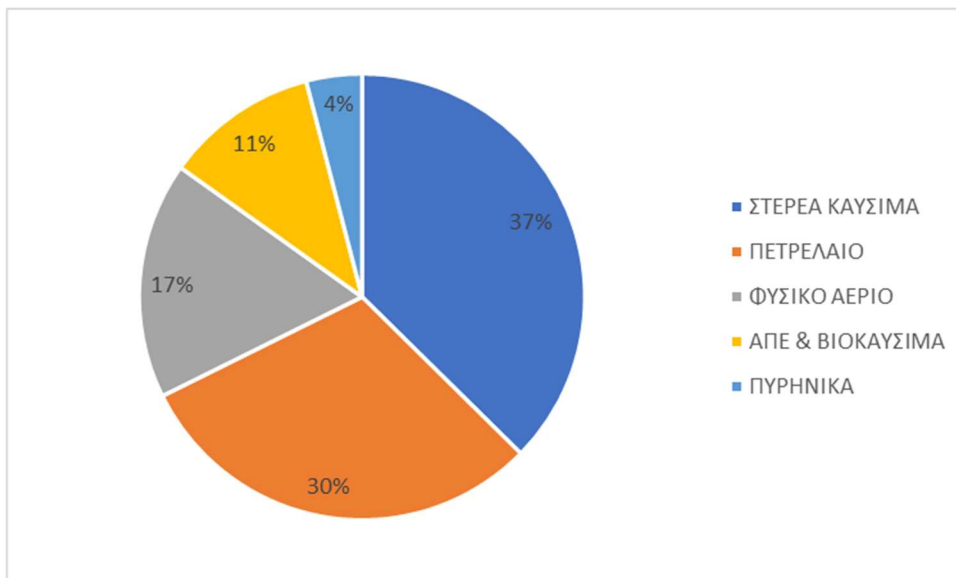
			Δηλωμένες Πολιτικές (Stated Policies)		Βιώσιμη Ανάπτυξη (Sustainable Development)		Τρέχουσες Πολιτικές (Current Policies)	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Άνθρακας	2,317	3,821	3,848	3,779	2,430	1,470	4,154	4,479
Πετρέλαιο	3,665	4,501	4,872	4,921	3,995	3,041	5,174	5,626
Φυσικό Αέριο	2,083	3,273	3,889	4,445	3,513	3,162	4,070	4,847
Πυρηνικά	675	709	801	906	895	1,149	811	937
ΑΠΕ	659	1,391	2,287	3,127	2,776	4,381	2,138	2,741
Υδροηλεκτρικά	225	361	452	524	489	596	445	509
Βιοενέργεια	374	737	1,058	1,282	1,179	1,554	1,013	1,190
Άλλα	60	293	777	1,320	1,109	2,231	681	1,042
Στερεή Βιομάζα	638	620	613	546	140	75	613	546
ΣΥΝΟΛΟ	10,037	14,314	16,311	17,723	13,750	13,279	16,960	19,177
Μερίδιο Ορυκτών Καυσίμων	80%	81%	77%	74%	72%	58%	79%	78%
Εκπομπές CO ₂ (Gt)	23,1	33,2	34,9	35,6	25,2	15,8	37,4	41,3

Πηγή: IENE, Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας, Ετήσια Έκθεση 2020

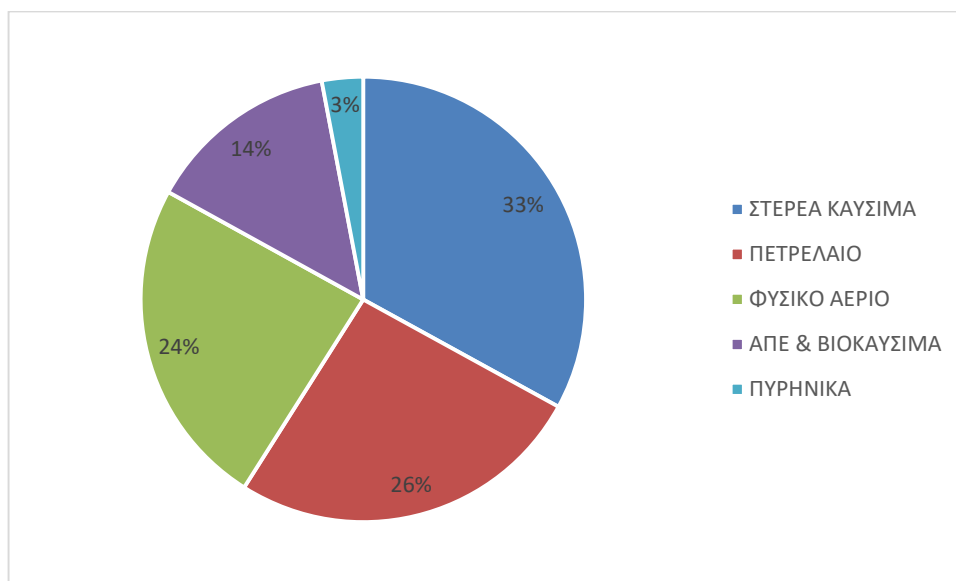
1.4. Ενεργειακές εξελίξεις στην Νοτιοανατολική Ευρώπη

Στην Νοτιοανατολική Ευρώπη περιλαμβάνονται οι εξής χώρες (σύμφωνα με το Ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης): Αλβανία, Βοσνία-Ερζεγοβίνη, Βουλγαρία, Κροατία, Κύπρος, Βόρεια Μακεδονία, Ελλάδα, Κόσοβο, Σερβία, Μαυροβούνιο, Σλοβενία, Ρουμανία και Τουρκία. Οι χώρες αυτές έχουν μεγάλες διαφορές στις ενεργειακές τους αγορές. Οι διαφορές έχουν να κάνουν με το μέγεθος, τη δομή, τη λειτουργία αλλά και το επίπεδο ανάπτυξης της κάθε μιας. Επίσης χώρες όπως η Αλβανία, η Βοσνία-Ερζεγοβίνη, η Βόρεια Μακεδονία, το Κόσοβο, το Μαυροβούνιο και η Σερβία, δεν αποτελούν μέλη της Ε.Ε., με αποτέλεσμα να μην είναι υποχρεωτική η συμμόρφωσή τους με τις Κοινοτικές Οδηγίες. Το γεγονός αυτό δυσκολεύει τις χώρες στην εξασφάλιση ευρωπαϊκών κονδυλίων και χρηματοδοτικών εργαλείων με αποτέλεσμα καθυστερήσεις στην ανάπτυξη των ενεργειακών τους αγορών. Την δεκαετία 2005-2020, η περιοχή της ΝΑ Ευρώπης αύξησε σημαντικά την εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μέσω της κατασκευής νέων ενεργειακών υποδομών και αναβάθμιση υπάρχοντες υποδομές. Εκτός από τις εξελίξεις στην ανανέωση-εκσυγχρονισμό των ενεργειακών υποδομών, η περιοχή της ΝΑ Ευρώπης τα τελευταία χρόνια εισήλθε σε ένα πιο ώριμο στάδιο ως αναφορά τις τεχνολογίες και τις καταναλωτικές συνήθειες. Το δυναμικό των ΑΠΕ στην περιοχή κρίνεται υψηλό αλλά είναι τελείως αναξιοποίητο. Η ηλεκτροπαραγωγή στηρίζεται κυρίως στο λιγνίτη και στην υδροηλεκτρική ενέργεια και οι περισσότερες χώρες απέχουν πολύ ακόμα από την ενεργειακή μετάβαση. Αναμένεται όμως τα επόμενα χρόνια σημαντική ανάπτυξη της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Η περιοχή της ΝΑ Ευρώπης, για να αναπτύξει το μεγάλο δυναμικό ΑΠΕ που διαθέτει και για να εφαρμόσει πολιτικές ενεργειακής μετάβασης θα

πρέπει να εξασφαλίσει χρηματοδοτικά εργαλεία για έργα ΑΠΕ και να εισάγει όσο πιο γρήγορα κατάλληλες ενεργειακές πολιτικές (ΙΕΝΕα, 2020).



Διάγραμμα 1.5 Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση στη ΝΑ το 2000
(Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή)



Διάγραμμα 1.6 Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση στη ΝΑ το 2018
(Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή)

Τα κύρια ενεργειακά ζητήματα για την περιοχή της ΝΑ είναι (ΙΕΝΕα, 2020):

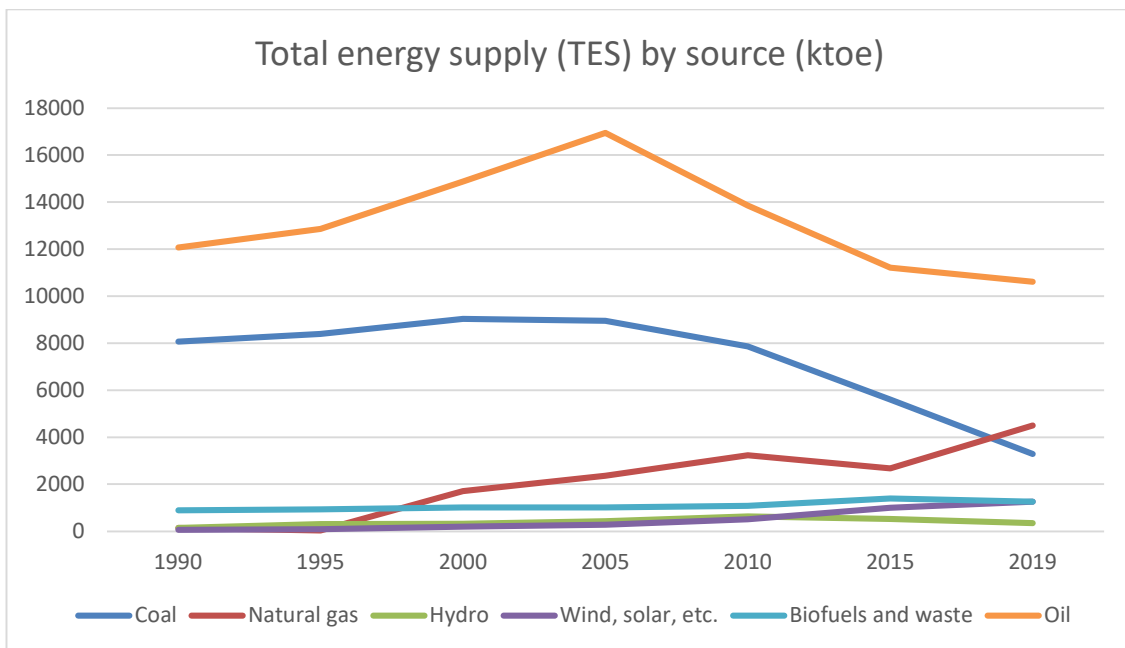
- Μεγάλες αποκλίσεις από την κεντρική ενεργειακή πολιτική της Ε.Ε. Πολλές χώρες δεν δέχονται να καταργήσουν τον λιγνίτη ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας και η ενεργειακή μετάβαση σε αυτές φαντάζει δύσκολη και αβέβαιη.
- Περιοχή ευαίσθητη σε γεωπολιτικές αλλαγές και εξελίξεις που διαμορφώνουν ένα κλίμα ενεργειακής ανασφάλειας σε σχέση με την υπόλοιπη ΕΕ
- Υψηλή ενεργειακή εξάρτηση από εισαγωγές πετρελαίου και φυσικού αερίου.

- Αλλαγή ενεργειακού ισοζυγίου από την είσοδο φυσικού αερίου
- Ο λιγνίτης θα παραμείνει βασικό καύσιμο για πολλά ακόμα χρόνια
- Δεν υπάρχουν επαρκείς συνδέσεις φυσικού αερίου
- Η πυρηνική ενέργεια, αν και με εγκαταστάσεις παλαιάς τεχνολογίας, παίζει σημαντικό ρόλο για την ηλεκτροπαραγωγή κάποιων χωρών
- Η ανάπτυξη των ΑΠΕ συναντά έλλειψη χρηματοδότησης, ακατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο για την υποστήριξή τους και περιορισμούς από τα υπάρχοντα δίκτυα για τη διασύνδεση τους σε αυτά
- Η οικονομική κρίση των τελευταίων 12 ετών , η επιδείνωση των οικονομικών και κοινωνικών συνθηκών στην περιοχή έχουν αναδείξει την ενεργειακή φτώχεια ως σημαντικό πρόβλημα της περιοχής
- Το πάγωμα χρηματοδοτήσεων έργων που συνδέονται με στερεά καύσιμα από το 2021 με απόφαση της Κεντρικής Τράπεζας Επενδύσεων, αναμένεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υλοποίηση και στο σχεδιασμό ενεργειακών υποδομών στην περιοχή της ΝΑ Ευρώπης

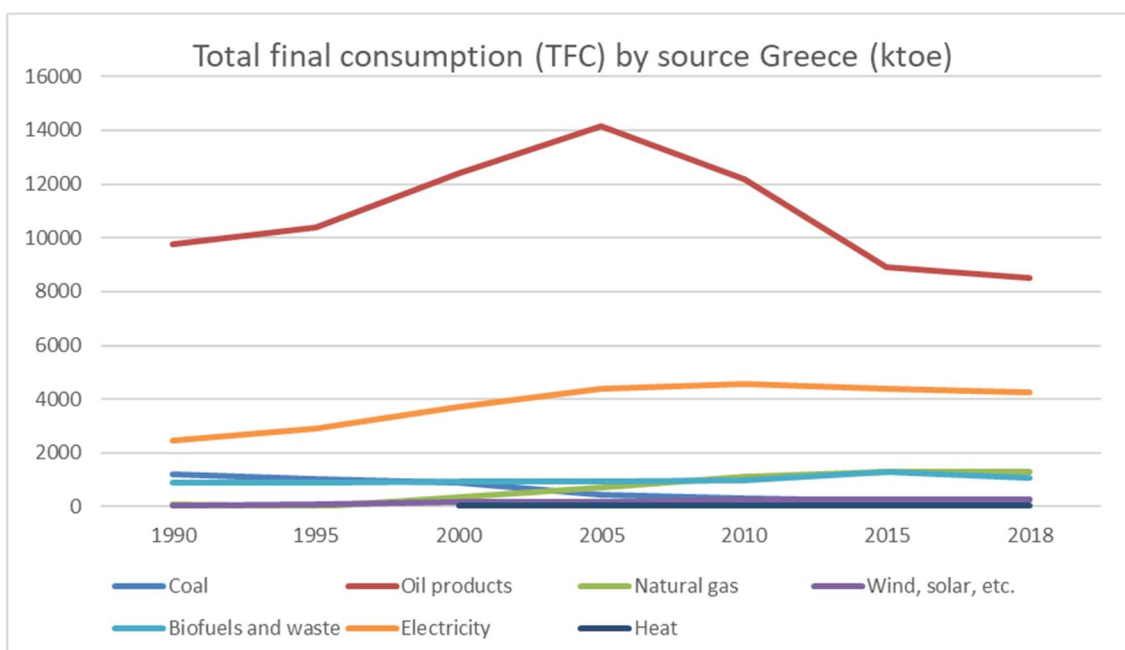
1.5 Ενεργειακές εξελίξεις στην Ελλάδα

Τα τελευταία 30 χρόνια το ελληνικό ενεργειακό σύστημα εξελίσσεται και διαμορφώνεται ανάλογα με τις αντίστοιχες εξελίξεις της ελληνικής οικονομίας, την ανάπτυξη διαφόρων κλάδων και τις αλλαγές καταναλωτικών συνηθειών που επηρεάζουν την ενέργεια. Επίσης οι εξελίξεις και οι κεντρικές οδηγίες της ΕΕ για τους τομείς της ενέργειας και της προστασίας του περιβάλλοντος έχουν επηρεάσει αναμφισβήτητα την εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος, καθώς ανά τακτά χρονικά διαστήματα, προσαρμόζεται σε αυτές τις πολιτικές. Η εγχώρια κατανάλωση ενέργειας ήταν 15,735 χιλιάδες τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ktoe), για το 2018, μειωμένη κατά 3,5% σε σχέση με το έτος 2017 (IENEa, 2020). Στο Διάγραμμα 1.7 μπορούμε να παρατηρήσουμε το συνολικό ενεργειακό εφοδιασμό ανά καύσιμο στην Ελλάδα, στο Διάγραμμα 1.8 τη συνεισφορά ανά καύσιμο στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα και στο Διάγραμμα 1.9 την τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα την περίοδο 1990-2018, σύμφωνα με δεδομένα και στατιστικά του IEA.

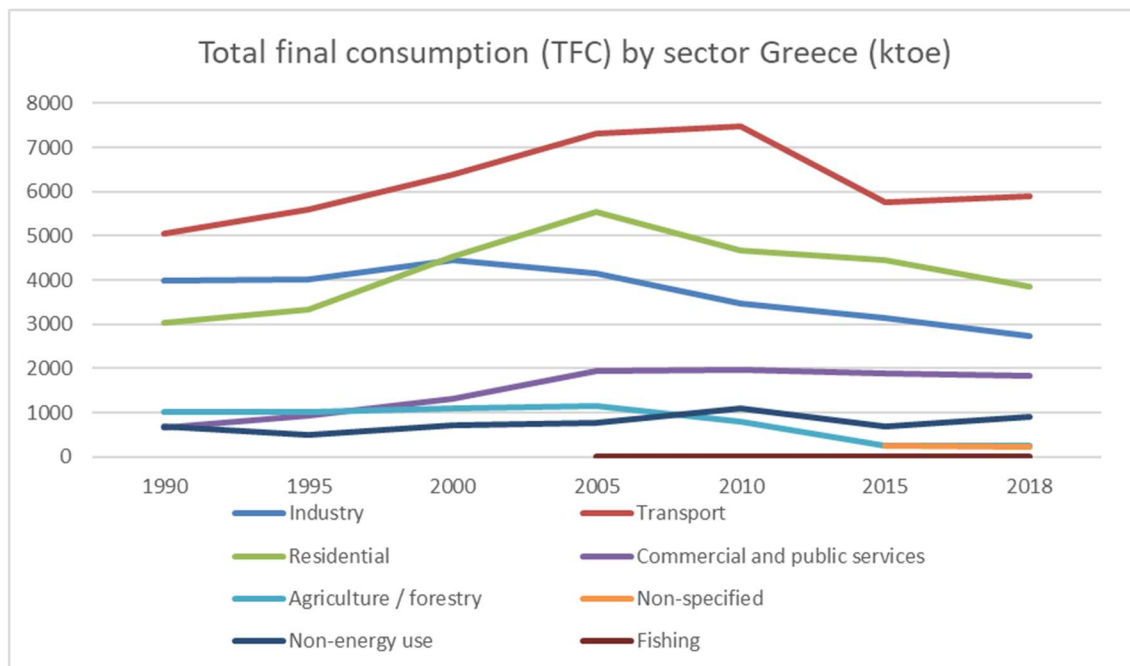
Όπως και στον υπόλοιπο κόσμο πρωταγωνιστές στην παραγωγή ενέργειας είναι το πετρέλαιο, ο άνθρακας και από τα μέσα της δεκαετίας του 90 εισέρχεται στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα και το φυσικό αέριο.



Διάγραμμα 1.7 Ενεργειακός εφοδιασμός ανά καύσιμο στην Ελλάδα 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)



Διάγραμμα 1.8 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο στην Ελλάδα 1990-2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

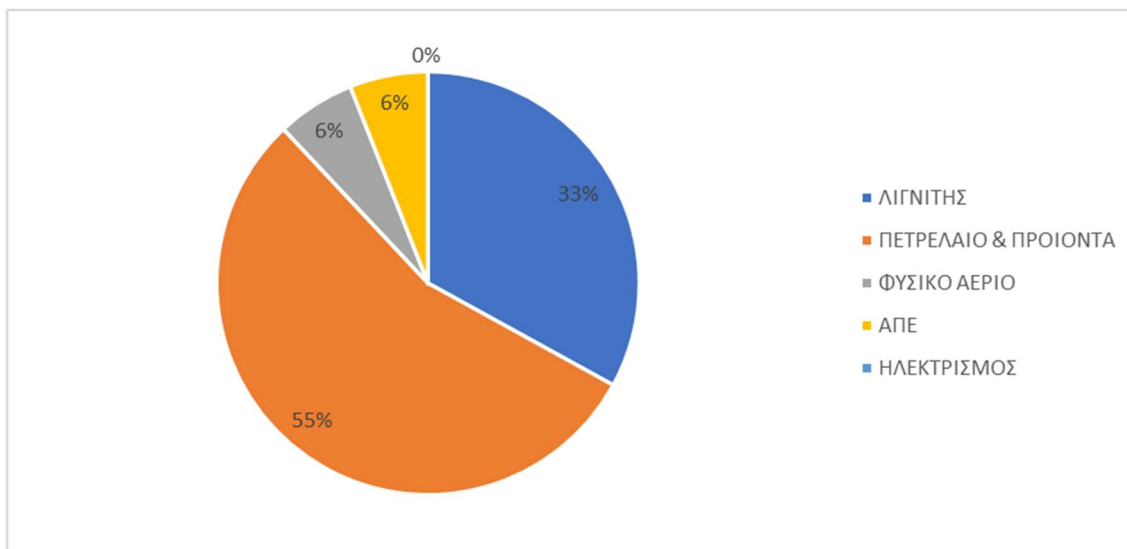


Διάγραμμα 1.9 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα 1990-2018
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

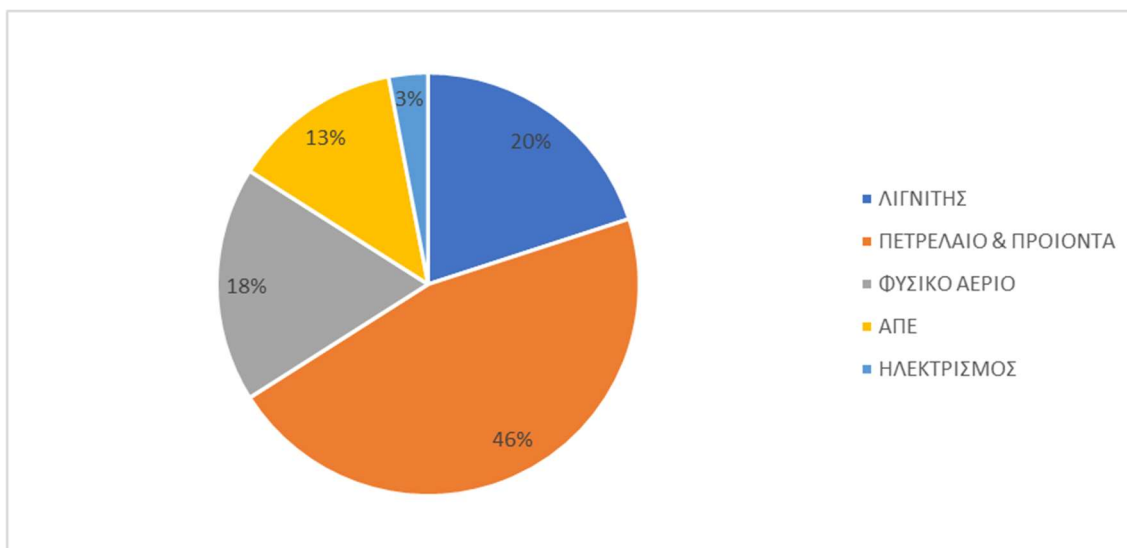
Στο Διάγραμμα 1.8 παρατηρώντας το ποσοστό ανά καύσιμο στην τελική κατανάλωση ενέργειας, διαπιστώνουμε ότι για το ενεργειακό έτος 2018 τα πρωτεία κατείχε η κατανάλωση πετρελαιοειδών προϊόντων (54.2%), έπεται η ηλεκτρική ενέργεια (27%), η χρήση ΑΠΕ (8.7%), το φυσικό αέριο (8.3%) και ο λιγνίτης (1.8%). Τα ορυκτά καύσιμα στους τομείς τελικής χρήσης, είχαν μια πτώση της τάξεως του 36% σχέση με μια δεκαετία πριν (2007). Η μείωση αυτή οφείλεται στην κατανάλωση φυσικού αερίου, στη χρήση ΑΠΕ και τον ηλεκτρισμό. Η κατανάλωση φυσικού αερίου αυξήθηκε κατά 54% την περίοδο 2007-2018, τα πετρελαϊκά προϊόντα και ο λιγνίτης μειώθηκαν κατά 41% και κατά 47% αντίστοιχα.

Στο Διάγραμμα 1.9 την ίδια περίοδο μπορούμε να δούμε ότι το ενεργειακό έτος 2018 η κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία σημείωσε πτώση 40%, ο οικιακός τομέας μείωση κατά 29% και οι μεταφορές κατά 24% σε σχέση με το ενεργειακό έτος 2007. Είναι η περίοδος που η χώρα έχει εισέλθει στη μεγάλη δημοσιονομική κρίση.

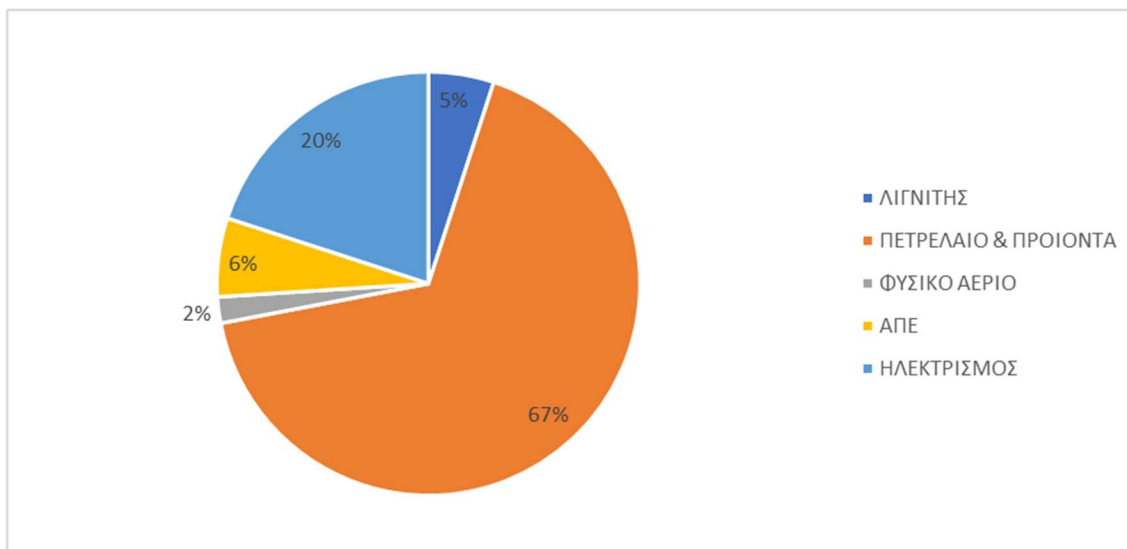
Στα Διαγράμματα Διάγραμμα 1.10, Διάγραμμα 1.11 και Διάγραμμα 1.12, Διάγραμμα 1.13 παρατηρούμε τις μεταβολές της περιόδου 2000-2018 στην παροχή πρωτογενούς ενέργειας και στην τελική κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας.



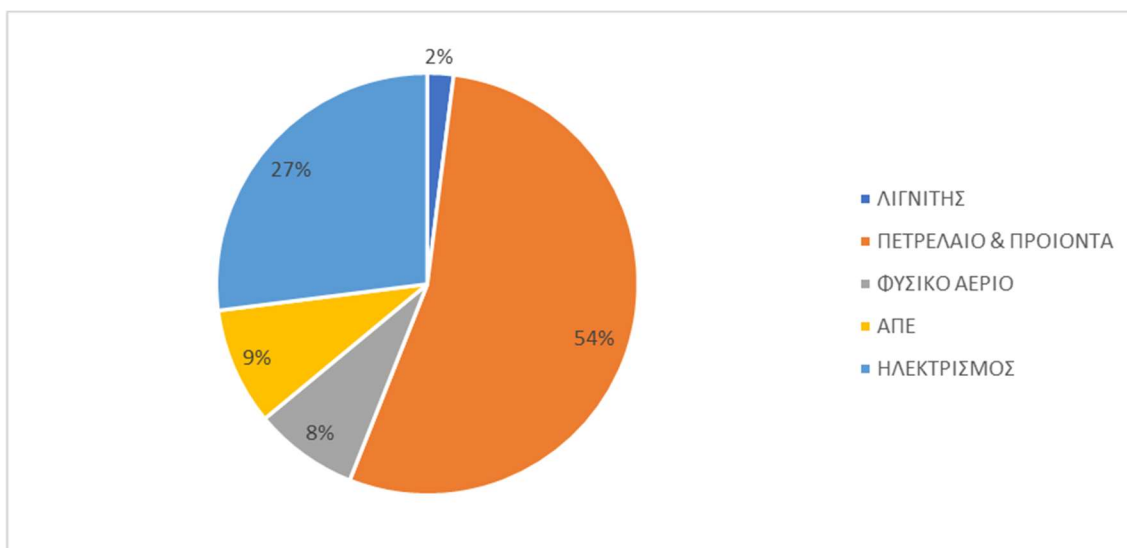
Διάγραμμα 1.10 Συνολική παροχή πρωτογενούς ενέργειας της Ελλάδας το 2000
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)



Διάγραμμα 1.11 Συνολική παροχή πρωτογενούς ενέργειας της Ελλάδας το 2018
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)



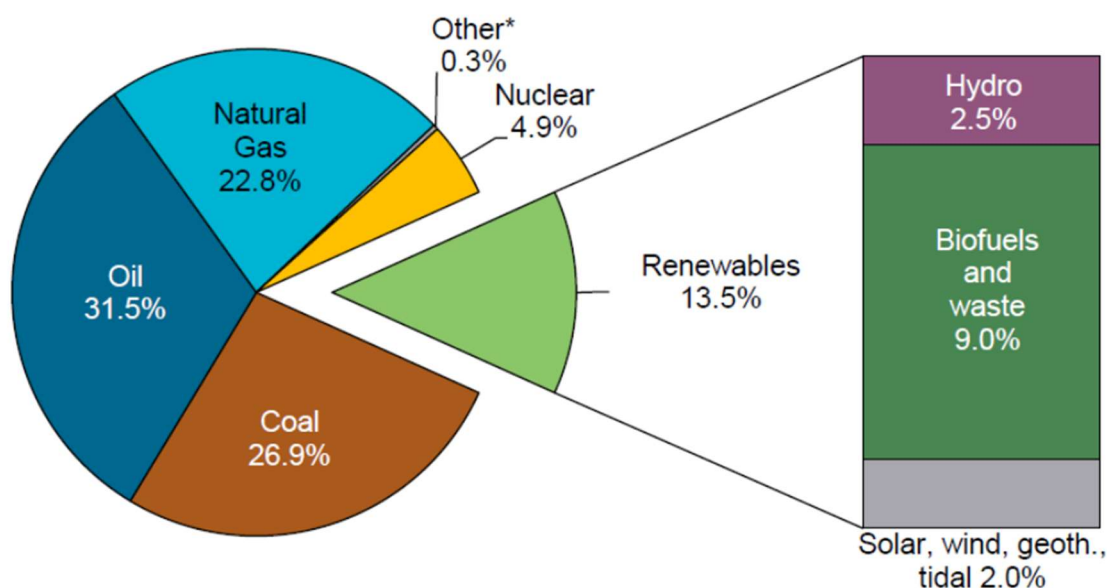
Διάγραμμα 1.12 Τελική κατανάλωση ενέργειας της Ελλάδας το 2000 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)



Διάγραμμα 1.13 Τελική κατανάλωση ενέργειας της Ελλάδας το 2018 (Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

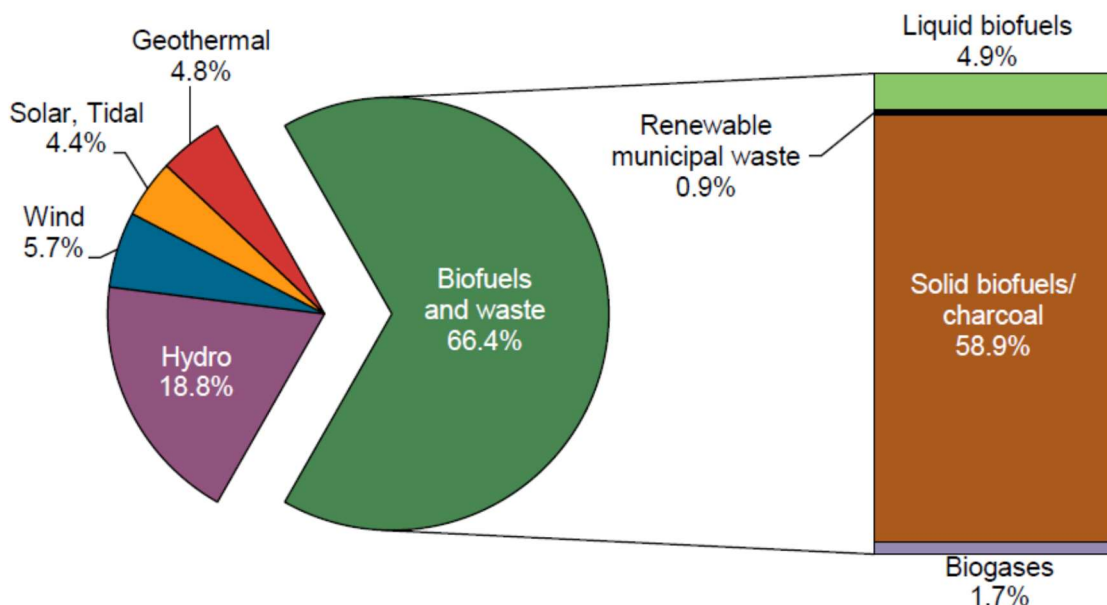
1.6 Παγκόσμια επισκόπηση ΑΠΕ

Ο παγκόσμιος συνολικός ενεργειακός εφοδιασμός (Total Energy Supply-TES) για το έτος 2018 ανέρχονταν σε 14.282 Μtoe, εκ των οποίων το 13,5% παρήχθη από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως υδροηλεκτρικά εργοστάσια, βιοκαύσιμα, ανανεώσιμα αστικά απόβλητα, φωτοβολταϊκά συστήματα, θερμικά ηλιακά συστήματα, αιολικά πάρκα, γεωθερμικά πάρκα και ενέργεια από παλίρροια (Διαγράμματα και Διάγραμμα 1.15) (IEAb, 2020).



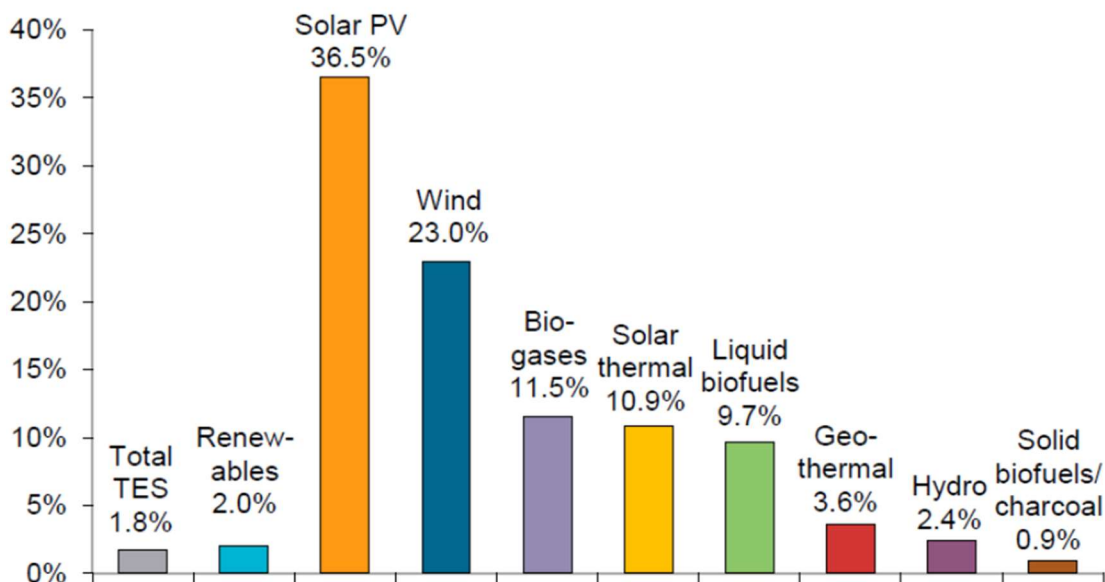
Διάγραμμα 1.14 Συμμετοχή ανά καύσιμο στον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό για το 2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020)

Η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιστοιχούσε σε 1.931 Mtoe επί του παγκόσμιου συνολικού ενεργειακού εφοδιασμού, ενώ το 2017 ανερχόταν σε 1.875 Mtoe. Εξ' αιτίας της ευρείας χρήσης στις αναπτυσσόμενες χώρες για θέρμανση και μαγείρεμα, τα στερεά βιοκαύσιμα και τα ανανεώσιμα απόβλητα είναι μακράν η μεγαλύτερη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας και ακολουθεί η υδροηλεκτρική. Αιολική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια, γεωθερμική ενέργεια και ενέργεια από τα κύματα και τις παλίρροιες αποτελούν το υπόλοιπο του ενεργειακού εφοδιασμού με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.



Διάγραμμα 1.15 Συμμετοχή ανά τεχνολογία ΑΠΕ στον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό από ΑΠΕ για το 2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020)

Από το 1990, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξάνονται με μέσο ετήσιο ρυθμό 2,0%, που είναι ελαφρώς υψηλότερος από τον ρυθμό ανάπτυξης του παγκόσμιου TES ο οποίος είναι 1,8%. Η ανάπτυξη ήταν ιδιαίτερα υψηλή για την ηλιακή ενέργεια μέσω φωτοβολταϊκών και την αιολική ενέργεια, οι οποίες αυξήθηκαν κατά 36,5% και 23,0% ανά έτος αντίστοιχα. Το βιοαέριο είχε την τρίτη υψηλότερη ανάπτυξη με ποσοστό 11,5%, ακολουθούμενο από ηλιακή θερμική ενέργεια (10,9%) και τα υγρά βιοκαύσιμα (9,7%) (Διάγραμμα 1.16).



Διάγραμμα 1.16 Μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης τεχνολογιών ΑΠΕ την περίοδο 1990-2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020)

Μεταξύ 1990 και 2018, ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της υδροηλεκτρικής ενέργειας σε χώρες εκτός ΟΟΣΑ ήταν 3,9%, μεγαλύτερος από ό, τι στις χώρες του ΟΟΣΑ που ήταν 0,7%. Η Κίνα αντιπροσώπευε το 51,7% της αύξησης της υδροηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο, με μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 8,4%, ενώ Βραζιλία, Καναδάς και Ινδία συνεισφέρουν με 8,8%, 4,3% και 3,8% αντίστοιχα στην αύξηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Οι υψηλότεροι μέσοι ετήσιοι ρυθμοί ανάπτυξης παρατηρήθηκαν στην Ισημερινή Γουινέα (22,5%), στη Μοζαμβίκη (14,9%) και στη Λευκορωσία (10,5%).

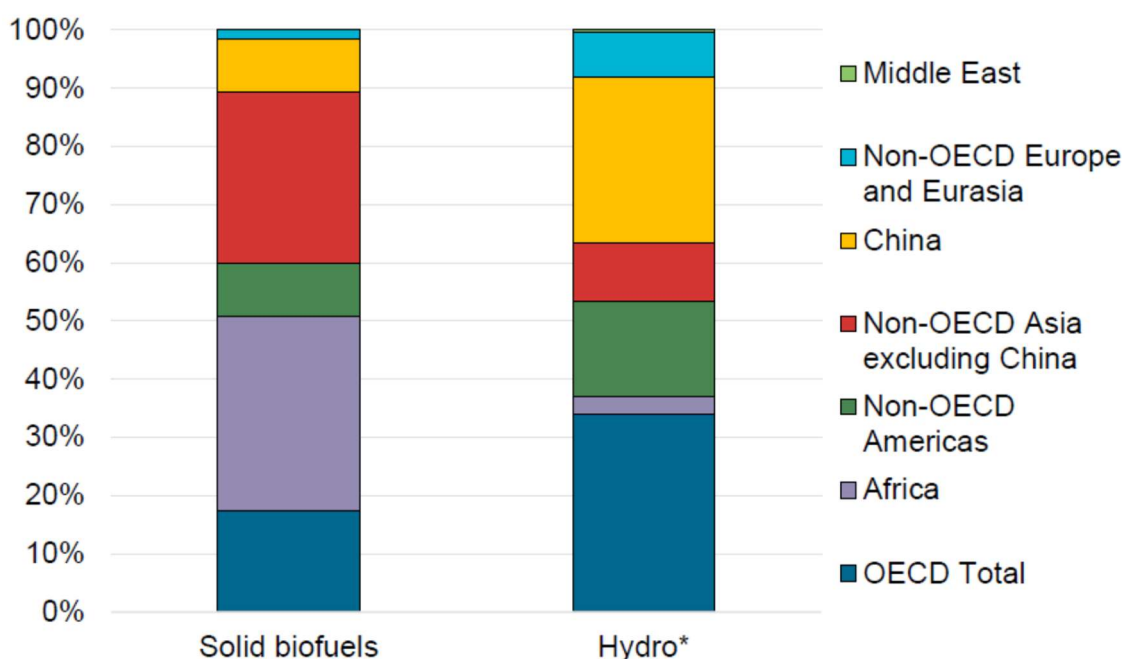
Το χρονικό διάστημα από το 2010 έως το 2018 ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ήταν 2,5%, ενώ από το 1990 έως το 2010 ήταν 2%. Αυτό οφείλεται στον ετήσιο ρυθμό αύξησης των ηλιακών φωτοβολταϊκών που ήταν 42,8%. Ο δεύτερος υψηλότερος ρυθμός ανάπτυξης ήταν στην αιολική ενέργεια (17,9%), ακολουθούμενος από ηλιακή θερμική ενέργεια (11,0%), την ενέργεια από παλίρροια (8,8%), το βιοαέριο (6,0%), τα υγρά βιοκαύσιμα (5,8%), την γεωθερμική ενέργεια (5,1%), την υδροηλεκτρική ενέργεια (2,5%), τα ανανεώσιμα αστικά απόβλητα (2,2%) και τα στερεά βιοκαύσιμα (0,7%).

Το χρονικό διάστημα από το 2010 έως το 2018, ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επί του TES στις χώρες του ΟΟΣΑ ήταν 3,4% ενώ ο ρυθμός ανάπτυξης στον υπόλοιπο κόσμο ήταν 2,2%. Παρόλο που η αύξηση στις χώρες του ΟΟΣΑ για τις συνολικές ανανεώσιμες πηγές ήταν υψηλότερη από ό, τι εκτός του ΟΟΣΑ, όταν πρόκειται για νέες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ο ρυθμός ανάπτυξης σε χώρες εκτός ΟΟΣΑ είναι 15,6% δηλαδή ταχύτερος από ό, τι στις χώρες ΟΟΣΑ που ήταν 9,0%.

Οι πιο ανεπτυγμένες μορφές ΑΠΕ και στις δύο περιοχές είναι ίδιες και πρόκειται για την ηλιακή και αιολική ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια είχε αύξηση του ρυθμού ανάπτυξής της εντός και εκτός ΟΑΣΑ κατά 33,2% και 92,3% αντίστοιχα , ενώ η αιολική ενέργεια είχε αύξηση του ρυθμού ανάπτυξής της εντός και εκτός ΟΑΣΑ κατά 13,5% και 28,2% αντίστοιχα.

Το 2018, οι χώρες εκτός ΟΟΣΑ αντιπροσώπευαν το 66,0% της συνολικής υδροηλεκτρικής ενέργειας και τυχόν περαιτέρω αύξηση είναι πιθανό να προέλθει από αυτές τις χώρες, καθώς το μεγαλύτερο μέρος του υπόλοιπου υδροηλεκτρικού δυναμικού κατοικεί σε αυτές τις χώρες.

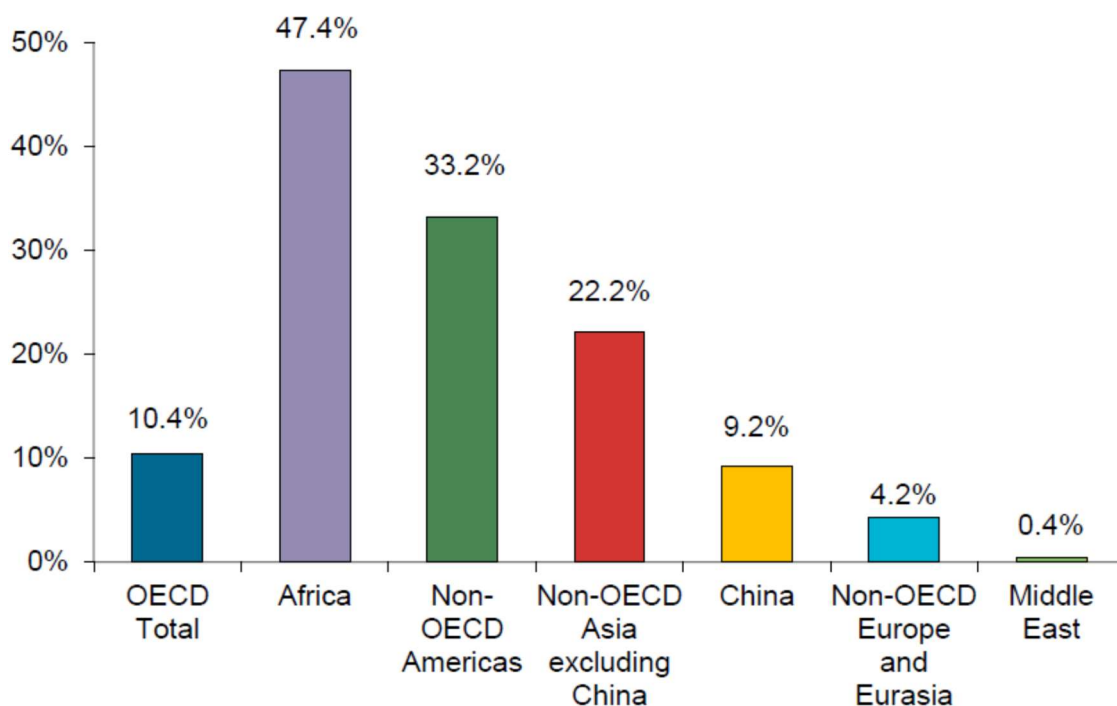
Οι χώρες εκτός του ΟΟΣΑ αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής στερεών βιοκαυσίμων. Ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης από το 1990 σε αυτές τις χώρες είναι για τα στερεά βιοκαύσιμα 0,9%, ποσοστό μικρότερο από της χώρες ΟΑΣΑ που το αντίστοιχο ποσοστό είναι 1,4%.



Διάγραμμα 1.17 Συμμετοχή ανά τεχνολογία ΑΠΕ ανά περιφέρεια για το 2018
(Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020)

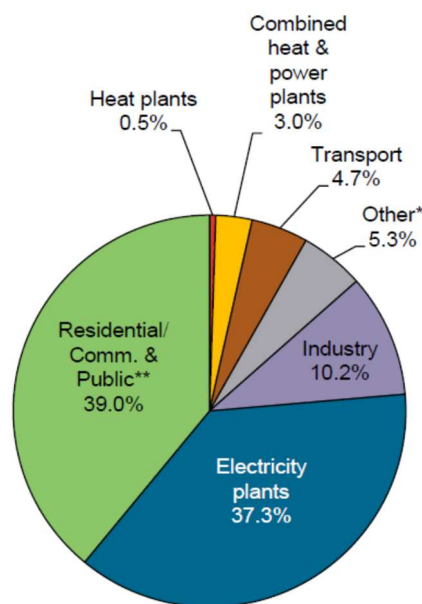
Το 2018, το 82,6% των στερεών βιοκαυσίμων παρήχθησαν σε χώρες εκτός του ΟΟΣΑ, καθώς οι αναπτυσσόμενες χώρες, που βρίσκονται κυρίως στην Ασία και την Αφρική, χρησιμοποιούν βιομάζα για μαγειρική και θέρμανση. Η Αφρική, η οποία αντιπροσώπευε μόνο το 5,9% του παγκόσμιου TES το 2018, αντιπροσώπευε το 33,3% της παγκόσμιας προσφοράς στερεών βιοκαυσίμων (Διάγραμμα 1.17).

Οι χώρες εκτός ΟΟΣΑ προμηθεύουν το 71,0% της παγκόσμιας ανανεώσιμης ενέργειας που αντιπροσωπεύει το 9,4% του παγκόσμιου TES, ενώ οι χώρες του ΟΟΣΑ προμηθεύουν το 29,0% των παγκόσμιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και αυτές αποτελούν το 3,9% του παγκόσμιου TES. Κατά συνέπεια, στις χώρες του ΟΟΣΑ, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον συνολικό ενεργειακό εφοδιασμό είναι 10,4% σε σύγκριση με 47,4% στην Αφρική, 33,1% στην Αμερική εκτός ΟΟΣΑ, 23,9% στην Ασία εκτός ΟΟΣΑ (εκτός της Κίνας) και 9,2% στην Κίνα. Ωστόσο, οι χώρες του ΟΟΣΑ διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις λεγόμενες νέες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το 2018, οι χώρες του ΟΟΣΑ αντιπροσώπευαν το 59,1% των «νέων» ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Διάγραμμα 1.18).



Διάγραμμα 1.18 Συμμετοχή των ΑΠΕ ανά περιφέρεια στην συνολική παραγωγή ενέργειας (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020)

Περίπου το ήμισυ της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ στις χώρες του ΟΟΣΑ χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Ωστόσο, σε παγκόσμιο επίπεδο, η πλειονότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καταναλώνεται στον τομέα των οικιακών, εμπορικών και δημόσιων υπηρεσιών. Το 40,3% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας παγκοσμίως, ενώ το 39,0% χρησιμοποιείται στον οικιακό, εμπορικό και δημόσιο τομέα (Διάγραμμα 1.19) (Αnon., n.d.)



Διάγραμμα 1.19 Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ ανά τομέα για το 2018 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020)

1.7 Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα

Το δυναμικό των ΑΠΕ στην Ελλάδα κρίνεται ως ιδιαίτερα αξιόλογο και ως προς την υπάρχουσα εκμετάλλευσή του, αλλά και ως προς τις προοπτικές ανάπτυξής που έχει. Μπορεί να καλύψει σημαντικό κομμάτι της ζήτησης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος και να βοηθήσει σημαντικά στην αναδιάρθρωσή του που επιβάλλουν οι πολιτικές λόγω της ενεργειακής μετάβασης. Το δυναμικό ΑΠΕ στη χώρα μας προέρχεται κυρίως από την ηλιακή, την αιολική, την υδροηλεκτρική και τη γεωθερμική ενέργεια, όπως και τη βιομάζα (IENEa, 2020).

Το αιολικό δυναμικό της χώρας μας συναντιέται τόσο σε νησιωτικές περιοχές, όσο και σε περιοχές κοντά στη θάλασσα που εκμεταλλεύονται την κίνηση ανέμων που δημιουργεί η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας της θάλασσας και της στεριάς. Σε αυτές της περιοχές άλλωστε συναντάμε και τα περισσότερα αιολικά πάρκα της χώρας μας (Εύβοια, Κρήτη, ηπειρωτικά εκατέρωθεν του Πατραϊκού και Κορινθιακού Κόλπου, Ακαρνανικά Όρη). Η βελτίωση των τεχνολογιών που φέρουν οι ανεμογεννήτριες τελευταίας γενιάς επιτρέπουν την κατασκευή πάρκων σε πιο ηπειρωτικές περιοχές (Άγραφα, Τζουμέρκα) και αναμένεται να συντελέσουν και άλλο στην ανάπτυξη της παραγωγής ενέργειας από αιολική ενέργεια στη χώρα μας.

Το ηλιακό δυναμικό μπορεί να αποτελέσει επιλογή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων ιδίως σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια κατ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η παραγωγή αυτή μπορεί να αφορά την απ' ευθείας διανομή και πώληση ενέργειας στο ενεργειακό σύστημα ή και την συμπαραγωγή με τη μέθοδο του net-metering. Η ηλιακή ενέργεια γνώρισε και αυτή μεγάλη άνθηση τα τελευταία χρόνια κυρίως μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων ενώ αναμένεται και περαιτέρω ανάπτυξή της. Οι ετήσιοι ρυθμοί ανάπτυξης των ΑΠΕ και ειδικά της αιολικής και ηλιακής ενέργειας αναμένεται να αυξηθούν κατακόρυφα μετά τη σύνδεση στο σύστημα των μη διασυνδεδεμένων περιοχών και οι οποίες τώρα εξυπηρετούνται από ορυκτά καύσιμα και διαθέτουν μεγάλο δυναμικό ΑΠΕ (Κρήτη, Νησιά Αιγαίου).

Τμήμα από το υπάρχον γεωθερμικό δυναμικό θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για ηλεκτροπαραγωγή. Δηλαδή γεωθερμικά πεδία με ρευστά υψηλής ενθαλπίας ή ακόμη και μέσης ενθαλπίας θα χρησιμοποιούταν μετά από ανάλογες μελέτες και έρευνες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς η Ελλάδα είναι από τις λίγες χώρες στην ΕΕ που εντοπίζονται πεδία υψηλής ενθαλπίας. Επίσης γεωλογικές συνθήκες ευνόησαν στο σχηματισμό ενός αξιοσημείωτου γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας. Το ΙΓΜΕ σε έκθεσή του επισημαίνει ότι τα αποθέματα γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας στον ελλαδικό χώρο ισοδυναμούν σε 200,000 toe ανά έτος. Δυστυχώς σήμερα στη χώρα μας αξιοποιούνται μόνο πεδία χαμηλής ενθαλπίας τα οποία συναντώνται σε όλη τη χώρα. Δεν αξιοποιούνται για ηλεκτροπαραγωγή αλλά κυρίως σε θερμά και ιαματικά λουτρά (45%), και για τη θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών γεωργικών καλλιεργειών (55%). Η θερμική ισχύς των εφαρμογών αυτών ανέρχεται περίπου σε 70 MWth. Από τα 51 γεωθερμικά πεδία που είναι καταγεγραμμένα στην Ελλάδα μόνο στα 6 γεωθερμικά πεδία η θερμοκρασία των ρευστών είναι μεγαλύτερη από 90°C, είναι δηλαδή πεδία μέσης και υψηλής ενθαλπίας. Στα υπόλοιπα η θερμοκρασία των ρευστών κυμαίνεται από 25-90°C, δηλαδή είναι πεδία χαμηλής ενθαλπίας. Επίσης η αβαθής γεωθερμία μπορεί να συμβάλει στη θέρμανση και ψύξη κατοικιών και κτηρίων μέσω της χρήσης γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και κατάλληλου εξοπλισμού. Τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί κάποιες καινούργιες κατοικίες με γεωθερμία και κάποια λίγα πιλοτικά έργα σε μεγάλα δημόσια κτήρια. Γενικά παρατηρούμε ότι παρά το δυναμικό που έχει η χώρα η γεωθερμική ενέργεια παραμένει σε πολύ χαμηλά επίπεδα ανάπτυξης (IENEa, 2020).

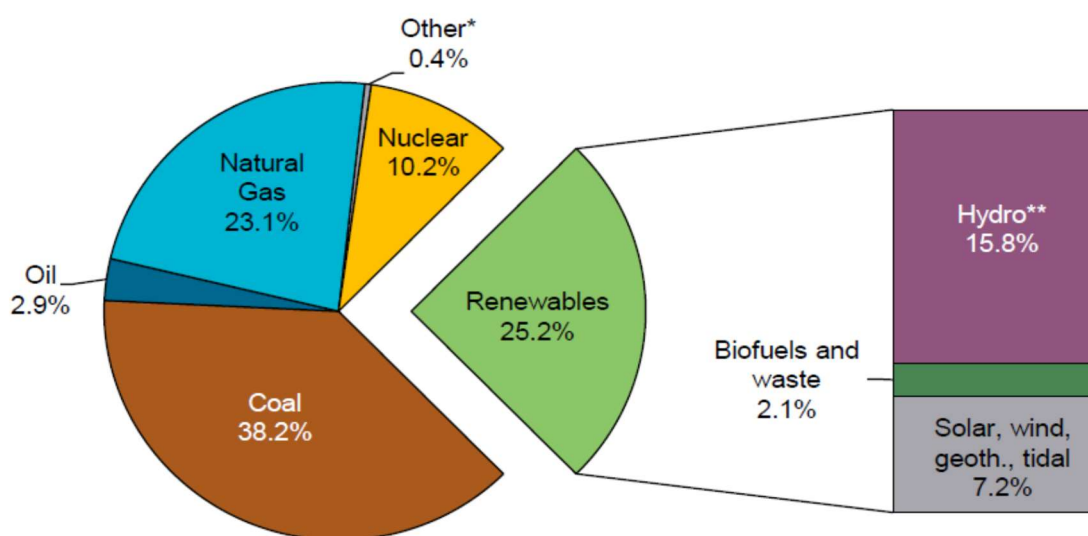
Στην Ελλάδα έχει αξιοποιηθεί το 33% της διαθέσιμης και οικονομικά συμφέρουσας υδροηλεκτρικής ενέργειας. Το 2014 τέθηκε επίσημα σε λειτουργία το υδροηλεκτρικό έργο του Ιλαρίωνα στον Αλιάκμονα ισχύος 159 MW και που αναμένεται να παράγει ενέργεια

ισχύος 413GWH. Το έργο κατασκευάστηκε για λογαριασμό της ΔΕΗ και είναι το τελευταίο μέχρι σήμερα μεγάλο φράγμα που έχει κατασκευαστεί στον ελλαδικό χώρο. Μέσα στο 2021 αναμένετε να συνδεθούν στο σύστημα οι ΥΗΣ Μεσοχώρας (160 MW) και Μετσοβίτικο (29 MW). Από το 2025 και μετά υπάρχει δυνατότητα ένταξης στο σύστημα των ΥΗΣ Αυλάκι Αιτωλοακαρνανίας (νέο έργο υπό αδειοδότησεις των 84 MW), καθώς και των υβριδικών νέων έργων που βρίσκονται σε καθεστώς οριστικών μελετών και δανειοδοτήσεων Αντλιοταμίευση Αγ. Γεωργίου Αμφιλοχίας (460 MW) και Πύργου (220 MW). Η εγκατεστημένη ισχύς των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων (>10) στη χώρα είναι 3.320 MW, ενώ τα ΜΥΗΕ είναι συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 240 MW στο διασυνδεδεμένο σύστημα και 0.3 MW στα ΜΔΝ, σύμφωνα με στοιχεία Δεκεμβρίου 2019 του ΔΑΠΕΕΠ.

Η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα προερχόμενη από τεχνολογίες ΑΠΕ αυξήθηκε σημαντικά την περίοδο 2006-2017 σύμφωνα με στοιχεία του ΕΣΕΚ. Η συνεισφορά των ΑΠΕ για το έτος 2017 στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας άγγιξε το 17%, που είναι ποσοστό σχεδόν διπλάσιο με αυτό του έτους 2006. Σύμφωνα πάλι με τα ίδια στοιχεία η συνεισφορά των ΑΠΕ για το έτος 2017 στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 24,5% σημειώνοντας εντυπωσιακή άνοδο σε σχέση με το 2006 που ήταν 9%. Φωτοβολταϊκά και αιολικά πάρκα κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό από τις τεχνολογίες ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αφού και οι δύο μαζί αγγίζουν το 15% (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2019).

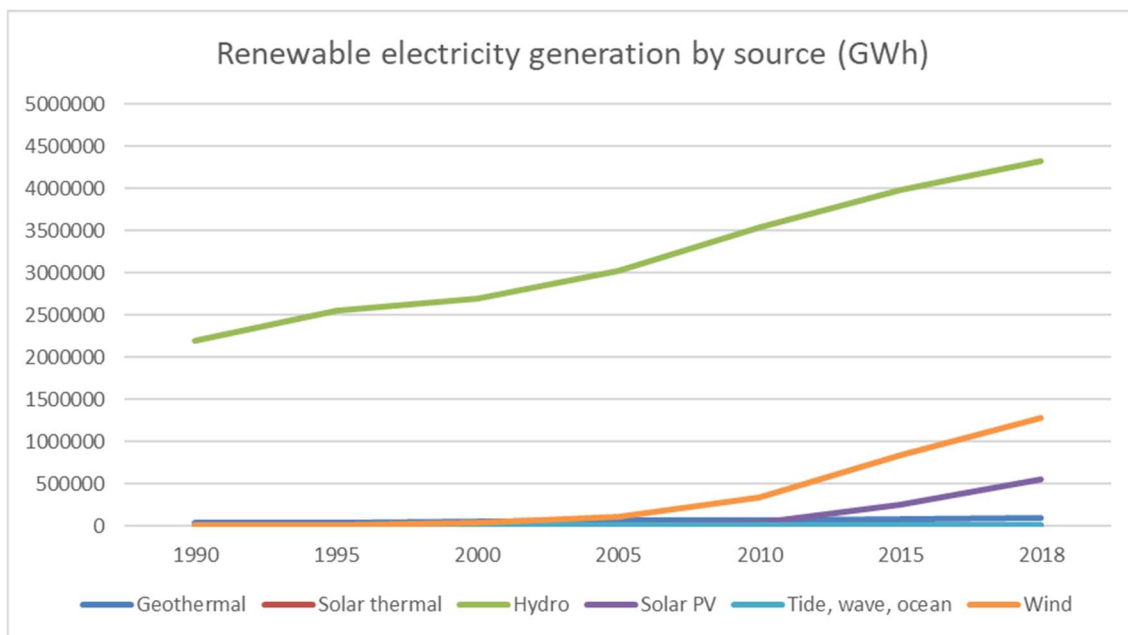
1.8 ΑΠΕ και Ηλεκτρική Ενέργεια στον κόσμο

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή για την παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αντιπροσώπευαν το 25,2% της παγκόσμιας παραγωγής για το έτος 2018. Την πρώτη θέση κατείχε ο άνθρακας και ακολούθησαν μετά τις ΑΠΕ το φυσικό αέριο, η πυρηνική ενέργεια και το πετρέλαιο. Τα τελευταία χρόνια το μερίδιο συμμετοχής στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας των ΑΠΕ και του φυσικού αερίου έχουν επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων και των καιρικών συνθηκών. Στα πλαίσια πολιτικών που αφορούν την ενεργειακή μετάβαση για την μείωση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν ευνοηθεί σημαντικά έναντι των ορυκτών καυσίμων στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (IEAc, 2020).



Διάγραμμα 1.20 Παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά καύσιμο για το 2019 (Πηγή: IEA, Renewables Information, 2020)

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί τη μεγαλύτερη ποσότητα της παραγόμενης ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας. Από το 25,2% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ, στην υδροηλεκτρική ενέργεια οφείλεται το 15,8%. Δηλαδή το 63% της παγκόσμιας ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας είναι από την υδροηλεκτρική ενέργεια. Παρά τους ραγδαίους ρυθμούς ανάπτυξης ηλιακή, αιολική, γεωθερμική και παλίρροϊκή ενέργεια αντιπροσώπευαν το 7,2% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο αντιστοιχεί στο 28,8% της συνολικής ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας για το 2018. Τα βιοκαύσιμα και τα απόβλητα - συμπεριλαμβανομένων των στερεών βιοκαυσίμων- διαδραματίζουν μικρό ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς προμηθεύουν το 2,1% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας (Διάγραμμα 1.20).



Διάγραμμα 1.21 Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στον κόσμο 1990-2018
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ παγκοσμίως, από το 1990 αυξήθηκε κατά μέσο όρο κατά 3,9% ετησίως, δηλαδή είχε μεγαλύτερη αύξηση από τον μέσο ρυθμό αύξησης της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από όλες τις πηγές που ήταν 2,9%. Το 1990 το 19,4% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας παρήχθη από ΑΠΕ, ενώ το 2018 το μερίδιο αυτό αυξήθηκε σε 25,2%.

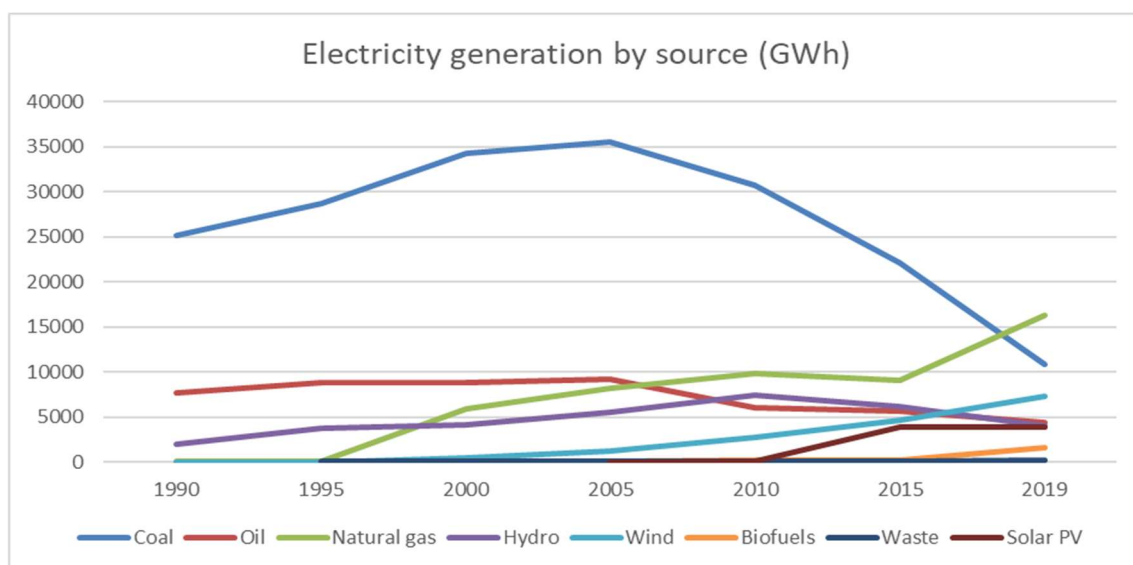
Το χρονικό αυτό διάστημα 1990 με 2018 η παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια από υδροηλεκτρική ενέργεια μειώθηκε από 18,1% σε 15,8%, ενώ από τις υπόλοιπες τεχνολογίες-πηγές ΑΠΕ η παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια αυξήθηκε από 1,3% σε 9,3% αντίστοιχα. Αυτό οφείλεται κυρίως στην μείωση του ρυθμού κατασκευής ΥΗΣ με μεγάλους ταμιευτήρες.

Ο παγκόσμιος μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης για την παραγωγή ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας από το 2010 έως το 2018 ήταν 6,0%. Αυτό επηρεάστηκε έντονα από τους υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης των ηλιακών φωτοβολταϊκών (42,8%), των ηλιακών θερμικών συστημάτων (27,3%) και της αιολικής ενέργειας (17,9%). Οι υπόλοιποι ρυθμοί ανάπτυξης ήταν ενέργεια από παλίρροιας (8,8%), βιοαέριο (8,4%), στερεά βιοκαύσιμα (8,1%), υγρά βιοκαύσιμα (6,6%), γεωθερμική ενέργεια (3,4%), υδροηλεκτρική ενέργεια (2,5%), ανανεώσιμα αστικά απόβλητα (2,0%) (Διάγραμμα 1.21).

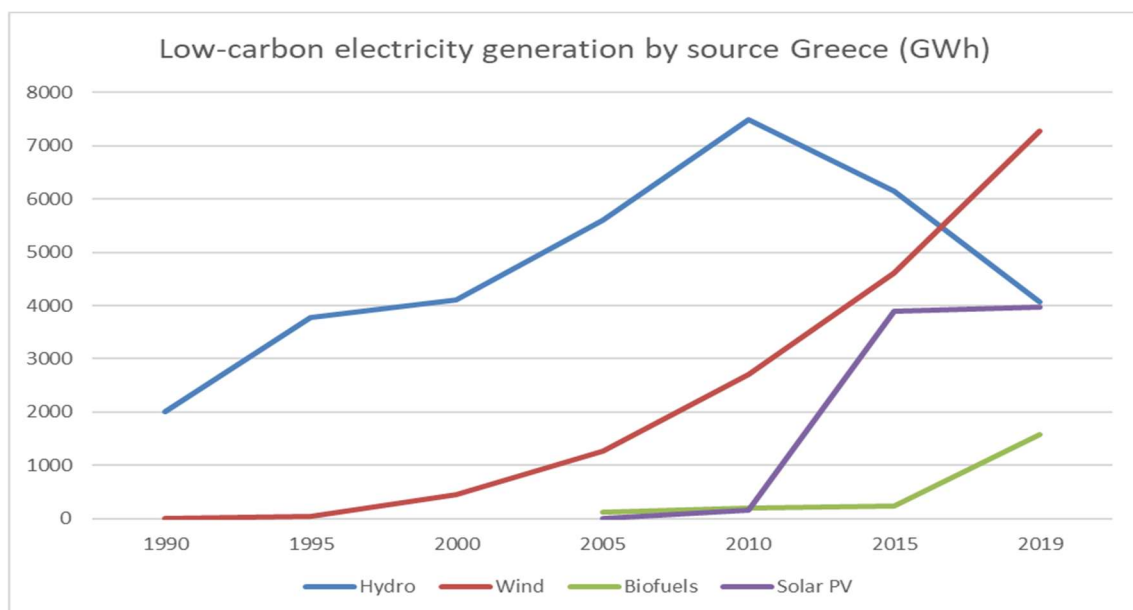
1.9 ΑΠΕ και Ηλεκτρική Ενέργεια στην Ελλάδα

Η ηλεκτροπαραγωγή στη χώρα από τεχνολογίες ΑΠΕ στο διασυνδεδεμένο σύστημα ήταν 12.2 TWh για το έτος 2019, δηλαδή παρουσίασε αύξηση σε σχέση με το 2018 που ήταν 11.1 TWh. Η αύξηση αυτή οφείλεται στη ραγδαία ανάπτυξη της εγκατεστημένης ισχύος αιολικής και ηλιακής ενέργειας και της μείωσης της συνολικής παροχής ηλεκτρικής ενέργειας κατά την τελευταία δεκαετία (IENEa, 2020).

Στα διαγράμματα Διάγραμμα 1.22 και Διάγραμμα 1.23 μπορούμε να παρατηρήσουμε την εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής ανά καύσιμο στην Ελλάδα την περίοδο 1990-2019, καθώς και την αντίστοιχη συμμετοχή των ΑΠΕ την ίδια χρονική περίοδο, σύμφωνα με δεδομένα και στατιστικά του IEA (IEAd, 2020).

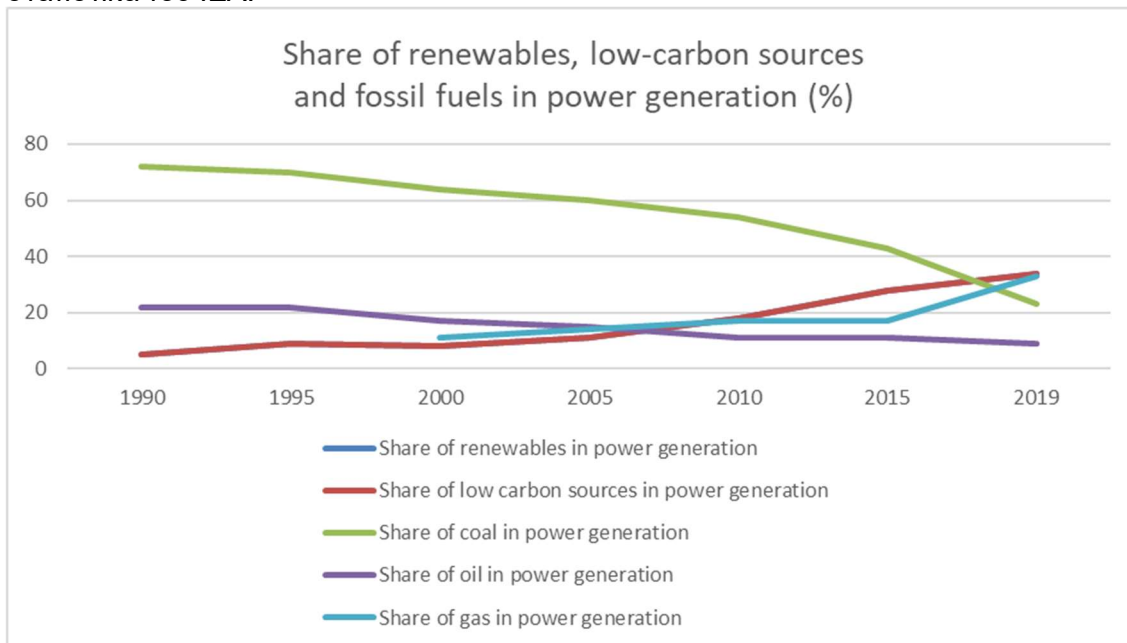


Διάγραμμα 1.22 Ηλεκτροπαραγωγή ανά καύσιμο στην Ελλάδα 1990-2019
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)



Διάγραμμα 1.23 Ηλεκτροπαραγωγή ανά τεχνολογία ΑΠΕ στην Ελλάδα 1990-2019
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

Τέλος στο Διάγραμμα 1.24 μπορούμε να παρατηρήσουμε το ποσοστό συμμετοχής ανά τεχνολογία και καύσιμο στην Ελλάδα την περίοδο 1990-2019, σύμφωνα με δεδομένα και στατιστικά του ΙΕΑ.



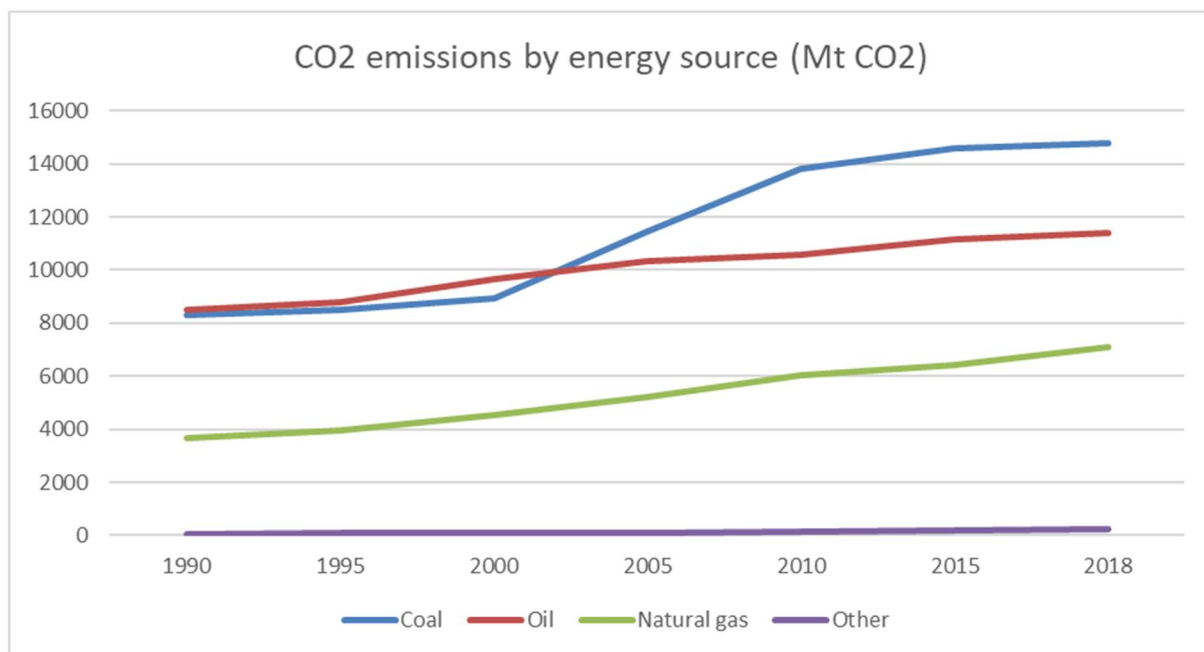
Διάγραμμα 1.24 Ποσοστό συμμετοχής ανά καύσιμο στην ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα 1990-2019 (Πηγή: ΙΕΑ, Data and Statistics, 2020)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: Ενεργειακή μετάβαση και ενεργειακές πολιτικές

2.1 Παγκόσμιες προοπτικές για την ενεργειακή μετάβαση και οι ΑΠΕ

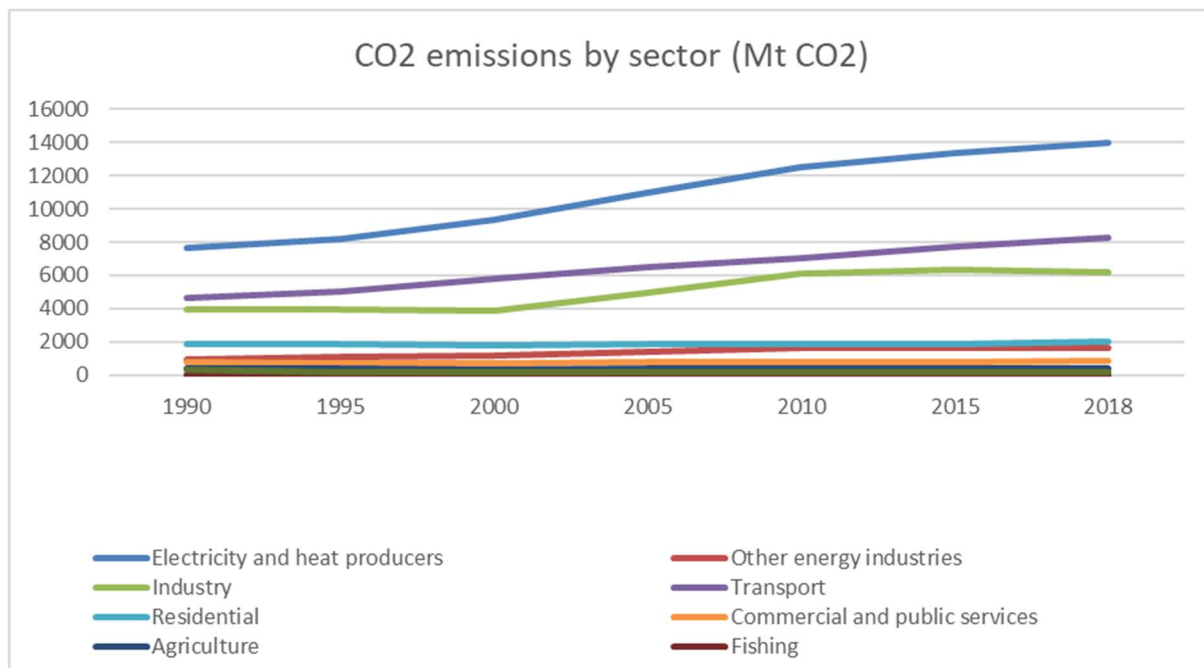
Ο κόσμος έχει εισέλθει σε μια περίοδο ενεργειακής μετάβασης. Η παγκόσμια απαίτηση για επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης και περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, σε συνδυασμό με την ταχεία μείωση του κόστους απόκτησης ΑΠΕ και την αύξηση των επενδύσεων σε ΑΠΕ, έχει θέσει σε κίνηση μετάβασης τον τρόπο παραγωγής, διανομής και κατανάλωσης ενέργειας. Η καινοτομία, η περεταίρω ανάπτυξη ΑΠΕ χαμηλού κόστους και υψηλής ενεργειακής απόδοσης, η χρήση πληροφοριών και οι τεχνολογίες επικοινωνιών είναι απαραίτητες για την επιτάχυνση αυτής της ενεργειακής μετάβασης (IEAa, 2020).

Η σημασία της μείωσης των εκπομπών CO₂ που σχετίζονται με την παραγωγή ενέργειας και της επίτευξης του στόχου περιορισμού της κλιματικής αλλαγής βρίσκεται στο επίκεντρο αυτής της μετάβασης. Η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) της παγκόσμιας οικονομίας πρέπει να μειωθεί κατά 85% τα επόμενα 35 χρόνια, προκειμένου να περιοριστεί η αύξηση της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο κάτω από 2 βαθμούς °C. σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Αυτό σημαίνει μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 2,6% ετησίως κατά μέσο όρο, ή 0,6 Gt ετησίως με απόλυτους όρους (IENEb, 2020). Στα Διαγράμματα Διάγραμμα 2.1 και Διάγραμμα 2.2 παρατηρούμε τις εκπομπές CO₂ ανά καύσιμο και ανά τομέα στον κόσμο την περίοδο 1990-2018 σύμφωνα με δεδομένα και στατιστικά του IEA. Σε αντιστοιχία με τον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό, άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο καταλαμβάνουν τις τρεις πρώτες θέσεις στις εκπομπές CO₂.



Διάγραμμα 2.1 Εκπομπές CO₂ ανά καύσιμο στον κόσμο 1990-2018
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

Βιομηχανία, μεταφορές και παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας οι τομείς που εκπέμπουν περισσότερο CO₂ αντίστοιχα.



Διάγραμμα 2.2 Εκπομπές CO₂ ανά τομέα στον κόσμο 1990-2018
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

Η παγκόσμια ενεργειακή μετάβαση (ή αποκαρβονισμός), για να ευθυγραμμιστεί με το στόχο της Συμφωνίας του Παρισιού για τη μείωση των εκπομπών CO₂ που σχετίζονται με την ενέργεια, πρέπει να επιταχυνθεί τα επόμενα 35 χρόνια, προκειμένου να αποφευχθεί η αύξηση των παγκόσμιων θερμοκρασιών άνω των 2 °C (IENEb, 2020).

Οι κυβερνήσεις διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην επιτάχυνση της ενεργειακής μετάβασης, καθώς έχουν την ευθύνη να θεσπίσουν ένα πολιτικό πλαίσιο που να παρέχει τόσο παρεμβάσεις από τη μεριά του κράτους για απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, όσο και μακροπρόθεσμη βεβαιότητα για τον ιδιωτικό τομέα και εξασφάλιση θετικού κλίματος για την ενεργειακή μετάβαση. Πρέπει να δημιουργήσουν οικονομικά κίνητρα για επενδύσεις ενεργειακών λύσεων χαμηλών εκπομπών CO₂. Ειδικά οι κυβερνήσεις των χωρών του G20 διαδραματίζουν βασικό ρόλο στο θέμα αυτό, δεδομένου ότι αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο μερίδιο των παγκόσμιων εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου (IRENA, 2017).

Η ταχεία ανάπτυξη των ΑΠΕ και οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε υπάρχουσες υποδομές μπορούν να επιτύχουν έως και το 90% των απαιτούμενων μειώσεων CO₂ έως το 2050 και αποτελούν βασικούς πυλώνες της ενεργειακής μετάβασης. Σήμερα κατανοούμε πλήρως και την αναγκαιότητα της ενεργειακής μετάβασης και για το πώς μπορεί να είναι να υλοποιηθεί από τεχνική, πολιτική και επιχειρηματική σκοπιά. Το υπόλοιπο 10% θα επιτευχθεί με την εναλλαγή ορυκτών καυσίμων και την τεχνολογία δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS). Η πυρηνική ενέργεια παραμένει στο σημερινό επίπεδο έως το 2050 και η CCS αναπτύσσεται αποκλειστικά στον βιομηχανικό τομέα. Σε αυτήν την περίπτωση, η ζήτηση ενέργειας το 2050 θα παρέμενε περίπου στο σημερινό επίπεδο λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω αντίστοιχων μέτρων σε διάφορους τομείς. Η εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει να αποκτήσει μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 2,5% ετησίως έως το 2030 και να συνεχιστεί στο ίδιο επίπεδο έως το 2050. Το μερίδιο ΑΠΕ εν τω μεταξύ πρέπει να αυξηθεί από περίπου το 15% του πρωτογενούς ενεργειακού εφοδιασμού το 2015 σε περίπου 65% το 2050 (IRENA, 2017).

Το μείγμα παροχής ενέργειας ανά καύσιμο θα αλλάξει σημαντικά. Τα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να έχουν ρόλο κατά την ενεργειακή μετάβαση. Η συνολική χρήση ορυκτών καυσίμων το 2050 θα είναι το ένα τρίτο του σημερινού επιπέδου αλλά η χρήση άνθρακα θα μειωνόταν περισσότερο, ενώ η ζήτηση πετρελαίου θα ήταν στο 45% του σημερινού επιπέδου, περίπου δηλαδή ισοδύναμη με τον σημερινό όγκο παραγωγής πετρελαίου του ΟΠΕΚ. Τα ορυκτά καύσιμα δεν θα εξαντληθούν, αλλά δεν θα χρησιμοποιούνται πόροι που έχουν υψηλό κόστος παραγωγής και υψηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, όπως πισσώδης άμμος και πετρέλαιο από την Αρκτική. Το φυσικό αέριο θα αποτελέσει «γέφυρα» μεταξύ των ορυκτών καυσίμων και της μεγαλύτερης χρήσης ΑΠΕ και ο ρόλος του θα είναι βραχύβιος, εκτός εάν συνδυαστεί με την μέθοδο CCS (IRENA, 2017).

Μια τέτοια ενεργειακή μετάβαση είναι προσιτή, αλλά θα απαιτήσει πρόσθετες επενδύσεις σε τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών CO₂. Περαιτέρω μειώσεις του κόστους απόκτησης ΑΠΕ και των τεχνολογιών που απαιτούνται, θα αυξήσουν τις επενδύσεις σε αυτούς τους κλάδους και υπολογίζεται ότι το ύψος τους θα αγγίξει τα 145 τρισεκατομμύρια δολάρια την περίοδο 2015-2050 προκειμένου οι ΑΠΕ και οι τεχνολογίες που τις συνοδεύουν να συμβάλλουν στις πολιτικές αποκαρβονοποίησης. Ταυτόχρονα η ελάττωση των προβλημάτων στην ανθρώπινη υγεία και των εκπομπών CO₂ από τα ορυκτά καύσιμα θα εξοικονομήσουν δύο έως έξι φορές περισσότερο από το κόστος του αποκαρβονισμού.

Θα πραγματοποιηθούν σημαντικές διαρθρωτικές οικονομικές αλλαγές. Ενώ οι βιομηχανίες ορυκτών καυσίμων θα υποστούν τις μεγαλύτερες μειώσεις της τομεακής παραγωγής, αυτές που σχετίζονται με κεφαλαιουχικά αγαθά, υπηρεσίες και βιοενέργεια θα σημειώσουν τις υψηλότερες αυξήσεις. Οι απώλειες θέσεων εργασίας στα ορυκτά καύσιμα αντισταθμίζονται πλήρως από νέες θέσεις εργασίας σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η συνολική βελτίωση του ΑΕΠ θα οδηγήσει σε περαιτέρω δημιουργία θέσεων εργασίας σε άλλους οικονομικούς τομείς. Η βελτίωση που θα επέλθει στην ανθρώπινη ευημερία, συμπεριλαμβανομένων οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών πτυχών, θα αποφέρουν οφέλη πολύ μεγαλύτερα από αυτά που καταγράφονται από την όποια αύξηση στο ΑΕΠ.

Οι προσεγγίσεις ανά τομέα για την προσαρμογή στην ενεργειακή μετάβαση, πρέπει να συνδυάζονται με προοπτικές ευρύτερης κλίμακας για την αντιμετώπιση της κύριας πρόκλησης δηλαδή της μείωσης της χρήσης ορυκτών καυσίμων σε τομείς τελικής χρήσης. Οι βαθιές περικοπές εκπομπών CO₂ στον τομέα της ενέργειας αποτελούν βασική ευκαιρία και πρέπει να εφαρμοστούν κατά προτεραιότητα. Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται επί του παρόντος σε καλό δρόμο για την επίτευξη των απαραίτητων μειώσεων εκπομπών CO₂. Επιπλέον, σήμερα η ηλεκτρική ενέργεια αντιπροσωπεύει μόνο το ένα πέμπτο της τελικής χρήσης ενέργειας. Το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας στη συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας θα αυξηθεί στο 30% έως το 2050. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται ευρύτερη σύνδεση μεταξύ του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας και των τομέων τελικής χρήσης όπως οι μεταφορές, τα κτίρια και η βιομηχανία. Στις μεταφορές, ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων πρέπει να αυξηθεί και θα πρέπει να αναπτυχθούν νέες λύσεις για φορτηγά μεγάλων αποστάσεων, αεροπλάνα και τη ναυσιπλοΐα. Είναι σημαντικό τα νέα κτίρια να έχουν υψηλότερη ενεργειακή απόδοση και τα υπάρχοντα να εκσυγχρονίζονται ενεργειακά με επιταχυνόμενο ρυθμό. Τα κτίρια και οι πόλεις θα πρέπει να διευκολύνουν την ολοκλήρωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Υπάρχει ένας σημαντικός ρόλος για τις κυβερνήσεις να διευκολύνουν την κατασκευή υποδομών, όπως σταθμούς επαναφόρτισης, έξυπνα δίκτυα και βιώσιμες αλυσίδες εφοδιασμού με βιομάζα (IRENA, 2017).

2.2 Η ανάγκη για ενεργειακή μετάβαση

Η συνεχόμενη αύξηση στη ζήτηση ενέργειας, η έλλειψη σταθερών τιμών σε ενεργειακά καύσιμα και ενεργειακά προϊόντα καθώς και η ανασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού δημιουργεί σοβαρές προκλήσεις στην ΕΕ. Η παραγωγή και κατανάλωση

ενέργειας εξακολουθεί να έχει υψηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα στις χώρες της ΕΕ. Η ΕΕ έχει θέσει τους παρακάτω στόχους για να έχουν πρόσβαση σε συνεχόμενη, οικονομική και περιβαλλοντικά φιλική ενέργεια τα κράτη, οι επιχειρήσεις και οι πολίτες (IENEb, 2020):

1. Αξιόπιστο, σταθερό και ασφαλή ενεργειακό ανεφοδιασμό
2. Ανταγωνιστικότητα για επίτευξη χαμηλών τιμών
3. Σχεδιασμός και υλοποίηση μιας βιώσιμης ενεργειακής πολιτικής, μέσα στις παραπάνω συνθήκες

Η ΕΕ ήταν από τους πιο ένθερμους υποστηρικτές για την προστασία του περιβάλλοντος από την κλιματική αλλαγή στην παγκόσμια διάσκεψη για το Κλίμα στο Παρίσι το 2015. Στη διάσκεψη αυτή 195 χώρες συμφώνησαν να παραμείνει η αύξηση της θερμοκρασίας κάτω από τους 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα και να επιδιωχθεί ο περιορισμός της αύξησης σε 1.5°C.

Η ΕΕ μετά τη διάσκεψη τον Οκτώβριο του 2016 επικύρωσε τις αποφάσεις της Συμφωνίας του Παρισιού για την Κλιματική Αλλαγή. Θεωρώντας ότι το 66% των παγκόσμιων ρύπων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, προκύπτουν από την παραγωγή και τη χρήση ενέργειας, δεσμεύτηκε για την υλοποίηση ενός προγράμματος για μετάβαση από το υπάρχον ενεργειακό σύστημα σε ένα νέο σύστημα με ποιο καθαρή ενέργεια.

Ο Διεθνής Οργανισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (IRENA), εκτιμά ότι μέχρι το 2050 μπορεί να πραγματοποιηθούν επενδύσεις στον τομέα των ΑΠΕ τουλάχιστον 110 τρισεκατομμυρίων δολαρίων, να αυξηθεί το ΑΕΠ κατά 2,4% και να τετραπλασιαστούν οι θέσεις εργασίας στον τομέα των ΑΠΕ. Μάλιστα, ο IRENA υπολογίζει ότι κάθε 1 δολάριο που θα επενδύεται-δαπανάτε για την ενεργειακή μετάβαση θα αποδίδει 3-8 δολάρια. Η απόδοση αυτή προέρχεται από τον περιορισμό του κόστους αρνητικών επιπτώσεων από την κλιματική αλλαγή και τα υγειονομικά προβλήματα της μόλυνσης του περιβάλλοντος.

Κατά τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA) η διαδικασία της ενεργειακής μετάβασης σε ένα σύστημα πιο καθαρής ενέργειας θα υπηρετείται από του παρακάτω στόχους:

1. Υιοθέτηση πολιτικών που θα υπηρετούν τους κλιματικούς στόχους και νέες θέσεις εργασίας μέσω αυτών. Όσοι εμπλέκονται στη χάραξη τέτοιων πολιτικών, θα πρέπει να επιδιώκουν διευρυμένα πλαίσια συνεργασίας για την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Η περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ και ο ενεργειακός εκσυγχρονισμός των υπάρχουσών υποδομών και συστημάτων μπορεί να συμβάλλει σ' αυτή την κατεύθυνση.
2. Πρωταγωνιστικός ρόλος του δημόσιου τομέα με δημόσιες ενεργειακές επενδύσεις για την ενεργειακή μετάβαση. Το δημόσιο θα πρέπει να έχει ηγετικό ρόλο τόσο στη χάραξη πολιτικών όσο και στην υλοποίηση επενδύσεων για μια πιο καθαρή ενέργεια.
3. Η οικονομική ανάκαμψη, ειδικά μετά την πανδημία του COVID-19, θα πρέπει σε μεγάλο βαθμό να στηριχθεί σε επενδύσεις για τον ενεργειακό εκσυγχρονισμό των υπάρχουσών υποδομών, την ενεργειακή αποδοτικότητα, τις ΑΠΕ και την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας. Η προτεραιοποίηση των παραπάνω επενδύσεων θα υποστηρίξουν το υπάρχον εργατικό δυναμικό σε αντίστοιχες βιομηχανίες, θα δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας και θα συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

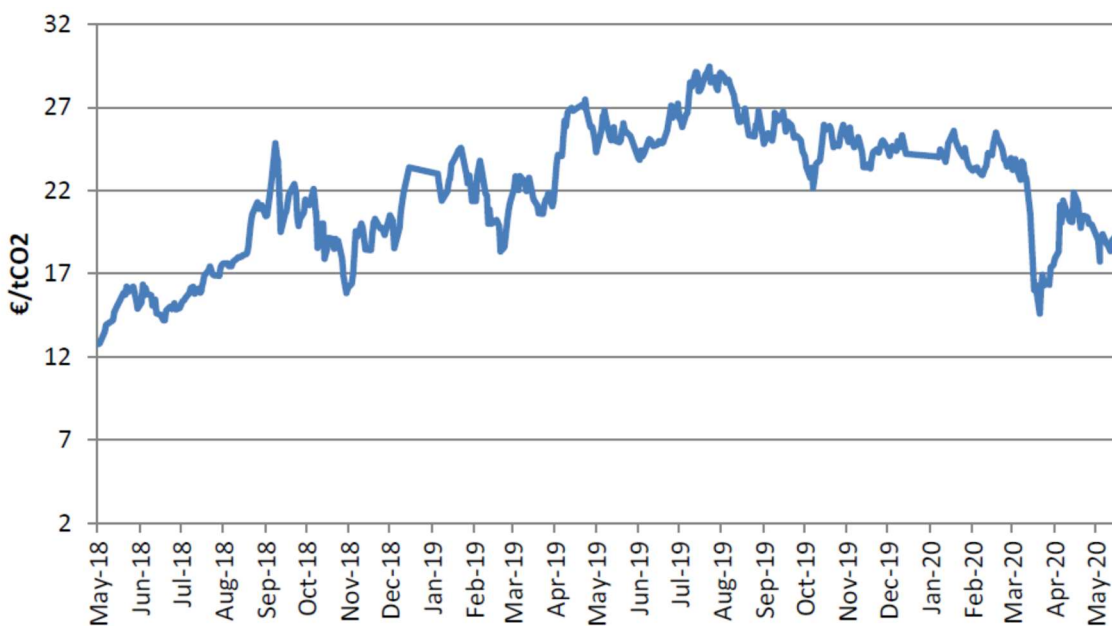
Η ΕΕ το 2003 με την ευρωπαϊκή οδηγία (Οδηγία 2003/87/ΕΚ, n.d.) θεσμοθέτησε ένα σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών (EU ETS), δηλαδή έναν μηχανισμό για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η λειτουργία του μηχανισμού EU ETS βασίζεται στο εξής σκεπτικό: για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ορίζεται η μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων, ώστε να υπηρετούνται οι περιβαλλοντικοί στόχοι που έχουν τεθεί και εκδίδονται δικαιώματα εκπομπών (EUAs). Η τιμή των EUAs καθορίζεται από την αγορά

ελευθέρα και σε τέτοιο επίπεδο τιμών, ώστε να είναι εφικτή η μείωση του εκπομπών τους σε διάφορες δραστηριότητες. Η ΕΕ με το μηχανισμό EU ETS έθεσε σαν στόχο τη μείωση τουλάχιστον του 50% των εκπομπών αερίων από κύριες δραστηριότητες όπως η ηλεκτροπαραγωγή, οι μεγάλες βιομηχανίες και σε δεύτερη φάση οι αερομεταφορές (IENEb, 2020).

Η ίδρυση του μηχανισμού EU ETS στηρίχθηκε σε ιστορικά δεδομένα εκπομπών αερίων στην ΕΕ. Επειδή όμως από την μία έπρεπε να προστατευθούν οι ευρωπαϊκές επιχειρήσεις και βιομηχανίες από ανταγωνισμό εκτός της ΕΕ (μέσω δωρεάν παροχής δικαιωμάτων εκπομπών) και η οικονομική κρίση του 2008, προκάλεσαν την καθίζηση της τιμής σε 5€ /ton CO₂. Η χαμηλή αυτή τιμή έπαψε να αποτελεί κίνητρο για προσπάθειες μείωσης των ρύπων

Το 2013 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή καθιέρωσε και το 2014 έθεσε σε λειτουργία έναν παρεμβατικό μηχανισμό για τη στήριξη της τιμής, το Αποθετήριο Σταθεροποίησης της Αγοράς (Market Stability Reserve - MSR).

Ο μηχανισμός αυτός παρεμβαίνει παρακρατώντας ή πωλώντας δικαιώματα ώστε η λεγόμενη συνολική ποσότητα κυκλοφορούντων δικαιωμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση να παραμένει μεταξύ 833 και 400 εκατ. EUAs. Το EU ETS έχει ένα σοβαρό μειονέκτημα καθώς είναι πολύ ευαίσθητο σε μεταβολές που παρουσιάζει ο κίνδυνος για τη σταθερότητα του ενεργειακού συστήματος.

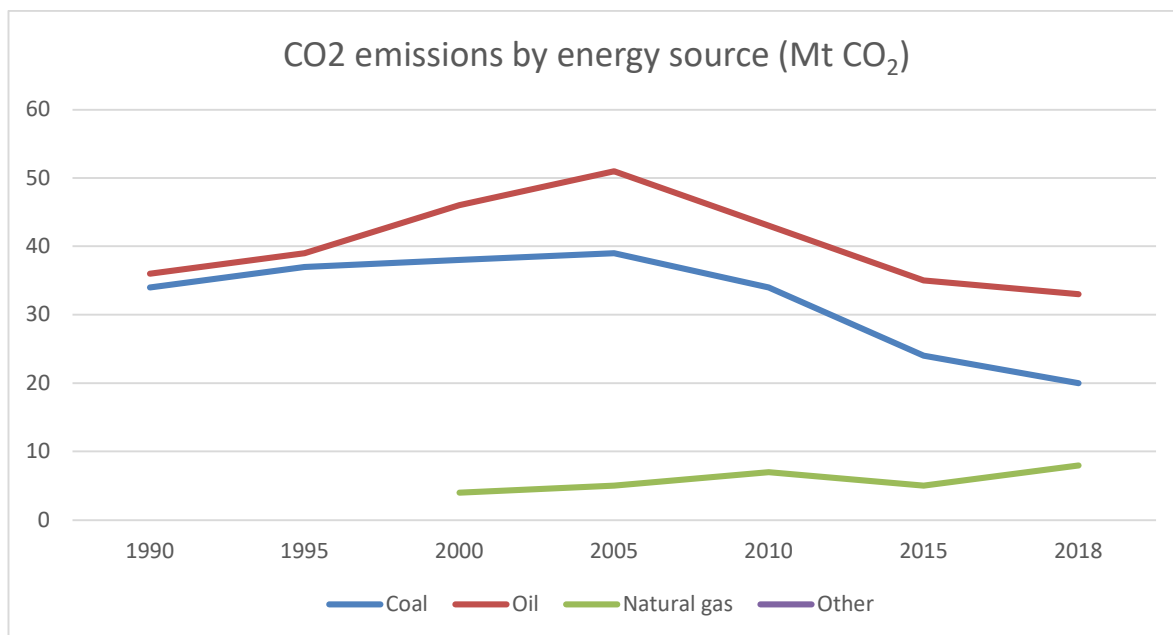


Διάγραμμα 2.3 Τιμές Ευρωπαϊκών εκπομπών ρύπων το διάστημα Μάϊος 2018- Μάϊος 2020 (Πηγή: European Energy Exchange,2020)

2.3 Η απολιγνητοποίηση βασικό συστατικό για την ενεργειακή μετάβαση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος

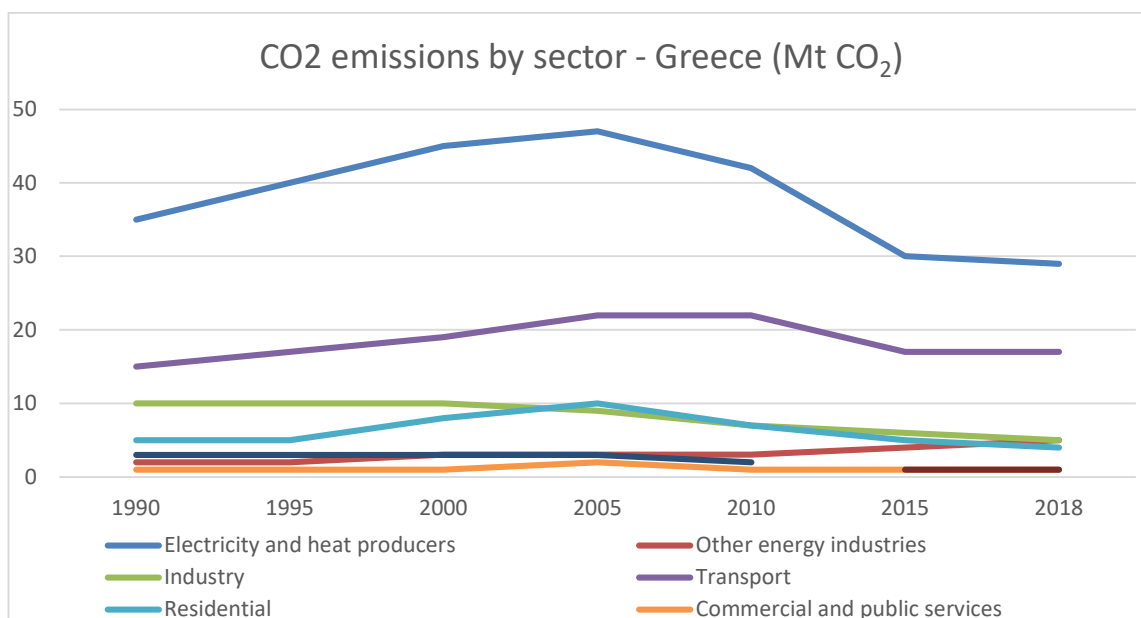
Για τη χώρα μας το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) που επικαιροποιήθηκε το 2019, θέτει ως προτεραιότητα την απολιγνητοποίηση του μίγματος παραγωγής του ελληνικού ενεργειακού συστήματος έως το 2030. Στο πλαίσιο μιας ενεργειακής μετάβασης σε μια οικονομία μηδενικών εκπομπών CO₂ έως το 2050, το ΕΣΕΚ είναι για την Ελλάδα ο αναλυτικός οδηγός για την επίτευξη ενεργειακών στόχων. Παρουσιάζει όλες τις πολιτικές και προτεραιότητες που πρέπει να ληφθούν σε πολλαπλούς τομείς αναπτυξιακών και οικονομικών δραστηριοτήτων της ελληνικής

κοινωνίας (IENEb, 2020). Στην Ελλάδα άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο καταλαμβάνουν τις τρεις πρώτες θέσεις στις εκπομπές CO₂ (Διάγραμμα 2.4).



Διάγραμμα 2.4 Εκπομπές CO₂ ανά καύσιμο στην Ελλάδα 1990-2018
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

Βιομηχανία, μεταφορές, παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας και οικιακή χρήση ενέργειας οι τομείς που εκπέμπουν περισσότερο CO₂ αντίστοιχα (Διάγραμμα 2.5).



Διάγραμμα 2.5 Εκπομπές CO₂ ανά τομέα στην Ελλάδα 1990-2018
(Πηγή: IEA, Data and Statistics, 2020)

Ο στόχος της απολιγνητοποίησης και της καθαρής οικονομίας συμβαδίζει με τις διεθνείς ενεργειακές εξελίξεις και τον ευρωπαϊκό στόχο για να γίνει η Ευρώπη ουδέτερη κλιματικά

Ήπειρος μέχρι το 2020. Η απολιγνητοποίηση βέβαια θα πρέπει να συνδεθεί από δράσεις στήριξης των περιοχών που πλήττονται και από την εκμετάλλευση του υψηλού επιστημονικού και εργατοτεχνικού δυναμικού που διαθέτουν.

Η μετάβαση σε μια εποχή χωρίς λιγνίτη είναι δυνατή με τη στήριξη και την αντικατάστασή του από ενέργεια μέσω ΑΠΕ και από μαζικές πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας στις υπάρχουσες υποδομές της χώρας.

2.4 Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική και στόχοι

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα για την Ευρωπαϊκή ήπειρο, είναι να καταστεί η Ευρώπη ήπειρος περιβαλλοντικά ουδέτερη μέχρι το 2050. Αυτός ο στόχος-πρόκληση μεταφράζεται πως μέχρι το 2050 δεν θα εκπέμπονται από χώρες της Ευρωπαϊκής ηπείρου αέριοι ρύποι που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή. Εκτιμάται πως με αυτό τον τρόπο θα υπάρξει συμβολή στη σταθεροποίηση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. Υπηρετώντας το σκοπό αυτό, το Δεκέμβριο του 2019 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (Green Deal). Αποτελεί την πιο φιλόδοξη προσπάθεια μέχρι σήμερα που αποσκοπεί να αποκτήσουν οφέλη οι πολίτες και οι επιχειρήσεις της ΕΕ από την ενεργειακή μετάβαση. Τα μέτρα που θα ληφθούν αφορούν από τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων έως επενδύσεις για έρευνα και έργα στον τομέα τις πράσινης ενέργειας.

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία αφορά πολλούς κλάδους όπως μεταφορές, ενέργεια, γεωργία, κτήρια και τις βιομηχανίες χάλυβα, σκυροδέματος, κλωστοϋφαντουργίας και τη χημική βιομηχανία. Για όλους τους κλάδους που θα μετέχουν της προσπάθειας θα υπάρξει μια μεταβατική περίοδος κατά την οποία όσες χρειάζονται θα λάβουν εθνική και κοινοτική στήριξη.

Μέχρι το 2030 υπολογίζεται ότι θα επενδυθούν 260 δισεκατομμύρια ευρώ για την επίτευξη των στόχων της Πράσινης Συμφωνίας, ποσό ίσο με το 1,5% του ΑΕΠ του 2018. Περίπου 250 δισεκατομμύρια ευρώ, που αντιστοιχούν στο 25% του μακροπρόθεσμου ευρωπαϊκού προϋπολογισμού θα διατεθούν για την κλίμα.

Η εκπλήρωση του στόχου της κλιματικής ουδετερότητας μέχρι το 2050 απαιτεί την αναθεώρηση του στόχου της μείωσης της εκπομπής αερίων κατά 40% που είχε τεθεί το 1990, σε περεταίρω μείωση που θα αγγίζει τουλάχιστον το 55%. Ο κάθε κλάδος θα πρέπει να παρουσιάσει συγκεκριμένες προτάσεις για την μείωση των ρύπων.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή το καλοκαίρι του 2020 γνωστοποίησε τη στρατηγική για το ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα και το υδρογόνο, παρουσιάζοντας άξονες και στόχους ανά τομέα, για το μεσοδιάστημα του 2030 και τον τελικό σκοπό/στόχο της κλιματικής ουδετερότητας το 2050.

Για τη χρονιά που μας πέρασε, το 2020, η ΕΕ είχε θέσει του εξής στόχους:

- 20% μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με το 1990,
- 20% αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ επί της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και
- 20% βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Στόχοι ΕΕ για το 2030

Είναι δικαίωμα κάθε πολίτη της ΕΕ η πρόσβαση σε ασφαλή, βιώσιμη, οικονομική και ανταγωνιστική ενέργεια. Όσο απλό και αν ακούγεται η επίτευξη αυτού του στόχου αποτελεί μεγάλη πρόκληση για ην ΕΕ. Ταυτόχρονα η ΕΕ είναι ο μεγαλύτερος εισαγωγέας ενέργειας με πάνω από το 50% των αναγκών της να καλύπτονται από εισαγωγές, το μεγαλύτερο ποσοστό των κτηρίων της είναι ενεργοβόρα, ενώ οι χονδρεμπορικές τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι κατά 25% υψηλότερες απ' ό,τι στις ΗΠΑ.

Έτσι, μέσα στο παραπάνω πλαίσιο η ΕΕ έθεσε τους παρακάτω στόχους έως το 2030:

- 40% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, σε σύγκριση με το 1990,

- 37,5% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τα νέα επιβατικά, 31% για τα ημιφορτηγά και 30% για τα φορτηγά, με βάση τα επίπεδα εκπομπών που θα έχουν το 2021,
- 32% αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ επί της τελικής κατανάλωσης ενέργειας,
- 32,5% βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας,
- προώθηση ηλεκτρικών διασυνδέσεων σε ποσοστό 5% (δηλ. το 15% της ενέργειας που παράγεται πρέπει να μπορεί να μεταφέρεται και προς άλλες χώρες της ΕΕ).

Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και Μηχανισμός Δίκαιης Μετάβασης

Όπως ειπώθηκε και πιο πάνω η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, περιγράφει και καθορίζει τον τρόπο για τη μετατροπή της Ευρώπης σε ενεργειακά ουδέτερη ήπειρο. Από τους πιο κύριους στόχους της, η περαιτέρω μείωση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου απλό της χώρες της ΕΕ κατά 55% σε σχέση με το 1990.

Κάνει αναφορά για τις επενδύσεις που απαιτούνται, προσπαθεί να σκιαγραφήσει τα χρηματοδοτικά εργαλεία για την υλοποίησή τους και θέτει τους κανόνες με βάση τους οποίους η ενεργειακή μετάβαση θα είναι δίκαια χωρίς αποκλεισμούς.

Για την υλοποίηση της συμφωνίας αυτής απαιτούνται πολύ σημαντικές επενδύσεις σε όλη την ΕΕ τόσο δημόσιες όσο και ιδιωτικές. Για την υλοποίηση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, παρουσιάστηκε το 2020 το επενδυτικό σχέδιο «Βιώσιμη Ευρώπη». Σε αυτό περιγράφονται μέθοδοι για δημόσιες επενδύσεις και πως μπορούν να βοηθηθούν ιδιωτικές επενδύσεις μέσω ευρωπαϊκών μηχανισμών, που στο σύνολό τους μπορεί να φθάσουν το 1 τρισεκατομμύριο ευρώ.

Από τη μία η ενεργειακή μετάβαση αφορά όλες τις χώρες της ΕΕ, από την άλλη όμως το κάθε εθνικό ενεργειακό σύστημα έχει διαφορές. Έτσι οι προσαρμογές των εθνικών ενεργειακών συστημάτων στις κοινές αρχές της ενεργειακής μετάβασης θα επηρεάσουν ξεχωριστά την κάθε χώρα και περιφέρεια. Κάποιες από αυτές θα επηρεαστούν πιο βαριά και θα υποστούν βαθύ οικονομικό και κοινωνικό μετασχηματισμό. Ο Μηχανισμός Δίκαιης Μετάβασης (Just Transition Mechanism) αναμένεται να παρέχει στήριξη στις εν λόγω περιοχές.

Ο ΜΔΜ αποτελεί βασικό εργαλείο, ιδιαίτερα για τις χώρες και τις περιοχές που θα επιβαρυνθούν σημαντικά, ώστε η ενεργειακή μετάβαση προς την πράσινη οικονομία να συμβεί με δίκαιο τρόπο.

Στόχοι ΕΕ για το 2050

Οι στόχοι για το 2050 περιλαμβάνουν:

- 80-95% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με το 1990.

Μπορούμε να πούμε πως με βάση του στόχους που είχαν τεθεί για το 2020 η ΕΕ βρίσκεται σε καλό δρόμο καθώς μέχρι σήμερα γνωρίζουμε ότι έχουν επιτευχθεί :

- 23% μείωση των εκπομπών αερίων του την περίοδο 1990-2018
- 17,5% κατανάλωση ενέργειας προερχόμενη από ΑΠΕ μέχρι το 2017, ενώ το 2008 το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 11,3%, και
- Εφόσον από τα κράτη μέλη έχουν εφαρμοστεί όλες οι νομοθετικές παράμετροι για την ενεργειακή αποδοτικότητα αναμένεται βελτίωση της τάξης 18-19%, πολύ κοντά δηλαδή στο στόχο του 20%

2.5 Ελληνική ενεργειακή πολιτική και στόχοι

Στο πλαίσιο της ενεργειακής μετάβασης προς μια πιο καθαρή ενέργεια, η κάθε χώρα μέλος της ΕΕ θέτει συγκεκριμένους στόχους. Από τη στιγμή που οι περισσότερες χώρες αποδέχονται την ανάγκη για τη μετάβαση, οι στόχοι αυτοί θέτονται με τη συνεργασία

όλων των κυβερνήσεων. Για τη χώρα μας μπορεί οι Βρυξέλλες να καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τους άξονες της ενεργειακής πολιτικής της Ελλάδας, αλλά από την άλλη υπάρχει και η ευελιξία ανά χώρα, να αναπτύξει ενεργειακούς πόρους σε τομείς που θεωρεί ότι έχει πλεονεκτήματα. (πχ ύπαρξη υδρογονανθράκων, ΑΠΕ κλπ)

Η πιο σημαντική επίπτωση για τη χώρα μας από την αποδοχή εκ' μέρους της για την ανάγκη της ενεργειακής μετάβασης είναι η χρήση του λιγνίτη. Το ελληνικό ενεργειακό σύστημα στα πρώτα του βήματα στηρίχθηκε στη χρήση του λιγνίτη, καθώς είναι το μόνο ορυκτό καύσιμο που διέθετε η χώρα μας. Έτσι η Ελλάδα σήμερα υιοθετώντας πολιτικές για την ενεργειακή μετάβαση, μειώνει σταδιακά τη χρήση λιγνίτη για την παραγωγή ενέργειας. Η μείωση αυτή εξισορροπείται από τις εισαγωγές φυσικού αερίου και την ανάπτυξη των ΑΠΕ. Μια οικονομική διάσταση της παραπάνω πολιτικής είναι η ελάττωση της κερδοφορίας της ΔΕΗ.

Η χώρα μας με τον πιο επίσημο τρόπο και μέσω του πρωθυπουργού της χώρας ανακοίνωσε στη σύνοδο του ΟΗΕ για το κλίμα τον Σεπτέμβριο του 2019 το πλάνο απολιγνητοποίησης, το οποίο περιλαμβάνει το κλείσιμο όλων των λιγνιτικών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2028. Ακόμα και η νέα μονάδα 5 στην Πτολεμαίδα ένα από τα μεγαλύτερα δημόσια έργα που εκτελείται στη χώρα μας, κόστους 1,3 δισεκατομμυρίων ευρώ με την πιο σύγχρονη τεχνολογία στον τομέα παραγωγής ενέργειας από λιγνίτη, από το 2028 θα μεταπέσει σε ηλεκτροπαραγωγή από φυσικό αέριο (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2019).

Η συμβατότητα στόχων μεταξύ ενεργειακής πολιτικής της Ελλάδος και της ΕΕ απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.1):

Πίνακας 2.1 Σύνοψη Εθνικών Στόχων στα πλαίσια του αναθεωρημένου ΕΣΕΚ, 2030

Εντός στόχου: 2030	Τελικό ΕΣΕΚ	Αρχικό σχέδιο ΕΣΕΚ	Νέοι στόχοι ΕΣΕΚ σε σχέση με στόχους Ευρωπαϊκής Ένωσης
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ενέργειας	≥35%	31%	Αυξημένος βαθμός φιλοδοξίας σε σχέση με Ευρωπαϊκό κεντρικό στόχο 32% ΕΕ
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	≈61% - 64%	56%	
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας	≈16,1-16,5 Mtoe (≥38% σε σχέση με προβλέψεις 2007)	18,1 Mtoe	Αυξημένος βαθμός φιλοδοξίας σε σχέση με Ευρωπαϊκό κεντρικό στόχο 32,5% και επίτευξη στόχου βάσει νέου δείκτη ΕΕ για μείωση κατανάλωσης σε σχέση με το έτος 2017
Μερίδιο Λιγνίτη στην Ηλεκτροπαραγωγή	0%	16,5%	
Μείωση ΑτΘ	≥ 42% vs σε σχέση με 1990, ≥ 55% σε σχέση με 2005	32% σε σχέση με 1990, 48% σε σχέση με 2005	Σε ταύτιση με κεντρικούς Ευρωπαϊκούς στόχους και υπεραπόδοση σε σχέση με εθνικές δεσμεύσεις στους τομείς εκτός ΣΕΔΕ

Πηγή: IENE, Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας, Ετήσια Έκθεση 2020

Ο εθνικός ενεργειακός σχεδιασμός περιλαμβάνει την επίτευξη των παρακάτω στόχων :

- Τη δημιουργία για όλους τους οικονομικούς κλάδους ενός βιώσιμου μοντέλου ανάπτυξης
- Τον ταυτόχρονο εκσυγχρονισμό και ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα με την προστασία του περιβάλλοντος για τη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής
- Ενεργειακή μετάβαση μέσω επιλογής αντίστοιχων πολιτικών με τη βέλτιστη σχέση κόστους οφέλους
- Αξιοποίηση απορριμμάτων με τις τεχνολογίες της κυκλικής οικονομίας

- Συμβολή της Ελλάδος στην ενεργειακή ασφάλεια και στον ενεργειακό εφοδιασμό της ΕΕ, μέσω της μετατροπής της σε σημαντικό ενεργειακό
- Ενεργειακή διασύνδεση με διασυνδεδεμένων περιοχών και νήσων, εκσυγχρονισμός – ανάπτυξη ενεργειακών υποδομών και στρατηγική διαχείριση των εισαγωγών ενέργειας μέσω διαφοροποίησης των πηγών προέλευσης
- Στήριξη της ενεργειακής μετάβασης μέσω φιλικού επενδυτικού περιβάλλοντος
- Αξιοποίηση εθνικών και ευρωπαϊκών χρηματοδοτικών εργαλείων
- Εξωστρέφεια και καινοτομία για τη δημιουργία αναπτυξιακού κλίματος και νέες θέσεις εργασίας

Το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα περιλαμβάνει δέσμη μέτρων για το σχεδιασμό, τον προγραμματισμό και την υλοποίηση πολιτικών για την επίτευξη εθνικών και ευρωπαϊκών ενεργειακών στόχων.

Οι στόχοι της Ελλάδας για την ενέργεια και το κλίμα μέχρι το 2030, διαμορφώνονται από πολλούς παράγοντες, όπως: συγκεκριμένες δεσμεύσεις της χώρας ως μέλος της ΕΕ, τα χαρακτηριστικά-ιδιαιτερότητες του ελληνικού ενεργειακού μας συστήματος, την εγχώρια δυνατότητα για την ανάπτυξη τεχνολογιών και εφαρμογών, τις δυνατότητες και την ταχύτητα προσαρμογής στην ενεργειακή μετάβαση, και κοινωνικά, οικονομικά, πολιτικά χαρακτηριστικά της χώρας. Μέσα από αυτή τη ζωντανή και εξελισσόμενη διαδικασία διάφοροι εθνικοί στόχοι προσαρμόζονται πάνω στους και που προτείνονται τελικά στο πλαίσιο του παρόντος εθνικού σχεδίου.

Επίσης οι περισσότεροι στόχοι για το 2030 , αποτελούν ενδιάμεσους στόχους για την κομβική χρονολογία του 2050 και τη δέσμευση της χώρας μας για συμμετοχή στην προσπάθεια της Ευρώπης να καταστεί περιβαλλοντικά ουδέτερη ήπειρος.

Η Ενεργειακή Στρατηγική της Ελλάδας με το βλέμμα στραμμένο στο 2050

Η Ελλάδα μετά τη δέσμευσή της για την ενεργειακή μετάβαση και την περιβαλλοντικά ουδέτερη Ευρώπη μέχρι το 2050, εκτός του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα έχει εκπονήσει και τη Μακροχρόνια Ενεργειακή Στρατηγική για το 2050.

Στο ΕΣΕΚ όπως έχουμε τονίσει αναφέρονται αναλυτικά οι στόχοι που θέτει η χώρα και οι πολιτικές για την υλοποίησή τους για την μετάβαση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος μέχρι το 2050. Η Μακροχρόνια Ενεργειακή Στρατηγική εκπονήθηκε συμπληρωματικά με το ΕΣΕΚ, το οποίο αποτελεί το κεντρικό στρατηγικό σχέδιο βάσει του οποίου υλοποιούνται συγκεκριμένα μέτρα πολιτικής στους τομείς της ενέργειας και του κλίματος.

Τα χρόνια από το 2030 έως το 2040 , θα είναι κρίσιμα καθώς θα πρέπει τότε να γίνει προσεκτική επιλογή ώριμων τεχνολογιών για τις ανάγκες της χώρας, αλλά και να συνεχιστούν ήδη πετυχημένα μέτρα για την επίτευξη στόχων προς το 2050 με μεγαλύτερη ένταση και ρυθμό.

Η Μακροχρόνια Ενεργειακή Στρατηγική εξετάζει σενάρια για το ελληνικό ενεργειακό σύστημα και την τελική ενεργειακή κατανάλωση ανά τομέα. Τα σενάρια αυτά θα αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικής επεξεργασίας και θα συνεισφέρουν στην επιλογή κατάλληλων τεχνολογιών και μέτρων πολιτικής για την τροποποίηση του ελληνικού συστήματος παραγωγής και κατανάλωσης με το βλέμμα στην επίτευξη του βασικού στόχου για το 2050.

2.6 Οι ΑΠΕ και η συμμετοχή τους στο νέο ενεργειακό μίγμα υπό το καθεστώς ενεργειακής μετάβασης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος

Το ΕΣΕΛ θέτει ως στόχο το μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας να φθάσει το 35%. Ειδικότερα το μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας να φθάσει το 61%, για την ψύξη και θέρμανση στο 42,5% και στις μεταφορές το 19% (Πίνακας 2.2).

Ο κεντρικός στόχος ανάπτυξης των ΑΠΕ είναι η όσο δυνατόν μεγαλύτερη συμμετοχή τους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για το λόγο αυτό ο συγκεκριμένος τομέας θα αποτελεί βασική προτεραιότητα εφαρμογής των κατάλληλων πολιτικών για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου. Για να καταστεί δυνατή η συμμετοχή των ΑΠΕ σε ποσοστό 60% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα απαιτηθεί τουλάχιστον ο διπλασιασμός της εγκατεστημένης ισχύς τους, με εξαίρεση τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα άνω των 15 MW.

Πίνακας 2.2 Μερίδιο ΑΠΕ ανά στόχο και τομέα μέχρι το έτος 2030

Εξέλιξη μεριδίων ΑΠΕ	2020	2022	2025	2027	2030
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ενέργειας [%]	19,7%	23,4%	27,1%	29,6%	35,0%
Μερίδιο ΑΠΕ στην Τελική Κατανάλωση για Θέρμανση και Ψύξη [%]	30,6%	33,8%	36,8%	38,3%	42,5%
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Κατανάλωση Ηλεκτρισμού [%]	29,2%	38,6%	46,8%	52,9%	61,0%
Μερίδιο ΑΠΕ στην Τελική Κατανάλωση για Μεταφορές [%]	6,6%	7,3%	10,1%	11,7%	19,0%

Πηγή: ΕΣΕΚ, 2019

Πίνακας 2.3 Πρόοδος ως προς το μερίδιο συμμετοχής ΑΠΕ ανά τομέα μέχρι το έτος 2030

Εξέλιξη προόδου ως προς στο μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ για την επίτευξη του στόχου του 2030	2022	2025	2027	2030
στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ενέργειας	31,8%	53,6%	68,5%	100%
στην Τελική Κατανάλωση για Θέρμανση και Ψύξη	27,0%	52,3%	64,5%	100%
στην Ακαθάριστη Κατανάλωση Ηλεκτρισμού	29,6%	55,4%	74,6%	100%
στην Τελική Κατανάλωση για Μεταφορές	5,6%	28,3%	41,3%	100%

Πηγή: ΕΣΕΚ, 2019

Στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, οι τεχνολογίες ΑΠΕ που αναμένεται να έχουν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη είναι τα αιολικά και τα φωτοβολταϊκά πάρκα. Τίθεται για πρώτη φορά και ένας γενικός τεχνολογικός στόχος μέχρι το έτος 2030 να λειτουργούν θαλάσσια αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 250 MW.

Πίνακας 2.4 Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ μέχρι το έτος 2030

Ηλεκτροπαραγωγή - Εγκατεστημένη Ισχύς [GW]	2020	2022	2025	2027	2030
Βιομάζα & Βιοαέριο	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Υ/Η	3,4	3,7	3,7	3,7	3,7
Αιολικά	3,6	4,2	5,2	6,0	7,0
Φ/Β	3,0	3,9	5,3	6,3	7,7
Ηλιοθερμικοί σταθμοί	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Γεωθερμία	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Σύνολο	10,1	11,9	14,5	16,3	18,9

Πηγή: ΕΣΕΚ, 2019

Πίνακας 2.5 Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ μέχρι το έτος 2030

Ηλεκτροπαραγωγή [TWh]	2020	2022	2025	2027	2030
Βιομάζα & Βιοαέριο	0,4	0,5	0,8	1,0	1,6
Υ/Η	5,5	6,2	6,3	6,3	6,4
Αιολικά	7,2	10,0	12,5	14,3	17,1

Πηγή: ΕΣΕΚ, 2019

Πίνακας 2.6 Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ μέχρι το έτος 2030

Ηλεκτροπαραγωγή [TWh]	2020	2022	2025	2027	2030
Φ/Β	4,6	6,3	8,5	10,0	12,1
Ηλιοθερμικοί σταθμοί	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3
Γεωθερμία	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6
Σύνολο	17,7	23,0	28,4	32,2	38,1

Πηγή: ΕΣΕΚ, 2019

Γενικά μπορούμε να πούμε πως το ελληνικό ενεργειακό σύστημα στην πρώτη δεκαετία της μετάβασης του προς ένα νέο ενεργειακό μείγμα θα χαρακτηρίζεται από τα εξής δεδομένα:

- Την πλήρη απολιγνητοποίηση μέχρι το έτος 2028
- Την αντικατάσταση του λιγνίτη με φυσικό αέριο σε αρχική τουλάχιστον φάση
- Την αύξηση συμμετοχής των ΑΠΕ στον ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας και στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας

Η αύξηση αυτή αναμένεται να οδηγήσει στην ανάπτυξη των ΑΠΕ μέσω έργων για την κατασκευή αντίστοιχων έργων αλλά και έρευνας για την περεταίρω βελτίωση των τεχνολογιών ΑΠΕ.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αναμένεται να αυξήσει την εγκατεστημένη ισχύ της κατά 300 MW σε μια δεκαετία αποτελώντας το 19,5% της εγκατεστημένης ισχύος των τεχνολογιών ΑΠΕ στον ελλαδικό χώρο. Αντίστοιχα αιολικά πάρκα και Φ/Β αναμένεται να αυξήσουν την εγκατεστημένη ισχύ τους κατά 8,1GW σε μια δεκαετία αποτελώντας το 77,8% της εγκατεστημένης ισχύος των τεχνολογιών ΑΠΕ. Και στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής η υδροηλεκτρική ενέργεια θα αυξήσει την παραγωγή της σε μία δεκαετία κατά 0,9 TWh , ενώ τα αιολικά πάρκα και Φ/Β κατά 17,4 TWh.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι θα πραγματοποιούνται επενδύσεις και θα παρουσιάζονται επενδυτικές ευκαιρίες κυρίως στον τομέα των τεχνολογιών ΑΠΕ της αιολικής και ηλιακής (μέσω Φ/Β) ενέργειας και πολύ λιγότερο στην υδροηλεκτρική ενέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΜΥΗΕ)

Εισαγωγή

Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι εδώ. Όπως φαίνεται από τις πρόσφατες ξηρασίες, θερμά κύματα, σοβαρές καταιγίδες και πλημμύρες, η αλλαγή του κλίματος δεν είναι πλέον ζήτημα για το μέλλον, αλλά μια πραγματικότητα για το παρόν. Τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα δεν θα έχουν σημαντική ανάπτυξη στο μέλλον καθώς οι κατευθυντήριες οδηγίες στις περισσότερες χώρες του κόσμου είναι για μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας επιτρέπει πλέον την παραγωγή σημαντικής ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας από μικρές εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας. Αυτές οι τεχνολογίες παράγουν καθαρή, ανανεώσιμη ενέργεια χωρίς εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) και χωρίς σημαντικές επιπτώσεις στα ψάρια, την άγρια ζωή και το περιβάλλον γενικότερα. Από τα αρχαία χρόνια το νερό συνδέεται με την τεχνική πρόοδο και τις τεχνικές εξελίξεις στην παραγωγή ενέργειας. Το νερό χρησιμοποιείται ως πηγή υδραυλικής ενέργειας και παράγει σήμερα το 16,5% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

3.1 Ιστορική αναδρομή

Η εκμετάλλευση της υδραυλικής ενέργειας για την απόκτηση μηχανικής εργασίας έχει μακρά ιστορία. Η υδραυλική ενέργεια εξυπηρέτησε πιστά και συνεχίζει να εξυπηρετεί την ανθρωπότητα στο δρόμο της ανάπτυξης. Υπάρχουν πολλές περιγραφές που αφορούν υδραυλικούς τροχούς και νερόμυλους από Ρωμαίους συγγραφείς, Βουδιστές και Ιησουίτες μοναχούς. Οι ρίζες όμως αυτών των συστημάτων είναι ελληνικές. Οι πρώτες σχετικές γραπτές περιγραφές που σχετίζονται με τα συστήματα μετάδοσης κίνησης από νερό, αποδίδονται στον Αριστοτέλη (ΚΑΠΕ). Η τεχνολογική γνώση των ελληνιστικών χρόνων για τους οδοντωτούς τροχούς συνέβαλε σημαντικά στη διαμόρφωση της τεχνικής των υδραυλικών τροχών. Ο Ήρωνας της Αλεξάνδρειας, Έλληνας μηχανικός, συνέβαλε πολύ στις τεχνολογικές γνώσεις της εποχής. Ο Λεονάρντο ντα Βίντσι ανακαλύπτει πολλές από τις αναφορές του Ήρωνα. Οι άνθρωποι επωφελούνται από τη δύναμη του νερού για περισσότερα από δύο χιλιάδες χρόνια ξεκινώντας από τον ξύλινο τροχό. Χρησιμοποιήθηκαν τροχοί νερού για να αλέσουν το σιτάρι σε αλεύρι ήδη από το 100 π.Χ. (Forbes, 1993). Το 31 π.Χ., Έλληνες και Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν τον νερόμυλο ως μέσο αξιοποίησης της δύναμης για να αλέσουν το σιτάρι σε αλεύρι. Στις αρχές του ενδέκατου αιώνα, η χρήση των νερόμυλων ήταν τόσο διαδεδομένη που στην Αγγλία υπολογίστηκε περίπου ένας νερόμυλος ανά 350 άτομα. Μέχρι τον δέκατο όγδοο αιώνα, οι μύλοι νερού χρησιμοποιούνταν ευρέως στην Αγγλία για τη διαχείριση εργοστασίων που δημιούργησαν υφάσματα, εργαλεία και άλλα προϊόντα (Billington, 2005). Όταν οι πρώτοι Αμερικανοί εγκαταστάθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες, το έκαναν κατά μήκος των μεγάλων ποταμών της Νέας Αγγλίας, και επιδιώκοντας να γίνουν ανεξάρτητοι από την Αγγλία - και καθώς ο πληθυσμός μεγάλωνε - πολλά φράγματα κατασκευάστηκαν ως μέσο αξιοποίησης περισσότερης ισχύος για την αύξηση της παραγωγικότητας.

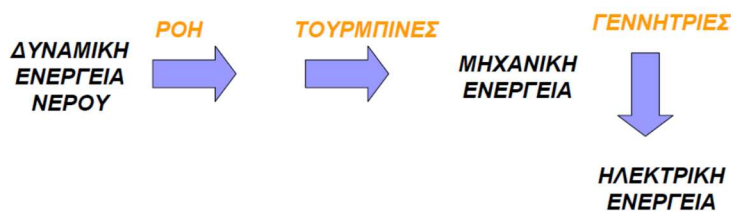
Στη συνέχεια και με την έλευση της ατμομηχανής που τροφοδοτείται από ορυκτά καύσιμα, η υδραυλική ενέργεια διακόπηκε επειδή είχε μειονεκτήματα σε σχέση με την παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα. Κύριο μειονέκτημα ήταν ότι αξιοποιούνταν σε απομακρυσμένες περιοχές και συνήθως χωρίς οδικό δίκτυο.

Η έλευση όμως του ηλεκτρικού ρεύματος αλλάζει τα πάντα, καθώς αποσύνδεσε τον τόπο παραγωγής ενέργειας από εκείνον της χρησιμοποίησης ενέργειας και ώθησε στην ανάπτυξη νέων τύπων υδραυλικών στροβίλων υψηλής απόδοσης, όπως ο στροβίλος Francis και Pelton (Smil, 2000): «Έτσι, η κλίμακα των υδροηλεκτρικών έργων άρχισε να αυξάνεται στα τέλη του 19^{ου} και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, η υδροηλεκτρική ενέργεια έγινε για πολλές χώρες, ο κινητήρας της βιομηχανικής ανάπτυξης: εκτός από τα μεγάλα φράγματα κατασκευάστηκαν ακόμη και μικρού μεγέθους μονάδες». Η τεχνολογική πρόοδος που συντελέστηκε το 19^ο αιώνα, σε συνδυασμό με την ανάγκη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οδήγησε στην αντικατάσταση των απλών μηχανικών κατασκευών (τροχοί νερού για παραγωγή κινητήριας δύναμης) από σύγχρονους στροβίλους. Μαζί με φράγματα που κατασκευάστηκαν για τον έλεγχο της ροής του νερού συνέβαλαν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα σημαντικό ορόσημο στην εκμετάλλευση της υδραυλικής ισχύος ήταν η ανάπτυξη εφαρμογών ηλεκτρικής ενέργειας, μιας μορφής ενέργειας που μεταφέρεται από την περιοχή παραγωγής στην περιοχή κατανάλωσης σχετικά εύκολα. Έκτοτε, όλα αυτά τα έργα γίνονται υδροηλεκτρικά, πράγμα που σημαίνει ότι η υδραυλική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική μέσω του στροβίλου και έπειτα σε ηλεκτρική μέσω της ηλεκτρικής γεννήτριας που συνδέεται με την τουρμπίνα. Η χρυσή εποχή της υδροηλεκτρικής ενέργειας ξεκίνησε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα προτού το πετρέλαιο πρωτοστατήσει στην παραγωγή ενέργειας. Τότε η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική δημιούργησαν μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες (Waterpower Canada). Σταδιακά, οι αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες, που αντιστοιχούν στις τεχνολογικές εξελίξεις και τα διαθέσιμα μέσα, επέτρεψαν την κατασκευή ολοένα και μεγαλύτερων έργων για τη μετατροπή του υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Στην Ευρώπη τουλάχιστον δύο έως τρεις δεκαετίες μετά τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο θα μπορούσαν να περιγραφούν ως η χρυσή περίοδος μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων επειδή η εκτεταμένη χρήση της διαθέσιμης υδραυλικής ισχύος έγινε με μεγάλες μονάδες με υψηλή ισχύ, αρκετές εκατοντάδες MW η κάθε μία. Σε σύγκριση με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα παλαιάς τεχνολογίας, τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα που υπήρχαν ήδη αποδείχθηκαν μη οικονομικά (αναποτελεσματικά λόγω υψηλού κόστους ανά παραγόμενη kWh και με μικρή συνδρομή στη ζήτηση ενέργειας) και σταδιακά εγκαταλείφθηκαν από τον κεντρικό ενεργειακό σχεδιασμό κρατών. Όμως από τη δεκαετία του 1980, παρατηρείται διεθνώς μεγάλο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών. Αυτό το διεθνές ενδιαφέρον για τα έργα υδροηλεκτρικής ενέργειας αντικατοπτρίζεται από την ανάπτυξη σημαντικού αριθμού κατασκευαστικών εταιρειών, οι περισσότερες από τις οποίες είναι θυγατρικές εταιρείες που κατασκευάζουν εξοπλισμό για μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα και οι οποίες ειδικεύονται στην κατασκευή τυποποιημένου ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού για τη νέα γενιά μικρών υδροηλεκτρικών έργων (Παπαντώνης, 2016).

3.2 Βασικές έννοιες υδροηλεκτρικής ενέργειας

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που βασίζεται στον κύκλο νερού. Η δυναμική ενέργεια που προέρχεται από το κινούμενο νερό μπορεί να αξιοποιηθεί και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι τουρμπίνες που τοποθετούνται στην διεύθυνση ροής του νερού μετατρέπουν την δυναμική του ενέργεια σε μηχανική ενέργεια. Η μηχανική ενέργεια μέσω γεννητριών μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας εξαρτάται από την παροχή του νερού και το καθαρό ύψος πτώσης του νερού (Brown, et al., 2011).

Ενέργεια η οποία παράγεται από το υδροηλεκτρικό έργο



Διάγραμμα 3.1 Μετατροπή Δυναμικής Ενέργειας σε Ηλεκτρική
(Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε)

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η πιο ώριμη, αξιόπιστη και οικονομικά διαθέσιμη τεχνολογία παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας και προσφέρει σημαντική ευελιξία, ικανή να ανταποκρίνεται στις διακυμάνσεις της ζήτησης, είναι ικανή να παρέχει βασική ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών, αλλά και να ικανοποιεί τη μέγιστη ζήτηση ή να χρησιμοποιείται ως σύστημα αποθήκευσης (αντλιοταμίευση). Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η μεγαλύτερη πηγή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας καθώς αντιστοιχεί περίπου στο 71% της παγκόσμιας ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και παράγει περίπου το 16,5% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας (IRENA, 2020). Επιπλέον, η παγκόσμια υδροηλεκτρική ενέργεια αυξήθηκε κατά 50% τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Γενικά, η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι απαλλαγμένη από CO₂, αλλά υπάρχουν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από την κατασκευή των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων και πιθανά από τις αλλαγές που συντελούνται στο ευρύτερο φυσικό και κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον, εξαιτίας των έργων αυτών. Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι να διασφαλιστεί ότι τα αντίστοιχα έργα είναι πραγματικά βιώσιμα. Προκειμένου να διασφαλιστεί η αειφορία, πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες πτυχές εκτός από μια «καθαρή» οικονομική αξιολόγηση. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να πραγματοποιούνται κατάλληλες εκτιμήσεις κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων για τον εντοπισμό πιθανών κινδύνων και την ανάπτυξη στρατηγικών μετριασμού τους. Μερικές από τις μεγαλύτερες επιπτώσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη περιλαμβάνουν αλλαγές στο περιβάλλον όπως στην ποιότητα του νερού, στη βιοποικιλότητα, στο κλίμα, στη μετανάστευση των ψαριών αλλά και κοινωνικές επιπτώσεις όπως η διαχείριση και η χρήση των υδάτων και η μετανάστευση μεγάλων πληθυσμών (IRENA, 2012).

3.3 Ανάλυση Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων Ενέργειας (ΜΥΗΕ)

3.3.1 Ορισμός και κατηγοριοποίηση ΜΥΗΕ

Δεν υπάρχει διεθνής συναίνεση για τον ορισμό του όρου «Μικρό Υδροηλεκτρικό Έργο-ΜΥΗΕ», ο οποίος ανάλογα με τους τοπικούς ορισμούς της κάθε χώρας μπορεί να κυμαίνεται σε μέγεθος από μερικά KW έως κάποιες δεκάδες MW εγκατεστημένης ισχύος. Ανάμεσα ακόμα και σε χώρες της Ε.Ε. που έχουν κοινή περιβαλλοντική, τεχνική και ενεργειακή νομοθεσία σε αρκετά ζητήματα ο ορισμός του ΜΥΗΕ με βάση την εγκατεστημένη ισχύ διαφοροποιείται. Για αυτό η εγκατεστημένη ισχύς δεν είναι αρκετή για να καθορίσει το μέγεθος του έργου. Ορισμένες χώρες π.χ. όπως η Πορτογαλία, η Ιταλία, και το Βέλγιο δέχονται 10MW ως το ανώτατο όριο εγκατεστημένης ισχύος. Στη Ουγγαρία, την Ιρλανδία το όριο καθορίστηκε στα 5 MW, ενώ στην Αλβανία τα 15 MW. Σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία Μικρό είναι ένα Υδροηλεκτρικό Έργο εγκατεστημένης ισχύος

μέχρι 15 MW. Στη διεθνή βιβλιογραφία ορίζεται ως ΜΥΗΕ οποιοδήποτε σύστημα με εγκατεστημένη ισχύ 10MW ή λιγότερο (Παπαντώνης, 2016).

Ένας τυπικός Μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός (ΜΥΗΣ), εκμεταλλεύεται τη δυναμική ενέργεια του νερού με τη μετατροπή της αρχικά σε κινητική ενέργεια και στη συνέχεια σε ηλεκτρική. Η εγκατάσταση ενός ΜΥΗΕ, αξιοποιεί την υψομετρική διαφορά της φυσικής πτώσης των νερών και μέσω ενός υπό πίεση υδραυλικού συστήματος, διοχετεύει το νερό σε ένα στρόβιλο. Ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο, συνήθως διαθέτει απλά μία ορεινή υδροληψία, ή και ένα μικρό ταμιευτήρα, για περιορισμένη ρύθμιση της ροής.

Σε σχέση με την κατηγοριοποίηση των ΜΥΗΕ οι κύριες κατηγορίες είναι (Andaroodi & Schleis, 2005):

A. Ως προς την ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ:

- micro (< 0.1 MW)
- mini (0.1-1 MW)
- μικρό (1-10 MW)

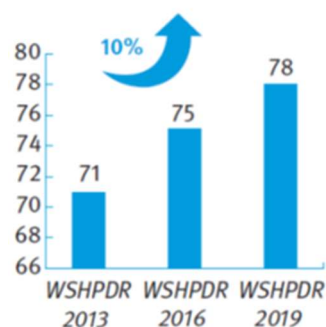
B. Ως προς το ύψος πτώσης:

- μικρού ύψους (< 20 m)
- μέσου ύψους (20 - 150 m)
- μεγάλου ύψους (> 150 m)

3.3.2 Τα ΜΥΗΕ στον κόσμο σήμερα

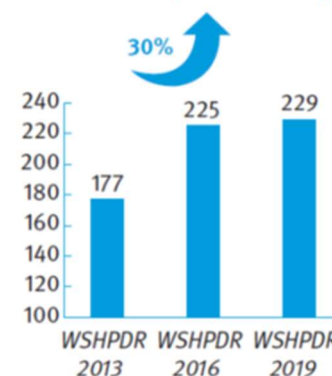
Σύμφωνα με την έκθεση WSHPCR 2019, του Οργανισμού Βιομηχανικής Ανάπτυξης του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ για εγκαταστάσεις έως 10 MW εκτιμάται στα 78 GW, σημειώνοντας αύξηση περίπου 10% σε σύγκριση με τα δεδομένα από την έκθεση WSHPCR 2013 και 4,7% από την έκθεση WSHPCR 2016. Επίσης η εγκατεστημένη ισχύς και η δυνητική ισχύς των ΜΥΗΕ από το 2013 έως το 2019 αυξήθηκε κατά 10% και 30% αντίστοιχα.

World SHP installed capacity (GW)



Note: SHP up to 10 MW.

World SHP potential capacity (GW)

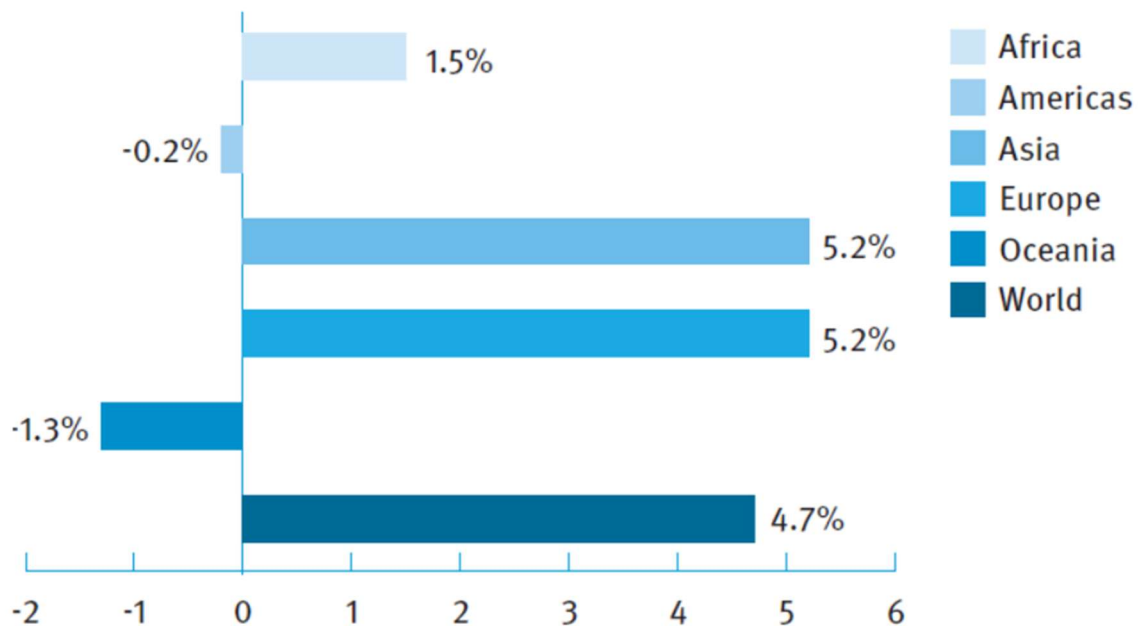


Note: SHP up to 10 MW.

Διάγραμμα 3.2 Εγκατεστημένη και δυνητική ισχύ ΜΥΗΕ κατά την περίοδο 2013-2019 (Πηγή: WSHPCR 2019)

Η μεγαλύτερη αύξηση της εγκατεστημένης χωρητικότητας ΜΥΗΕ 2016-2019 αναφέρεται για την Ασία και την Ευρώπη με 5,2 % αντίστοιχα. Η Αμερική και Ωκεανία παρουσίασαν μείωση κατά 1,2% και 1,3% αντίστοιχα, ενώ η Αφρική παρουσίασε μόνο αύξηση 1,5% σε σύγκριση με την προηγούμενη έκδοση της έκθεσης .

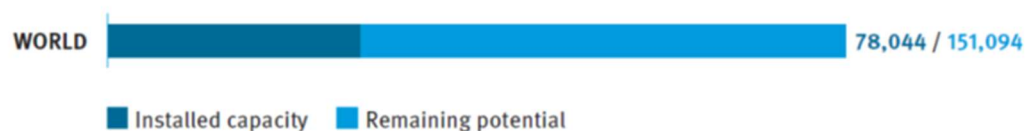
Installed SHP capacity change for WSHPDR 2016 - 2019



Διάγραμμα 3.3 Μεταβολή της εγκατεστημένης ισχύος ΜΥΗΕ ανά ήπειρο κατά την περίοδο 2016-2019 (Πηγή: WSHPDR 2019)

Μεγάλο μέρος του δυναμικού ΜΥΗΕ παγκοσμίως παραμένει αναξιοποίητο (66%), καθώς μέχρι το 2019 έχουν καλυφθεί μόνα τα 78.044 MW, ενώ απομένουν να καλυφθούν 151.094 MW.

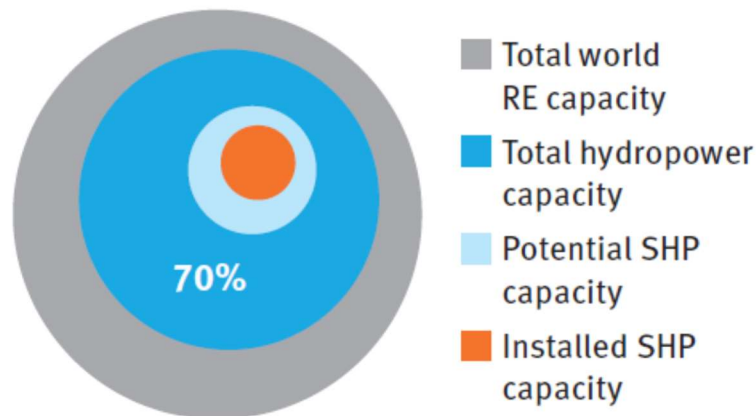
Remaining SHP potential by region (MW)



Διάγραμμα 3.4 Εγκατεστημένης και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ στον κόσμο το 2019 (Πηγή: WSHPDR 2019)

Τα ΜΥΗΕ αντιπροσωπεύουν περίπου το 1,5% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς για ηλεκτροπαραγωγή, το 4,5% της συνολικής ανανεώσιμης εγκατεστημένης ισχύς για ηλεκτροπαραγωγή και το 7,5% τοις εκατό (<10 MW) της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς για ηλεκτροπαραγωγή από υδροηλεκτρική ενέργεια.

Share of SHP in the global electricity sector



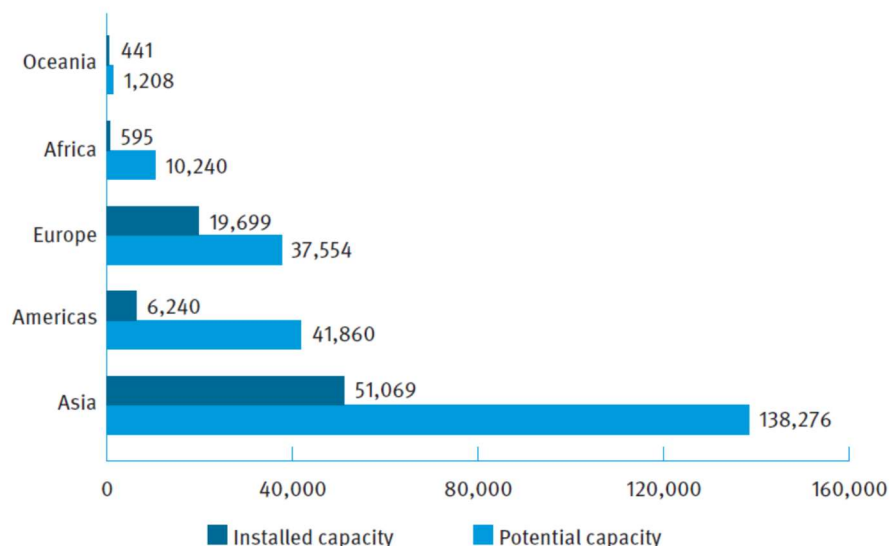
Διάγραμμα 3.5 Μερίδιο της εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ το 2019 (Πηγή: WSHPDR 2019)

Η Ασία εξακολουθεί να διαθέτει τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη και δυνητική ισχύ για ΜΥΗΕ. Η Ευρώπη έχει τη μεγαλύτερη ποσοστιαία ανάπτυξη ΜΥΗΕ. Στην Αμερική τα περισσότερα ΜΥΗΕ συναντώνται στα βορειότερα τμήματα και στη Νότια Αμερική.

Η Κίνα συνεχίζει να κυριαρχεί στην παγκόσμια σκηνή των ΜΥΗΕ. Στο έδαφος της βρίσκεται το 54% της παγκόσμιας εγκατεστημένης ισχύς και 28% της παγκόσμιας δυνητικής ισχύς ΜΥΗΕ. Έχει τέσσερις φορές περισσότερη εγκατεστημένη ισχύ από ότι η Ιταλία, η Ιαπωνία, η Νορβηγία και οι ΗΠΑ.

Μαζί οι έξι παρακάτω χώρες Κίνα, ΗΠΑ, Ιαπωνία, Ιταλία, Νορβηγία και Τουρκία αντιπροσωπεύουν το 67% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύς ΜΥΗΕ στον κόσμο.

Regional installed SHP capacities up to 10 MW in WSHPDR 2019

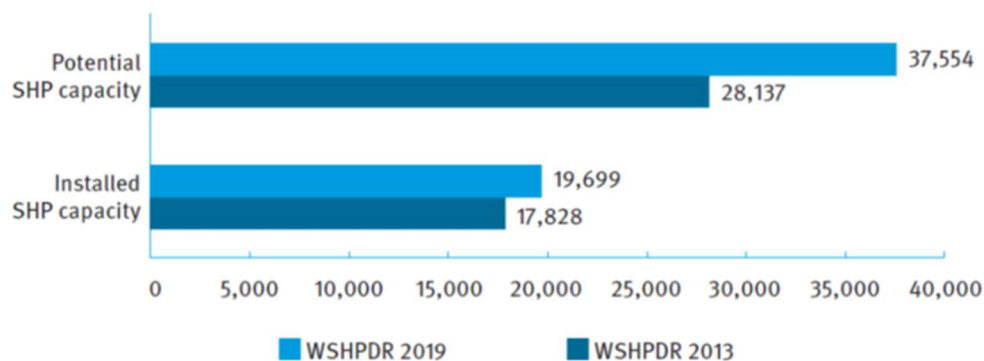


Διάγραμμα 3.6 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ ανά ήπειρο το 2019 (Πηγή: WSHPDR 2019)

3.3.3 Τα ΜΥΗΕ στην Ευρώπη σήμερα

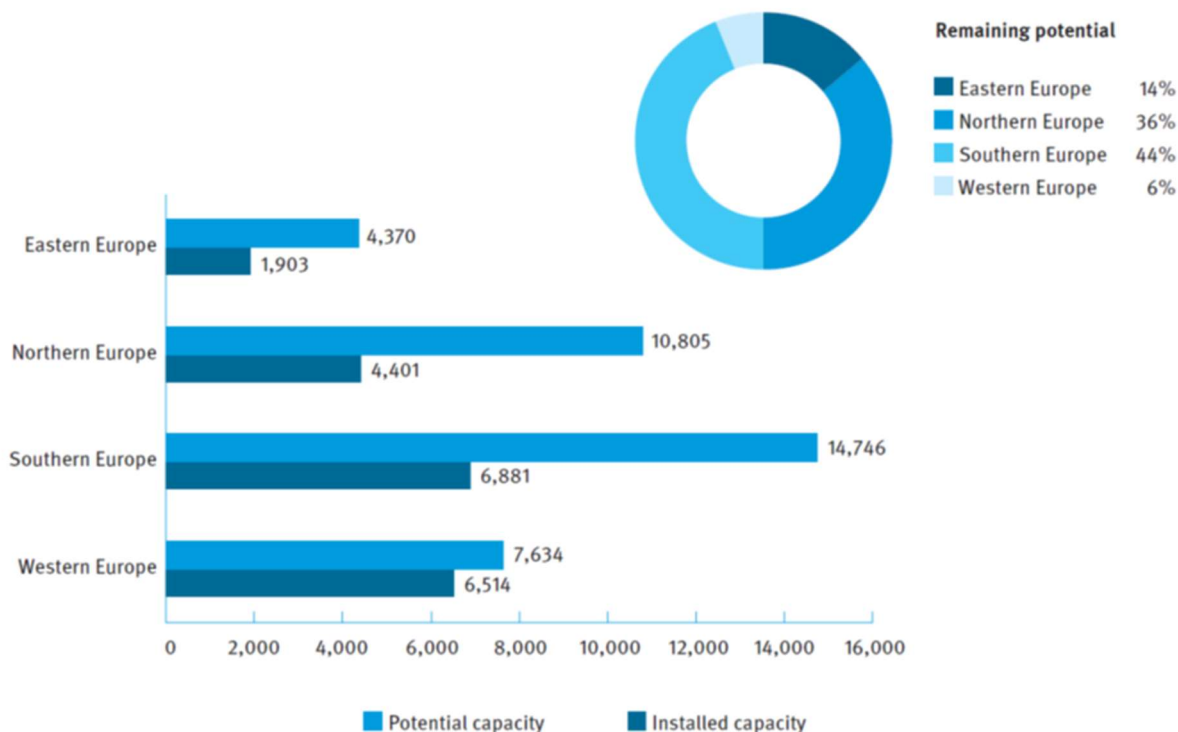
Η Ευρώπη έχει μακρά ιστορία ανάπτυξης ΜΥΗΕ, η οποία επέτρεψε στην περιοχή να φτάσει στο υψηλότερο επίπεδο εγκατεστημένης ισχύς. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στην περιοχή είναι 19.699 MW, ενώ η δυνητική ισχύς εκτιμάται στα 37.554 MW. Σε σύγκριση με την έκθεση WSHPD 2013, αυτό αντιπροσωπεύει αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς 10% (5% σε σύγκριση με την έκθεση WSHPD 2016). Μέχρι το 2019 η Ευρώπη έχει αναπτύξει σχεδόν το 52% της δυνητικής της ισχύς.

Comparison of installed and potential capacity in Europe regions for SHP up to 10 MW (MW)



Διάγραμμα 3.7 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ στην Ευρώπη την περίοδο 2013-2019 (Πηγή: Liu, et al., 2019)

Installed and potential capacity in Europe's regions for SHP up to 10 MW (MW)



Διάγραμμα 3.8 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ ανά περιοχή στην Ευρώπη το 2019 (Πηγή: (Liu, et al., 2019))

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 3.1 και Πίνακας 3.2) αποτυπώνεται η κατάσταση ανά Ευρωπαϊκή χώρα σε σχέση με την εγκατεστημένη και δυνητική ισχύ που έχουν για ΜΥΗΕ το έτος 2019. Η κατάταξη λαμβάνει υπ' όψη και τα εθνικά όρια που έχει η κάθε χώρα για το χαρακτηρισμό ενός έργου ως ΜΥΗΕ, αλλά και σύμφωνα με το διεθνή αποδεκτό όριο των έως και 10 MW. Η Βουλγαρία και η Γερμανία αποδέχονται ως ΜΥΗΕ έργα με ισχύ έως 1 MW, ενώ Σερβία και Ρωσία έργα έως 30 MW. Το έτος 2019 τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ ΜΥΗΕ είχε η Ιταλία με 3.395 MW, ενώ η Νορβηγία διαθέτει τη μεγαλύτερη δυνητική ισχύ ΜΥΗΕ με 7.803 MW. Η Ελλάδα όπως θα δούμε και στην επόμενη παράγραφο έχει θεσπίσει ως όριο ΜΥΗΕ τα 15 MW, με εγκατεστημένη ισχύ 232 MW και δυνητική τα 2.000 MW. Σύμφωνα με τα διεθνή αποδεκτά όρια των 10 MW για ΜΥΗΕ, η δυνητική της ισχύς περιορίζεται στα 600 MW.

Πίνακας 3.1 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Ευρωπαϊκή χώρα το 2019 (Μέρος Α)

<i>Country</i>	<i>Local SHP definition</i>	<i>Installed capacity (local def.)</i>	<i>Potential capacity (local def.)</i>	<i>Installed (<10 MW)</i>	<i>Potential (<10 MW)</i>
Albania	up to 15	330.2	-	240.2	1,963.0
Austria	up to 10	1,523.0	1,780.0	1,523.0	1,780.0
Belarus	up to 10	18.0	250.0	18.0	250.0
Belgium	up to 10	72.8	103.4	72.8	103.4
Bosnia and Herzegovina	up to 10	90.0	1,005.0	90.0	1,005.0
Bulgaria	up to 1	-	-	486.0	580.7
Croatia	up to 10	33.0	192.0	33.0	192.0
Czech Republic	up to 10	337.0	465.0	337.0	465.0
Denmark	up to 10	9.8	9.8	9.8	9.8
Estonia	up to 10	6.5	10.0	6.5	10.0
Finland	up to 10	312.0	600.0	312.0	600.0
France	up to 10	2,200.0	2,615.0	2,200.0	2,615.0
Germany	up to 1	-	-	1,731.0	1,830.0
Greece	up to 15	232.0	2,000.0	232.0	600.0
Hungary	up to 5	16.5	55.0	-	-
Iceland	up to 10	54.8	-	54.8	-
Ireland	up to 5	-	-	41.0	60.0
Italy	up to 10	3,395.0	7,073.0	3,395.0	7,073.0

Πηγή: (Liu, et al., 2019)

Πίνακας 3.2 Εγκατεστημένη και αδιάθετη ισχύς ΜΥΗΕ ανά Ευρωπαϊκή χώρα το 2019 (Μέρος Β)

Latvia	up to 10	28.0	75.0	28.0	75.0
Lithuania	up to 10	26.9	51.9	26.9	51.9
Luxembourg	up to 10	34.0	44.0	34.0	44.0
Moldova	up to 10	0.4	3.0	0.4	3.0
Montenegro	up to 10	25.3	97.5	25.3	97.5
Netherlands	up to 10	3.0	12.0	3.0	12.0
North Macedonia	up to 10	130.0	260.0	130.0	260.0
Norway	up to 10	2,571.0	7,803.0	2,571.0	7,803.0
Poland	-	-	-	294.8	1,500.0
Portugal	up to 10	414.0	750.0	414.0	750.0
Romania	up to 10	404.0	730.0	404.0	730.0
Russia	up to 30	826.5	825,845.0	169.6	-
Serbia	up to 30	87.6	-	87.6	467.2
Slovakia	up to 10	81.6	241.4	81.6	241.4
Slovenia	up to 10	155.0	180.0	155.0	180.0
Spain	up to 10	2,079.0	2,158.0	2,079.0	2,158.0
Sweden	up to 10	961.0	-	961.0	-
Switzerland	up to 10	950.0	1,250.0	950.0	1,250.0
UK	up to 10	390.0	1,179.0	390.0	1,179.0
Ukraine	up to 10	95.0	375.0	95.0	375.0

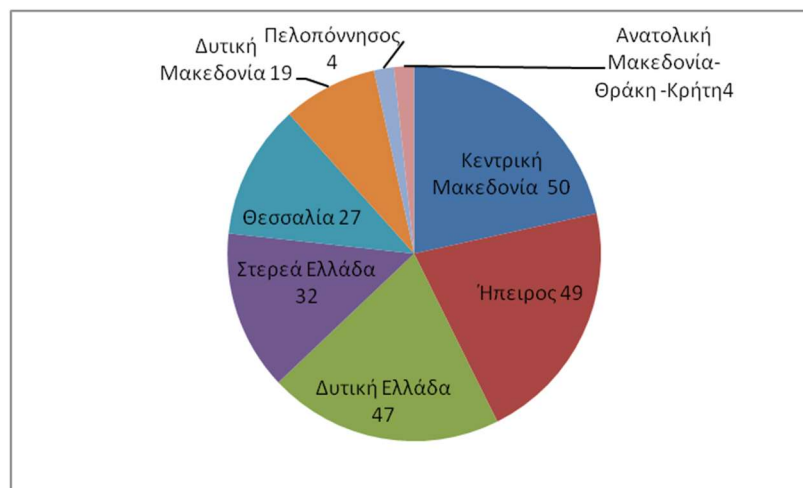
Πηγή: (Liu, et al., 2019)

3.3.4 Τα ΜΥΗΕ στην Ελλάδα σήμερα

Ως ΜΥΗΕ στην Ελλάδα ορίζονται αυτά με ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ έως 15 MW. Η εγκατεστημένη ισχύς των ΜΥΗΕ στην Ελλάδα το 2019 ήταν 232 MW από 115 σταθμούς μέσης ισχύς 2 MW ο καθένας. Τα 232 MW αντιστοιχούν στο 7,3% της εγκαταστημένης ισχύς από υδροηλεκτρική ενέργεια. Από τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ, αντιστοιχούν τα 95 MW σε έργα με ονομαστική ισχύ άνω των 5 MW, ενώ τα υπόλοιπα 137 MW αποτελούνται σε πιο μικρά έργα. Η δυνητική ισχύς ΜΥΗΕ έως και 15 MW εκτιμάται σε 2.000 MW, υποδεικνύοντας ότι έχει αναπτυχθεί περίπου το 11%. Κατά τη διάρκεια του 2009, η εγκατεστημένη ισχύς ΜΥΗΕ ήταν περίπου 182 MW. Την τριετία 2016-2019, η εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε κατά 9 MW. Περίπου 60 έργα φτάνοντας συνολικής ισχύος 200 MW έχουν λάβει δεσμευτικές προσφορές σύνδεσης, ενώ έργα περισσότερα από 300 MW είναι υπό έγκριση.

Ο εθνικός στόχος εγκατεστημένης ισχύος από ΜΥΗΕ ήταν για το 2020 τα 350 MW. Σύμφωνα όμως με τις τρέχουσες εκτιμήσεις της ΡΑΕ έως το 2020 η συνολική ισχύς ΜΥΗΕ θα είναι λίγο πάνω από 250 MW. Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα ΜΥΗΕ αυξάνεται ελαφρώς από 0,66 TWh το 2009 σε 0,72 TWh το 2016, για να μειωθεί σε 0,59 TWh λόγω του ξηρού 2017.

Ένα μεγάλο μέρος των υδάτινων πόρων συγκεντρώνεται στο δυτικά και βόρεια τμήματα της ηπειρωτικής χώρας όπου συγκεντρώνονται τα περισσότερα ΜΥΗΕ. Όσο αναφορά τη γεωγραφική κατανομή των ΜΥΗΕ 50 MW εγκαταστημένης ισχύς βρίσκονται στην Κεντρική Μακεδονία, 49 MW στην Ήπειρο, 47 MW στη Δυτική Ελλάδα, 32 MW στη Στερεά Ελλάδα, 27 MW στη Θεσσαλία, 19 στη Δυτική Μακεδονία, 4 MW στην Πελοπόννησο και 4 MW στην Ανατολική Μακεδονία τη Θράκη και την Κρήτη.



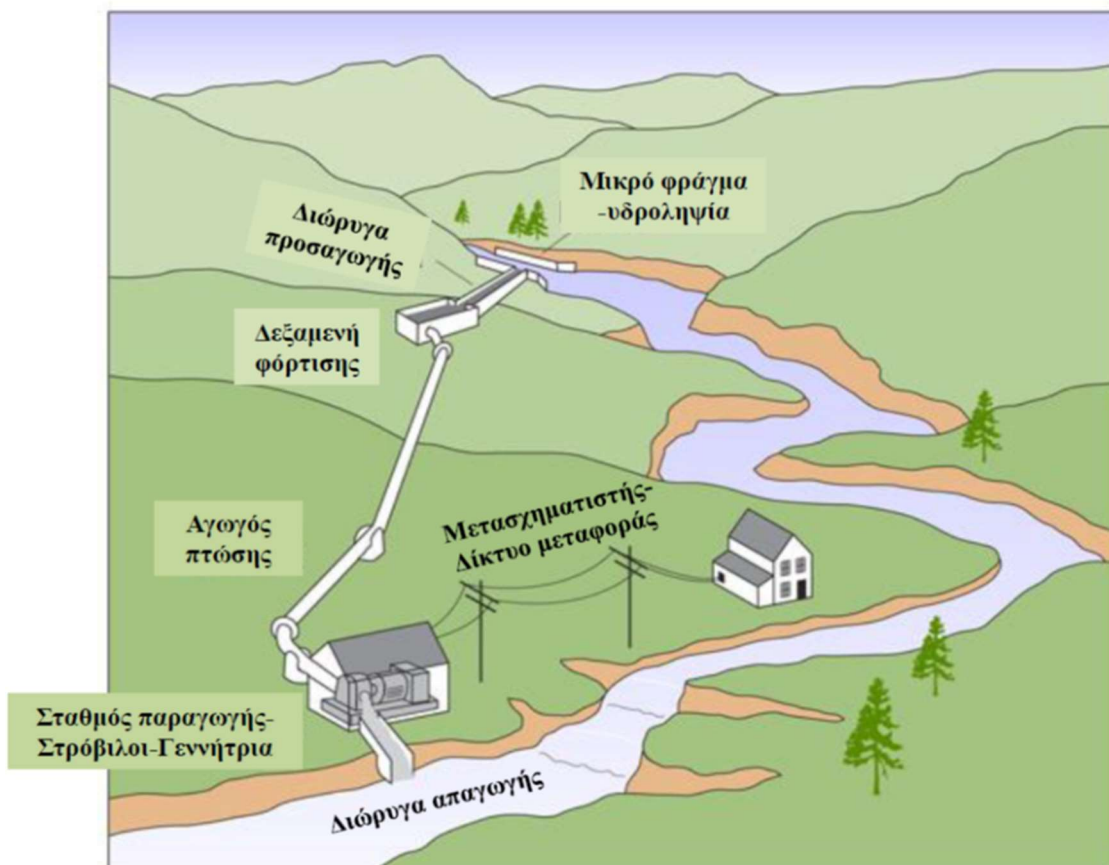
Διάγραμμα 3.9 Κατανομή εγκατεστημένης ισχύς ΜΥΗΕ στην Ελλάδα το 2019
(Πηγή: Liu, et al., 2019)

Αν και τα έργα ΜΥΗΕ δεν αντιμετωπίζουν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα ή κοινωνικές αντιδράσεις, όπως π.χ. συμβαίνει με τα μεγάλα υδροηλεκτρικά εργοστάσια και τα αιολικά πάρκα, δεν υπάρχει σοβαρή κρατική ενθάρρυνση είτε κεντρικός σχεδιασμός για υλοποίηση ΜΥΗΕ. Το κόστος ενός ΜΥΗΕ κυμαίνεται από 0,8 εκατομμύρια EUR / MW έως 1,5 εκατομμύρια EUR / MW με πιο πιθανή τιμή που αντιστοιχεί σε 1,2 εκατομμύρια ευρώ / MW. Κατά την προηγούμενη δεκαετία 2000-2009, η κρατική επιδότηση έργων ΜΥΗΕ μέσω διάφορων χρηματοδοτικών εργαλείων μπορούσε να φθάσει και το 40% της επένδυσης. Σήμερα, αν και υπάρχουν κάποια κίνητρα για έργα ΜΥΗΕ, οι τιμές για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θεωρούνται χαμηλές. Ωστόσο, τα έργα ΜΥΗΕ παραμένουν μια οικονομικά αποδοτική επενδυτική επιλογή, όπως επιβεβαιώνεται από, από το τρέχον υψηλό επενδυτικό ενδιαφέρον. Η τρέχουσα εθνική στρατηγική μείωσης των ορυκτών καύσιμα επικεντρώθηκε κυρίως σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων, ενώ η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν προωθήθηκε από το ελληνικό κράτος

3.3.5 Τα κύρια μέρη ενός συστήματος ΜΥΗΕ

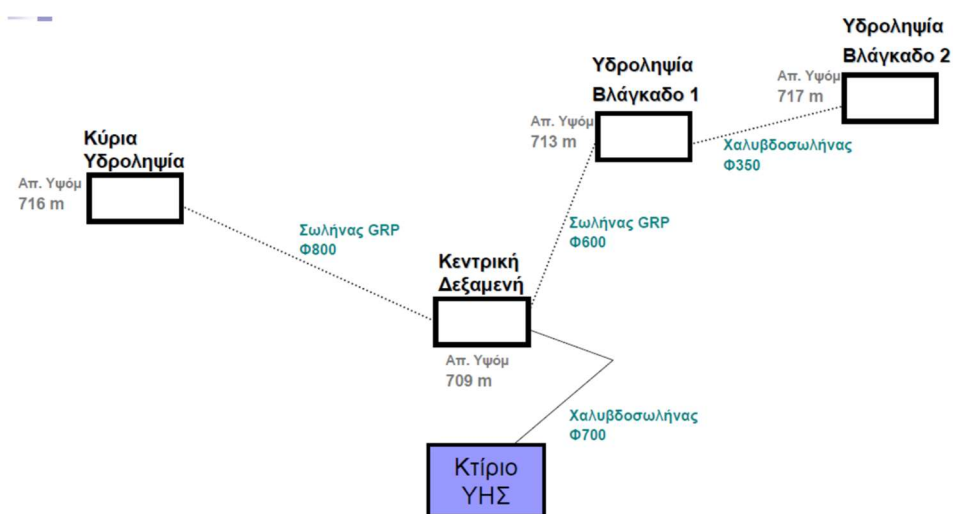
Τα κύρια μέρη ενός ΜΥΗΕ είναι (Παπαντώνης, 2016):

- Η απ' ευθείας υδροληψία (χωρίς αποθήκευση-ταμιευτήρα), ή ένα μικρό φράγμα (με αποθήκευση-ταμιευτήρα)
- Η διώρυγα προσαγωγής του νερού από την υδροληψία – φράγμα
- Η δεξαμενή φόρτισης (κυρίως) σε περιπτώσεις απ' ευθείας υδροληψίας για εξισορρόπηση της παροχής προς τον ΥΗΣ
- Ο αγωγός προσαγωγής νερού προς τον ΥΗΣ
- Κεντρική δεξαμενή σε περίπτωση που έχουμε δύο ή περισσότερες υδροληψίες για τη συγκέντρωση όλων των παροχών
- Το κτήριο του ΥΗΣ με τους στρόβιλους τη γεννήτρια και του αυτοματισμούς λειτουργίας
- Ο μετασχηματιστής για την ρύθμιση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας πριν την είσοδό της στο δίκτυο μεταφοράς
- Η διώρυγα απαγωγής του νερού μετά το στρόβιλο.



Σχήμα 3.1 Σχηματική απεικόνιση κύριων μερών ενός συστήματος ΜΥΗΕ
(Πηγή: Μαμάσης κα 2015)

Στις παρακάτω φωτογραφίες (Εικόνα 3.1, Εικόνα 3.2, Εικόνα 3.3, Εικόνα 3.4, Εικόνα 3.5 και Εικόνα 3.6) απεικονίζονται τα κύρια μέρη ενός ΜΥΗΕ με απ' ευθείας υδροληψίες ισχύος 2,5 MW, που κατασκεύασε η εταιρεία NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΒΕΤΕ στον Καταρράκτη Δήμου Κεντρικών Τζουμέρκων στο Νομό Άρτας.



Σχήμα 3.2 Σχηματική απεικόνιση κύριων μερών ΜΥΗΕ Καταρράκτη
(Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε)



Εικόνα 3.1 Κύρια Υδροληψία ΜΥΗΕ Καταρράκτη (πλημμυρική παροχή, οικολογική παροχή, δεξαμενή φόρτισης) (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)



Εικόνα 3.2 Κύρια Υδροληψία ΜΥΗΕ Καταρράκτη (πλημμυρική παροχή, οικολογική παροχή) (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)



Εικόνα 3.3 Κύρια Υδροληψία ΜΥΗΕ Καταρράκτη (δεξαμενή φόρτισης, φρεάτιο καθαρισμού) (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)



Εικόνα 3.4 Κτήριο ΥΗΣ ΜΥΗΕ Καταρράκτη (Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)



Εικόνα 3.5 Κτήριο ΥΗΣ ΜΥΗΕ Καταρράκτη (μετασχηματιστής)
(Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)



Εικόνα 3.6 Κτήριο ΥΗΣ ΜΥΗΕ Καταρράκτη (εσωτερικό - τουρμπίνα)
(Πηγή: NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ Ε.Β.Ε.Τ.Ε.)

3.3.6 Τύποι ΜΥΗΕ ως αναφορά την πηγή υδροληψίας

Γενικά τα ΜΥΗΕ πέρα από την κατάταξη με βάση την ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ και το ύψος πτώσης μπορούν να ταξινομηθούν και με βάση την πηγή υδροληψίας τους:

Α. Απ' ευθείας υδροληψία

Αυτός ο τύπος ΜΥΗΕ επιτρέπει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς την κατασκευή φράγματος. Ένα τμήμα της ροής του νερού από ένα ποτάμι ή ένα ρεύμα εκτρέπεται μέσω μιας διώρυγας προσαγωγής προς μια δεξαμενή φόρτισης. Στη συνέχεια μέσω αγωγού προσαγωγής το νερό οδηγείται στο κτήριο του ΥΗΣ, διέρχεται από την τουρμπίνα και μέσω της διώρυγας απαγωγής διοχετεύεται πίσω στην αρχική του πηγή, δηλ το ρέμα ή το ποτάμι (Dandekar & Sharma, 1973). Δεν υπάρχει καμία αποθήκευση νερού και η ισχύς εξαρτάται από την παροχή. Τα ΜΥΗΕ χωρίς αποθήκευση χρησιμοποιούνται όταν η τοπογραφία, η περιβαλλοντικοί ή άλλοι παράγοντες απαγορεύουν την κατασκευή ταμιευτήρων και όπου οι φυσικές ροές ποταμών είναι αρκετά αξιόπιστες για την επένδυση κεφαλαίων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Leyland, 2014). Είναι ιδανικά για την παραγωγή ενέργειας σε μια απομονωμένη περιοχή ή βιομηχανία, εάν η ελάχιστη ροή στο ποτάμι ή το ρεύμα είναι αρκετή για να καλύψει τις μέγιστες απαιτήσεις ισχύος του φορτίου (Dandekar & Sharma, 1973). Σε σύγκριση με άλλα συστήματα αποθήκευσης, τα ΜΥΗΕ χωρίς αποθήκευση έχουν λιγότερες περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Ωστόσο, κατά καιρούς όταν οι ροές γίνονται πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές, ίσως απαιτείται η προσωρινή διακοπή λειτουργίας τους.



Εικόνα 3.7 ΜΥΗΕ Θεοδοριάνων Άρτας χωρίς αποθήκευση-ταμιευτήρα
(Πηγή: Μαμάσης, et al., 2015)

ΜΥΗΘ Θεοδωριανων



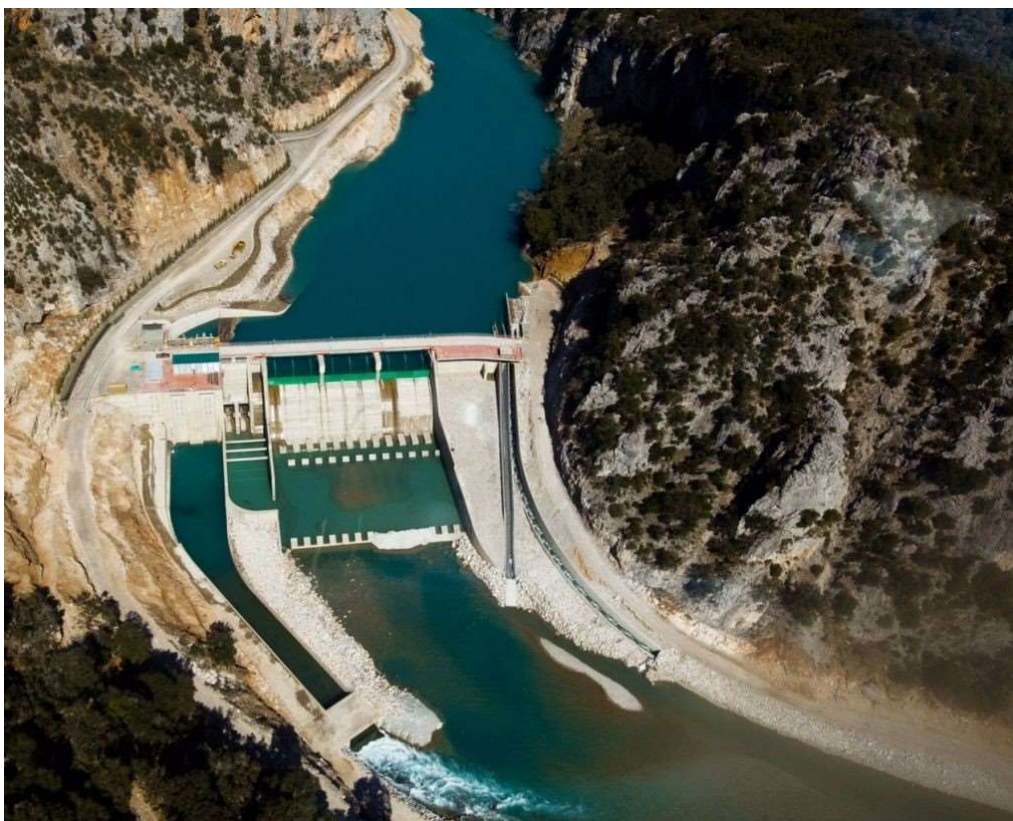
Εικόνα 3.8 ΜΥΗΘ Θεοδωριανων Άρτας (κύρια μέρη) (Πηγή: Μαμάσης, et al., 2015)



Εικόνα 3.9 ΜΥΗΘ Θεοδωριανων Άρτας (αγωγός προσαγωγής)
(Πηγή: Μαμάσης, et al., 2015)

Β. Αποθήκευση νερού με την κατασκευή φράγματος (ταμιευτήρας)

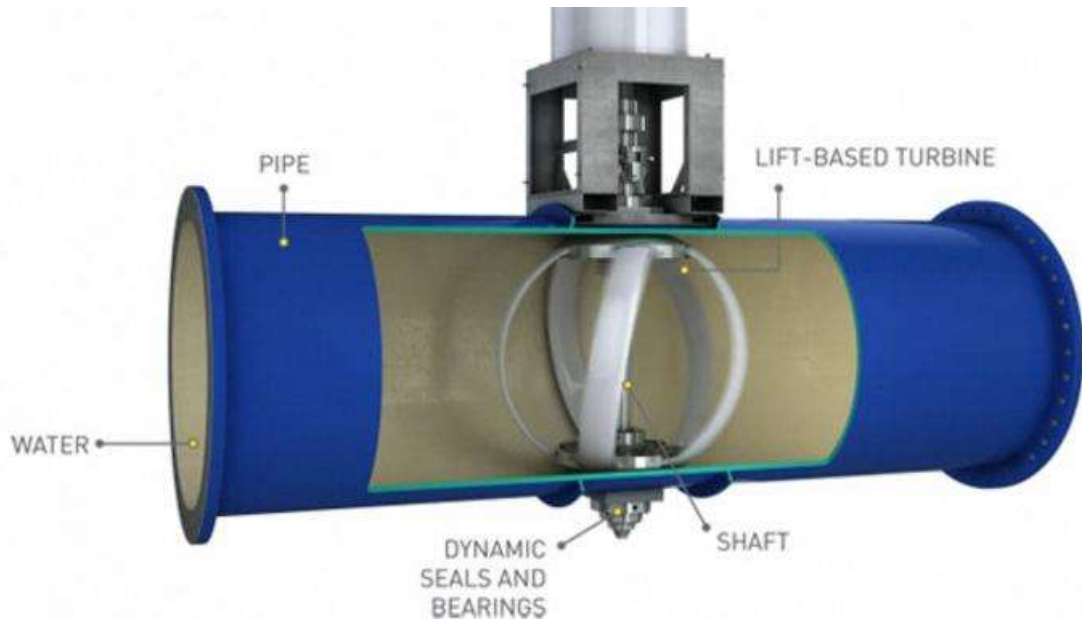
Προκειμένου το ΜΥΗΕ να παράγει ηλεκτρική ενέργεια κατ' απαίτηση, είτε για να καλύψει μια τυχαία ζήτηση που θα ζητήσει ο διαχειριστής είτε για να παρέχει μέγιστη παραγωγή ενέργειας, το νερό πρέπει να αποθηκεύεται μέσω φράγματος σε ένα ταμιευτήρα. Από εκεί και πέρα η λειτουργία είναι σχεδόν όμοια μην προηγούμενη κατηγορία. Η κατασκευή όμως ταμιευτήρα-λίμνης, επηρεάζει το τοπικό περιβάλλον πολύ περισσότερο από την απ' ευθείας υδροληψία. Είναι περισσότερο ελκυστικό σαν επένδυση επειδή μπορεί να παρέχει «αποθηκευμένο» νερό κατά τις περιόδους αιχμής της ζήτησης και άρα να πετυχαίνει καλύτερη τιμή στο χρηματιστήριο της ενέργειας. Από την άλλη όμως απαιτεί υψηλή τεχνογνωσία και υψηλά επενδυτικά κεφάλαια (Leyland, 2014).



Εικόνα 3.10 ΜΥΗΕ Δαφνοζωνάρας 8,5 MW με αποθήκευση-ταμιευτήρα
(Πηγή: ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ)

Γ. ΜΥΗΕ που χρησιμοποιούν υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

Η χρήση δικτύων κατασκευασμένων για άρδευση, πόσιμο νερό ακόμη και δίκτυα λυμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. Το πλεονέκτημα της χρήσης υπαρχόντων δικτύων είναι ότι το αρχικό κόστος είναι χαμηλότερο σε σύγκριση με άλλες διαμορφώσεις. Στην περίπτωση δικτύων άρδευσης ή πόσιμου νερού, η υψομετρική διαφορά μεταξύ δεξαμενών και καταναλωτών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας με ένα μικρό στρόβιλο. Επομένως, το νερό παράγει ενέργεια πριν καταναλωθεί. Στους αγωγούς λυμάτων μπορούμε επίσης να τοποθετήσουμε ειδικούς στρόβιλους πριν ή μετά τις εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών για την παραγωγή ενέργειας. Το φράγμα Porsuk στην Τουρκία μπορεί να αποτελέσει παράδειγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες από σε φράγματα άρδευσης (Bakis & Bilgin, 2005).



Εικόνα 3.11 Αγωγός ύδρευσης με ενσωματωμένο στρόβιλο για παραγωγή ενέργειας
(Πηγή: ΔΕΥΑ Βέροιας)

3.4 Νομοθεσία

3.4.1 Νομικό πλαίσιο για ΜΥΗΕ στην Ελλάδα

Η ακόλουθη παράγραφος αναλύει τη βασική εθνική νομοθεσία που διαμόρφωσε το ισχύον θεσμικό-κανονιστικό πλαίσιο για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας. Αυτές οι νομοθετικές πράξεις είναι ουσιαστικά το προϊόν της κοινοτικής καθοδήγησης και έχουν δύο βασικούς άξονες:

την απελευθέρωση και την οργάνωση της εγχώριας αγοράς ενέργειας σύμφωνα με την απαίτηση της Οδηγίας 96/92/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Δεκεμβρίου 1996, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, και την επιτάχυνση της ολοκλήρωσης των ΑΠΕ σύμφωνα με την απαίτηση της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001, για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Η πρώτη διείσδυση των ΑΠΕ στην Ελλάδα οφείλεται στο Ν.1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», σύμφωνα με την οποία η τότε ΔΕΗ εγκατέστησε 24 MW ενώ οι τοπικές αρχές (Ο.Τ.Α) περιορίζεται στο ελάχιστο επίπεδο των 3MW και ο ιδιωτικός τομέας παρέμεινε εκτός σκηνής. Παρά αυτό το σχεδόν ασήμαντο αποτέλεσμα, η προσπάθεια αποκάλυψε τις δυνατότητες του τομέα και τις αδυναμίες του συστήματος και άνοιξε το δρόμο για επακόλουθες βελτιώσεις.

3.4.2 Η εξέλιξη της νομοθεσίας

Ν.2244/1994 - «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»

Αυτή η νομοθεσία αποτέλεσε τη βάση για την ουσιαστική ανάπτυξη των ΑΠΕ. Ορίστηκε το σύστημα τιμολόγησης ενέργειας για την παραγόμενη ενέργεια και η διαδικασία και η λειτουργία της άδειας εγκατάστασης. Παρόλο που η ΔΕΗ διατήρησε το αποκλειστικό δικαίωμα παραγωγής και διάθεσης ηλεκτρικής ενέργειας, η έννοια του ανεξάρτητου

παραγωγού εισήχθη υπό πολύ περιοριστικές συνθήκες. Όσον αφορά τις μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο ισχύος, για τις ιδιωτικές μονάδες ιδιοκτησίας ορίστηκε στα 5MW.

N.2773/1999 - «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις»

Τα βασικά σημεία του παραπάνω νόμου ήταν:

απελευθέρωση αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (εναρμόνιση με Οδηγία 96/92)

διατήρηση ευνοϊκού τιμολογιακού καθεστώτος

προτεραιότητα πρόσβασης Α.Π.Ε. στο δίκτυο

ανταποδοτικό τέλος υπέρ ΟΤΑ επί των πωλήσεων ενέργειας (καθορισμός τέλους σε ποσοστό 2%)

Ο Ν. 2773/1999 ήταν η ιδρυτική πράξη της σύγχρονης εθνικής αγοράς ενέργειας και η ευκαιρία του ιδιωτικού τομέα να διεισδύσει στους τομείς παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας. Με αυτήν τη νομοθεσία ιδρύθηκε η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) ως ανεξάρτητη αρχή και έχουν καθοριστεί οι αρμοδιότητές της καθώς και οι κανόνες εσωτερικής λειτουργίας της. Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε.) ιδρύθηκε ως εταιρεία περιορισμένης ευθύνης που περιλαμβάνει το 51% του δημόσιου τομέα και το 49% της ΔΕΗ και ορίστηκε ως Διαχειριστής του Συστήματος και θεσπίστηκαν κανόνες λειτουργίας. Η ΔΕΗ μετατράπηκε σε εταιρεία περιορισμένης ευθύνης και έτσι σταμάτησε να είναι επικεφαλής του ενεργειακού συστήματος. Εξακολούθησε να έχει την κυριότητα του Συστήματος Μεταφοράς και Μεταφορών, που ορίστηκε ως διαχειριστής του πρώτου και έγινε ο πρώτος ιδιωτικός παραγωγός και προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας. Η νομοθεσία καθιέρωσε το πλαίσιο οργάνωσης και λειτουργίας της εγχώριας αγοράς ενέργειας, σύμφωνα με την οδηγία 96/92 ΕΚ, διατήρησε την τιμολογιακή πολιτική του Ν. 2244/1994 για ΑΠΕ και επέβαλε τέλος 2% στην ενέργεια που παράγεται από τις ΑΠΕ για τους τοπικούς αρχές. Για μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, το διακριτικό όριο 10MW εγκατεστημένης χωρητικότητας αναγνωρίζεται επίσημα και περιλαμβάνονται στις ΑΠΕ, για τις οποίες δίνεται προτεραιότητα σύνδεσης στο σύστημα.

N. 2941/2001 - «Απλούστευση διαδικασιών για την ίδρυση εταιρείας, αδειοδότηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και άλλες διατάξεις».

Αυτή η νομοθεσία αντιμετώπισε αποτελεσματικά το ζήτημα της εγκατάστασης ΑΠΕ σε δάση και δασικές εκτάσεις με διατάξεις που έχουν γίνει αποδεκτές και κρίθηκαν συνταγματικές από το Συμβούλιο της Επικρατείας. Καλύπτει επίσης σημαντικά κενά και αντιμετώπισε πολλά παθογόνα χαρακτηριστικά του καθεστώτος αδειοδότησης. Μερικοί από τους κύριους άξονες αυτής της νομοθεσίας ήταν οι εξής:

Οι εξαιρέσεις σε εγκαταστάσεις μεγάλων υποδομών μέσα σε δάση και δασικές εκτάσεις δημοσίου ενδιαφέροντος επεκτείνονται επίσης στις ΑΠΕ.

Δεν απαιτείται άδεια για την εγκατάσταση ηλιακών σταθμών και αιολικών πάρκων, με εξαίρεση τα έργα πολιτικού μηχανικού.

Τα έργα σύνδεσης εργοστασίων παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν ΑΠΕ με το διασυνδεδεμένο σύστημα της ηπειρωτικής και των αυτόνομων νησιωτικών περιοχών μπορούν να κατασκευαστούν από οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο επενδυτή σύμφωνα με τις προδιαγραφές που παρέχονται από τον διαχειριστή του συστήματος και του δικτύου.

N. 3175/2003 - Γεωθερμική δυναμική εκμετάλλευση, τηλεθέρμανση και άλλες παροχές»

Αν και το κύριο θέμα αυτής της νομοθεσίας αφορά την εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού, ο κύριος σκοπός του ήταν να αναπτύξει και να ενισχύσει τον ανταγωνισμό στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας προσελκύνοντας νέες πηγές επενδύσεων και διασφαλίζοντας την επάρκεια ηλεκτρικής ενέργειας για την επίτευξη ανταγωνιστικών τιμών για τον καταναλωτή.

Αυτή η νομοθεσία ήταν ουσιαστικά μια αναθεώρηση του Ν. 2773/1999, προκειμένου να επιταχυνθεί η διαδικασία ελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Μετά τα Ολυμπιακά έργα το 2004, αυτή η νομοθεσία περιλαμβάνει περαιτέρω δράσεις, όπως η

καθιέρωση συντομευμένων και απλουστευμένων διαδικασιών απαλλοτρίωσης, οι οποίες είναι απαραίτητες για την ενίσχυση και την επέκταση των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να εξυπηρετήσει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

N.3468/2006 - Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συνδυασμένη θερμότητα και ενέργεια και άλλες παροχές»

Σκοπός αυτού του νόμου είναι η εισαγωγή της Οδηγίας 2001/77 στον ελληνικό νόμο και η προώθηση στην εγχώρια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με αρχές και κανόνες, της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ και ΣΗΘ. Οι βασικοί άξονες αυτής της νομοθεσίας συνοψίζονται παρακάτω:

Καθιέρωση σαφών επιχειρησιακών αρχών του συστήματος αδειοδότησης, με δεσμευτικές προθεσμίες για την έκδοση αδειών και γνώμες από τις ρυθμιστικές αρχές.

Εξασφαλίστε την τιμολογιακή πολιτική καθορίζοντας μια τιμή αγοράς για τα παραγόμενα από RES MWh, συμπεριλαμβανομένων των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Για μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, αυτή η τιμή ορίζεται στα 73 και 84,6 € / MWh για το διασυνδεδεμένο και μη διασυνδεδεμένο σύστημα αντίστοιχα.

Δημιουργία του συστήματος έκδοσης εγγυήσεων προέλευσης και ρυθμιστικών αρχών.

Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ισχύος ορίζεται ως διαχειριστής απελευθέρωσης για το διασυνδεδεμένο σύστημα, η ΔΕΗ για τα μη διασυνδεδεμένα, το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (CRES) για τις αυτόνομες μονάδες και η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (RAE) είναι ορίζεται ως ο φορέας ελέγχου της έκδοσης των εγγυήσεων προέλευσης.

Θέσπιση μέτρων για την προώθηση της παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκές μονάδες.

Η κατασκευή μονάδων RES επιτρέπεται στη θάλασσα, στην παραλία και στην παράκτια γραμμή, ανοίγοντας το δρόμο για την εκμετάλλευση του παράκτιου δυναμικού ανέμου και κυμάτων.

Συγκροτείται διυπουργική επιτροπή η οποία περιλαμβάνει το Ελληνικό Υπουργείο Ανάπτυξης, το Υπουργείο Οικονομίας και Ανάπτυξης, το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, το Υπουργείο Πολιτισμού, το ΠΑΕ και το CRES. Στόχος της Επιτροπής είναι να προωθήσει την υλοποίηση επενδυτικών έργων μονάδων ΑΠΕ και ΣΗΘ μεγάλης κλίμακας (εγκατεστημένη ισχύς > 30MW ή προϋπολογισμός > 30 εκατομμύρια €). Το ίδιο ισχύει και για μονάδες ΑΠΕ μικρής κλίμακας.

N.4254/2014 - «Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του Ν.4046/2012 και άλλες διατάξεις»

Με το νόμο αυτό καθορίζονταν οι τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από παραγωγούς ΑΠΕ για διάφορα σενάρια, όπως π.χ. για έργα με επιδότηση ή χωρίς επιδότηση. Ισχύει μέχρι και σήμερα αν και έχουν γίνει ήδη προτάσεις για την τροποποίησή του για μορφές ΑΠΕ τον Μάρτιο του 2021.

3.4.3 Διαδικασίες αδειοδότησης μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών

Η ακόλουθη ενότητα παρουσιάζει τις απαιτούμενες ενέργειες και τον προγραμματισμό για την έκδοση αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας. Στο Πίνακα 3.3 αποτυπώνεται διαγραμματικά η τυπική πορεία ανάπτυξης - υλοποίηση ενός μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού (ΡΑΕ).

Πίνακας 3.3 Διαδικασία αδειοδότησης ΜΥΗΕ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΜΥΗΕ	
ΕΓΚΑΤΗΣΤΗΜΕΝΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΜΥΗΕ	
$P \leq 50 \text{ KW}$	$50 \text{ KW} < P \leq 15 \text{ MW}$
Δεν απαιτείται άδεια παραγωγής	Απαιτείται άδεια παραγωγής. Η Αίτηση προς τη ΡΑΕ συνοδεύεται από τεκμηριωμένη υδρολογική μελέτη.
Αίτηση για την διατύπωση προσφοράς σύνδεσης προς τον αρμόδιο διαχειριστή. Η προσφορά σύνδεσης που χορηγείται είναι μη δεσμευτική. Καθίσταται δεσμευτική μετά το πέρας της περιβαλλοντικής αδειοδότησης που αφορά το έργο κατασκευής του ΜΥΗΕ	
Απαιτείται έγκριση περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ), μετά από εξέταση και έγκριση της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΜΠΕ)	
Απαιτείται άδεια χρήσης νερού	Απαιτείται ενιαία άδεια χρήσης νερού και εκτέλεσης έργων αξιοποίησης υδάτινων πόρων
Οικοδομικές άδειες σε περίπτωση αντίστοιχων εργασιών	
Σύμβαση σύνδεσης	
Σύμβαση αγοροπωλησίας	
Δεν απαιτείται άδεια εγκατάστασης	Απαιτείται άδεια εγκατάστασης
Δεν απαιτείται δοκιμαστική λειτουργία και άδεια λειτουργίας	Απαιτείται προσωρινή σύνδεση και δοκιμαστική λειτουργία και κατόπιν επιτυχίας με αίτηση προς το διαχειριστή απαιτείται άδεια λειτουργίας

Πηγή: ΡΑΕ

Οι κομβικές αδειοδοτήσεις μέχρι τη λειτουργία είναι:

- Άδεια Παραγωγής

Η πρώτη άδεια που απαιτείται για την υλοποίηση ενός (ΜΥΗΕ), είναι η Άδεια Παραγωγής που εκδίδεται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), η οποία περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:

Τεκμηρίωση εξασφάλισης θέσης

Μελέτη τεκμηρίωσης δυναμικού-Υδρολογική Μελέτη-Ενεργειακή μελέτη

Προκαταρκτική Τεχνική μελέτη

Επιχειρηματικό σχέδιο

- Άδεια Εγκατάστασης

Κατόπιν της άδειας παραγωγής, απαιτείται η άδεια εγκατάστασης, η οποία περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:

Μελέτη - απαιτούμενα για σύνδεση σταθμού στο σύστημα/δίκτυο

Σύνταξη Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ)

Σύναψη συμβάσεων σύνδεσης και πώλησης με ΔΕΣΜΗΕ

Οικοδομική Άδεια

- Άδεια Λειτουργίας

Προσωρινή σύνδεση και δοκιμαστική λειτουργία

Έλεγχος από τον Διαχειριστή για αποδοτική λειτουργία

Αίτηση για άδεια λειτουργίας

3.5 Θετικά και αρνητικά σημεία της υδροηλεκτρικής ενέργειας

Στην ενότητα αυτή θα παραθέσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας όπως διαπιστώθηκαν μέσα από την βιβλιογραφική διερεύνηση. Όσα φορά τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την υδροηλεκτρική ενέργεια (Kesharwani, 2006):

Είναι συνεχώς ανανεώσιμη, μη ρυπογόνα κατά τη λειτουργία και αποτελεσματική

Η τεχνολογία είναι αξιόπιστη και προσφέρει ευέλικτες λειτουργίες.

Το κόστος λειτουργίας είναι πολύ χαμηλό σε σύγκριση με θερμικούς ή πυρηνικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας.

Οι υδραυλικοί στρόβιλοι μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν μέσα σε λίγα λεπτά και παρέχει πολύ υψηλή απόδοση σε μεγάλο εύρος.

Οι δεξαμενές υδροηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιήσουν το γλυκό τους νερό για ύδρευση ή άρδευση. Αυτή η αποθήκευση γλυκού νερού προστατεύει τον υδροφόρο ορίζοντα από την εξάντληση υδάτων και μειώνει την πιθανότητα ξηρασίας ή πλημμυρών.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, επειδή δεν παράγει τοξικά απόβλητα, μειώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση και συμβάλλει στην επιβράδυνση της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Οι εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικής ενέργειας φέρνουν ηλεκτρισμό, δρόμους, βιομηχανία, εμπόριο και απασχόληση σε αγροτικές περιοχές, αναπτύσσοντας την περιφερειακή οικονομία και αυξάνοντας την ποιότητα ζωής.

Τα έργα υδροηλεκτρικής ενέργειας που αναπτύσσονται και λειτουργούν με οικονομικά βιώσιμο, περιβαλλοντικά θετικό και κοινωνικά υπεύθυνο τρόπο αντιπροσωπεύουν τη βιώσιμη ανάπτυξη

Η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει την πιο αποδοτική ενέργεια, είναι ικανή να μετατρέψει το 90% της διαθέσιμης ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια, ένα επίπεδο απόδοσης υψηλότερο από οποιαδήποτε άλλη μορφή παραγωγής

Η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει εθνική ενεργειακή ασφάλεια που αποτελεί βασικό ζήτημα για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Το νερό που χρησιμοποιείται από τα ποτάμια είναι ένας εγγύριος πόρος που δεν υπόκειται σε διακυμάνσεις στις τιμές των καυσίμων.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει μέση διάρκεια ζωής άνω των 50 ετών με πολύ χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

Έχουν υψηλή εθνική προστιθέμενη αξία

Σχετικά με τα μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν την υδροηλεκτρική ενέργεια μπορούν να συνοψιστούν στα κάτωθι (Khennas & Barnett, 2000):

Η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε περιοχές όπου υπάρχει επαρκής παροχή νερού.

Το αρχικό κόστος των έργων υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ υψηλό αφού απαιτείται κατασκευή φράγματος και συνοδευτικές εγκαταστάσεις.

Φράγματα που περιέχουν τεράστιες ποσότητες νερού έχουν τον κίνδυνο αστοχίας που μπορεί να προκαλέσει καταστροφικά αποτελέσματα, όπως πλημμύρες.

Η κατασκευή φράγματος μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στις γύρω περιοχές αλλάζοντας το κατόντη περιβάλλον, επηρεάζοντας τόσο τη ζωή των φυτών όσο και των ζώων και δημιουργώντας προβλήματα όπως η μετεγκατάσταση ανθρώπων.

3.6 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα των ΜΥΗΕ

Πλεονεκτήματα

Σε σύγκριση με τις άλλες ΑΠΕ, τα ΜΥΗΕ έχουν υψηλή ενεργειακή απόδοση, πράγμα που σημαίνει ότι ενέργεια που παράγεται κατά τη διάρκεια της αξιοποίησής τους, επιφέρει μεγαλύτερα έσοδα, απ' ό,τι τα έξοδα που απαιτούνται για την κατασκευή, τη συντήρηση και τη λειτουργία τους στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα. Λόγω του γεγονότος

ότι μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες κατασκευάζονται σε απομονωμένες ορεινές περιοχές, η ενόχληση που προκαλείται από αυτές είναι ελάχιστη. Ο αγωγός μεταφοράς είναι συνήθως υπόγειος, το κτίριο του εργοστασίου μπορεί να προσαρμοστεί στην τοπική αρχιτεκτονική, η σύγχρονη τεχνολογία στροβίλων εξασφαλίζει μειωμένη ηχητική ενόχληση και δεν υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης νερού. Το αποτέλεσμα δεν είναι μόνο να μην ενοχλείται, αλλά συχνά να αναβαθμίζεται η περιοχή του οπτικού περιβάλλοντος. Η κατασκευή ενός μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού, εάν έχει γίνει σωστό περιβαλλοντικό σχέδιο, δεν έχει καμία σχέση με το κοντινό φυσικό οικοσύστημα. Υπάρχουν τεχνολογίες για τη διευκόλυνση της μετανάστευσης των ψαριών κατά μήκος του ποταμού, ενώ η εκτίμηση της ελάχιστης οικολογικής παροχής διασφαλίζει την επιβίωση της παρόχθιας πανίδας και χλωρίδας. Η ποιότητα του νερού δεν υποβαθμίζεται καθόλου μέσω της διέλευσης του στροβίλου και μπορεί να είναι κατάλληλη ακόμη και για πόσιμο μετά από συνήθη επεξεργασία. Οι μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες μπορούν εύκολα να συνδυαστούν με παράλληλες χρήσεις όπως η παροχή νερού και η άρδευση, συμβάλλοντας στη μεγιστοποίηση της αξιοποίησης των υδάτινων πόρων (Ferreira & Camacho, 2017).

Τα ΜΥΗΕ μπορούν να θεωρηθούν οι απόγονοι των νερόμυλων. Τα ΜΥΗΕ σε ορεινές περιοχές (80% στη χώρα μας) λόγω της μορφολογίας του εδάφους εκμεταλλεύονται τις υψομετρικές διαφορές ρεμάτων, χειμάρρων, μικρών ποταμών χωρίς την ανάγκη αποθήκευσης του νερού εκμεταλλεύοντας τις παροχές να διέρχονται από την υδροληψία χωρίς την αποθήκευσή τους (ταμιευτήρας), τα δε ΜΥΗΕ σε χαμηλότερα υψόμετρα με μικρές υψομετρικές διαφορές σε μεγαλύτερα υδατορεύματα σχεδιάζονται με μικρούς ταμιευτήρες. Η διεθνής και ελληνική εμπειρία των τελευταίων 20 ετών μας αποδεικνύει ότι η κατασκευή ενός ΜΥΗΕ δημιουργεί ανάπτυξη, περιβαλλοντικής αναβάθμισης και έχει ουσιαστικά οφέλη στις τοπικές κοινωνίες, στις οποίες εγκαθίστανται τα έργα αυτά. Τα ΜΥΗΕ είναι μια μορφή ΑΠΕ με πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα έναντι των άλλων βασικών ΑΠΕ αλλά έναντι επενδύσεων σε άλλους, πέραν της ενέργειας, τομείς της οικονομίας. Σύμφωνα με τον ΕΣΜΥΕ το σύνολο των σχετικών μελετών διεθνώς εμφανίζουν ότι τα ΜΥΗΕ⁵:

«Πρόκειται για μια φιλική μέθοδος παραγωγής ενέργειας. Είναι η φθηνότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με μεγάλη συμμετοχή στη μείωση αερίων του θερμοκηπίου»

«Τα ΜΥΗΕ έχουν χρόνο ζωής άνω των 50 ετών με σταθερούς βαθμούς ενεργειακής απόδοσης. Έτσι τα ΜΥΗΕ πετυχαίνουν την μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση σε χρόνο κύκλου ζωής από όλες τις άλλες ΑΠΕ και την μεγαλύτερη αντίσταση σε κάθε ρυθμό αύξησης του κόστους της παραγόμενης ενέργειας»

«Τα ΜΥΗΕ σταθεροποιούν το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο παράγοντας σχεδόν απολύτως προβλέψιμη ενέργεια βάσης, γεγονός που βοηθά άμεσα στην αύξηση της διείσδυσης άλλων ΑΠΕ και το οποίο πρέπει να αποτελέσει βασικό κριτήριο για την διαμόρφωση του νέου 20ετούς μείγματος ενέργειας»

«Τα ΜΥΗΕ είναι έργα με την μεγαλύτερη εγχώρια προστιθέμενη αξία από όλες τις ΑΠΕ. Πάνω από το 60% του προϋπολογισμού των έργων είναι υλικά και υπηρεσίες που προέρχονται από την χώρα μας, ποσοστό που ανάλογα με τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε έργου μπορεί να φθάσει ακόμη και το 90%».

«Είναι επενδύσεις ΑΠΕ μικρές, αποκεντρωμένες, που υλοποιούν κατά πλειοψηφία οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις κυρίως της περιφέρειας με άμεσο αποτέλεσμα στην περιφερειακή συνοχή και με προφανείς επιπτώσεις στην περιφερειακή αποκέντρωση και την απασχόληση, ιδίως σε ορεινές και ημιορεινές απομακρυσμένες περιοχές. Επιπλέον με δεδομένη τη γεωγραφική κατανομή των ΜΥΗΕ, δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη, οικονομικά και κοινωνικά περιοχών της περιφέρειας με την

⁵ <https://www.microhydropower.gr/%CE%B5%CF%83%CE%BC%CF%85%CE%B5/>

προσέλκυση επενδύσεων και δευτερογενώς με τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης στις περιοχές αυτές. Έτσι δημιουργούνται ισχυροί πόλοι τοπικής και περιφερειακής ανάπτυξης προσδίδοντας πολλαπλασιαστικά, μετρήσιμα και ουσιαστικά οφέλη τόσο στις τοπικές κοινωνίες όσο και στη χώρα γενικότερα».

«Τα ΜΥΗΕ δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας. Σύμφωνα με τα απολογιστικά στοιχεία των τελευταίων ετών τόσο σε διεθνές επίπεδο όσο και στην Ελλάδα, που λειτουργούν ήδη μερικές εκατοντάδες MW ΜΥΗΕ, αποδεικνύουν ότι η αξιοποίηση των ΜΥΗΕ δημιουργεί σημαντικές επαγγελματικές προοπτικές και επομένως νέες θέσεις εργασίας τόσο κατά το στάδιο κατασκευής όσο και κατά το στάδιο λειτουργίας τους».

«Η ελληνική εμπειρία από κατασκευή μικρών υδροηλεκτρικών (της τάξης των 3 MW), δείχνει ότι στη φάση κατασκευής απασχολούνται περίπου 10-25 άτομα/MW για δύο χρόνια, ενώ στη φάση λειτουργίας-συντήρησής τους απασχολούνται μόνιμα 1,2-2 άτομα/MW. Μελέτη του ΕΜΠ για κατασκευή μικρού υδροηλεκτρικού ισχύος 6 MW στην Κρήτη, δίνει συντελεστή 26,7 εργατοέτη/MW».

«Τα ΜΥΗΕ έχουν πολλαπλά ανταποδοτικά και αντισταθμιστικά οφέλη προς τις τοπικές κοινωνίες. Συγκεκριμένα εκτός του ανταποδοτικού οφέλους, αποτελούν στις περισσότερες περιπτώσεις έργα πολλαπλού σκοπού εξυπηρετώντας ταυτόχρονα με την παραγωγή ενέργειας αρδευτικές ή υδρευτικές ανάγκες, λειτουργώντας ως έργα αντιπλημμυρικής προστασίας της περιοχής και του υδατορεύματος (δημιουργώντας ταυτόχρονα ένα εκτεταμένο δίκτυο παρακολούθησης υδρολογικών μεγεθών και δεικτών) ή συμβάλλοντας στην αντιπυρική προστασία δασικών εκτάσεων μέσω της χρήσης του αγωγού προσαγωγής ως πυροσβεστικού δικτύου ή μέσω δημιουργίας αντιπυρικών ζωνών».

«Τα ΜΥΗΕ είναι επενδύσεις που η συνεισφορά τους μέσω της κράτησης του 3% (ή 4% σε περιοχές με φορέα διαχείρισης) από τα ακαθάριστα έσοδά τους προς τους οικείους ΟΤΑ και τους κατοίκους των περιοχών εγκατάστασής τους είναι σημαντική ενισχύοντας κυρίως απομακρυσμένους ορεινούς & ημιορεινούς Δήμους της χώρας».

«Η κατασκευή ΜΥΗΕ σε μία περιοχή συνοδεύεται από την παράλληλη υλοποίηση σειράς αντισταθμιστικών οφελών, πέραν των άμεσων και μετρήσιμων οικονομικών εισροών και των δημιουργούμενων θέσεων απασχόλησης».

«Κατασκευάζονται ή/και βελτιώνονται, χωρίς κόστος για τους δημότες, σημαντικά έργα υποδομής στην ευρύτερη περιοχή (οδικό δίκτυο, τηλεπικοινωνίες, ηλεκτρικό δίκτυο)».

«Κατασκευάζονται, ως αντισταθμιστικά οφέλη (χωρίς κόστος) για την τοπική κοινότητα, διάφορα κοινωφελή έργα, όπως δρόμοι, πλατείες, κ.α.».

«Πρωθούνται νέες, εναλλακτικές και ιδιαίτερα κερδοφόρες μορφές τουρισμού στην περιοχή, όπως π.χ. ο οικοτουρισμός (εκπαιδευτικές εκδρομές και επισκέψεις στις εγκαταστάσεις του έργου)».

Μειονεκτήματα

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματά τους, οι μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη από την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας. Όπως όλες οι τεχνολογίες ΑΠΕ, οι μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες έχουν σημαντικά χαμηλότερη ενεργειακή απόδοση από αυτήν των συμβατικών πηγών ενέργειας. Αυτό από την άποψη της αγοράς ενέργειας σημαίνει ότι παράγουν ακριβή ενέργεια, εάν τα ορυκτά καύσιμα εξακολουθούν να είναι επαρκή. Σήμερα, η προώθηση μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών εξαρτάται ουσιαστικά από τις κρατικές επιδοτήσεις και την υψηλή τιμή αγοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τη ΔΕΗ. Τα ΜΥΗΕ σε αντίθεση με μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες, δεν έχουν ικανότητα αποθήκευσης νερού σε ταμιευτήρα. Αυτό το χαρακτηριστικό, το οποίο αποτελεί πλεονέκτημα όσον αφορά το μέγεθος του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, συνεπάγεται μηδενική ευελιξία στη διαχείριση της ενέργειας στο Σύστημα Μεταφοράς, καθώς η παραγόμενη ενέργεια πρέπει να καταναλώνεται αμέσως. Για το λόγο αυτό, η ενέργεια που παράγεται από

μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες δεν χρησιμοποιείται ως ενέργεια αιχμής, αλλά καταναλώνεται κυρίως από το σύστημα. Επιπλέον, οι μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες έχουν μέγιστη παραγωγή κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ η αιχμή της ζήτησης παρατηρείται τους καλοκαιρινούς μήνες. Τέλος, η χωρική διασπορά μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών, η οποία ευνοεί την αποκέντρωση του Συστήματος Μεταφοράς, μεταφράζεται σε αντίστοιχη διασπορά της ανθρώπινης παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον. Σε συνδυασμό με τον μεγάλο αριθμό έργων, τα οποία διαχειρίζεται ο ιδιωτικός τομέας και οι αρμόδιες υπηρεσίες που είναι υπεύθυνες για την παρακολούθηση των έργων, η παρακολούθηση της συμμόρφωσης των περιβαλλοντικών συνθηκών είναι πραγματικά δύσκολη. Ο σχηματισμός θεσμών και εργαλείων για την εφαρμογή της σχετικής νομοθεσίας είναι μια κρίσιμη παράμετρος. Οι δυσκολίες που προκύπτουν από τις μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, δεν πρέπει, σε κάθε περίπτωση, να θεωρηθούν ως ανασταλτικοί παράγοντες στην προώθησή τους. Η ασφάλιση της ενεργειακής βιωσιμότητας και η προστασία του περιβάλλοντος απαιτούν την εκμετάλλευση κάθε οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμης πηγής ενέργειας. Εξαρτάται από τις μεθόδους και τη φιλοσοφία που θα εφαρμοστεί εάν η ενσωμάτωση των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών στο ενεργειακό σύστημα θα γίνει με ορθολογικό και αποτελεσματικό τρόπο (Cernea, 2004).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: Οικονομοτεχνική αξιολόγηση του ΜΥΗΕ

Μικροσπηλιάς - Μελέτη περίπτωσης

Εισαγωγή

Το case study της παρούσας εργασίας είναι η οικονομοτεχνική αξιολόγηση κατασκευής ενός ΜΥΗΕ ισχύος 0,483 MW για λογαριασμό της εταιρείας ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ.

Η θέση του προτεινόμενου ΜΥΗΕ βρίσκεται στην Τοπική Κοινότητα Μικροσπηλιάς, της Δημοτικής Ενότητας Αγνάντων, του Δήμου Κεντρικών Τζουμέρκων, της Περιφερειακής Ενότητας Άρτας, στην Περιφέρεια Ηπείρου. Για αυτό το προτεινόμενο έργο, ονομάζεται ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς. Για το ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς έχει εκδοθεί άδεια παραγωγής από τη ΡΑΕ τον Νοέμβριο του 2020⁶.

Η πρωτογενής μορφή ενέργειας που θα χρησιμοποιείται από το προτεινόμενο έργο, θα είναι η ανανεώσιμη ενέργεια του νερού, η οποία και θα μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω συστήματος υδροστροβίλου - σύγχρονης γεννήτριας.

Το εκμεταλλεύσιμο υδροδυναμικό ενός συγκεκριμένου υδατορεύματος, χαρακτηρίζεται και είναι ανάλογο από τους εξής δείκτες:

- την διαθέσιμη υδραυλική πτώση που σχηματίζεται λόγω της κλίσης του υδατορεύματος σε ένα συγκεκριμένο μήκος και
- την διαθέσιμη για ενεργειακή αξιοποίηση ποσότητα νερού που απορρέει κατά τη διάρκεια του έτους.

Σύμφωνα με όσα αναλύονται στη συνέχεια, η θέση η οποία προτείνεται για την εγκατάσταση του έργου χαρακτηρίζεται από αξιόλογες τιμές των παραπάνω δεικτών, γεγονός που την καθιστά κατάλληλη για ενεργειακή αξιοποίηση.

4.1 Γενικά πληροφοριακά στοιχεία του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς

Το προτεινόμενο έργο αποτελείται από μια κύρια υδροληψία επί του ρέματος Μικροσπηλιάς, όπου μέσω μικρής διώρυγας προσαγωγής συλλέγεται νερό σε δεξαμενή φόρτισης. Κατόπιν με αγωγό προσαγωγής, από πολυαιθυλένιο 3^{ης} γενιάς, διαμέτρου Φ400 και μήκους 900 μέτρων το νερό θα οδηγείται στον ΥΗΣ. Θα εισάγεται στον στρόβιλο και θα παράγεται ηλεκτρική ενέργεια μέσω της γεννήτριας. Με τη βοήθεια του μετασχηματιστή θα εισέρχεται στο δίκτυο μέσης τάσης και από εκεί προς την κατανάλωση. Τα βασικά στοιχεία του έργου, όπως αυτά προέκυψαν από τις μελέτες του έργου (ενεργειακή, υδρολογική, υδραυλική, κλπ) απεικονίζονται στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 0.1, Πίνακας 0.2):

6

<https://diavgeia.gov.gr/decision/view/%CE%A9%CE%A5%CE%973%CE%99%CE%94%CE%9E-%CE%9B7%CE%A6>

Πίνακας 0.1 Κύριες Θέσεις Έργου

α/α	ΣΥΝΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΟΥ	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	Υδροληψία	251130,111	4367820,391	869,00
2	Σταθμός Παραγωγής	250293,864	4367550,450	700,00

Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ

Πίνακας 0.2 Βασικά Στοιχεία Έργου

α/α	ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ	ΤΙΜΗ
1	Αριθμός Υδροληψιών	1 Κύρια Υ/Λ
2	Αγωγός προσαγωγής	900,00 m
3	Εγκατεστημένη Ισχύς	483 KW
4	Παραγόμενη Ενέργεια Ανά Έτος	1,29 GWh
5	Τύπος Στροβίλου	1 τύπου Pelton
6	Προϋπολογισμός έργου	724.500,00

Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ

Στον ΥΗΣ θα εγκατασταθεί ένας στρόβιλος τύπου "Pelton" κατακόρυφου άξονα, με τέσσερα ακροφύσια και εκτροπέα της δέσμης του νερού. Τα κύρια χαρακτηριστικά του στρόβιλου είναι τα ακόλουθα (Πίνακας 0.3):

Πίνακας 0.3 Βασικά Στοιχεία Στροβίλου

α/α	ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ PELTON	ΤΙΜΗ
1	Γεωδαιτικό Ύψος Hg	169,00 m
2	Καθαρό Ύψος Πτώσης Hn (στην μεγ. παροχή)	160,72 m
3	Μέγιστη παροχή	0,35 m ³ /sec
4	Ταχύτητα περιστροφής	1.000 r.p.m.
5	Αριθμός ακροφυσίων	4

Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ



Σχήμα 0.1 Σχηματική παράσταση λειτουργίας ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς
(Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)



Εικόνα 4.1 Ορθοφωτοχάρτης θέσεων έργου ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς (Πηγή: Google Earth)

4.2 Ενεργειακά Χαρακτηριστικά του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς

α. Υπολογισμός Παραγόμενης Ενέργειας

Βάσει των δεδομένων του έργου επιλέχθηκε για την αξιοποίηση των νερών του ρέματος μία μονάδα τύπου "Pelton" κατακόρυφου άξονα με τέσσερα ακροφύσια.

Βάσει αυτού έγιναν οι υπολογισμοί για την αποδιδόμενη ισχύ και την παραγόμενη ενέργεια. Από τα υδρολογικά στοιχεία της περιοχής και την ανάλυση τους επιλέχθηκε εγκατεστημένη παροχή ρέματος 0,35 m³/sec.

Για τον υπολογισμό της παραγόμενης ενέργειας για διάφορες μέγιστες παροχές του στροβίλου υπολογίζεται κατ' αρχή το καθαρό ύψος πτώσης, που δίνεται από την σχέση:

$$H_n = H_g - H_f$$

όπου: H_n = καθαρό ύψος πτώσης

H_g = γεωδαιτικό ύψος, στην περίπτωση μας ίσο με 169,00 m

H_f = απώλειες λόγω τριβών στον αγωγό, στην υδροληψία, στο στρόβιλο κλπ

$H_f = k \cdot Q^2$, όπου k σταθερά και ίση με 67,625

Ο υπολογισμός της παραγόμενης ενέργειας με τα ύψη που προκύπτουν από τα πιο πάνω και τις παροχές από την καμπύλη διάρκειας δίνεται από την σχέση:

$$E \text{ (kWh)} = 9,81 \cdot H_n \cdot Q \cdot n_t \cdot n_g \cdot n_{tr} \cdot T$$

όπου: n_t = βαθμός απόδοσης στροβίλου ίσος με 0,86 - 0,91 για του στροβίλους τύπου "Pelton"

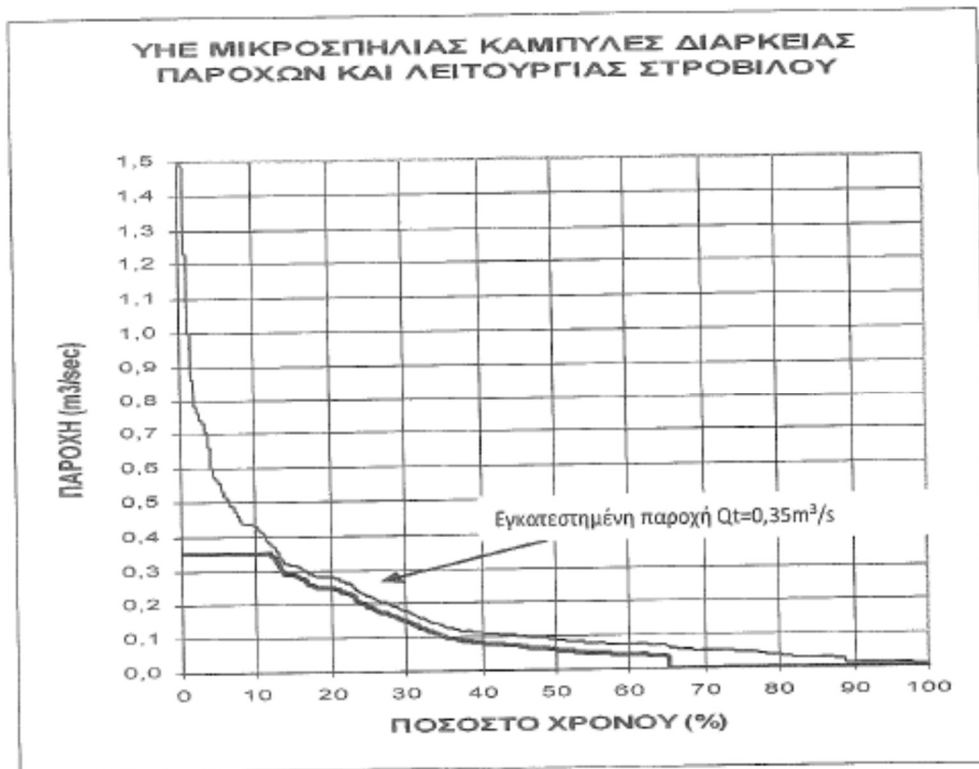
n_g = βαθμός απόδοσης γεννήτριας ίσος με 0,96

n_{tr} = βαθμός απόδοσης Μ/Σ ίσος με 0,98

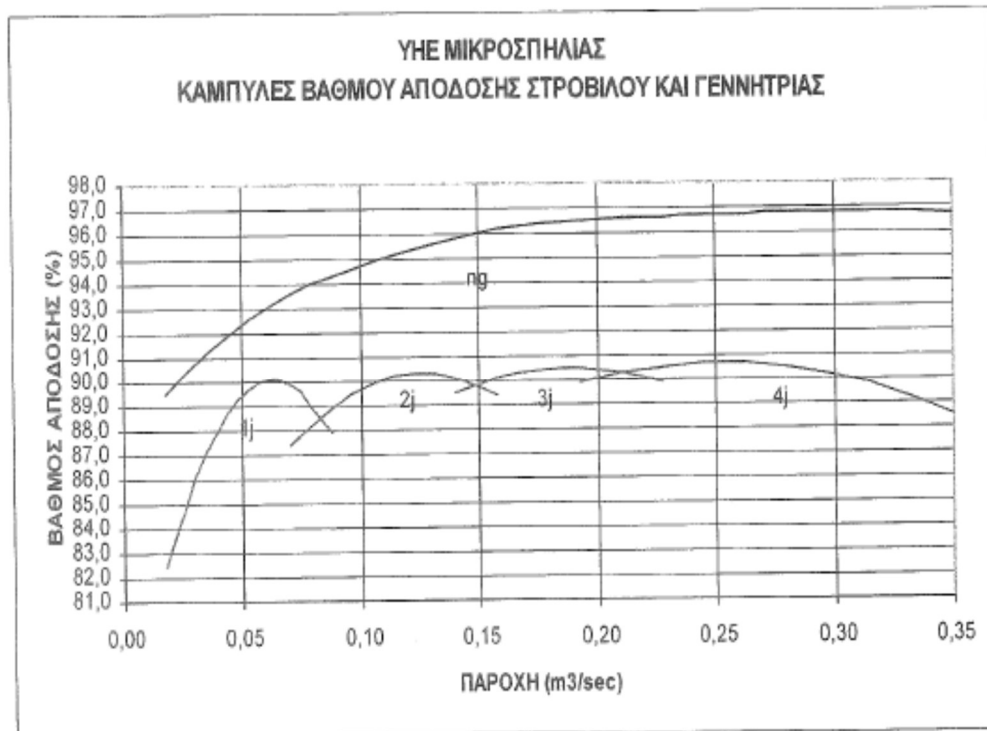
T = οι ώρες λειτουργίας με την υπόψη παροχή από την καμπύλη διάρκειας

Με βάση τα ανωτέρω η κατά μέσο όρο ετήσια παραγόμενη ενέργεια με βάση τις ημερήσιες παροχές για το ρέμα υπολογίσθηκε σε **1,29 GWh**

Κατωτέρω δίνεται το διάγραμμα με τις καμπύλες διάρκειας και λειτουργίας στροβίλου (Διάγραμμα 0.1), καθώς και των βαθμών απόδοσης στροβίλου και γεννήτριας (Διάγραμμα 0.2).



Διάγραμμα 0.1 Καμπύλες Διάρκειας Παροχών και Λειτουργίας Στροβίλου
(Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)



Διάγραμμα 0.2 Καμπύλες Βαθμού Απόδοσης Στροβίλου και Γεννήτριας
(Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)

β. Βαθμός Ενεργειακής Εκμετάλλευσης

Ο βαθμός εκμετάλλευσης της υπόψη θέσης υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον διατιθέμενο όγκο νερών, τον όγκο νερών για την παροχή διαχείρισης του οικοσυστήματος, και τον εκμεταλλεύμενο όγκο νερών για την παραγωγή ενέργειας.

Η συνολική μέση ποσότητα νερού που διατίθεται συνολικά στην υπόψη θέση με βάση την καμπύλη διάρκειας είναι 5,44 εκατ. m³. Παροχή διαχείρισης του οικοσυστήματος που θα αφήνεται ανέρχεται σε 0,885 εκατ. m³ τον χρόνο (30 lit/sec).

Από τους υπολογισμούς με βάση τις παροχές και δεδομένου ότι από τον συγκεκριμένο τύπο μονάδας διέρχεται παροχή από τα 35 lit/sec (10%) ως 0,35 m³/sec, προκύπτει ότι από την μονάδα θα διέρχονται ετησίως 3,44 εκατομμύρια m³ νερού. Επομένως:

Νδιαθέσιμο = 5,44 εκ. m³

Νστροβίλου = 3,44 εκ. m³

Νοικοσυστήματος = 0,885 εκ. m³

Βαθμός ενεργειακής εκμετάλλευσης = Νστροβίλου / (Νδιαθέσιμο - Νοικοσυστήματος) * 100% =

3,44 / (5,44 - 0,885) * 100% → **Βαθμός ενεργειακής εκμετάλλευσης = 75,51%**

4.3 Υδρογεωλογικά Χαρακτηριστικά του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς

Η παρούσα παρουσίαση αφορά στην εκτίμηση των απορροών του ρέματος στη θέση προτεινόμενου ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς. Την εκτίμηση των απορροών υπαγόρευσε η προτεινόμενη ενεργειακή εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού του ρέματος, με την κατασκευή ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου στη θέση ενδιαφέροντος. Ο προσδιορισμός της καμπύλης διάρκειας παροχών του ρέματος θα χρησιμεύσει στην περαιτέρω τεχνικοοικονομική αξιολόγηση του έργου.

α. Περιγραφή λεκάνης απορροής

Η εξεταζόμενη περιοχή βρίσκεται στο υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου.

Η χάραξη και η εμβαδομέτρηση της λεκάνης απορροής προέκυψαν από χάρτες της Γ.Υ.Σ.

Το ρέμα επί του οποίου θα τοποθετηθεί η υδροληψία του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς, πηγάζει σε υψόμετρο +2.380,00 m από τα Τζουμέρκα (Αθαμανικά Όρη) και αποτελεί παραπόταμο του ποταμού Αράχθου. Η υδροληψία τοποθετείται σε υψόμετρο +869,00 m επί του ρέματος σε απόσταση 6.980 m ανάντη της συμβολής του με τον Άραχθο ποταμό. Οι συντεταγμένες της στο σύστημα ΕΓΣΑ 87 είναι:

X = 251130,111 m και Y = 4367820,391 m

Στη θέση της αντιστοιχεί λεκάνη απορροής εμβαδού 3,68 km² και μέσου υψομέτρου +1.317,00 m. Το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης είναι +2.380,00 στην κορυφή Καταφίδι. Η περιοχή είναι ορεινή με έντονο ανάγλυφο. Η φυτοκάλυψη της είναι αρκετά πυκνή με πουρνάρι, βελανιδιές και ελάτη. Η κατακρήμνιση που δέχεται είναι σημαντική κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου ενώ το χειμώνα έχει πολλές φορές τη μορφή χιονιού, που παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα στα μεγάλα υψόμετρα και απορρέει στο τέλος της άνοιξης και στην αρχή του καλοκαιριού.

Δεσμευτικές χρήσεις του νερού ανάντη της προβλεπόμενης υδροληψίας δεν υπάρχουν.

β. Μεθοδολογία εκτίμησης παροχών λόγω ελλείψεως στοιχείων

Επειδή δεν γίνονται συστηματικές μετρήσεις παροχής στο ρέμα Μικροσπηλιάς, είναι αναγκαία η προσφυγή στα στοιχεία υδρομετρικού σταθμού, που να ευρίσκεται κοντά

στην υπό εξέταση θέση και του οποίου η ανάντη ελεγχόμενη λεκάνη απορροής να προσομοιάζει γεωμορφολογικά και κλιματικά προς τις εξεταζόμενη.

Στην ευρύτερη περιοχή δεν λειτουργεί σήμερα υδρομετρικός σταθμός. Στο γειτονικό, όμως ρέμα του Καταρράκτη έχει κατασκευαστεί από την NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΒΕΤΕ, ανάλογο Μ.Υ.Η.Ε.

Η λεκάνη απορροής ανάντη της κύριας υδροληψίας του ΜΥΗΕ Καταρράκτη έχει έκταση 9,53 Km² και μέσο υψόμετρο +1.208,00 m. Η λεκάνη αυτή προσομοιάζει γεωμορφολογικά και κλιματικά προς την εξεταζόμενη και έχει συγκρίσιμο με αυτήν εμβαδόν.

Η εκτίμηση λοιπόν των απορροών της λεκάνης απορροής στη θέση ενδιαφέροντος γίνεται από την όμορη λεκάνη του ρέματος Καταρράκτη στη θέση της κύριας υδροληψίας. Για την εκτίμηση τους έγινε μεταφορά των πληροφοριών απορροής της λεκάνης απορροής του ρέματος Καταρράκτη στη θέση κύριας υδροληψίας του ΜΥΗΕ Καταρράκτη, λαμβάνοντας υπόψη τον λόγο του εμβαδού της εξεταζόμενης λεκάνης απορροής προς το εμβαδόν της λεκάνης απορροής του ρέματος Καταρράκτη στη θέση της κύριας υδροληψίας και τον αντίστοιχο λόγο των μέσων υψομέτρων των λεκανών απορροής.

γ. Μετεωρολογική - Βροχομετρική πληροφορία

Μέσα στη λεκάνη απορροής της εξεταζόμενης περιοχής δεν λειτουργεί, αλλά ούτε στο παρελθόν λειτούργησε βροχομετρικός σταθμός. Ο πλησιέστερος στην περιοχή σταθμός βρίσκεται στα Άγναντα του Δήμου Κεντρικών Τζουμέρκων. Ο σταθμός αυτός βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 39° 29', σε γεωγραφικό μήκος 21° 05', σε υψόμετρο +660,00 m και ανήκει στο ΥΠΕΝ. Περιλαμβάνει βροχόμετρο και λειτουργεί συνεχώς από το 1954. Ο σταθμός αυτός σημειώνεται και αναφέρεται στο τεύχος "Μετεωρολογικοί, βροχομετρικοί σταθμοί της Χώρας - Μητρώο" (Υ.Β.Ε.Τ, Αύγουστος 1987).

δ. Υδρομετρική πληροφορία

Από την NANKO ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΒΕΤΕ που κατασκεύασε το ΜΥΗΕ Καταρράκτη χορηγήθηκαν οι μέσες ημερήσιες παροχές του ρέματος Καταρράκτη στη θέση κύριας υδροληψίας του Έργου. Οι μετρήσεις αυτές αφορούν το χρονικό διάστημα από Δεκέμβριο 2007 έως Σεπτέμβριο 2019 (δώδεκα περίπου υδρολογικά έτη).

Οι μέσες ημερήσιες παροχές του ρέματος στη θέση της υδροληψίας του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς προκύπτουν υπολογιστικά από τις μέσες ημερήσιες παροχές του ρέματος Καταρράκτη στη θέση της κύριας υδροληψίας του Μ.Υ.Η.Ε. Καταρράκτη λαμβάνοντας υπόψη τους λόγους των εμβαδών των λεκανών απορροής και τους λόγους των αντιστοίχων μέσων υψομέτρων των λεκανών απορροής. Ο υπολογισμός βασίστηκε σε μία εξίσωση της μορφής:

$$Q_{\beta} = Q_{\alpha} * (E_{\beta} / E_{\alpha}) * (Y_{\beta} / Y_{\alpha}) \quad (1)$$

τα μεγέθη Q_{β} , E_{β} , Y_{β} αφορούν την εξεταζόμενη λεκάνη δηλαδή τη λεκάνη του ρέματος στη θέση υδροληψίας ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς και είναι αντίστοιχα η ζητούμενη παροχή, η επιφάνεια της λεκάνης και το μέσο υψόμετρο, ενώ τα μεγέθη Q_{α} , E_{α} , Y_{α} αφορούν τη βασική λεκάνη αναφοράς δηλαδή τη λεκάνη απορροής του ρέματος Καταρράκτη στη θέση της κύριας υδροληψίας του ΜΥΗΕ Καταρράκτη.

Επειδή : $Y_{\beta}=1.317,00$ m, $Y_{\alpha}=1.208,00$ m, $E_{\beta}=3,68$ km² και $E_{\alpha}=9,53$ km² ο λόγος $(E_{\beta} / E_{\alpha}) * (Y_{\beta} / Y_{\alpha})$, είναι ίσος με 0,420992 και η τελική μορφή της (1) είναι:

$$Q_{\beta} = Q_{\alpha} * 0,420992 \quad (2)$$

Οι μέσες ημερήσιες παροχές του ρέματος στη θέση υδροληψίας ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς για τα υδρολογικά έτη 2007-08 έως 2018-19 που προέκυψαν με βάση την εξίσωση (2),

μας δίνουν τις μέσες μηνιαίες και τις μέσες ετήσιες παροχές του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιά, οι οποίες παρατίθενται αντίστοιχα στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 0.4).

Πίνακας 0.4 Μέσες μηνιαίες και ετήσιες παροχές ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς (m³/sec)

Υδρ Έτος	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	Μέση Τιμή
2007-08			0,08	0,14	0,09	0,10	0,15	0,65	0,23	0,02	0,01	0,03	0,15
2008-09	0,09	0,18	0,14	0,09	0,06	0,07	0,13	0,21	0,04	0,03	0,02	0,05	0,09
2009-10	0,12	0,14	0,25	0,19	0,19	0,15	0,34	0,49	0,17	0,13	0,02	0,03	0,19
2010-11	0,24	0,27	0,25	0,28	0,52	0,53	0,55	0,73	0,21	0,17	0,02	0,06	0,32
2011-12	0,28	0,27	0,26	0,07	0,07	0,08	0,08	0,18	0,08	0,02	0,01	0,02	0,12
2012-13	0,03	0,03	0,07	0,07	0,08	0,17	0,25	0,38	0,11	0,02	0,01	0,03	0,10
2013-14	0,05	0,16	0,17	0,21	0,18	0,22	0,31	0,40	0,26	0,07	0,01	0,02	0,17
2014-15	0,08	0,26	0,10	0,08	0,09	0,07	0,20	0,32	0,29	0,05	0,02	0,04	0,13
2015-16	0,07	0,17	0,24	0,13	0,45	0,14	0,15	0,28	0,18	0,07	0,03	0,04	0,16
2016-17	0,09	0,09	0,08	0,29	0,60	0,35	0,28	0,28	0,16	0,06	0,03	0,27	0,21
2017-18	0,17	0,35	0,09	0,10	0,30	0,15	0,21	0,38	0,12	0,05	0,03	0,03	0,16
2018-19	0,05	0,34	0,60	0,15	0,35	0,46	0,37	0,34	0,20	0,11	0,04	0,05	0,26
Μέση Τιμή	0,12	0,20	0,19	0,15	0,25	0,21	0,25	0,39	0,17	0,07	0,02	0,06	0,17

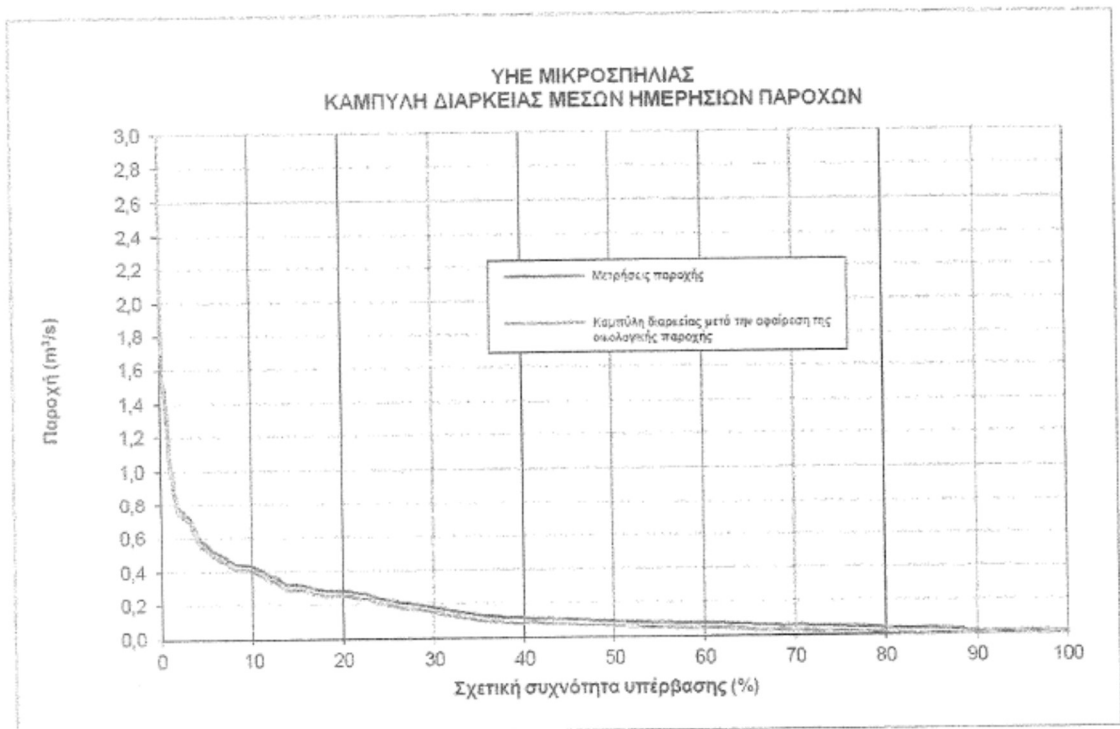
Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ

Για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων στη λεκάνη απορροής του ρέματος Μικροσπηλιάς υπολογίστηκε η οικολογική παροχή, η οποία δεν θα διατίθεται για την παραγωγή ενέργειας και θα απελευθερώνεται από την υδροληψία του προτεινόμενου έργου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η παροχή αυτή ισούται με την μεγαλύτερη τιμή εκ των : 30% της μέσης παροχής του τριμήνου Ιουνίου-Αυγούστου και του ημίσεος της μέσης παροχής Σεπτεμβρίου και δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 30 lit/sec. Το 30% της μέσης παροχής του τριμήνου Ιουνίου-Αυγούστου ισούται με 26 lit/sec και του ημίσεος της μέσης παροχής Σεπτεμβρίου με 28 lit/sec. Λαμβάνεται τελικά οικολογική παροχή ίση με 30 lit/sec.

ε. Καμπύλη διάρκειας παροχών

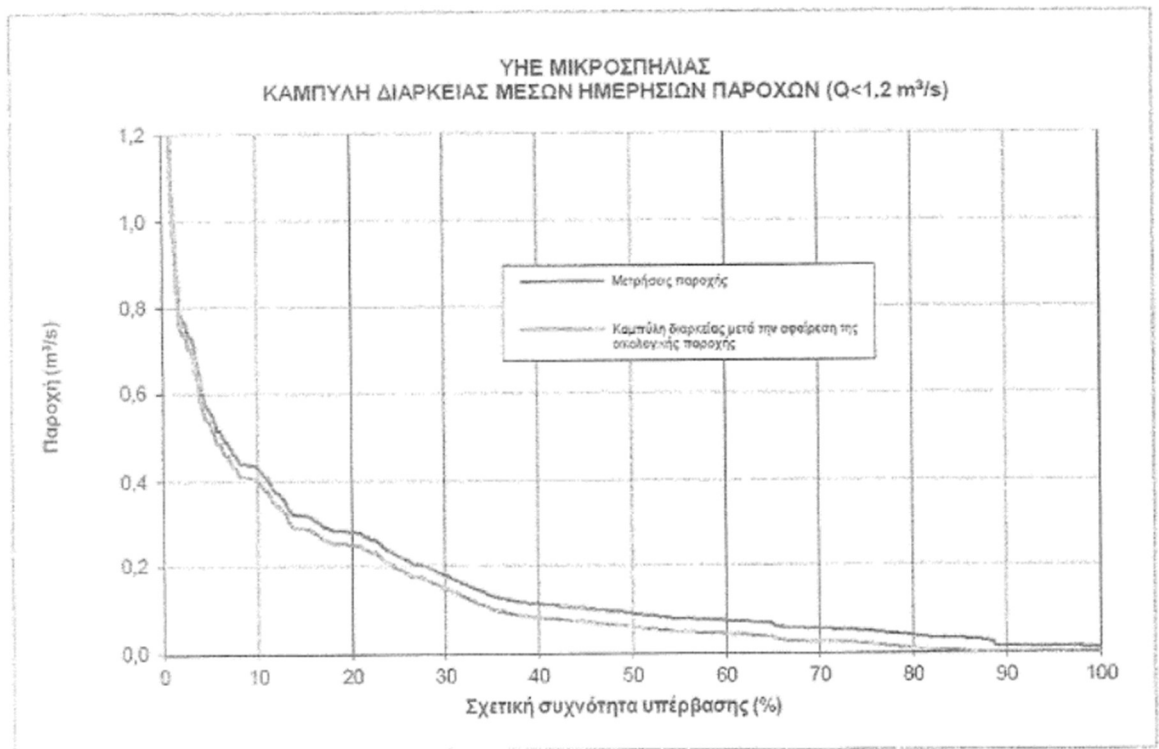
Η καμπύλη διάρκειας που εκφράζει τη διαθεσιμότητα των παροχών σε μία θέση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την εκτίμηση του υδροηλεκτρικού δυναμικού, που εξαρτάται ακριβώς από τη διαθεσιμότητα των παροχών και το υδραυλικό φορτίο (ύψος πτώσης). Παριστάνει σε οριζόντιο άξονα, για δεδομένη τιμή της παροχής στον κατακόρυφο άξονα, το ποσοστό ή τη διάρκεια του χρόνου κατά το οποίο η παροχή του υδατορεύματος είναι μεγαλύτερη ή ίση της τιμής αυτής. Το δείγμα από τα στοιχεία του οποίου κατασκευάζεται η καμπύλη διάρκειας είναι μία χρονοσειρά παροχών που ορίζονται σε χρονικά διαστήματα δεδομένου εύρους. Το συνηθέστερο χρονικό εύρος και το πιο χρήσιμο είναι η ημέρα, οπότε τα στοιχεία του δείγματος είναι οι μέσες ημερήσιες παροχές. Αν το χρησιμοποιούμενο εύρος είναι ο μήνας, θα υπάρχει απώλεια πληροφοριών σε σχέση με την ημέρα.

Στην παρούσα μελέτη υπολογίστηκαν οι χρονοσειρές μέσω ημερησίων παροχών του ρέματος για δώδεκα έτη (2007-08 έως 2018-19) σύμφωνα με τα λεχθέντα της προηγούμενης παραγράφου. Οι τιμές των χρονοσειρών αυτών κατατάχθηκαν κατά φθίνουσα τάξη μεγέθους και σε κάθε μία τιμή αποδόθηκε η πιθανότητα υπέρβασής της. Έτσι προέκυψε η καμπύλη διάρκειας μέσω ημερησίων παροχών του ρέματος του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς, όπως φαίνεται στο (Διάγραμμα 0.3).

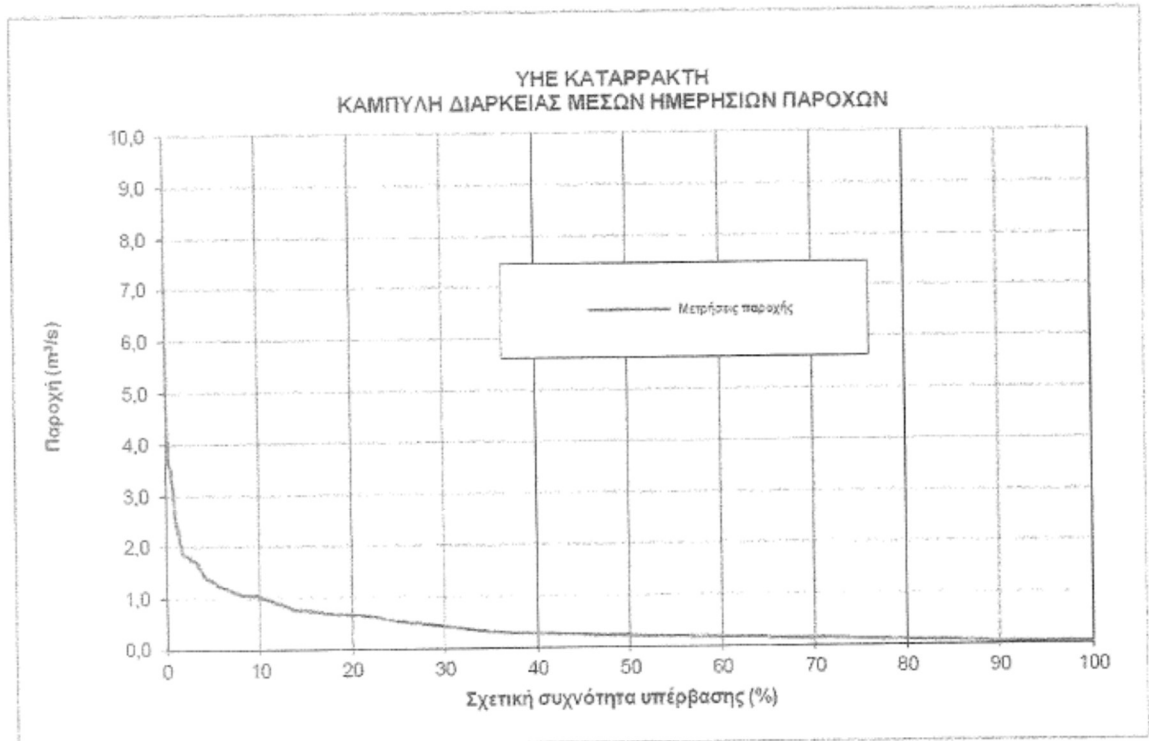


Διάγραμμα 0.3 Καμπύλη Διάρκειας Μέσων Ημερησίων Παροχών
(Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)

Λόγω του πλήθους του δείγματος (4322 σημεία) η προκύπτουσα καμπύλη είναι ικανοποιητικά ομαλή και δεν απαιτείται περαιτέρω ομαλοποίησή τους. Στο Διάγραμμα 0.4 φαίνεται το μέρος εκείνο της καμπύλης διάρκειας μέσων ημερησίων παροχών του ρέματος του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς που αντιστοιχεί σε μέσες ημερήσιες παροχές μικρότερες ή ίσες με $1,20 \text{ m}^3/\text{sec}$.



Διάγραμμα 0.4 Καμπύλη Διάρκειας Μέσων Παροχών $Q < 1,2 \text{ m}^3/\text{sec}$
(Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)



Διάγραμμα 0.5 Καμπύλη Διάρκειας Μέσων Παροχών (Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ)

Στο Διάγραμμα 0.5 παρατίθεται η καμπύλη διάρκειας μέσων ημερησίων παροχών του ρέματος Καταρράκτη ανάντη της κυρίας υδροληψίας του ΥΗΕ Καταρράκτη.

4.4 Οικονομικά Στοιχεία του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς

Το ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς, ισχύος 0,483 MW είναι το μοναδικό για το οποίο η ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ έχει άδεια παραγωγής από τη ΡΑΕ. Επίσης, η ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ δεν μετέχει ούτε σε Κοινοπραξίες, ούτε σαν μέτοχος σε άλλες εταιρείες που έχουν υποβάλει αίτημα στη ΡΑΕ για άδεια παραγωγής ή έχουν λάβει από τη ΡΑΕ άδεια παραγωγής.

Το επιχειρηματικό σχέδιο περιλαμβάνει την ανάλυση των κυριότερων μακροοικονομικών μεγεθών που επηρεάζουν την αποδοτικότητα των συγκεκριμένων επενδύσεων, καθώς και των κύριων υποθέσεων για την λειτουργία της επιχείρησης. Κύρια προσπάθεια στην παρουσίαση του παρόντος Επιχειρησιακού Σχεδίου αποτελεί η απόδειξη ότι οι προτεινόμενες επενδύσεις έχουν εξασφαλισμένη χρηματοδότηση και υγιείς οικονομικούς δείκτες, και μπορούν να δημιουργήσουν τις προϋποθέσεις και τις απαιτούμενες ταμειακές ροές για την χρηματοδότηση σειράς παρόμοιων επενδυτικών προτάσεων.

4.4.1 Προϋπολογισμός Επένδυσης

Για την υλοποίηση του εν λόγω επενδυτικού σχεδίου, καθίσταται απαραίτητη η εξοικονόμηση κεφαλαίων, τα οποία είναι ικανά να καλύψουν, όσο πιο αποτελεσματικά γίνεται, τα αρχικά κεφάλαια της επένδυσης. Η υλοποίηση της επένδυσης, στη θέση Μικροσπηλιά, απαιτεί κεφάλαια, το ύψος των οποίων ανέρχεται σε 724.500 €. Αναλυτικά οι δαπάνες οι οποίες θα πραγματοποιηθούν είναι οι εξής (Πίνακας 0.5):

Πίνακας 0.5 Προϋπολογισμός έργου ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
1	Προμήθεια και εγκατάσταση στροβίλου με ρυθμιστές στροφών, δικλείδες εισόδου και γεννήτριες με ρυθμιστές τάσης	326.000
2	Προμήθεια και εγκατάσταση πινάκων αυτοματισμού, προστασιών και τροφοδοσίας	33.000
3	Προμήθεια και εγκατάσταση μετασχηματιστών ανύψωσης, βοηθητικού Μ/Σ και πινάκων μέσης τάσης	26.000
4	Προμήθεια και εγκατάσταση λοιπού Η/Γ και Μ/Γ εξοπλισμού	12.750
5	Μεταλλικές κατασκευές (θυροφράγματα υδροληψίας, κλπ)	16.500
6	Κατασκευή φράγματος – υδροληψίας - εξαμμωτή	56.000
7	Κατασκευή αγωγού προσαγωγής και εκσκαφές του	80.250
8	Οικοδομικές εργασίες για την κατασκευή του κτηρίου του ΥΗΣ, της διώρυγας φυγής και του περιβάλλοντος χώρου του ΥΗΣ	84.750
9	Έξοδα μελετών και διαδικασιών αδειοδότησης	26.250
10	Διασύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ	63.000
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ		724.500

Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ

Η συγκεκριμένη κοστολόγηση που αναγράφεται παραπάνω βασίστηκε σε προσφορές από το ελεύθερο εμπόριο εταιριών Η/Λ και Μ/Γ εξοπλισμού. Τα έργα πολιτικού μηχανικού και οι υπολειπόμενες μελέτες κοστολογήθηκαν από τις προμελέτες και από την εμπειρία ανάλογων έργων στη γύρω περιοχή (ΜΥΗΕ 0,5 MW σε ορεινό ανάγλυφο).

Το ακριβές κόστος διασύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ υπολογίστηκε με βάση την απόσταση του ΥΗΣ από το δίκτυο μέσης τάσης και οικονομική προσφορά του ΔΕΔΗΕ. Γενικά από την εμπειρία που υπάρχει στον ελλαδικό χώρο από την κατασκευή ΜΥΗΕ≤1 MW υπάρχει ο άτυπος κανόνας :

$$\text{Κόστος κατασκευής} = [\text{Ισχύς ΜΥΗΕ (KW)}] * [1.350 \text{ έως } 1750(\text{€} / \text{KW})]$$

4.4.2 Χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης (ίδια κεφάλαια, δανειακά κεφάλαια, χρηματοδοτική μίσθωση, επιδότηση).

Οι πηγές χρηματοδότησης του έργου θα είναι ίδια κεφάλαια και δάνειο Ελληνικής Τράπεζας.

Η εταιρεία θα λάβει δάνειο από Ελληνική Τράπεζα, για ποσό 576.500 € και θα διαθέσει ίδια κεφάλαια συνολικού ποσού 148.000 €. Με βάση τα ανωτέρω, η χρηματοδοτική διάρθρωση της επένδυσης παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 0.6):

Πίνακας 0.6 Χρηματοδοτική διάρθρωση επένδυσης

ΔΙΑΡΘΩΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ (σε € & %)	
Ίδια Κεφάλαια	148.000	20,43%
Τραπεζικό Δάνειο	576.500	79,57%
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	724.500	100%

Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ

α. Ίδια Κεφάλαια

Εφόσον ο φορέας επικαλείται κάλυψη μέρους ή συνόλου του προϋπολογισμού του έργου μέσω ιδίων κεφαλαίων, οφείλει να τεκμηριώσει την επάρκεια του αυτή σε ίδια κεφάλαια. Η τεκμηρίωση αυτή αφορά το σύνολο του επιχειρηματικού σχεδίου που έχει καταθέσει στη ΡΑΕ κατά την αίτηση για άδεια παραγωγής, για το οποίο επικαλείται κάλυψη χρηματοδότησης μέσω ιδίων κεφαλαίων.

Για την κάλυψη της ίδιας συμμετοχής του 20,43% του προϋπολογισμού του έργου, προσκομίζονται:

Για τα φυσικά πρόσωπα της εταιρείας βεβαιώσεις που έχουν εκδοθεί μέσα στις προηγούμενες τριάντα (30) ημέρες από την υποβολή της αίτησης που αφορούν προθεσμιακές καταθέσεις με ημερομηνία έναρξης τουλάχιστον τρεις (3) μήνες πριν την υποβολή της αίτησης.

β. Τραπεζική Χρηματοδότηση

Εφόσον ο φορέας επικαλείται κάλυψη μέρους ή του συνόλου του προϋπολογισμού του έργου ή και του συνολικού επιχειρηματικού σχεδίου, μέσω τραπεζικής χρηματοδότησης γίνονται δεκτά επιστολή εκδήλωσης ενδιαφέροντος letter of intent. Στην εν λόγω επιστολή θα πρέπει να αναφέρεται συγκεκριμένα το έργο ή αναλυτικά το επιχειρηματικό σχέδιο για το οποίο αυτή χορηγείται, το μέγιστο ύψος του δανείου καθώς και οι τυχόν ειδικοί όροι οι οποίοι την διέπουν. Σήμερα η παραπάνω επιστολή έχει αντικατασταθεί από εγγυητική επιστολή καλής εκτέλεσης.

4.4.3 Μακροοικονομικά μεγέθη, όπως π.χ. επιτόκιο δανεισμού, περίοδος αποπληρωμής δανείου

Στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 0.7) εμφανίζονται τα βασικά μακροοικονομικά μεγέθη που λαμβάνονται υπόψη στο παρόν επιχειρηματικό σχέδιο και τα οποία αναμένεται να επηρεάσουν την οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης.

Πίνακας 0.7 Βασικά Μακροοικονομικά Μεγέθη

α/α	ΒΑΣΙΚΑ ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ	ΤΙΜΗ
1	Περίοδος Αποπληρωμής Δανείου	8 Έτη
2	Επιτόκιο Δανείου	6,50 %
3	Έτη Φορολογικής Απόσβεσης	25 Έτη
4	Οικονομική Διάρκεια Εκμετάλλευσης	25 Έτη
5	Διάρκεια Κατασκευής Έργου	1 Έτος
6	Τιμή Πώλησης Παραγόμενης Ενέργειας	0,107 €/KWh
7	Φορολογικός Συντελεστής	28,00 %

Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ

Φορολογικός συντελεστής 28% για το έτος 2023 και μειούμενος 1% ετήσια τα έτη 2024, 2025, 2026 έως του ποσοστού 25%.

Δύο βασικά μεγέθη είναι ο πληθωρισμός και η διακύμανση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σύμφωνα με το νόμο Ν.4254/07-04-2014 (ΦΕΚ Τεύχος Α 85/07-04-2020) «Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του Ν.4046/2012 και άλλες διατάξεις», καθορίζεται για ΜΥΗΕ στο διασυνδεδεμένο σύστημα σε 0,100 €/KWh. Η τιμή αυτή προβλεπόταν να παραμείνει σταθερή κατά τη διάρκεια που εκπονούνταν οι μελέτες για την άδεια παραγωγής.

Πίνακας 0.8 Τιμές KWh για παραγωγούς ΑΠΕ-ΜΥΗΕ σύμφωνα με τον Ν.4254/2014

ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ (€/kWh)				
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ	P≤1		P>1	
	ΧΕ	ΜΕ	ΧΕ	ΜΕ
Έως 31/12/2006	0,107	0,87	0,107	0,84
Έως 01/01/2007	0,107	0,89	0,107	0,87

Πηγή: Εθνικό Τυπογραφείο

4.4.4 Κύκλος εργασιών και κόστος συντήρησης και λειτουργίας

α. Κύκλος εργασιών

Ο κύκλος εργασιών της επιχείρησης προσδιορίζεται από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας προς τον ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ.

Η μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς υπολογίστηκε από την υδρολογική μελέτη και ενεργειακή μελέτη στις 1.290.000 MWh/έτος. Ο κύκλος εργασιών σε τιμές 2020 (για ΜΥΗΕ χωρίς επιδότηση) ανέρχεται στο ποσό των 129.000 € ετησίως.

β. Κόστος Επισκευών και συντήρησης των έργων

Περιλαμβάνει τα έξοδα εργολαβικής συντήρησης και ανταλλακτικών του μηχανολογικού εξοπλισμού και των ειδικών εγκαταστάσεων των έργων, και εκτιμάται ότι αντιστοιχεί σε ποσοστό ίσο με 3% περίπου επί του προϋπολογισμού των έργων, ήτοι ποσού 21.000 €.

γ. Λοιπά Έξοδα Λειτουργίας

Στα λοιπά γενικά λειτουργικά έξοδα εμπεριέχονται οι παροχές σε τρίτους, ενοίκια μηχανικού εξοπλισμού και μεταφορικών μέσων, ασφάλιστρα, κλπ. τα οποία εκτιμούνται σε ποσοστό ίσο με 0,3% επί του προϋπολογισμού των έργων ήτοι ποσού 2.500 €. Στα προηγούμενα έξοδα συμπεριλαμβάνονται και κάποια άλλα έξοδα, όπως έξοδα μεταφοράς, υλικά άμεσης ανάλωσης και λοιπά γενικά έξοδα.

δ. Ανταποδοτικό τέλος ΟΤΑ

Τέλος, το έργο επιβαρύνεται και με το ανταποδοτικό τέλος που προβλέπεται να αποδίδεται στον τοπικό ΟΤΑ, το οποίο είναι ποσοστό ίσο με 4% επί του κύκλου εργασιών του έργου. Το συγκεκριμένο ποσό παρακρατείτε στην πηγή και μειώνει ισόποσα τα ετήσια έσοδα του έργου.

Σύμφωνα με τα παραπάνω το ποσό που θα παρακρατείτε από τα έσοδα του έργου (σημερινές τιμές) και θα αποδίδεται στον τοπικό ΟΤΑ είναι ίσο με: 5.160 €/έτος.

Στον Πίνακα 0.9 που ακολουθεί φαίνεται το συνολικό ετήσιο λειτουργικό κόστος της επιχείρησης.

Πίνακας 0.9 Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΞΟΔΩΝ	ΕΤΗΣΙΑ ΔΑΠΑΝΗ (€)
1	Κόστος Επισκευών και συντήρησης	21.000
2	Λοιπά Έξοδα Λειτουργίας	2.500
3	Ανταποδοτικό Τέλος ΟΤΑ	5.160
ΣΥΝΟΛΟ ΕΞΟΔΩΝ		28.660

Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ

4.4.5 Χρονοδιάγραμμα κατασκευής έργου

Το ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς αναμένεται να τεθεί σε εμπορική λειτουργία 20 μήνες μετά την έκδοση της άδειας εγκατάστασης, χρόνος ίσος με το χρονικό διάστημα κατασκευής του έργου σύμφωνα με το επισυναπτόμενο χρονοδιάγραμμα του έργου, από το οποίο φαίνεται ότι η κατασκευή του Έργου θα διαρκέσει 18 μήνες από την λήψη των σχετικών αδειών στους οποίους συμπεριλαμβάνεται και δύο μήνες για την θέση σε λειτουργία και τις δοκιμές του εξοπλισμού (Πίνακας 0.10).

Πίνακας 0.10 Χρονοδιάγραμμα Κατασκευής ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς

α/α	ΕΙΔΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΜΗΝΕΣ																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Λήψη άδειας εγκατάστασης και λοιπών αδειών	■																				
2	Μελέτες εφαρμογής	■	■																			
3	Εγκατάσταση εργοταξίου		■																			
4	Παραγγελία εξοπλισμού			■																		
5	Κατασκευή εξοπλισμού				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
6	Προσπελάσεις θέσεων έργου			■	■																	
7	Κατασκευή υδροληψίας				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
8	Εγκατάσταση αγωγού προσαγωγής					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
9	Κατασκευή κτηρίου ΥΗΣ														■	■	■	■				
10	Εγκατάσταση εξοπλισμού																		■	■		
11	Σύνδεση με ΔΕΔΗΕ δοκιμές και θέση σε λειτουργία																				■	■

Πηγή: Εταιρεία ΑΤΕΡΜΩΝ ΙΚΕ

4.5 Κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων

Υπάρχουν αρκετά κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων τόσο σε ιδιωτικές εταιρείες όσο και σε δημόσιους οργανισμούς. Κάθε

ένα από αυτά τα κριτήρια προορίζεται να αποτελέσει δείκτη κέρδους-οφέλους για ένα υπό εξέταση έργο-επένδυση. Μερικά από αυτά τα κριτήρια δείχνουν το μέγεθος του κέρδους σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ενώ άλλα δείχνουν το ποσοστό απόδοσης του κεφαλαίου ανά περίοδο. Εάν ένας υπεύθυνος λήψης αποφάσεων έχει στα χέρια του όλα τα στοιχεία που απαιτούνται μπορεί με την χρησιμοποίηση κριτηρίων αξιολόγησης να αποφασίσει αν μια επένδυση είναι συμφέρουσα ή όχι, ή να επιλέξει μεταξύ δύο ή περισσότερων επενδύσεων την πιο συμφέρουσα.

Θα επικεντρωθούμε εκτενέστερα στα παρακάτω κριτήρια αξιολόγησης:

1. Καθαρή Παρούσα Αξία

Ένα πολύ διαδεδομένο κριτήριο για την αξιολόγηση μια επένδυσης είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) ή Net Present Value (NPV). Το κριτήριο της ΚΠΑ είναι διεθνώς αναγνωρισμένο, ως η περισσότερο αξιόπιστη τεχνική αξιολόγησης επενδύσεων, με ευρύτερες εφαρμογές σε όλα τα πεδία της Χρηματοοικονομικής Επιστήμης (Καλιαμπάκος & Δαμίγος, 2008)).

Η Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) ισούται με τη διαφορά της παρούσας αξίας των ετήσιων εισοδημάτων μείον την παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων. Υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων, όπως, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο (Καλιαμπάκος & Δαμίγος, 2008):

$$ΚΠΑ = \sum_{T=1}^v \frac{ΚΤΡ_T}{(1 + \varepsilon)^T} - E_0$$

όπου, ΚΠΑ = η Καθαρά Παρούσα Αξία του σχεδίου επένδυσης

ΚΤΡ_T = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος τ

E₀ = η αρχική επένδυση το χρόνο τ=0

v = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

ε = το επιτόκιο προεξόφλησης

Ανάλογα με την τιμή της ΚΠΑ αξιολογείται αν η επένδυση είναι συμφέρουσα και θα πραγματοποιηθεί ή όχι. Συγκεκριμένα αν:

- ΚΠΑ > 0, είναι δηλαδή θετική, σημαίνει ότι οι εισροές συνολικά, για όλο το διάστημα της μελέτης, είναι περισσότερες από τις εκροές και επομένως η επένδυση είναι συμφέρουσα.
- ΚΠΑ < 0, τότε η επένδυση απορρίπτεται.
- ΚΠΑ = 0, τότε η επένδυση κρίνεται οριακή και είμαστε αδιάφοροι ή αξιολογείται κατά περίπτωση.

2. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης

Ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (ΕΣΑ) ή αλλιώς Internal Rate of Return (IRR) μιας επένδυσης είναι εκείνο το επιτόκιο προεξόφλησης που εξισώνει την Καθαρή Παρούσα Αξία της με μηδέν. Ο ΕΒΑ είναι το εσωτερικό επιτόκιο που υπονοείται από σειρά Ταμειακών Ροών που λαμβάνονται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και εκφράζει την απόδοση που επιτυγχάνεται επί του κεφαλαίου που είναι δεσμευμένο στην αρχή κάθε έτους. Υπολογίζεται από τη σχέση (Καλιαμπάκος & Δαμίγος, 2008): Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$ΚΠΑ = 0 = \sum_{T=1}^v \frac{ΚΤΡ_T}{(1 + ΕΒΑ)^T} - E_0$$

όπου: ΚΤΡ_T = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος τ

E₀ = η αρχική επένδυση το χρόνο T=0

v = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

$EBA = \text{το επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά την ΚΠΑ} = 0$
Ανάλογα με την τιμή του EBA αξιολογείται αν η επένδυση είναι συμφέρουσα και θα πραγματοποιηθεί ή όχι. Συγκεκριμένα αν:

- $EBA > \epsilon$, που σημαίνει ότι η απόδοση της επένδυσης είναι υψηλότερη από το προεξοφλητικό επιτόκιο (ϵ) το οποίο αντιπροσωπεύει την ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση της υπό εξέτασης επένδυση (η αλλιώς απόδοση της καλύτερης εναλλακτικής επένδυσης), τότε η επένδυση γίνεται αποδεκτή.
- $EBA < \epsilon$, η τότε επένδυση απορρίπτεται, επειδή η απόδοση που επιτυγχάνεται είναι χαμηλότερη της ελάχιστης απαιτούμενης απόδοσης (ϵ).
- $EBA = \epsilon$, η επένδυση κρίνεται οριακή και είμαστε αδιάφοροι ή αξιολογείται κατά περίπτωση.

3. Χρόνος Επανάκτησης Κεφαλαίου

Ο Χρόνος Επανάκτησης Κεφαλαίου (ΧΕΚ) ή αλλιώς Payback Period (PbP), είναι ο χρόνος που απαιτείται για να καλυφθεί το αρχικό κόστος της επένδυσης από τις ετήσιες ταμειακές ροές μετά φόρων. Όσο μικρότερη είναι η περίοδος αυτή, τόσο ασφαλέστερη θεωρείται και η επένδυση. Σίγουρα ο ΧΕΚ θα πρέπει να είναι μικρότερος από την διάρκεια ζωής της επένδυσης και να καλύπτει κάποια τιμή-όριο που μπορεί να έχει θέσει ο επενδυτής (Καλιαμπάκος & Δαμίγος, 2008).

4.6 Αξιολόγηση Επένδυσης του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς

Σενάριο 1^ο

Για την αξιολόγηση της επένδυσης θα ληφθούν υπόψη στοιχεία που ήταν σε ισχύ κατά την περίοδο προετοιμασίας της επένδυσης. Αναφερόμαστε στο κόστος κατασκευής του έργου, τον τρόπο διάθεσης κεφαλαίων και κυρίως στην κλειδωμένη τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας για 25 χρόνια, στην τιμή των 0,1070 €/KWh σύμφωνα με το νόμο Ν.4254/07-04-2014 (ΦΕΚ Τεύχος Α 85/07-04-2020) «Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του Ν4046/2012 και άλλες διατάξεις».

Πίνακας 0.12 Σενάριο 1ο, Τελικά Οικονομικά Στοιχεία

Συνολικό Κόστος Επένδυσης	724.500 €
Κόστος Σταθμού ανά εγκατεστημένο KW	1.500 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης	28.660 €
Μικτά Ετήσια Έσοδα	138.030 €
Καθαρά Ετήσια Κέρδη	109.370 €
Περίοδος Αποπληρωμής - Χρόνος Επανάκτησης Κεφαλαίου	10,02 έτη
NPV - Καθαρή Παρούσα Αξία	514.999 €
IRR - Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	19 %

Σενάριο 2^ο

Για την αξιολόγηση της επένδυσης θα ληφθούν υπόψη στοιχεία που ήταν σε ισχύ κατά την περίοδο προετοιμασίας της επένδυσης. Αναφερόμαστε στο κόστος κατασκευής του έργου, αλλά με επιδότηση από κάποιο αναπτυξιακό πρόγραμμα της τάξης του 30%. Το υπόλοιπο 70% θα καλυφθεί από ίδια κεφάλαια και τραπεζικό δανεισμό με τους ίδιους όρους του Σεναρίου 1.

Η συμμετοχή ιδίων κεφαλαίων και τραπεζικού δανεισμού παραμένει στα ίδια ποσοστά επί του Capital Cost. Η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας για 25 χρόνια, διαμορφώνεται τώρα στα 0,8900 €/KWh σύμφωνα με το νόμο Ν.4254/07-04-2014 (ΦΕΚ Τεύχος Α 85/07-04-2020) «Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του Ν4046/2012 και άλλες διατάξεις». Άρα Capital Cost = (ΞΚ+ΙΚ-Επιδότηση)=507.150 €

Πίνακας 0.13 Διάρθρωση κεφαλαίου με υποθετική επιδότηση της επένδυσης

ΔΙΑΡΘΩΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	
Ιδία Κεφάλαια	103.611
Τραπεζικό Δάνειο	403.539
Επιδότηση	217.350

Πίνακας 0.14 Σενάριο 2ο

			Incomes	Outcome	T/X	Τόκος	Κεφάλαιο	Amort	Φορολογητέο	Φόρος	Final Income	-103.611 €	PV of Final Income	PPP		
Capital Cost (ΕΚ+Κ-Επιδότηση)	507.150 €															
Ξένα Κεφάλαια	403.539 €		1	114.810 €	- 28.660 €	- 66.276 €	- 6.853 €	- 59.424 €	- 80.708 €	- 1.411 €	- €	19.874 €	19.874 €	18.823 €	18.823 €	1,00
Ιδία Κεφάλαια	103.611 €		2	114.810 €	- 28.660 €	- 66.276 €	- 7.298 €	- 58.978 €	- 80.708 €	- 1.856 €	- €	19.874 €	19.874 €	17.828 €	36.652 €	1,00
Επιδότηση	217.350 €		3	114.810 €	- 28.660 €	- 66.276 €	- 7.772 €	- 58.504 €	- 80.708 €	- 2.330 €	- €	19.874 €	19.874 €	16.886 €	53.538 €	1,00
			4	114.810 €	- 28.660 €	- 66.276 €	- 8.278 €	- 57.998 €	- 80.708 €	- 2.836 €	- €	19.874 €	19.874 €	15.994 €	69.531 €	1,00
Ξένα κεφαλαίων:	79,57%		5	114.810 €	- 28.660 €	- 66.276 €	- 8.816 €	- 57.460 €	- 80.708 €	- 3.374 €	- €	19.874 €	19.874 €	15.148 €	84.679 €	1,00
Ιδία κεφάλαια:	20,43%		6	114.810 €	- 28.660 €	- 66.276 €	- 9.389 €	- 56.887 €		76.761 €	19.190 €	683 €	683 €	493 €	85.173 €	1,00
Κόστος Ξ.Κεφαλαίων:	6,50%		7	114.810 €	- 28.660 €	- 66.276 €	- 9.999 €	- 56.277 €		76.151 €	19.038 €	836 €	836 €	572 €	85.745 €	1,00
Κόστος Ιδία κεφάλαια:	2,00%		8	114.810 €	- 28.660 €	- 66.276 €	- 10.649 €	- 55.627 €		75.501 €	18.875 €	999 €	999 €	647 €	86.391 €	1,00
Κόστος Ευκαιρίας (i):	5,58%		9	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 11.341 €	11.341 €		74.809 €	18.702 €	67.448 €	67.448 €	41.372 €	127.763 €	0,42
			10	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 12.078 €	12.078 €		74.072 €	18.518 €	67.632 €	67.632 €	39.292 €	167.056 €	0,00
Κόστος Ο & Μ	28.660 €		11	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 12.863 €	12.863 €		73.287 €	18.322 €	67.828 €	67.828 €	37.324 €	204.380 €	0,00
			12	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 13.700 €	13.700 €		72.450 €	18.113 €	68.037 €	68.037 €	35.460 €	239.839 €	0,00
Φόρος για το 2020	28,00%		13	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 14.590 €	14.590 €		71.560 €	17.890 €	68.260 €	68.260 €	33.695 €	273.535 €	0,00
Φόρος για το 2021	27,00%		14	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 15.538 €	15.538 €		70.612 €	17.653 €	68.497 €	68.497 €	32.025 €	305.560 €	0,00
Φόρος για το 2022	26,00%		15	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 16.548 €	16.548 €		69.602 €	17.400 €	68.750 €	68.750 €	30.444 €	336.004 €	0,00
Φόρος για το 2023 και μετά	25,00%		16	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 17.624 €	17.624 €		68.526 €	17.131 €	69.019 €	69.019 €	28.948 €	364.952 €	0,00
			17	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 18.770 €	18.770 €		67.380 €	16.845 €	69.305 €	69.305 €	27.532 €	392.483 €	0,00
Απόδοση Στροβίλου	Σταθερή		18	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 19.990 €	19.990 €		66.160 €	16.540 €	69.610 €	69.610 €	26.191 €	418.675 €	0,00
			19	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 21.289 €	21.289 €		64.861 €	16.215 €	69.935 €	69.935 €	24.922 €	443.597 €	0,00
Ετήσια Παραγωγή (KWh)	1.290.000		20	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 22.673 €	22.673 €		63.477 €	15.869 €	70.281 €	70.281 €	23.722 €	467.319 €	0,00
Τιμή Πώλησης (ευρώ/Kwh)	0,0890		21	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 24.146 €	24.146 €		62.004 €	15.501 €	70.649 €	70.649 €	22.586 €	489.905 €	0,00
			22	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 25.716 €	25.716 €		60.434 €	15.109 €	71.041 €	71.041 €	21.511 €	511.415 €	0,00
Incomes per year	114.810 €		23	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 27.388 €	27.388 €		58.762 €	14.691 €	71.459 €	71.459 €	20.494 €	531.909 €	0,00
			24	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 29.168 €	29.168 €		56.982 €	14.246 €	71.904 €	71.904 €	19.531 €	551.440 €	0,00
			25	114.810 €	- 28.660 €	- €	- 31.064 €	31.064 €		55.086 €	13.772 €	72.378 €	72.378 €	18.621 €	570.061 €	0,00
				2.870.250 €	- 716.500 €	- 530.210 €	- 403.539 €	- 126.670 €	- 403.539 €	1.346.671 €	339.619	1.283.921	24%	570.061 €		
													466.451 €			
				Επένδυση												
				PPP	8,42											
				NPV	466.451											
				IRR	24%											

Πίνακας 0.15 Σενάριο 2ο, Τελικά Οικονομικά Στοιχεία

Συνολικό Κόστος Επένδυσης	724.500 €
Κόστος Σταθμού ανά εγκατεστημένο KW	1.500 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης	28.660 €
Μικτά Ετήσια Έσοδα	114.810 €
Καθαρά Ετήσια Κέρδη	86.150 €
Περίοδος Αποπληρωμής - Χρόνος Επανάκτησης Κεφαλαίου	8,42 έτη
NPV - Καθαρή Παρούσα Αξία	466.451 €
IRR - Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	24 %

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: Σύνοψη – Συμπεράσματα

5.1 Γενικά

Άνθρακας, Πετρέλαιο και Φυσικό Αέριο πρωταγωνιστούν και σήμερα στην παραγωγή ενέργειας στον κόσμο. Σύμφωνα με τον IEA πρώτη φορά στην ιστορία το 2% του παγκόσμιου ενεργειακού εφοδιασμού οφειλόταν στη λειτουργία ΑΠΕ. Το ποσοστό αυτό ισοδυναμούσε με 1.931 Mtoe.

Οι περισσότερες χώρες του κόσμου προσαρμόζουν ή πρόκειται να προσαρμόσουν τα εθνικά ενεργειακά τους συστήματα στις ανάγκες που προστάζει η ενεργειακή μετάβαση προς ένα καθαρότερο περιβάλλον με όσο το δυνατόν λιγότερες εκπομπές CO₂.

Η Ευρώπη έχει πρωταγωνιστήσει στον αγώνα για την ενεργειακή μετάβαση και έχει δηλώσει τον πολύ φιλόδοξο στόχο της, μέχρι το 2050 να καταστεί ενεργειακά ουδέτερη ήπειρος. Μέσω της κοινής Ευρωπαϊκής νομοθεσίας εξειδικεύει στόχους και δράσεις για την ενεργειακή μετάβαση, καλώντας τα μέλη της να υπηρετήσουν το σκοπό αυτό μέσω ενσωματώσεων των οδηγιών αυτών σε εθνικές νομοθετικές ρυθμίσεις.

Η Ελλάδα έχει αποδεχτεί το στόχο της ενεργειακής μετάβασης και με πολύ γρήγορους ρυθμούς προχωρά σε κατάλληλες τροποποιήσεις του εθνικού νομοθετικού πλαισίου για να τον υπηρετήσει. Σχεδιάζει μέχρι το 2028 την πλήρη απολιγνητοποίηση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος και προχωρά σε φιλικές πολιτικές για την όσο μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ στον ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας.

Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο αναμένεται ραγδαία ανάπτυξη και εξέλιξη τεχνολογιών ΑΠΕ καθώς θα απαιτηθούν πολύ μεγάλες επενδύσεις για την εξέλιξή τους, την ανάπτυξής τους και τη μεγαλύτερη συμμετοχή τους στον παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό.

Από την άλλη 30 χρόνια μετά το τέλος του Ψυχρού Πολέμου νέοι ανταγωνισμοί προκύπτουν στο διεθνές στερέωμα. Η προσπάθεια της Κίνας να εκτοπίσει την πρωτοκαθεδρία των ΗΠΑ, η ανάδυση νέων σημαντικών περιφερειακών παικτών με λόγο και ρόλο στα της περιοχής τους (Ινδία, Ιράν, Τουρκία) και η αναζήτηση νέου ρόλου παραδοσιακών δυνάμεων όπως Ρωσία, Γαλλία, Γερμανία, Αγγλία θα καθορίσει στις επόμενες δεκαετίες τις γεωπολιτικές εξελίξεις. Στα πλαίσια των παραπάνω ανταγωνισμών οι πολιτικές γύρω και από την ενέργεια θα έχουν πρωταρχικό ρόλο. Η αβεβαιότητα προς τα που θα στραφεί ο κόσμος θα επηρεάσει αναμφισβήτητα και το ενεργειακό τοπίο και θα θέσει πολλά μελλοντικά ερωτήματα. Σε περίπτωση γεωπολιτικής κρίσης και ανακατατάξεων, όπου η ενέργεια θα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, θα εξακολουθήσουν οι χώρες να προσαρμόζουν τα ενεργειακά τους συστήματα στην ενεργειακή μετάβαση ή θα επιλέξουν την ασφάλεια των παραδοσιακών μορφών ενέργειας; Πως θα επηρεάσει ένα τέτοιο ενδεχόμενο την ανάπτυξη των ΑΠΕ; Θα συνεχίσει η Ευρώπη, κυρίως μέσω της ΕΕ να έχει ενιαία γραμμή για την ενεργειακή μετάβαση μέσα σε ένα τέτοιο πλαίσιο οξυμένων ανταγωνισμών;

Παρά την αποδοχή πολλών χωρών για την πολύ μεγάλη ανάγκη, για την όσο δυνατόν γρηγορότερη ενεργειακή μετάβαση για την προστασία του πλανήτη, η μόνη αβεβαιότητα και ο μόνος κίνδυνος προέρχεται από τους νέους ανταγωνισμούς που διαφαίνονται στον ορίζοντα της τρίτης δεκαετίας του 21^{ου} αιώνα. Η επιστροφή της πολιτικής και των γεωπολιτικών ανταγωνισμών μετά από μια φαινομενική ήρεμη τριακονταετία θα καθορίσει τις εξελίξεις και στο ενεργειακό πεδίο.

5.2 Επενδύσεις ΜΥΗΕ στην Ελλάδα

Οι ΑΠΕ αναπτύσσονται στη χώρα μας με ταχείς ρυθμούς και διαδραματίζουν όλο και πιο σημαντικό ρόλο στον ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας. Σύμφωνα με το ΕΣΕΚ για το έτος 2017 το μερίδιό τους στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έφτασε το 17% και 24,5% αντίστοιχα, ενώ σύμφωνα με τον ΑΔΜΗΕ η ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στην Ελλάδα στο διασυνδεδεμένο σύστημα για το έτος 2019 έφτασε στις 12.2 Twh.

Ενώ όμως η χώρα διαθέτει αξιόλογο υδάτινο δυναμικό, οι επενδύσεις σε ΜΥΗΕ υπολείπονται. Στις τεχνολογίες ΑΠΕ αιολική και ηλιακή (κυρίως μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων) έχουν το προβάδισμα.

Εμπόδια για την ανάπτυξη των ΜΥΗΕ στη χώρα είναι:

- Η απουσία ολοκληρωμένης εθνικής διαχείρισης υδάτων.
- Τα ΜΥΗΕ είναι έργα τα οποία σε επίπεδο μελετών και κατασκευής είναι κάθε φορά διαφορετικά και με ιδιαιτερότητες. Κάθε ποτάμι, κάθε υδρογεωλογική λεκάνη έχουν τα δικά τους χαρακτηριστικά. Όλα τα παραπάνω καθιστούν τις υποψήφιες επενδύσεις ΜΥΗΕ μη ελκυστικές, σε αντίθεση πχ με την αιολική και ηλιακή ενέργεια που τα αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα κατασκευάζονται κάθε φορά με τις ίδιες διαδικασίες.
- Απαιτείται υψηλή τεχνογνωσία τόσο σε μελετητικό όσο και σε κατασκευαστικό επίπεδο για την επένδυση ενός ΜΥΗΕ και ενέχουν τεχνολογικό ρίσκο.
- Μεγαλύτερος χρόνος για την υλοποίηση της επένδυσης σε σχέση με άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ (αιολική, ηλιακή)

5.3 Η επένδυση του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε η υποψήφια επένδυση για την κατασκευή του ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς. Η εξέταση αφορούσε δύο σενάρια, ένα πραγματικό με βάση το οποίο ο υποψήφιος επενδυτής έχει λάβει την άδεια παραγωγής από τη ΡΑΕ και ένα υποθετικό σενάριο που λαμβάνει υπόψιν υποθετική κρατική/κοινοτική ενίσχυση για την επένδυση, από κάποιο αναπτυξιακό πρόγραμμα.

Το υπό εξέταση ΜΥΗΕ Μικροσπηλιάς μπορεί να αποτελέσει μια φθηνή επιλογή για την παραγωγή πράσινης ενέργειας φιλικής προς το περιβάλλον. Έχει υψηλό κόστος κατασκευής αλλά χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας.

Η επένδυση κρίνεται ως συμφέρουσα και με τα δύο σενάρια λαμβάνοντας υπόψη τα κυριότερα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων. Συγκεκριμένα:

Σενάριο 1^ο:

- Ο Χρόνος Επανάκτησης Κεφαλαίου ανέρχεται σε 10 έτη και είναι μικρότερος από τη διάρκεια ζωής της επένδυσης. Η άδεια παραγωγής είναι για 25 χρόνια και δίνεται να ανανεωθεί για άλλα 25 χρόνια με βάση την ισχύουσα νομοθεσία, δηλαδή $10 < 25 + 25$. Επίσης η δεκαετία για ένα τέτοιο έργο κρίνεται ικανοποιητικός χρόνος απόσβεσης.
- Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόσβεσης είναι 19% και είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο δανεισμού καθώς $19\% > 6,5\%$.
- Επίσης η Καθαρά Παρούσα Αξία είναι $514.999 > 0$.

Από όλα τα παραπάνω η υποψήφια επένδυση κρίνεται ως συμφέρουσα.

Σενάριο 2^ο:

- Ο Χρόνος Επανάκτησης Κεφαλαίου ανέρχεται σε 8,42 έτη $< 25 + 25$.

- Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόσβεσης είναι $24\% < 6,50\%$
- Επίσης η Καθαρά Παρούσα Αξία είναι $466.451 > 0$

Η υποψήφια επένδυση με τη μορφή ενίσχυσης αυτή τη φορά κρίνεται πάλι ως συμφέρουσα.

Σύγκριση μεταξύ 1^{ου} Σεναρίου και 2^{ου} Σεναρίου

Αν ο υποψήφιος επενδυτής είχε να επιλέξει μεταξύ και των δύο σεναρίων με μια γρήγορη ματιά στα κριτήρια αξιολόγησης διαπιστώνουμε ότι : $KPA_1 > KPA_2$, $EBA_1 < EBA_2$ και $PbP_1 < PbP_2$.

Το δεύτερο σενάριο παρουσιάζει υψηλότερο εσωτερικό βαθμό απόδοσης και μικρότερο χρόνο επανάκτησης κεφαλαίου, ενώ το πρώτο σενάριο υψηλότερη καθαρή παρούσα αξία.

Μπορούμε να πούμε ότι στην περίπτωση που ο υποψήφιος επενδυτής μπορεί να υλοποιήσει την επένδυση με ίδια κεφάλια και τραπεζικό δανεισμό, είναι προτιμότερο να προχωρήσει με αυτό το χρηματοδοτικό σχήμα διότι έχει υψηλότερη ΚΠΑ σε βάθος 25ετίας κατά 49.000 Ευρώ και υλοποιείται πιο σύντομα σε σχέση με το 2^ο σενάριο.

Για την αναζήτηση επιδότησης θα χρειαστεί χρόνος για την ένταξη της επένδυσης, που μπορεί να την αφήσει εκτεθειμένη στον κίνδυνο. Μπορεί να υπάρξει π.χ. αλλαγή κάποιου νόμου για την τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ, με ελάττωση της τιμής που θα συμπαρασύρει την απόσβεση σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου και να μειώσει τα κέρδη.

Από την άλλη η διαφορά του Χρόνου Επανάκτησης Κεφαλαίου κατά 1,6 έτη και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης κατά 5% υπέρ του 2^{ου} σεναρίου δεν αποτελούν τροχοπέδη για την υλοποίηση του 1^{ου} σεναρίου εφόσον μπορεί να υλοποιηθεί.

Θα ήταν προτιμότερο να προχωρήσει η επένδυση με το 2^ο σενάριο σε περίπτωση που δεν μπορούσε να υλοποιηθεί το χρηματοδοτικό σχήμα μόνο με ίδια κεφάλια και τραπεζικό δανεισμό και θα ήταν απαραίτητη και κάποια επιπλέον χρηματοδότηση όπως ένα αναπτυξιακό πρόγραμμα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andaroodi, M. & Schleis, A., 2005. Standardization of civil engineering works of small high-head hydropower plants and development of an optimization tool.. *Communication*, Issue 26.
- Anon., n.d.
- Bakis, R. & Bilgin, M., 2005. *Electricity Generation with small hydropower Plants from Multitpurpose Dams and the Example of Porsuk Dam..* s.l., s.n.
- Billington, D. P., 2005. *The History Of Large Federal Dams: Planning, Design and Construction In The Era of Big Dams 1*, Washington: U.S. Dep't of the Interior: Bureau of Reclamation.
- Brown, A., Müller, S. & Dobrotkova, Z., 2011. *Renewable Energy: Markets and prospects by technology*, Paris: International Energy Agency's .
- Cernea, M. M., 2004. *Social Impacts and Social Risks in Hydropower Programs: Preemptive Planning and Counter-risk Measures..* Beijing,China., s.n.
- Dandekar, M. M. & Sharma, K. N., 1973. *Water power engineering*. New Delhi: Vikas Publishing House Pvt. Ltd.
- Ferreira, . J. H. & Camacho, J. B., 2017. Prospects of Small Hydropower Technology, Renewable Hydropower Technologies. Στο: B. I. Ismail, επιμ. *Renewable Hydropower Technologies*. Zagreb: IntechOpen.
- Forbes, R. J., 1993. Energia motrice.. Στο: C. J. Singer, επιμ. *A History of Technology. Volume 2: The Mediterranean Civilizations and the Middle Ages-c.700 B.C. to A.D. 1500*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Goldemberg, . J. & Johansson, T. B., 2004. *World Energy Assessment: Overview Update*, New York: UNDP.
- Goldemberg, J. & Teixeira, . S., 2004. Renewable energy—traditional biomass vs. modern biomass. *Energy Policy*, Issue 32, p. 711–714.
- Hadian, S. & Madani, K., 2015. A system of systems approach to energy sustainability assessment: Are all renewables really green?. *Ecological Indicators*, Issue 52, pp. 194-206.
- Herzog, A., Lipman, T. & Kammen, D., 2001. Renewable energy sources. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Τόμος Forerunner Volume “Perspectives and Overview of Life Support Systems and Sustainable Development,”, pp. 10-18.
- IEA, 2019. *World Energy Outlook 2019*, Paris: IEA.
- IEAa, 2020. *Global Energy Review 2020*, Paris: IEA.
- IEAb, 2020. *Renewables Information*, Paris: IEA.
- IEAc, 2020. *World Energy Statistics*, Paris: IEA.
- IEAd, 2020. *Electricity Information*, Paris: IEA.
- IRENA, 2012. *Renewable Energy Cost Analysis - Hydropower*, s.l.: IRENA.
- IRENA, 2017. *Perspectives for the Energy Transition*, s.l.: IRENA.
- IRENA, 2020. *Renewable Power Generation Costs in 2019*, Abu Dhabi: IRENA.
- Kesharwani, K. M., 2006. *Overview of small hrydro power development In Himalayan Region..* Dehradun, s.n.
- Khennas , S. & Barnett, A., 2000. *Best Practices for Sustainable Development of Micro-Hydro in Developing Countries*, Washington, DC: IBRD, World Bank.
- Kreith, F. & Kreider , J. F., 1978. *Principles of solar engineering..* Washington DC: CRC Press (Taylor and Francis Group).
- Leyland, B., 2014. *Small Hydroelectric Engineering Practice*. Leiden, The Netherlands: CRC Press.
- Liu, D., Liu, H., Wang , X. & Kremere, E., 2019. *World Small Hydropower Development Report 2019*, s.l.: United Nations Industrial Development Organization; International Center on Small Hydro Power.

- Maczulak, A. . E., 2009. *Renewable energy: sources and methods*. New York, NY, USA,: Infobase Publishing.
- McKendry, . P., 2002. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies.. *Bioresource technology*, 83(1), pp. 47-54.
- Nersesian, R. L., 2010. *Energy for the 21st Century: A Comprehensive Guide to Conventional and Alternative Sources*. New York: M.E. Sharpe.
- Omer, A. M., 2008. Energy, environment and sustainable development.. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9), pp. 2265-2300.
- Οδηγία 2003/87/ΕΚ, n.d. *Σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου*. s.l.:s.n.
- Smil, V., 2000. *Storia Dell'energia*. Bologna: Il Mulino.
- Solow, R. M., 1992. Sustainability: An Economist's Perspective.. *National Geographic Research and Exploration*, Issue 8, pp. 10-21.
- Toke, D., 1995. *The Low Cost Planet: Energy and Environmental Problems, Solutions and Costs*. Boulder, CO: Pluto Press.
- Αλεξάκης , Α., 2001. *Αιολική ενέργεια*. Αθήνα: Σιδέρη Μιχάλη.
- Γελεγένης, Ι. & Αξαόπουλος , Π., 2005. *Πηγες ενεργειας, συμβατικες και ανανεωσιμες*. Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική.
- ΙΕΝΕα, 2020. *Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας, Ετήσια Έκθεση 2020*, Αθήνα: ΙΕΝΕ.
- ΙΕΝΕβ, 2020. *Υφιστάμενη Κατάσταση και Προοπτικές για τις Περιοχές σε ενεργειακή Μετάβαση στην Ελλάδα*, Αθήνα: ΙΕΝΕ.
- Καλιαμπάκος, Δ. & Δαμίγος , Δ., 2008. *Σημειώσεις του μαθήματος: Οικονομικά του Περιβάλλοντος και των Υδατικών Πόρων - Χρηματοοικονομική και κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Καπλάνης, Σ. Ν., 2003. *Περιβάλλον και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. Αθήνα: Ίων.
- Κασίνης, Σ., Glawischnig, E., Βασιλάκου, Μ. & Προμπονάς, Μ., 2008. *Πυρηνική Ενέργεια: Τα υπέρ & τα Κατά*. Αθήνα: Το Πέρασμα.
- Μαλεβίτη , Έ., 2012. *Ενεργειακή διαχείριση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. Αθήνα: Πεδίο.
- Μαμάσης, Ν., Ευστρατιάδης, Α. & Κουτσογιάννης, Δ., 2015. *Εκπαιδευτικές Σημειώσεις: Μικρά υδροηλεκτρικά έργα*, Αθήνα: ΕΜΠ.
- Ν.1559/1985, n.d. «*Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις*». s.l.:s.n.
- Οδηγία 2001/77/ΕΚ, n.d. *Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από*. s.l.:Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβουλίου της Ευρώπης.
- Οδηγία 96/92/ΕΚ, n.d. *Σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας*. s.l.:Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβουλίου της Ευρώπης.
- Παπανίκας, Δ. Γ., 1997. *Τεχνολογία φυσικού αερίου. Χρήση, μεταφορά, διανομή, εγκαταστάσεις, εφαρμογές*. Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
- Παπαντώνης, Δ., 2016. *Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα*. Αθήνα: Τσότρας.
- Σταμπολής, Κ., 2019. *Πετρέλαιο: Η μοιράια εξάρτηση*. Αθήνα: Αίολος.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2019. *Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα -ΕΣΕΚ*, Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας.