

# Ηλεκτροκίνηση, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Τιμή του Πετρελαίου

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019



**ΦΟΙΤΗΤΗΣ : ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, ΜΧΑΝ 1723**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΟΥΡΟΓΕΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ : ΑΝΤΖΟΥΛΑΤΟΣ Α.ΑΓΓΕΛΟΣ**

**ΒΟΛΙΩΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

Αθήνα, 2019

Αφιερωμένη στον πατέρα μου Κώστα, την μητέρα μου Έλλη  
και τον αδερφό μου Αντώνη.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*Το αργό πετρέλαιο αποτελεί ίσως το πρωτογενές υλικό με τον σπουδαιότερο ρόλο στην παραγωγή εμπορευμάτων παγκοσμίως και η διακύμανση των τιμών του επηρεάζει άμεσα την παγκόσμια αγορά. Στην παρούσα διατριβή ερευνήσαμε αν και πως οι μεταβολές των αποδόσεων των μετοχών στους κλάδους των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και της Ηλεκτροκίνησης, μπορούν να προβλέψουν τις μεταβολές στην τιμή του πετρελαίου λαμβάνοντας υπ'όψιν και την επίδραση της αγοράς, συμπεριλαμβάνοντας τον δείκτη S & P 500 στην ερευνά μας. Χρησιμοποιήσαμε δεδομένα για οχτώ έτη, έχοντας σαν γνώμονα τα δεδομένα που υπήρχαν διαθέσιμα για την ηλεκτροκίνηση, λόγω της σχετικά πρόσφατης εμφάνισης του κλάδου.*

Λέξεις κλειδιά: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Ηλεκτροκίνηση, Τιμές του πετρελαίου, ΑΠΕ

## ABSTRACT

*Crude oil is a primary material, with major impact in global commodity production, and the fluctuation in its prices directly affect the global market. In our analysis, we examined if and in which way, changes in stock returns of Renewable energy and Electromobility sections, can possibly predict changes in oil prices, taking into account market's effect by including S & P 500 Index in our research.*

*We used 8 year data, with reference to electromobility, due to the relatively recent emergence of this market.*

Key words: Electromobility, Renewable energy sources, Oil prices

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Η ΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....</b>	<b>7</b>
1.1.1. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΞΑΓΩΓΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΧΩΡΩΝ (ΟΠΕΚ) .....	8
<b>1.2. Ο ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4. ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ .....</b>	<b>12</b>
1.4.1. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ .....	12
1.4.2. ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ.....	13
1.4.3. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....	18
<b>1.5. Η ΚΡΙΣΗ ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....</b>	<b>19</b>
1.5.1. ΚΡΙΣΗ ΑΝΟΔΟΥ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ .....	20
<b>1.6. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΡΩΓΜΑΤΩΣΗΣ – FRACKING .....</b>	<b>21</b>
<b>2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2. ΜΟΡΦΕΣ ΑΠΕ .....</b>	<b>29</b>
2.2.1. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	29
2.2.2. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	33
2.2.3. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	37
2.2.4. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	41
2.2.5. ΒΙΟΜΑΖΑ.....	45
<b>2.3. ΤΟ ΜΕΡΙΔΙΟ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ .....</b>	<b>48</b>
<b>3. ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>52</b>
3.1.1. ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΟΝ 19 <sup>ο</sup> ΑΙΩΝΑ .....	52
3.1.2. 20 <sup>ο</sup> ΑΙΩΝΑΣ –“Ο ΑΙΩΝΑΣ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ” .....	53
3.1.3. Η ΜΕΤΑΣΤΡΟΦΗ ΣΤΑ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ.....	54
3.1.4. Η “ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ” ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ.....	55
<b>3.2. ΤΥΠΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>56</b>
3.2.1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ.....	56

3.2.2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΥΨΕΛΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ .....	57
3.2.3. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.....	58
3.2.4. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ .....	59
<b>3.3. Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....</b>	<b>60</b>
3.3.1. ΜΕΡΙΔΙΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΓΟΡΑΣ .....	61
<b>3.4. ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ .....</b>	<b>64</b>
<b>4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....</b>	<b>66</b>
4.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	66
4.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	68
Οι μικρές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών υποδεικνύουν την μη ύπαρξη πολυσυγγραμικότητας. ....	73
4.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ .....	73
4.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	75
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>77</b>



ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΤΙΜΕΣ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, 1861 – 2016 (\$/ ΑΝΑ ΒΑΡΕΛΙ) .....	19
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΡΩΓΜΑΤΩΣΗΣ .....	22
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ ΑΘΗΝΩΝ.....	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 :ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ .....	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ “ΚΕΡΒΕΡΟΣ”-ΡΟΔΟΠΗ .....	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Υ/Η ΣΤΑΘΜΟΥ.....	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ .....	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (1992 – 2017) .....	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, 1965 - 2016 (ΤW/ ώρα) .....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ .....	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ .....	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΚΕΦΑΛΑΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ.....	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, ΣΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (2010 – 2018).....	70
ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, ΣΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ (2010 – 2018) .....	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, ΣΤΙΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ S&P500 (2010 – 2018).....	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΤΟΥ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ, ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ S&P500 (2010-2018) .....	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ.....	74



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αργό πετρέλαιο παρόλο που ανακαλύφθηκε πριν δύο χιλιετίες περίπου, άρχισε να χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία πριν από δύο αιώνες και ταχύτατα εξελίχθηκε στην πιο σημαντική πρώτη ύλη. Με τα παράγωγά του συμβάλει στην μετακίνηση της πλειονότητας των οχημάτων, στην παραγωγή αγαθών, στην παραγωγή άλλων μορφών ενέργειας, αλλά και σε δεκάδες άλλες εφαρμογές.

Στην παρούσα εργασία, ασχολούμαστε με τις τιμές του αργού πετρελαίου, προσπαθώντας να δώσουμε μια εξήγηση για το πως κινούνται οι τιμές αυτές σε σχέση με τους διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση για πετρέλαιο. Ελέγχουμε, ακόμη, πως κινούνται οι εν λόγω τιμές στις μεταβολές της ζήτησης για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και για ηλεκτροκίνητα οχήματα. Τέλος κάνουμε και μια σύγκριση των δεικτών αυτών με τους δείκτες της αγοράς, και συγκριμένα με τον S&P 500.

Υπάρχει ένας αξιόλογος αριθμός ερευνών και αναλύσεων πάνω στους τομείς με τους οποίους θα ασχοληθούμε. Αρχικά, ο Schmitz (2009) χρησιμοποιεί το μοντέλο πολλαπλών παραγόντων CAPM-GARCH προκειμένου να ερευνήσει τη σχέση μεταξύ των αποδόσεων του πετρελαίου με αυτές των μετοχών των εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Ο συγγραφέας έχει πάρει εβδομαδιαία δεδομένα, ανακτώντας τα από τους δείκτες PBW (PowersharesWilderHillCleanEnergy ETF), MAC (GlobalSolarIndex), SPY (SPDR Trust), και USO. Η χρονική περίοδος είναι από τον Απρίλιο 2006 έως το Σεπτέμβριο 2009. Τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξε δείχνουν ότι μια αύξηση στις τιμές του πετρελαίου (και στην ευρύτερη αγορά) έχει στατιστικά σημαντική και θετική επίδραση στις αποδόσεις των μετοχών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο Schmitz (2009) αναφέρει ακόμη ότι, τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο οδηγούμαστε στην έρευνα και τη χρήση των εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Όπως αναφέρει, η αύξηση των τιμών του καυσίμου, η πολιτική αστάθεια στις πετρελαιοπαραγωγές χώρες, η συνεχή μείωση των αποθεμάτων πετρελαίου, σε συνδυασμό με την αύξηση των εκπομπών άνθρακα και την ευαισθητοποίηση του κοινού έχουν οδηγήσει στη καθαρή ανανεώσιμη ενέργεια.



Παρόλα αυτά, από οικονομικής άποψης αναφέρει ότι οι μετοχές των εταιρειών αυτών είναι πιο ριψοκίνδυνες, με δυνητικές υψηλότερες και ασυνήθιστες αποδόσεις. Ακολουθώντας, η ανάλυση του Schmitz (2009) περιγράφεται και στο έργο του Meyer (2010), ο οποίος κάνει μια ποιοτική ανάλυση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας, σκοπεύοντας στην ανακάλυψη της συσχέτισης μεταξύ των μεταβολών των τιμών του αργού πετρελαίου με τις μεταβολές των τιμών των εταιρειών του κλάδου της ανανεώσιμης ενέργειας. Αυτό που βρίσκει μετά από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι μια θετική και σημαντική συσχέτιση, με υποσχόμενη ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μέλλον. Υψηλές τιμές αργού πετρελαίου κάνουν δελεαστική την επένδυση στις παραπάνω εταιρείες.

Ο Rentschler (2013) ερευνά, επίσης, τη σχέση μεταξύ των τιμών του αργού πετρελαίου και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, από μια άλλη οπτική γωνία. Ο Rentschler (2013) εξετάζει τις δυσμενείς επιπτώσεις της μεταβλητότητας των τιμών του αργού πετρελαίου στην οικονομική δραστηριότητα χωρών, και το βαθμό κατά τον οποίο οι χώρες μπορούν να αντισταθμίσουν τις οικονομικές επιπτώσεις με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για την ανάλυση του χρησιμοποιεί ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες που είτε εισάγουν είτε εξάγουν πετρέλαιο, με οικονομίες που είτε βασίζονται σε υπηρεσίες είτε σε βιομηχανία. Συνολικά έξι χώρες, πολλές εκ των οποίων αναδυόμενες οικονομίες της Ασίας. Βασικές μεταβλητές που χρησιμοποιεί είναι η οικονομική δραστηριότητα των χωρών και η μεταβλητότητα των τιμών του αργού πετρελαίου, χρησιμοποιώντας τις αποδόσεις τους. Η ανάλυση που κάνει βασίζεται στην Πραγματική Μεταβλητότητα (Realized Volatility). Οι τιμές που παίρνει είναι από τον Ιούνιο 1993 έως Ιανουάριο 2011. Ενώ, τα δεδομένα έχουν παρθεί από το International Monetary Fund (IMF) και το West Texas Intermediate (WTI).

Ο Rentschler (2013) συμπεραίνει ότι η αστάθεια των τιμών του αργού πετρελαίου ποικίλει σημαντικά μεταξύ των χωρών. Παραθέτει ότι μια αύξηση στη μεταβλητότητα των τιμών του αργού πετρελαίου, φέρνει αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομική ανάπτυξη του δείγματος. Αναγνωρίζει, ακόμη, ότι η επέκταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να μειώσει και να αντισταθμίσει την ευπάθεια μιας οικονομίας ως προς την αστάθεια των τιμών του πετρελαίου. Ωστόσο, για συγκεκριμένα μέτρα πολιτικής πρέπει να γίνει ανάλυση χώρας.

Συνεχίζοντας, οι Li κ.ά. (2017) κάνουν μια πολλαπλή γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης προκειμένου να ελέγξουν πως κάποιοι παράγοντες επιδρούν στην ηλεκτροκίνηση, ενώ αναγνωρίζουν ότι από το 2010 και ύστερα έχει υπάρξει ραγδαία αύξηση στην αγορά των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Χρησιμοποιούν διαχρονικά δεδομένα από 14 χώρες για την περίοδο από το 2010 έως το 2015. Οι συγγραφείς βρήκαν ότι το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ο αριθμός των σταθμών φόρτισης, το επίπεδο εκπαίδευσης, και η πυκνότητα του πληθυσμού έχουν εμφανείς και θετικές επιπτώσεις στη ζήτηση για ηλεκτροκίνηση. Από την άλλη πλευρά, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και η αστικοποίηση δεν έχουν επίδραση. Ακόμη, η τιμή της βενζίνης έχει μεγαλύτερη θετική επίδραση στα ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας (BEV), από ότι στα υβριδικά ηλεκτροκίνητα οχήματα (PHEV). Οι Li κ.ά. (2017) καταλήγουν ότι μια αύξηση 1% στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση 2% - 6% στην ηλεκτροκίνηση.

Από μια άλλη ερευνητική άποψη, οι Pinske και VanDenBuuse (2012) κάνουν μια συγκριτική ανάλυση των εταιρειών του κλάδου του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, σχετικά με τις επενδύσεις αυτών στην ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια. Ασχολούνται με τη στρατηγική προσέγγιση των εγκατεστημένων εταιρειών του κλάδου. Για τους σκοπούς της ανάλυσης τους κάνουν μια μελέτη περίπτωσης μεταξύ της Ευρωπαϊκής πετρελαϊκής βιομηχανίας, παίρνοντας δεδομένα από τις εταιρείες BP, RoyalDutch/ Shell, και Total. Επίσης, κάνουν και αναφορά στην διάδοση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της τεχνολογία της φωτοβολταϊκής ενέργειας. Οι συγγραφείς αναγνωρίζουν ότι οι εν λόγω εταιρείες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην ενσωμάτωση της παραπάνω ενέργειας, αμφιβάλλοντας εάν θα συνεχίσουν με την παραγωγή αυτής.

Ακολούθως, πολλές ποιοτικές αναλύσεις έχουν γίνει στους εν λόγω τομείς. Οι Adams κ.ά. (2015) αναλύουν τη γεωθερμική ενέργεια, θεωρώντας ότι αυτή η μορφή ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υποκατάστατο του άνθρακα. Παραθέτουν τις χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας, καθώς και τις τεχνικές εξερεύνησης και εκμετάλλευσης της. Σχολιάζουν, επίσης, ότι υπάρχουν τόσο οικονομικοί κίνδυνοι όσο και προκλήσεις (κυρίως προς το τεχνικό κομμάτι) στην εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, παρόλο αυτά γίνονται προσπάθειες αντιμετώπισης τους.

Οι συγγραφείς προβλέπουν ότι εξαιτίας της ευρείας χρήσης και των δυνατοτήτων της γεωθερμικής ενέργειας, αυτή θα αναπτυχθεί στο μέλλον, και θα είναι πιο περιζήτητη από άλλες μορφές ενέργειας, όπως η ηλιακή ή η αιολική.

Ωστόσο, μερικές δεκαετίες νωρίτερα, το 1973, ο Lof (1973) προβλέπει σε ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας, εξαιτίας του ανταγωνιστικού της πλεονεκτήματος. Παρουσιάζει ενδιαφέρουσες μετατροπές της ηλιακής ενέργειας σε θερμική και σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο συγγραφέας θεωρεί ότι σε “ιδανικές” τοποθεσίες η ηλιακή ενέργεια μπορεί να κοστίζει όσο και το πετρέλαιο. Ενώ, βλέπει ότι η εξάντληση των πηγών του πετρελαίου, η αύξηση του κόστους, και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος θα δώσουν ισχυρά κίνητρα στην κοινωνία για την ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας. Παρόλο αυτά, αναγνωρίζει ότι υπάρχουν σοβαρά οικονομικά προβλήματα ως προς τη μετατροπή της. Επιπλέον, ο Lof (1973) παραθέτει τα χαρακτηριστικά αυτής της μορφής ενέργειας, τη μετατροπή της και της βασικές χρήσεις της. Από την άλλη πλευρά, ο Petersen (2017) αναφέρεται στην αιολική ενέργεια και στις εξελίξεις που αυτός ο τομέας έχει σημειώσει τα τελευταία χρόνια. Παραθέτει τις τρέχουσες τάσεις, και τις μεθόδους αξιολόγησης των πόρων. Ενώ, δεν παραλείπει να αναφέρει τις προοπτικές και τις μελλοντικές επενδύσεις πάνω στην αιολική ενέργεια.

Ο Demirbas (2007) αναλύει την υδροηλεκτρική ενέργεια και τις τεχνολογικές εξελίξεις που σχετίζονται με αυτή και θα αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα. Αναφέρει, επίσης, ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ηγετική πηγή των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, με την ηλεκτρική ενέργεια να μπορεί εύκολα να παραχθεί από αυτή. Η εν λόγω μορφή είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας, με χαμηλό λειτουργικό κόστος, χωρίς παραγωγή αποβλήτων και μολύνσεων. Ο συγγραφέας τονίζει, ακόμη, ότι η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει ένα σημαντικό ρόλο να παίξει στο μέλλον των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι Balat και Ayar (2005) ασχολούνται με την ανάλυση της βιομάζας, την οποία θεωρούν και την πιο σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Παραθέτουν την προέλευση και τη χρήση της βιομάζας, ενώ αναφέρουν ότι είναι το μόνο ανανεώσιμο υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Οι συγγραφείς χρονολογούν τη χρήση της βιομάζας ως την παλαιότερη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο (υπό τη μορφή ξύλου), όμως βλέπουν ένα υποσχόμενο μέλλον στην τεχνολογία αυτή.

Όσον αφορά την ηλεκτροκίνηση, ο Kirsch (1997) περιγράφει ιστορικά γεγονότα κατά τα οποία εναλλακτικές τεχνολογίες αυτοκίνησης (ηλεκτροκίνηση) είχαν πιθανότητες ανάπτυξης. Η τεχνολογία της εσωτερικής καύσης έγινε πρότυπο της αυτοκινητοβιομηχανίας στις αρχές του 1900, έως και το 1902 είχε ανταγωνισμό από εναλλακτικές τεχνολογίες (ηλεκτροκίνηση), για σύντομο –όμως- διάστημα. Αυτό το διάστημα θα μπορούσε η ηλεκτροκίνηση να παίξει σημαντικό ρόλο στην ιστορία της αυτοκινητοβιομηχανίας. Κάτι το οποίο δεν έγινε, αφήνοντας τη βενζίνη να μονοπωλήσει τη βιομηχανία. Ο συγγραφέας αναγνωρίζει ότι η πτώση εταιρείας ηλεκτροκίνησης στις αρχές του 1900, συνέβη σε κρίσιμη στιγμή. Ακόμη, αναγνωρίζει ότι στις αρχές του 1900 ήταν σχεδόν απίθανο ένα σύστημα εξ' ολοκλήρου βασισμένο στην ηλεκτροκίνηση. Ωστόσο, για κάποιο διάστημα θα μπορούσε να συνυπάρξει ένας συνδυασμός βενζίνης – ηλεκτρισμού. Πλέον, ο Kirsch (1997) θεωρεί ότι η ερώτηση είναι πότε θα υπάρξει το παραπάνω σύστημα, όχι το εάν.

Ο Argueta (2010) εξηγεί πως δουλεύει ένα ηλεκτροκίνητο όχημα, και το συγκρίνει με τη τεχνολογία των κινητήρων των υβριδικών αυτοκινήτων. Παραθέτει ότι τα ηλεκτροκίνητα οχήματα είναι κατά 97% πιο καθαρά, χωρίς εκπομπές, όμως είναι πιο βαριά, πιο ακριβά, και έχουν περιορισμένη διάρκεια ταξιδιού. Ο συγγραφέας αναφέρει ότι η ιστορία των ηλεκτροκίνητων οχημάτων ξεκινάει κάπου ανάμεσα στο 1832 με 1839 από το Σκωτσέζο Robert Anderson, ενώ αναγνωρίζει ότι η μεγάλη στροφή προς τα ηλεκτροκίνητα οχήματα έγινε τις δεκαετίες του 1960 και 1970, όταν έγινε επιτακτική η ανάγκη εύρεσης εναλλακτικών μορφών οχημάτων, με σκοπό τη μείωση των εκπομπών και την εξάρτηση της αγοράς από το αργό πετρέλαιο. Ολοκληρώνοντας, ο Argueta (2010) βλέπει ότι το μέλλον της ηλεκτροκίνησης βασίζεται στις μπαταρίες και στο πως θα εξελιχτεί η τεχνολογία αυτών.

Ολοκληρώνοντας, οι Yethiraj και Striolo (2013) αναλύουν τη μέθοδο της υδραυλικής ρωγμάτωσης (fracking). Ενώ, ο VanMierlo (2018) αναλύει έρευνες που έχουν γίνει πάνω στις μπαταρίες, τα υβριδικά, και την ηλεκτροκίνηση.

Συνεχίζοντας στην παρούσα εργασία, στο πρώτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται εκτενής περιγραφή της ιστορίας του αργού πετρελαίου, των χαρακτηριστικών του, της σημασίας του για την παγκόσμια οικονομία και της διαχρονικής μεταβολής των τιμών του βαρελιού από το 1861 έως και σήμερα.

Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφονται οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) με τις κυριότερες από αυτές να είναι η ηλιακή ενέργεια, η αιολική, η γεωθερμική, η υδροηλεκτρική και η βιομάζα. Επιπρόσθετα, παραθέεται και ανάλυση του μεριδίου αγοράς που καταλαμβάνουν παγκοσμίως με αντίστοιχους πίνακες.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζουμε την ιστορία της ηλεκτροκίνησης και των ηλεκτροκίνητων οχημάτων με τα χαρακτηριστικά που τα συνοδεύουν από την αρχή της ύπαρξής τους με τα πρώτα οχήματα, τα σύγχρονα οχήματα και τα μελλοντικά σχέδια για νέα μοντέλα και καινοτόμες τεχνολογίες.

Την ανάλυση της συσχέτισης των μεταβολών των τιμών του αργού πετρελαίου με την ζήτησή του, την αγορά των ΑΠΕ και την ζήτηση για ηλεκτροκίνητα οχήματα την πραγματοποιούμε στο τέταρτο κεφάλαιο, μαζί με συνολική ανάλυση των μεταβολών αυτών ως προς το αργό πετρέλαιο. Στο δεύτερο μέρος της συνολικής ανάλυσης προσθέσαμε και την επίδραση της αγοράς.

Για αυτές τις στατιστικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για τις τιμές του αργού πετρελαίου από το χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης από τις 02 Ιανουαρίου 1986 έως τις 23 Ιουλίου 2018 και για τις τιμές των μετοχών, τα δεδομένα που πήραμε είναι από τον Ιούνιο 2010 έως και τον Ιούνιο του 2018.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρουσιάζουμε και επεξηγούμε τα αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων -του προηγούμενου κεφαλαίου, δίνοντας και την σημασία των στατιστικών στοιχείων.

Η εργασία ολοκληρώνεται με μια σύνοψη των συμπερασμάτων μας.

## 1. Η ΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το πετρέλαιο είναι μια οργανική υγρή ουσία, με τα αποθέματα αυτού να δημιουργούνται κάτω από την επιφάνεια της γης σε βάθος συνήθως από ένα έως τρία χιλιόμετρα, σε περιοχές που ονομάζονται “πεδία πετρελαίου”. Το αργό πετρέλαιο μπορεί να εξαχθεί από τα πεδία αυτά με γεώτρηση και άντληση. Ανήκει στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς δεν μπορεί να αναπληρωθεί. Το αργό πετρέλαιο αποτελείται από χιλιάδες διαφορετικά μόρια υδρογόνου και άνθρακα (ήτοι υδρογονάνθρακες). Οι υδρογονάνθρακες περιέχουν διαφορετικές αναλογίες προσμίξεων όπως οξυγόνο, θείο, άζωτο, καθώς και βαρέα μέταλλα.

### 1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα πρώτα κοιτάσματα πετρελαίου παγκοσμίως, διυλήθηκαν στην Κίνα γύρω στον 4ο αιώνα π.Χ. μεταγενέστερα όμως βρέθηκε στην Ασία και στην Ευρώπη.

Η σύγχρονη πετρελαϊκή βιομηχανία ξεκίνησε στα μέσα του 19ου αιώνα, όταν ο Edwin Drake ανακάλυψε μια πηγή πετρελαίου στο Τίτουςβιλ, Πενσυλβάνια, ΗΠΑ (27/08/1859). Ο Edwin Drake συνεργαζόταν με την “Pennsylvania Rock Oil Company”, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το πετρέλαιο για τη φώτιση των λαμπτήρων του δρόμου. Ο Abraham Gesner είχε ήδη εφεύρει ένα υλικό που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στους λαμπτήρες φωτισμού με την απόσταξη κηροζίνης από άνθρακα και πετρέλαιο (1854). Η αρχική παραγωγή ήταν περίπου 30 βαρέλια πετρελαίου την ημέρα<sup>1</sup>. Η επιτυχία αυτού του εγχειρήματος σηματοδότησε την αρχή της σύγχρονης πετρελαϊκής βιομηχανίας, φέρνοντας την επανάσταση που θα έκανε το πετρέλαιο το σημαντικότερο οικονομικό παράγοντα σε ολόκληρη την παγκόσμια ιστορία έως και σήμερα.

Το πετρέλαιο άρχισε σύντομα να λαμβάνει μεγαλύτερη προσοχή από την επιστημονική κοινότητα, ενώ κατόπιν ερευνών δημιουργήθηκαν προϊόντα από αργό πετρέλαιο. Η κηροζίνη ήταν ένα από τα αυτά, αποσκοπώντας στη θέρμανση, με τη βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης να εμφανίζονται σιγά σιγά στην αγορά.

---

<sup>1</sup> Ένα βαρέλι ισούταν με 159 λίτρα ή 42 γαλόνια.

Το 1890, η μαζική παραγωγή αυτοκινήτων άρχισε να δημιουργεί τεράστια ζήτηση για βενζίνη, ωθώντας τις εταιρείες να βρουν περισσότερες πετρελαϊκές πηγές.

### 1.1.1. ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΞΑΓΩΓΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΧΩΡΩΝ (ΟΠΕΚ)

Κομβικό σημείο στη βιομηχανία του πετρελαίου αποτέλεσε η δημιουργία του ΟΠΕΚ, το 1960 στη Βαγδάτη, ύστερα από πρωτοβουλία του Σάχη του Ιράν και του βασιλιά της Σαουδικής Αραβίας. Τα αρχικά μέλη του οργανισμού ήταν το Ιράν, η Σαουδική Αραβία, το Ιράκ, το Κουβέιτ και η Βενεζουέλα. Σήμερα, εκτός των αρχικών μελών ανήκουν στον ΟΠΕΚ και η Ινδονησία, το Κατάρ, η Λιβύη, τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, η Νιγηρία, η Αλγερία, το Εκουαδόρ, η Αγκόλα και η Γκαμπόν, ενώ ο οργανισμός είναι ανοικτός σε νέα μέλη πετρελαιοπαραγωγικά κράτη. Στόχοι του οργανισμού είναι η προστασία των συμφερόντων των κρατών μελών, η καθιέρωση μιας ενιαίας πετρελαϊκής πολιτικής αλλά και η περαιτέρω ανάπτυξη της πετρελαϊκής βιομηχανίας. Η βασική πηγή ισχύος του οργανισμού είναι το γεγονός ότι τα κράτη μέλη του ΟΠΕΚ διαθέτουν συνολικά τα μεγαλύτερα επιβεβαιωμένα κοιτάσματα πετρελαίου παγκοσμίως.

### 1.2. Ο ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το πετρέλαιο σχηματίζεται από τη συσσώρευση υδρογονανθράκων. Οι υδρογονάνθρακες συσσωρεύονται φυσικά, χιλιάδες μέτρα κάτω από την επιφάνεια της Γης, από την αποσύνθεση οργανικών υλών όπως τα φυτά και τα θαλάσσια ζώα που απεβίωσαν κατά την Παλαιοζωική Εποχή<sup>2</sup>. Παγιδευμένοι κάτω από το έδαφος, σε τεράστια πίεση και υψηλές θερμοκρασίες, αυτοί οι υδρογονάνθρακες συμπιέστηκαν και τελικά μετατράπηκαν σε αργό πετρέλαιο μετά από εκατομμύρια χρόνια.

Αναλυτικότερα, τα κοιτάσματα του πετρελαίου σχηματίζονται όταν πληρούνται τρεις προϋποθέσεις. Αυτές οι προϋποθέσεις είναι:

<sup>2</sup>Από 245 έως 544 εκατομμυρίων χρόνια πριν.

- ✓ Πρέπει να υπάρχει μια “πηγή”, πέτρα, πλούσια σε υδρογονάνθρακες και να έχει θαφτεί αρκετά βαθιά, έτσι ώστε η θερμότητα από τον πυρήνα της Γης να μπορεί προκαλέσει τη μεταβολή σε αργό πετρέλαιο.
- ✓ Πρέπει η περιοχή που βρίσκονται οι υδρογονάνθρακες να είναι πορώδης, ώστε να μπορεί να συσσωρευτεί πετρέλαιο κοντά. Εάν η περιοχή έχει “τρύπες”, τότε το πετρέλαιο μπορεί να ρέει εύκολα. Αυτό ονομάζεται διαπερατότητα.
- ✓ Πρέπει να υπάρχει ένα είδος φυσικού σφραγίσματος, έτσι ώστε να εμποδίζει το πετρέλαιο να βγει από τις υπόγειες περιοχές και να διαρρεύσει στην επιφάνεια. Αυτές οι περιοχές είναι οργανωμένες σε τρία επίπεδα, με ένα στρώμα νερού κάτω από το πετρέλαιο, το κοίτασμα πετρελαίου και ένα στρώμα αερίου πάνω από αυτό.

Συνεχίζοντας, τα χαρακτηριστικά του αργού πετρελαίου μπορούν να ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με το που βρίσκεται το πετρέλαιο και υπό ποιες συνθήκες σχηματίστηκε. Οι διαφορετικές φυσικές ιδιότητές του λαμβάνονται υπ'όψιν προκειμένου να σχεδιαστεί το σωστό είδος διύλισης, να ταξινομηθεί το αργό πετρέλαιο και να καθοριστεί η κατάλληλη τιμή.

Τα χαρακτηριστικά αυτά του πετρελαίου περιλαμβάνουν:

- ✓ Την πυκνότητα του, που ονομάζεται βαρύτητα API<sup>3</sup>.
- ✓ Την περιεκτικότητά του σε θείο, άζωτο και κατάλοιπα άνθρακα.
- ✓ Την περιοχή απόσταξης.

Κάθε μία από αυτές τις ιδιότητες είναι σημαντική για διάφορους λόγους. Για παράδειγμα, η περιεκτικότητα σε θείο είναι σημαντική επειδή καθορίζει το είδος της επεξεργασίας που θα απαιτηθεί σε ένα διυλιστήριο. Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο θείου, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αντίκτυπος που θα έχει στο περιβάλλον και πιο διαβρωτικό το αποτέλεσμα που θα έχει στον εξοπλισμό. Η βαρύτητα API είναι επίσης σημαντική. Είναι ουσιαστικά ένα μέτρο πυκνότητας, καθορίζει αν ένας συγκεκριμένος τύπος αργού πετρελαίου έχει υψηλότερο ή κατώτερο εύρος

---

<sup>3</sup>Πήρε το όνομα από το AmericanPetroleumInstitute.



απόσταξης, η οποία είναι σημαντική για τον διαχωρισμό και την εξαγωγή διαφορετικών κλασμάτων πετρελαίου.

Διαφορετικές περιοχές παράγουν διαφορετικά είδη αργού πετρελαίου, και ανάλογα με το μείγμα των υδρογονανθράκων, το αργό πετρέλαιο μπορεί να διαφέρει στο χρώμα, τη σύνθεση, αλλά και τη συνοχή.

Είναι αρκετά σύνηθες να ταξινομούμε το αργό πετρέλαιο σε διαφορετικούς τύπους. Οι πιο κάτω ταξινομήσεις είναι πιο συνηθισμένες.

- Ελαφρύ ή Βαρύ

Το αργό πετρέλαιο μπορεί να ταξινομηθεί ως ελαφρύ ή βαρύ ανάλογα με τη βαρύτητα API. Γενικά, όσο υψηλότερη είναι η βαρύτητα API τόσο μικρότερη είναι η πυκνότητα του. Το ελαφρύ πετρέλαιο είναι πιο ανοιχτόχρωμο, έχει μια λεπτή συνοχή και περιέχει συνήθως λιγότερα μέταλλα και ενώσεις θείου. Ως βαρύ χαρακτηρίζεται το αργό πετρέλαιο με υψηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα και θείο. Έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα και μικρή περιεκτικότητα σε υδρογόνο και η διαδικασία παραγωγής και επεξεργασίας του είναι χρονοβόρα. Το βαρύ αργό πετρέλαιο θεωρείται χαμηλής ποιότητας. Το American Petroleum Institute θέτει τα πρότυπα βαρύτητας και ορίζει σήμερα το βαρύ πετρέλαιο ως οποιοδήποτε έλαιο με βαρύτητα API μικρότερη από 20.

- Στυφό ή Γλυκό

Το αργό πετρέλαιο μπορεί επίσης να χαρακτηριστεί ως στυφό ή γλυκό, ανάλογα με την ποσότητα θείου που περιέχει. Οι ορισμοί αυτοί, πραγματικά αναφέρονται στη γεύση, καθώς τον 19ο αιώνα οι παραγωγοί πετρελαίου γεύονταν και μύριζαν το πετρέλαιο για να καταλάβουν την ποιότητά του! Το πετρέλαιο με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο (0,5% και άνω, κατά βάρος) θεωρείται στυφό. Το γλυκό αργό πετρέλαιο, από την άλλη πλευρά, έχει χαμηλές ποσότητες ενώσεων θείου.

### 1.3. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΓΟΡΑ

Πλέον, το πετρέλαιο αποτελεί την πιο σημαντική πηγή ενέργειας παγκοσμίως ενώ είναι και η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πάρα πολλών βιομηχανικών προϊόντων όπως τα πλαστικά, τα καύσιμα και άλλα τεχνολογικά επιτεύγματα. Οι βιομηχανίες είναι αδιανόητο να λειτουργούν χωρίς το πετρέλαιο και τα παράγωγά του κυριαρχούν στην παγκόσμια οικονομία.

Παρέχοντας το 33% της συνολικής ενέργειας, το πετρέλαιο είναι το πρωταρχικό καύσιμο στον κόσμο, με όλες τις αναπτυγμένες αλλά και τις αναπτυσσόμενες χώρες να είναι πλήρως εξαρτημένες από το μαύρο χρυσό και τα παράγωγα του.

Το πετρέλαιο είναι τόσο σημαντικό που η παγκόσμια ζήτηση αυξάνεται συνεχώς:

Το 1990, 67 εκατ. βαρέλια την ημέρα.

Το 2000, 77 εκατ. βαρέλια την ημέρα.

Το 2018, 100 εκατ. βαρέλια την ημέρα.

Τα παλαιότερα χρόνια ο οικονομικός κύκλος εξαρτιόταν σε μεγάλο βαθμό από τη δύναμη του ανθρώπου, των ζώων και από την περιορισμένη χρήση του νερού, του ανέμου και του ατμού. Όταν η βιομηχανία βρισκόταν στα αρχικά της στάδια, οι κύριες πηγές ενέργειας ήταν το ξύλο, ο άνθρακας και το λάδι φαιαίνων. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση αυτών των πηγών ενέργειας ήταν σοβαρές. Το πετρέλαιο υπήρξε ένα γνωστό υλικό ήδη από τον πρώιμο άνθρωπο, αλλά ήταν γενικά απρόσιτο. Ώθηση για την επεξεργασία του έδωσε η αύξηση του πληθυσμού, η οποία προκάλεσε μεγάλη οικονομική πίεση στα παραδοσιακά καύσιμα, αυξάνοντας τις τιμές.

Η βενζίνη, είναι το κύριο καύσιμο που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία κινητήρων εσωτερικής καύσης, οι οποίες τοποθετούνται ευρέως σε οχήματα και μηχανές. Από την άλλη πλευρά, τα αποστάγματα του πετρελαίου χρησιμοποιούνται για την

παραγωγή καυσίμων χαμηλότερης ποιότητας, όπως είναι η κηροζίνη και το ντίζελ (για χρήση σε βαριά οχήματα όπως φορτηγά, πλοία και βιομηχανικά μηχανήματα).

Διαφορετικά καύσιμα, ακόμη χαμηλότερης ποιότητας, χρησιμοποιούνται για την παροχή ενέργειας σε βιομηχανικές διεργασίες, οι οποίες δεν απαιτούν την ίδια ποιότητα καύσης που απαιτούν οι κινητήρες υψηλής απόδοσης.

Χάρη στη βενζίνη και το ντίζελ, η σημερινή κυριαρχία του πετρελαίου στην -ταχέως αναπτυσσόμενη- αγορά οχημάτων που τώρα γνωρίζει η αναπτυσσόμενη Ασία, είναι σχεδόν σίγουρη. Σήμερα, υπάρχουν περίπου 1,2 δισεκατ. επιβατικά αυτοκίνητα, μεγάλο ποσοστό των οποίων βασίζονται στο πετρέλαιο. Ο αριθμός αυτός αναμένεται να φθάσει τα 2 δισεκατ. μέχρι το 2035 και να ξεπεράσει τα 3 δισεκατ. μέχρι το 2050. Ο κόσμος καταναλώνει καθημερινά περίπου 24 εκατ. βαρέλια βενζίνης και 27 εκατ. βαρέλια ντίζελ.

Επίσης, τα αποστάγματα του πετρελαίου μετατρέπονται σε προϊόντα όπως, καλλυντικά, ηλεκτρικά μονωτικά, φαρμακευτικές επικαλύψεις δισκίων, κεριά και πολλά άλλα καθημερινά αντικείμενα. Ακόμη, τα πετροχημικά υλικά επεξεργάζονται συνεχώς για την παροχή προϊόντων όπως αντιψυκτικά, βάσεις για χρώματα, καθαριστικά, απορρυπαντικά, βαφές, εκρηκτικά, λιπάσματα, βιομηχανικές ρητίνες, πλαστικά, συνθετικές ίνες. Ένα πολύ σημαντικό προϊόν που προέρχεται από το πετρέλαιο είναι η πίσσα, η οποία χρησιμοποιείται για την κατασκευή δρόμων, για σφράγιση σκαφών, καθώς και για τη διατήρηση του ξύλου.

## 1.4. ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

### 1.4.1. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ

Σε αυτή την ενότητα θα αναλύσουμε τη διακύμανση των τιμών του αργού πετρελαίου από το 1861 έως και σήμερα. Αρχικά, η πρώτη κρίση ανόδου της τιμής του πετρελαίου έγινε το 1862 με 1865, όταν εξαιτίας του Αμερικάνικου Εμφυλίου Πολέμου αυξήθηκε η τιμή του πετρελαίου, φθάνοντας πάνω από \$100 ανά βαρέλι.

Στη συνέχεια, από το 1865 έως τη δεκαετία του 1890, οι τιμές του πετρελαίου παρουσίασαν έντονες διακυμάνσεις οι οποίες εξαρτιόντουσαν από τα κοιτάσματα πετρελαίου που αποκαλύπτονταν.

Ακολούθως, από το 1890 έως το 1972, η τιμή του αργού πετρελαίου κυμαινόταν σε χαμηλά επίπεδα, κοντά στα \$20 το βαρέλι.

Ωστόσο σε αυτά τα χρόνια, εμφανίστηκαν κάποιες εξαιρέσεις. Η πρώτη παρουσιάστηκε το 1894, όταν μειώθηκε η παραγωγή πετρελαίου στο Αζερμπαϊτζάν, εξαιτίας επιδημίας χολέρας. Η δεύτερη ήταν το 1920, όπου η τιμή ανέβηκε λόγω υπερβολικής ζήτησης, η οποία δημιουργήθηκε από την αύξηση των αυτοκινήτων. Στον αντίποδα, το 1931, βασιζόμενη στο κραχ του 1929 και στην επακόλουθη μείωση της ζήτησης, το αργό πετρέλαιο έφθασε σε ιστορικά χαμηλά αγγίζοντας τα \$10 το βαρέλι. Η πρώτη μεγάλη κρίση που ξεκίνησε το 1973 και διήρκησε έως το 1985, δημιουργήθηκε όταν οι Αραβικές χώρες εξαιτίας εσωτερικών ταραχών, σταμάτησαν να τροφοδοτούν με πετρέλαιο το δυτικό κόσμο.

Η κρίση έληξε όταν σταμάτησε ο εν λόγω αποκλεισμός. Συνεχίζοντας, από το 1986 έως το 2003, οι τιμές του αργού πετρελαίου ήταν σταθερά υψηλές σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, ακουμπώντας τα \$40 με \$50 το βαρέλι. Η αύξηση αυτή συνεχίστηκε την επόμενη δεκαετία.

Επιπροσθέτως, η αύξηση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων των ανατολικών ασιατικών χωρών έχει οδηγήσει σε αύξηση της ζήτησης πετρελαίου. Ωστόσο, ακολούθησε η οικονομική κρίση του 2007 – 2009, η οποία μείωσε τις τιμές του πετρελαίου (από \$100 το βαρέλι σε \$60 το βαρέλι, περίπου). Η κατάσταση αυτή άλλαξε σύντομα, το 2011, λόγω του εμφυλίου πολέμου που ξέσπασε στη Λιβύη και ο οποίος οδήγησε την τιμή του αργού πετρελαίου σε \$120 ανά βαρέλι.

Παρόλο αυτά, οι τιμές μειώθηκαν ξανά κατά τα χρόνια από το 2014 έως το 2016, αγγίζοντας ιστορικά χαμηλά (για τα δεδομένα της εποχής) στα \$43 το βαρέλι, εξαιτίας κυρίως της υπερπροσφοράς.

#### 1.4.2. ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ

Από όλες τις βιομηχανίες στον κόσμο, η πετρελαϊκή βιομηχανία είναι πράγματι μια διεθνής επιχείρηση που επηρεάζει τις περισσότερες χώρες.

Δεδομένου ότι το πετρέλαιο είναι η πιο καταναλισκόμενη μορφή ενέργειας, διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στην καθημερινή ζωή, στην οικονομία καθώς και την κοινωνική ανάπτυξη. Επίσης, η βιομηχανία πετρελαίου οδηγεί σε ανάπτυξη νέων τεχνολογιών τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Το πετρέλαιο έχει αναπτυχθεί ως μέσο οικονομικής και πολιτικής διαπραγμάτευσης.

Παρόλα αυτά, το “αργό πετρέλαιο” όταν διαχωριστεί σε διάφορα πετρελαϊκά προϊόντα που έχουν διαφορετικές ιδιότητες (όπως βενζίνη, ντίζελ, καύσιμο αεροσκαφών, κηροζίνη) η αξία του μεγιστοποιείται.

Η τιμή του αργού πετρελαίου καθορίζεται από τον τύπο και την ποιότητα του ίδιου του αργού πετρελαίου. Το βαρύ και το ελαφρύ αργό πετρέλαιο, αφού αποσταχθούν, δίνουν αρκετά εξευγενισμένα προϊόντα, για να εξυπηρετήσουν τις απαιτήσεις σε διαφορετικές ποσότητες. Επιπλέον, το στυφό και το γλυκό αργό πετρέλαιο διατιμούνται διαφορετικά. Σε αντίθεση με άλλα προϊόντα, η ποιότητα του πετρελαϊκού προϊόντος μπορεί να διαφοροποιηθεί για να εξυπηρετεί διαφορετικές ανάγκες των καταναλωτών.

Ο βασικός παράγοντας του προσδιορισμού της τιμής του πετρελαίου είναι η ζήτηση και η προσφορά, όπως άλλωστε συμβαίνει και για τα περισσότερα προϊόντα. Η ζήτηση και η προσφορά των προϊόντων του πετρελαίου αλλάζουν ανάλογα με την οικονομική κατάσταση και τις περιστάσεις. Σε οποιαδήποτε κατάσταση της αγοράς, η ανισορροπία μεταξύ ζήτησης και προσφοράς μπορεί να επηρεάσει τις τιμές. Για παράδειγμα, σε περίπτωση μεγαλύτερης ζήτησης από προσφορά (χαμηλή προσφορά), η τιμή είναι πιθανό να αυξηθεί.

Οι μεταβλητές που οδηγούν σε ανισορροπία μεταξύ ζήτησης και προσφοράς στην αγορά του πετρελαίου, είναι οι εξής:

#### ❖ Η οικονομική ανάπτυξη

Η οικονομική ανάπτυξη είναι ο παράγοντας που κινεί θετικά την τιμή του πετρελαίου. Όταν αναπτύσσεται μια οικονομία, η ζήτηση πετρελαίου για τις καθημερινές δραστηριότητες γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Εάν η παγκόσμια παραγωγή δεν είναι σε θέση να ανταποκριθεί στην ανάπτυξη, η τιμή του πετρελαίου θα ακολουθήσει

σίγουρα ανοδική πορεία. Σε μια αντίθετη κατεύθυνση, η τιμή του πετρελαίου θα μειωθεί εάν η ανάπτυξη της οικονομίας είναι μικρή, λόγω της υπερπροσφοράς πετρελαίου.

#### ❖ Ο Καιρός

Ο καιρός είναι ένας άλλος παράγοντας που προκαλεί ανισορροπία μεταξύ ζήτησης και παραγωγής πετρελαίου. Αναλυτικότερα, το χειμώνα, η ζήτηση πετρελαίου θέρμανσης (κυρίως ντίζελ και μαζούτ) είναι υψηλότερη σε σχέση με άλλα είδη πετρελαίου. Συνήθως, οι έμποροι πετρελαίου αρχίζουν να αυξάνουν το απόθεμα πετρελαίου θέρμανσης το τέταρτο τρίμηνο κάθε έτους για να προετοιμαστούν για το χειμώνα. Ως αποτέλεσμα, η τιμή του πετρελαίου τείνει να αυξάνεται κατά την εν λόγω περίοδο (εποχικότητα τιμής). Επιπλέον, όσο πιο ψυχρό γίνεται το κλίμα σε μία περιοχή, τόσο μεγαλύτερη είναι η ζήτηση για το πετρέλαιο. Λόγω των φόβων για την έλλειψη πετρελαίου, οι καταναλωτές αυξάνουν τα αποθέματα πετρελαίου τους κατά τους χειμερινούς μήνες, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την υπερπροσφορά. Η κατάσταση αυτή μπορεί να επηρεάσει ακόμη και την τιμή του πετρελαίου θέρμανσης.

Στον αντίποδα, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αυξάνεται ο μέσος όρος οδήγησης στις δυτικές χώρες. Δεδομένου ότι η ζήτηση βενζίνης είναι υψηλότερη σε σχέση με άλλα παράγωγα του αργού πετρελαίου, η τιμή της τείνει να αυξάνεται κατά το δεύτερο τρίμηνο του έτους προκειμένου να ανταποκριθεί στην αύξηση της ζήτησης.

Εν ολίγοις, ο καιρός είναι ένας άλλος θεμελιώδης παράγοντας που συμβάλλει στην μεταβαλλόμενη ζήτηση και προσφορά και στην τιμή του πετρελαίου.

#### ❖ Η παραγωγική ικανότητα του ΟΠΕΚ

Εάν η παραγωγή δεν είναι σύμφωνη με τη ζήτηση, η τιμή του πετρελαίου θα επηρεαστεί, όπως διαπιστώθηκε άλλωστε και από την άνοδο των τιμών κατά την προηγούμενη παγκόσμια πετρελαϊκή κρίση. Ως συνέπεια, οι χώρες με υψηλά αποθέματα και παραγωγική ικανότητα έχουν ισχυρή διαπραγματευτική ισχύ ως προς τον καθορισμό των τιμών.

Οι περισσότεροι παραγωγοί πετρελαίου είναι μέλη του Οργανισμού Εξαγωγών Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών (ή ΟΠΕΚ)<sup>4</sup>. Ο οργανισμός μπορεί να διαχειριστεί και να ελέγξει την παραγωγή, με σκοπό την κάλυψη της κατανάλωσης. Εάν η παραγωγή του εκάστοτε κράτους μέλους είναι υπερβολικά υψηλή ή χαμηλή, η τιμή του αργού πετρελαίου θα επηρεαστεί αναλόγως.

#### ❖ Η πολιτική του ΟΠΕΚ

Η πολιτική που έχει θέσει ο ΟΠΕΚ επηρεάζει επίσης, σε μεγάλο βαθμό, τη ζήτηση και την προσφορά στην αγορά πετρελαίου. Δεδομένου ότι οι χώρες μέλη αυτού είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί και κατέχουν τα περισσότερα αποθέματα πετρελαίου παγκοσμίως, η ανακοίνωση του ΟΠΕΚ για αύξηση ή μείωση του επιπέδου παραγωγής προκαλεί αναπόφευκτα μεταβολές στην τιμή του πετρελαίου. Κάθε συνεδρίαση του ΟΠΕΚ βρίσκεται πάντα στο προσκήνιο.

#### ❖ Τα αποθέματα πετρελαίου των σημαντικότερων καταναλωτών παγκοσμίως

Συνήθως, κάθε χώρα πρέπει να κρατήσει αποθέματα πετρελαίου για τη σταθερότητα και την ασφάλεια της ενέργειας. Οι μεγάλοι καταναλωτές πρέπει να διατηρήσουν το σωστό επίπεδο για να ικανοποιήσουν επαρκώς τη ζήτηση προκειμένου να μειωθεί το κόστος. Η επαρκής απογραφή πετρελαίου, μειώνει τις ανησυχίες ως προς την έλλειψη εφοδιασμού. Υπό αυτά τα σενάρια, η τιμή του πετρελαίου είναι πιθανό να μειωθεί. Όταν όμως η ζήτηση υπερβαίνει την προβλέψιμη, η σωστή απογραφή χάνει την αξία της καθώς αυξάνεται η κατανάλωση. Σε ένα τέτοιο σενάριο, η τιμή θα προσαρμοστεί προς τα πάνω.

Ως αποτέλεσμα, οι μεγάλοι καταναλωτές όπως οι ΗΠΑ ή οι ευρωπαϊκές χώρες, δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στην σωστή απογραφή των αποθεμάτων πετρελαίου.

<sup>4</sup>Ο ΟΠΕΚ σήμερα αριθμεί 11 μέλη, αυτά είναι Αλγερία, Ινδονησία, Ιράν, Ιράκ, Κουβέιτ, Λιβύη, Νιγηρία, Κατάρ, Σαουδική Αραβία, ΗΑΕ και Βενεζουέλα.

### ❖ Εναλλακτικές μορφές ενέργειας

Η τεχνολογία αναπτύσσεται συνεχώς ως προς την αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας όπως το φυσικό αέριο, με σκοπό την υποκατάσταση του πετρελαίου σε ανταγωνιστικές τιμές που ικανοποιούν αποτελεσματικά τις ανάγκες των καταναλωτών. Το εγχείρημα αυτό θα μειώσει τη ζήτηση αλλά και την τιμή του πετρελαίου. Όσο η τεχνολογία είναι ακόμη περιορισμένη σε αυτό τον τομέα, η τιμή του πετρελαίου θα κυμαίνεται και θα εξαρτάται από την ανισορροπία μεταξύ ζήτησης και προσφοράς. Διότι τα προϊόντα που ήδη υπάρχουν, δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν ακόμα ανταγωνιστικά υποκατάστατα.

Παρόλα αυτά, η παγκόσμια πετρελαϊκή κρίση προειδοποιεί τους επιστήμονες να επιταχύνουν τα σχέδια τους για την ανάπτυξη άλλων εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Αν μπορέσει να αναπτυχθεί εναλλακτικό καύσιμο, άξιο υποκατάστατο του πετρελαίου, τότε θα υπάρξει ισορροπία μεταξύ παγκόσμιας ζήτησης και προσφοράς.

### ❖ Συναισθηματικοί παράγοντες

Η αγορά πετρελαίου είναι πιο ευαίσθητη στα γεγονότα σε σχέση με άλλες αγορές. Η συναισθηματική αντίληψη των εμπόρων πετρελαίου είναι ο βασικός παράγοντας για την αύξηση της τιμής του πετρελαίου, αφού από αυτό εξαρτάται η γρήγορη ανταπόκριση τους στα νέα γεγονότα. Το πολιτικό και το οικονομικό κλίμα σε οποιαδήποτε περιοχή μπορεί να επηρεάσει την παγκόσμια τιμή του πετρελαίου. Ιδιαίτερα, σε ασυνήθιστη κατάσταση (πόλεμος) η τιμή του αργού πετρελαίου είναι ασταθής.

Περιστατικά σχετικά με τους κυριότερους παραγωγούς και χρήστες πετρελαίου στον κόσμο, ιδίως στη Μέση Ανατολή, τη Βόρεια Θάλασσα και τις ΗΠΑ, επηρεάζουν την αγορά πετρελαίου περισσότερο σε σχέση με περιστατικά άλλων περιοχών. Ως εκ τούτου, πολιτικές αναταραχές, απεργίες, πραξικοπήματα που λαμβάνουν μέρος σε χώρες του ΟΠΕΚ καθώς και οι αποφάσεις διεθνών οργανισμών σημαντικές για τη διεθνή πολιτική, είναι κρίσιμες ως προς τις εξελίξεις στις τιμές του πετρελαίου.



Οι καταστάσεις αυτές επηρεάζουν τις τιμές λόγω της ανησυχίας για το μέλλον, παρά το γεγονός ότι ο όγκος παραγωγής και εξαγωγής εξακολουθεί να παραμένει αμετάβλητος.

❖ Συνθήκες ασφαλείας στις περιοχές εξόρυξης.

Είναι πολύ σημαντική η διασφάλιση της ασφάλειας κατά την διάρκεια της εξόρυξης. Οποιαδήποτε παράλειψη ή ελλιπής πρόληψη, μπορεί να οδηγήσει σε ολέθριο κόστος με κυριότερο αυτό του ανθρώπινου παράγοντα και δευτερευόντως της ίδιας της επένδυσης.

#### 1.4.3. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Όπως είναι εύκολα κατανοητό από τα όσα προαναφέρθηκαν, από την ανακάλυψη και την αρχική εκμετάλλευση του πετρελαίου έως σήμερα, οι τιμές του αργού πετρελαίου έχουν παρουσιάσει σημαντικές διακυμάνσεις. Οι διακυμάνσεις αυτές είτε αναφέρονται σε απότομη αύξηση είτε σε απότομη μείωση.

Οι μεγάλες αυτές αυξομειώσεις οφείλονται σε πολιτικούς παράγοντες, όπως εμφύλιες συγκρούσεις. Ο Αμερικάνικος εμφύλιος (1861 – 1865) εκτόξευσε την τιμή του πετρελαίου πάνω από τα \$100 το βαρέλι (λαμβάνοντας υπ'όψιν τα οικονομικά δεδομένα του τότε, η εν λόγω αύξηση ήταν τεράστια). Στα ίδια επίπεδα ανέβασε την τιμή και ο εμφύλιος στη Λιβύη το 2011 ενώ κάτι αντίστοιχο συνέβη και κατά τις δεκαετίες του 1970 και 1980, όταν οι διαταραχές στις αραβικές χώρες εμπόδισαν τη τροφοδοσία πετρελαίου στο δυτικό κόσμο.

Επιπλέον, κοινωνικοί παράγοντες μπορούν να μεταβάλλουν τις τιμές του αργού πετρελαίου. Για παράδειγμα, το 1920, εξαιτίας της αύξησης των αυτοκινήτων, και της συνακόλουθης αύξησης της ζήτησης, αυξήθηκε η τιμή του πετρελαίου. Αλλά και τεχνολογικοί παράγοντες επηρεάζουν τη τιμή. Τα πρώτα χρόνια της ανακάλυψης του αργού πετρελαίου (1865 – 1890) η τιμή αυτού μεταβαλλόταν ανάλογα με τα κοιτάσματα που αποκαλύπτονταν.

Παρόλο αυτά, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την τιμή του αργού πετρελαίου είναι οι οικονομικοί κύκλοι. Μετά τη “Μεγάλη Ύφεση”, η τιμή

του πετρελαίου έπεσε, εξαιτίας της μείωσης της ζήτησης που προκλήθηκε από τη κρίση. Ένας άλλος (παράγοντας) είναι η πολιτική του ΟΠΕΚ. Μεταξύ 2014 με 2016 η τιμή του αργού πετρελαίου συνεχώς μειωνόταν εξαιτίας της υπερπροσφοράς και της μεγάλης παραγωγής. Την κατάσταση αυτή την προκάλεσαν οι χώρες του ΟΠΕΚ, οι οποίες δεν σταμάτησαν την παραγωγή για να μην χάσουν μερίδιο αγοράς.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΤΙΜΕΣ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, 1861 – 2016 (\$/ ΑΝΑ ΒΑΡΕΛΙ)**



### 1.5. Η ΚΡΙΣΗ ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Πετρελαϊκή κρίση<sup>5</sup> λογίζεται ως μια ξαφνική αλλαγή της τιμής του πετρελαίου που συχνά συνοδεύεται από αλλαγή της προσφοράς του. Δεδομένου ότι το πετρέλαιο αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας για τις προηγμένες βιομηχανικές οικονομίες, η πετρελαϊκή κρίση μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την οικονομική και πολιτική σταθερότητα σε ολόκληρη την παγκόσμια οικονομία.

<sup>5</sup>Oil Crisis.

### 1.5.1. ΚΡΙΣΗ ΑΝΟΔΟΥ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Στα χρόνια που ακολούθησαν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, σημειώθηκαν δύο μεγάλες πετρελαϊκές κρίσεις. Η πρώτη συνέβη το 1973, όταν τα αραβικά μέλη του ΟΠΕΚ αποφάσισαν να τετραπλασιάσουν την τιμή του πετρελαίου σε σχεδόν \$12 το βαρέλι ενώ την ίδια περίοδο οι εξαγωγές πετρελαίου προς τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, την Ιαπωνία και τη Δυτική Ευρώπη -οι οποίες μαζί κατανάλωναν περισσότερο από το ήμισυ της παγκόσμιας ενέργειας- απαγορεύτηκαν. Η απόφαση του ΟΠΕΚ έγινε σε αντίποινα για την υποστήριξη του Ισραήλ από τη Δύση εναντίον της Αιγύπτου και της Συρίας κατά τη διάρκεια του πολέμου YomKippur (1973) αλλά και ως απάντηση στη συνεχιζόμενη πτώση της αξίας του αμερικάνικου δολαρίου<sup>6</sup>, το οποίο είχε αποφέρει ένα ισχυρό πλήγμα τις εξαγωγές των χωρών του ΟΠΕΚ.

Το 2007 με 2008 σημειώθηκε μια ακόμη πετρελαϊκή κρίση, αρκετά μικρότερης έκτασης, η οποία οφειλόταν στην παγκόσμια οικονομική κρίση (2007-2009). Πολλές διαφορετικές αιτίες προκάλεσαν την εν λόγω κρίση με κυριότερη την απότομη πτώση του αμερικάνικου δολαρίου που οδήγησε τους επενδυτές στην μετατροπή των δολαρίων τους σε αποθέματα πετρελαίου προκειμένου να μην χάσουν την αγοραστική τους δύναμη. Έτσι η ζήτηση του πετρελαίου ξεκίνησε μια ξέφρενη ανοδική πορεία που κορυφώθηκε στις 11 Ιουλίου 2008, όταν η τιμή του αργού πετρελαίου ανήλθε στα \$147,27 ανά βαρέλι. Φυσικά η ομαλοποίηση των τιμών επέστρεψε σχετικά γρήγορα, καθώς η πραγματική ζήτηση για το αργό πετρέλαιο ανταποκρινόταν στην προσφορά του και δεν υπήρχε έλλειψη όπως στις προηγούμενες περιπτώσεις.

### 1.5.2. ΚΡΙΣΗ ΠΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η διατήρηση της τιμής του πετρελαίου στα \$100 το βαρέλι για πάνω από μία δεκαετία συνέβαλε στην ανάπτυξη του κλάδου με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής του πετρελαίου σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Βραζιλία και το Ιράκ, με ρυθμούς που ξεπερνούσαν την αύξηση της ζήτησης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση αποθεμάτων που έφταναν σε σημείο να ξεπερνούν τα

<sup>6</sup>Το νόμισμα πώλησης πετρελαίου.

αναγκαία προβλεπόμενα αποθέματα, ακόμα και για το 2015. Τα μέλη του ΟΠΕΚ δεν προέβησαν σε καμία συμφωνία για τη μείωση της παραγωγής καθώς θεώρησαν ότι η τιμή θα παραμείνει σε υψηλά κερδοφόρα επίπεδα, αποτρέποντας έτσι αναταραχές στους κρατικούς υπολογισμούς τους που βασίζονται κυρίως στην εξαγωγή και στη διάθεση πετρελαίου.

Παρόλο αυτά το 2014, η τιμή του πετρελαίου ξεκίνησε μια καθοδική πορεία, φθάνοντας να πωλείται σε τιμές κάτω από τα \$30 ανά βαρέλι<sup>7</sup>. Κατά την περίοδο εκείνη, οι χώρες μέλη του ΟΠΕΚ προσπάθησαν, να προστατεύσουν το παγκόσμιο μερίδιο αγοράς τους. Μέλη του ΟΠΕΚ με μεγάλα ταμειακά διαθέσιμα όπως η Σαουδική Αραβία, δεν ήθελαν να σταματήσουν την παραγωγή για να μην χάσουν μερίδιο αγοράς αλλά ούτε και να μειώσουν την τιμή. Οι χώρες αυτές άλλωστε έχουν τα απαραίτητα ταμειακά διαθέσιμα για να καλύψουν τα ελλείμματα που δημιουργούνται. Όμως οι χώρες με προβλήματα ρευστότητας, όπως η Βενεζουέλα και η Νιγηρία, βρέθηκαν σε πάρα πολύ δυσμενή θέση. Η Βενεζουέλα ουσιαστικά πτώχευσε εξαιτίας της συνεχόμενης μείωσης της τιμής του πετρελαίου και της πετρελαϊκής κρίσης.

#### 1.6. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΡΩΓΜΑΤΩΣΗΣ – FRACKING

Η υδραυλική ρωγμάτωση ή αλλιώς “fracking” είναι η διαδικασία όπου νερό (με μερικά πρόσθετα) διοχετεύεται σε σχηματισμούς πετρωμάτων που περιέχουν κοιτάσματα αργού πετρελαίου παγιδευμένα σε βράχους, με σκοπό να σπάσει το βράχο και να βελτιώσει την εξόρυξη του αργού πετρελαίου αλλά και του φυσικού αερίου.

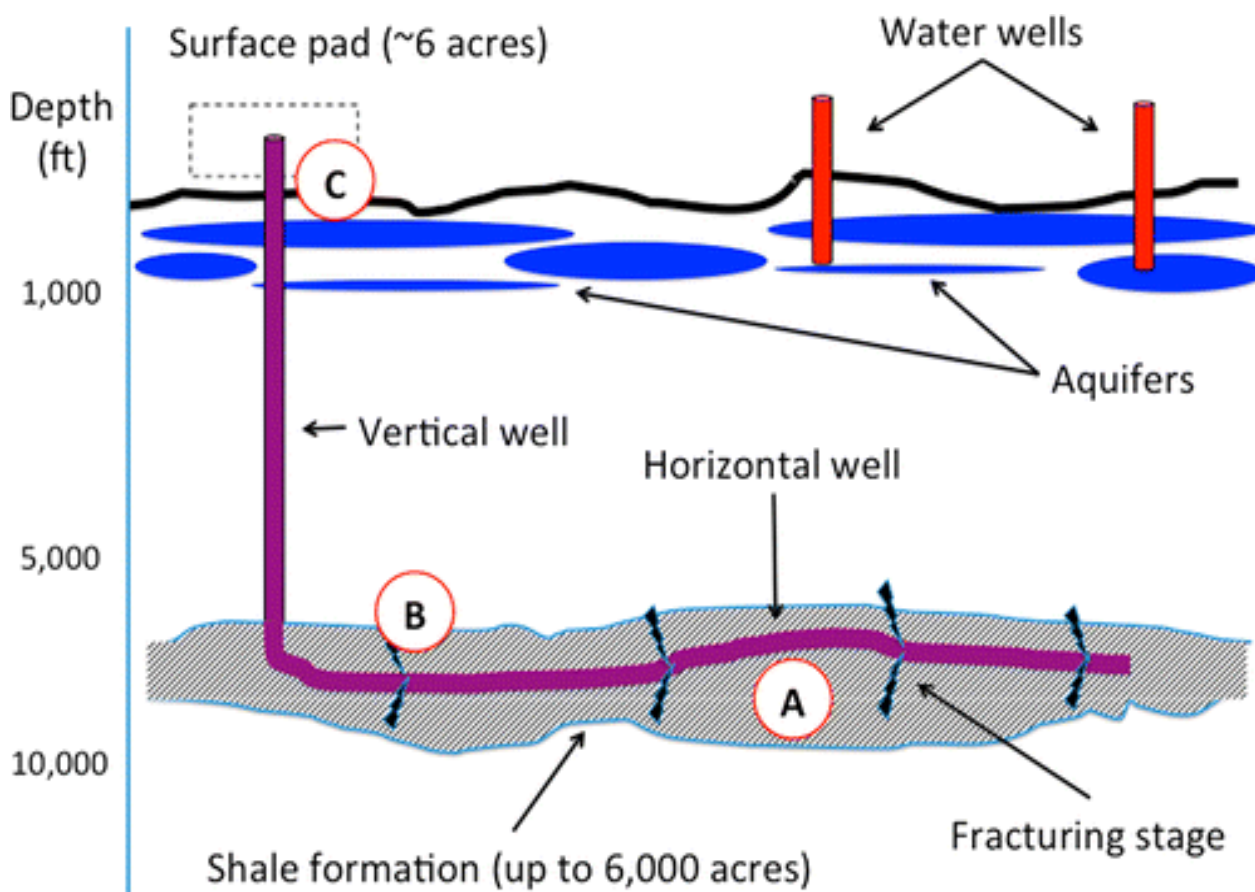
Η εν λόγω μέθοδος προκαλεί ρωγμές και σχισμές στα πετρώματα, επιτρέποντας στο αργό πετρέλαιο να διαφύγει και να ρεύσει μέσα στη γεώτρηση.

Το fracking επιτρέπει στις επιχειρήσεις να έχουν πρόσβαση σε δυσπρόσιτους πόρους πετρελαίου, οι οποίοι θα ήταν αδύνατον να απελευθερωθούν μέσω των συμβατικών μεθόδων γεώτρησης<sup>8</sup>.

<sup>7</sup>Η καθοδική πορεία συνεχίστηκε έως το 2016.

<sup>8</sup>Οι συμβατικές μέθοδοι γεώτρησης έχουν σχεδιαστεί να εξαγάγουν αργό πετρέλαιο, από ανοικτούς σχηματισμούς πετρωμάτων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΡΩΓΜΑΤΩΣΗΣ<sup>9</sup>**



Ο παραπάνω πίνακας απεικονίζει τα βήματα που ακολουθεί η διαδικασία. Ένα φρεάτιο τρυπιέται κατακόρυφα (προς τα κάτω, στο έδαφος), φθάνοντας σε βάθος μεταξύ 1.800μ. έως 3.000μ. Το φρεάτιο είναι επενδυμένο με μεταλλικό περίβλημα, το οποίο περιέχει μικρά ανοίγματα. Το νερό διοχετεύεται μέσα στο φρεάτιο και περνά μέσα από αυτά τα ανοίγματα με υψηλή πίεση, διασπώντας έτσι το βράχο.

<sup>9</sup>ΠΗΓΗ: (Yethiraj&Striolo, 2013)

Μόλις απελευθερωθεί η υδραυλική πίεση, το νερό ρέει πίσω στο φρεάτιο και αφαιρείται. Το πετρέλαιο-εάν υπάρχει στην περιοχή που υποβλήθηκε σε επεξεργασία- βγαίνει προς τα έξω και μπορεί να συλλεχθεί.

Λόγω της δυσκολίας της δημιουργίας της εγκατάστασης, το κόστος ενός φρέατος μπορεί να κυμανθεί από \$1 εκατ. έως \$7 εκατ.

Τα οικονομικά οφέλη από το fracking είναι αναμφισβήτητα. Η διαδικασία έχει μειώσει το κόστος εξόρυξης του αργού πετρελαίου, αυξάνοντας την ποσότητά του. Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής έχει ενισχύσει σημαντικά την εγχώρια παραγωγή πετρελαίου. Με τη συνεχιζόμενη αύξηση της υδραυλικής ρωγμάτωσης, οι Η.Π.Α. θα μπορούσαν να καταστούν αυτάρκειες στην ενέργεια για τα επόμενα 20 χρόνια, με εμφανείς θετικές παγκόσμιες κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες. Υπολογίζεται ότι, η μέθοδος υδραυλικής ρωγμάτωσης έχει προσφέρει επαρκείς ποσότητες φυσικού αερίου στις ΗΠΑ και τον Καναδά για περίπου 100 χρόνια, μειώνοντας παράλληλα το αποτύπωμα άνθρακα στο περιβάλλον, αφού παράγεται ηλεκτρική ενέργεια στο ήμισυ των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με τα σημερινά δεδομένα.

Ωστόσο, η εκτεταμένη χρήση της μεθόδου fracking όχι μόνο έχει φέρει επανάσταση στην ενεργειακή βιομηχανία αλλά έχει προκαλέσει και περιβαλλοντικές ανησυχίες. Έχει γίνει θέμα πολιτικού και κοινωνιολογικού προβληματισμού και η βιώσιμη ανάπτυξη αυτής απαιτεί την αποδοχή της κοινής γνώμης. Σε μερικές μάλιστα περιπτώσεις είναι δύσκολο επειδή πολλά από τα κοιτάσματα βρίσκονται σε περιοχές όπου οι κάτοικοι είναι άκρως αντίθετοι στην υλοποίηση τέτοιων έργων, κυρίως εξαιτίας των προηγούμενων βιομηχανικών εξελίξεων οι οποίες έχουν δημιουργήσει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Στην Ελλάδα, η υδραυλική ρωγμάτωση έχει απαγορευτεί από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Αναλυτικότερα, η μέθοδος fracking είναι αμφιλεγόμενη εξαιτίας:

- ✓ Των ποσοτήτων των φυσικών πόρων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας.
- ✓ Των αρνητικών επιπτώσεων και των μολύνσεων που μπορεί να επιφέρει η μέθοδος, στην ατμόσφαιρα, στα υπόγεια ύδατα και στο έδαφος των περιοχών που έχουν υποστεί ρωγμάτωση.
- ✓ Του κινδύνου αυξημένης σεισμικής δραστηριότητας.

Μία από τις κύριες χημικές ουσίες που χρησιμοποιείται στη μέθοδο fracking είναι το μεθάνιο. Εκτιμάται ότι το 4% αυτού εξέρχεται στην ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία.

Επειδή το μεθάνιο είναι 25 φορές ισχυρότερο από το διοξείδιο του άνθρακα -από την άποψη της παγίδευσης θερμότητας- η απελευθέρωση αυτού του αερίου είναι επιζήμια για την ποιότητα του αέρα και της ατμόσφαιρας των γύρω περιοχών. Επιπρόσθετα, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην υδραυλική ρωγμάτωση αυξάνουν άμεσα την ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι ρύποι που δημιουργούνται αυξάνουν την παραγωγή και τη μακροχρόνια παραμονή του νέφους, γεγονός που μειώνει τη διαθεσιμότητα καθαρού αέρα τόσο για τους εργαζόμενους, όσο και για τους κατοίκους της περιοχής.

Ακολουθως, εκατομμύρια τόνοι νερού χρησιμοποιούνται κατά τη μέθοδο fracking, μειώνοντας άμεσα την ποσότητα καθαρού, πόσιμου, νερού που είναι διαθέσιμη στους πολίτες των εν λόγω περιοχών. Στην έλλειψη αυτή βοηθάει και η μόλυνση των υδάτων που η μέθοδος προκαλεί. Οι χημικές ουσίες, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διαδικασία, διαρρέουν στα υπόγεια ύδατα. Πέραν από την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη ρύπανση των υδάτων, η μέθοδος fracking έχει κατηγορηθεί και για την αύξηση των πετρελαιοκηλίδων καθώς και για την αύξηση της σεισμικής δραστηριότητας. Οι φθορές που δημιουργούνται κατά τη διαδικασία μπορεί να προκαλέσουν σεισμικές δονήσεις, λόγω της υψηλής πίεσης που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του αργού πετρελαίου από τα πετρώματα. Παρόλο αυτά, σύγχρονες έρευνες έδειξαν ότι η σεισμική δραστηριότητα δεν συνδέεται με την ίδια τη μέθοδο αλλά με τα φρεάτια που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των λυμάτων και αποβλήτων της διαδικασίας.

Όπως θα αναλύσουμε και παρακάτω, οι ανησυχίες για την επιβάρυνση του περιβάλλοντος, τα σενάρια για την ενδεχόμενη εξάντληση των αποθεμάτων πετρελαίου σύντομα στο μέλλον καθώς και η θέληση για μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας, με τον περιορισμό των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων, οδήγησαν στην αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας οι οποίες θα ήταν ικανές να καλύψουν τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του πληθυσμού για ενέργεια.

## 2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η εναλλακτική ενέργεια υπήρξε ένα φλέγον ζήτημα την τελευταία δεκαετία. Οι δύο βασικές ανησυχίες που οδήγησαν την κοινωνία να την θεωρήσει ουσιώδης για τον κόσμο του αύριο είναι το οικολογικό αποτύπωμα που δημιουργείται από τη χρήση μη καθαρών ενεργειών καθώς και την μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη ανοδική τάση αυτού, λόγω της αραίωσης της παραγωγής του πετρελαίου και των αυξανόμενων αναγκών της κοινωνίας και του κόσμου.

Ένας κύριος παράγοντας που συμβάλλει στην άνθιση της βιομηχανίας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) είναι η οικολογία του πλανήτη. Η υπερθέρμανση θεωρείται συχνά μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Χρησιμοποιώντας ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας, απελευθερώνονται τεράστιες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα. Αυτό το φυσικό αέριο είναι σήμερα κοινώς αποδεκτό ως ένας από τους βασικούς παράγοντες για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Ωστόσο, κανείς δεν μπορεί να προβλέψει με βεβαιότητα το επίπεδο στο οποίο το διοξείδιο του άνθρακα θα βλάψει την ικανότητά μας να ζήσουμε στη γη. Οι περισσότεροι επιστήμονες συμφωνούν με το γεγονός ότι αυτή η τάση (ήτοι η όλο και συνεχόμενη απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων CO<sub>2</sub>) πρέπει να σταματήσει προκειμένου η ζωή στη γη να παραμείνει παρόμοια με τον τρόπο που την βιώνουμε σήμερα.

Απαιτείται ωστόσο, βελτιστοποίηση του ενεργειακού συστήματος σε πολλούς τομείς. Η πλευρά της ζήτησης προσφέρει πολλές ενδιαφέρουσες δυνατότητες, οι οποίες κυμαίνονται από τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της ενεργειακής απόδοσης των ενεργειακών μετατροπών που ήδη πραγματοποιούνται έως και στην εύρεση εντελώς νέων τρόπων ικανοποίησης μιας συγκεκριμένης ενεργειακής ανάγκης, συχνά υποδηλώνοντας τεράστιες μειώσεις στην ποσότητα ενέργειας που δαπανάται στην μεταφορά. Οι συνέπειες των προσπαθειών από πλευράς ζήτησης είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή, υδροηλεκτρική, αιολική, γεωθερμική), διότι η ένταση των πόρων είναι πεπερασμένη.

Για παράδειγμα, η μέγιστη πρακτική επιφάνεια συλλογής ηλιακής ενέργειας για ένα κτίριο μπορεί να είναι η οροφή του.



Πράγμα που συνεπάγεται μέγιστη απόδοση ηλεκτρισμού από ηλιακά κύτταρα και μέγιστη ποσότητα θερμότητας από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Εάν αυτές οι αποδόσεις είναι μικρές σε σύγκριση με τις ενεργειακές απαιτήσεις του εκάστοτε κτηρίου, τότε η επιλογή ηλιακής ενέργειας ως κινητήρια δύναμη φαίνεται λιγότερο ενδιαφέρουσα σε σχέση με άλλες μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (όπως πετρέλαιο). Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλία των διαθέσιμων επιλογών ανανεώσιμης ενέργειας, τόσο μικρότερη είναι η ένταση της ζήτησης ενέργειας.

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω και τα οικολογικά ζητήματα που προκύπτουν, οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας, και συγκεκριμένα οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) θα αποτελέσουν δομικό λίθο στην ενεργειακή αγορά του μέλλοντος. Στον παρόν κεφάλαιο θα αναφέρουμε την ιστορική εξέλιξη των ΑΠΕ, τις βασικότερες μορφές αυτών, καθώς και τη θέση που έχουν πλέον στην παγκόσμια αγορά ενέργειας.

## 2.1. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ

Κατά τη διάρκεια σχεδόν ολόκληρης της ιστορίας της ανθρωπότητας και του πολιτισμού, η ανανεώσιμη ενέργεια αποτέλεσε την κύρια πηγή διαθέσιμης ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρέχει τη θερμότητα στα οικοσυστήματα καθώς και ενέργεια υψηλής ποιότητας η οποία είναι απαραίτητη για παράδειγμα, ώστε να καλλιεργηθούν τα τρόφιμα. Καθώς ο ανθρώπινος πολιτισμός διαμορφώθηκε, ο άνθρωπος ήταν σε θέση να επεκτείνει την χρήση της ενέργειας. Η καύση ξύλου έδωσε τις πυρκαγιές<sup>10</sup>. Η ηλιακή ενέργεια που αποθηκεύτηκε με τη μορφή ορυκτών καυσίμων χρησιμοποιήθηκε πιθανώς για πρώτη φορά πριν από περίπου 9.000 χρόνια (λάδι για φωτισμό). Και ο ελληνικός πολιτισμός χρησιμοποίησε πιθανότατα κάποια μορφή ηλιακής ενέργειας. Ο Αρχιμήδης έγραψε ένα βιβλίο σχετικά με τη χρήση κατόπτρων ως καυστήρες, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για ανάφλεξη φωτιών ενός βωμού. Ακόμη, η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε σε ιστιοφόρα στην περιοχή της Μεσογείου πριν από περίπου 5.500 χρόνια. Έχουν βρεθεί αποδείξεις για τη χρήση ανεμόμυλων πριν από περίπου 2.500 χρόνια στην Ινδία.

<sup>10</sup>Βρέθηκαν αποδείξεις που χρονολογούνται και έως 350.000 χρόνια πριν.

Ακολουθως, η ισχύς από το νερό χρησιμοποιήθηκε από τον Κτησίβιο (κατασκεύασε μια ανυψωτική μηχανή που λειτουργούσε με πίεση νερού, το 250 π.χ.), καθώς και από τον Φίλων (κατασκεύασε μια αντλία νερού, γύρω στο 225 π.Χ.) .

Τον 1<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ., ο Ήρωνας της Αλεξάνδρειας έπαιζε με ένα μουσικό όργανο που χρησιμοποιούσε αιολική ενέργεια και επινόησε επίσης μια ατμομηχανή.

Η Ευρωπαϊκή αναγέννηση επέφερε ένα ανανεωμένο ενδιαφέρον για την τεχνολογία. Ορισμένοι μηχανισμοί που απαιτούσαν ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του 16ου αιώνα ενώ αναπτύχθηκαν αρκετές τεχνολογίες ενεργειακού εφοδιασμού, βασισμένες κυρίως στην αιολική και την υδραυλική ενέργεια. Οι επόμενοι αιώνες έφεραν πειράματα σε πολλές μορφές ΑΠΕ. Στην Ιταλία πραγματοποιήθηκαν πειράματα με καυστήρα κατόπτρων. Η βιομηχανική επανάσταση ήταν στενά συνδεδεμένη με την ανάπτυξη της ατμομηχανής και την εκμετάλλευση του άνθρακα, κάτι το οποίο σύντομα αντικατέστησε το γεωγραφικά περιορισμένο μονοπώλιο της υδραυλικής ενέργειας.

Οι ηλιακοί κλίβανοι αναπτύχθηκαν περαιτέρω κατά τον 18ο αιώνα όπου το 1747, ο J. Cassini έλαβε για πρώτη φορά θερμοκρασίες πάνω από τους 1.000°C, καθιστώντας έτσι τους ηλιακούς κλιβάνους, την πιο πρακτική τεχνολογία για την τήξη συγκεκριμένων μετάλλων. Το 1883, αναπτύχθηκε ο κύκλος του κινητήρα θερμού αέρα του Ericsson γεγονός που άνοιξε νέους ορίζοντες στην μετατροπή της ηλιακής θερμικής ενέργειας. Οι ηλιακές θερμικές εξελίξεις συνεχίστηκαν στις αρχές του 20ου αιώνα, με τον κινητήρα κύκλου Willsie και τις μηχανές Shuman μεγάλης κλίμακας στις ΗΠΑ και την Αίγυπτο. Ένας μεταπολεμικός παραβολικός συλλέκτης στα γαλλικά Πυρηναία ο οποίος έχει σχεδιαστεί για να παρέχει θερμοκρασίες άνω των 2000°C, λειτουργεί εδώ και αρκετό καιρό ενώ μετά το 1974, κατασκευάστηκαν αρκετές εγκαταστάσεις έρευνας και επίδειξης, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ. Έχουν ερευνηθεί επίσης ηλιακές λίμνες, ιδιαίτερα στο Ισραήλ.

Επιπρόσθετα, στις αρχές του 20ου αιώνα παρατηρήθηκε έντονος ανταγωνισμός μεταξύ του άνθρακα και του ανέμου, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές του κόσμου με εδραιωμένη αιολική βιομηχανία, όπως η Δανία. Η αιολική ενέργεια έχασε. Ωστόσο, ορισμένες κινητήριες δυνάμεις έκτακτης ανάγκης δημιουργήθηκαν με βάση τον άνεμο κατά τη διάρκεια του δεύτερου παγκόσμιου

πολέμου και κατά την κρίση του Σουέζ. Έπειτα από το εμπάργκο καυσίμων του 1973 - 1974, δημιουργήθηκε μια βιώσιμη βιομηχανία ανεμογεννητριών, κυρίως στη Δανία.

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε από τον Edmond Becquerel, το 1839. Οι εφαρμογές των ηλιακών κυττάρων όμως δεν είχαν μεγάλη απήχηση μέχρι το 1954, όταν τα Bell Laboratories ανέπτυξαν με επιτυχία φωτοβολταϊκά πάνελ για να απαντήσουν στις απαιτήσεις του διαστημικού προγράμματος. Αργότερα, αναπτύχθηκε μια αγορά εφαρμογών ηλιακών κυψελών μικρής κλίμακας και ο λόγος τιμής / απόδοσης αυτών βελτιώθηκε σημαντικά αλλά όχι στο επίπεδο διεύθυνσης στις τρέχουσες εφαρμογές των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.

Ακολούθως, όταν η χρήση ορυκτής ενέργειας (ήτοι αργό πετρέλαιο) κατέστη δυνατή σε μεγάλη κλίμακα, λίγες από τις τεχνικές ανανεώσιμης ενέργειας μπορούσαν να την ανταγωνιστούν. Το 1900, η ηλιακή ενέργεια εκτιμάται ότι κοστίζει περίπου 10 φορές περισσότερο από την ορυκτή ενέργεια. Αν και τότε η αιολική ενέργεια είχε αρχίσει να εντάσσεται δυναμικά στην ενεργειακή αγορά, τα συστήματα ορυκτών πηγών ενέργειας αναπτύχθηκαν ραγδαία, προσφέροντας σταθερή αξιοπιστία την οποία οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούσαν να επιτύχουν μόνο με εγκαταστάσεις αποθήκευσης ενέργειας (π.χ. μπαταρίες). Κι αυτές όμως, έφεραν υψηλό συνολικό κόστος, εκτός εμβέλειας. Μια εξαίρεση ήταν η υδροηλεκτρική ενέργεια για το λόγο ότι ήταν ακόμη φθηνότερη από τις ορυκτές μονάδες παραγωγής και επειδή η μεταφορά ορυκτών καυσίμων σε απομακρυσμένες τοποθεσίες αύξανε το κόστος. Τελικά, τα συστήματα χαμηλής συντήρησης χωρίς κινούμενα μέρη όπως οι ηλιακές κυψέλες, προτιμώνται σε εφαρμογές, όπου τα έξοδα επισκευής είναι καθοριστικά.

Η συνεχιζόμενη άνοδος των τιμών των ορυκτών καυσίμων λόγω του ότι η τιμολόγηση καθορίζεται όλο και περισσότερο βάση της αγοραίας αξίας και όχι του κόστους παραγωγής τους, έχει συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη μερικών από τα νέα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτή η ανοδική τάση αναμένεται να συνεχιστεί. Σε αυτό οφείλεται και οι ποινές που έχουν επιβληθεί στα ορυκτά καύσιμα, εξαιτίας της συμβολής τους στη ρύπανση του περιβάλλοντος, στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στα πυρηνικά καύσιμα, ως αποτέλεσμα των δυνατοτήτων τους.

Οι ηλιακοί συλλέκτες έχουν βελτιωμένη απόδοση και ανθεκτικότητα και είναι πλέον βιώσιμη επιλογή αλλά οι θερμικοί σταθμοί που παράγουν ενέργεια δεν είναι οικονομικά αποδοτικοί.

Το κόστος των φωτοβολταϊκών υλικών έχει μειωθεί αλλά οι συστοιχίες ηλιακών κυψελών εξακολουθούν να μην είναι σε θέση να διεισδύσουν στην αγορά, κυρίως επειδή δεν είναι δυνατόν να μειωθεί το κόστος της δομής υποστήριξης όσο και το κόστος των ίδιων των φωτοβολταϊκών κυττάρων.

Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες ο εξοπλισμός ανανεώσιμης ενέργειας έχει εισαχθεί με δωρεές από κυβερνήσεις ή διεθνείς οργανισμούς βοήθειας. Σαφώς το ενεργειακό πρόβλημα στον αναπτυσσόμενο κόσμο δεν μπορεί μακροπρόθεσμα να λυθεί από την εισαγόμενη τεχνολογία. Επί του παρόντος, είναι προφανές ότι τα προβλήματα υποδομής καθιστούν πολύ δύσκολη την επίτευξη μιας τέτοιας μεταφοράς τεχνολογίας.

## 2.2. ΜΟΡΦΕΣ ΑΠΕ

Στην παρούσα υποενότητα θα παρουσιάσουμε τις σημαντικότερες μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

### 2.2.1. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Από τα αρχαία χρόνια, η ηλιακή ενέργεια -με τη μία ή την άλλη μορφή- υπήρξε η κυρίαρχη πηγή ενέργειας για τη Γη. Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε για πρώτη φορά την ηλιακή ενέργεια έμμεσα, όταν κατανάλωνε τα φυτά, που είχαν μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια σε τροφή μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.

Η ακατέργαστη ηλιακή ενέργεια, με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, φτάνει στην ατμόσφαιρα της γης με ρυθμό 170 τρις. kW. Όμως, παρόλο που περίπου το ένα τέταρτο αντανακλάται και διασκορπίζεται στο διάστημα από τα σύννεφα και τη σκόνη, η ποσότητα ενέργειας που φθάνει στη χερσαία έκταση μόνο των Ηνωμένων Πολιτειών είναι πάνω από 700 φορές μεγαλύτερη από την τρέχουσα ζήτηση για όλους τους τύπους ενέργειας.

Έτσι, η τεράστια αφθονία είναι το πιο συναρπαστικό χαρακτηριστικό της ηλιακής ενέργειας. Άλλα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι ότι είναι ανεξάντλητη, καθολικά κατανομημένη σε όλη την έκταση της γης, έχει περιβαλλοντική συμβατότητα και χαμηλό κόστος ως ακατέργαστη μορφή ενέργειας.

Οι μέθοδοι μετατροπής της ηλιακής σε χρήσιμες μορφές ενέργειας μπορούν να ταξινομηθούν ως θερμικοί, μηχανικοί, ηλεκτρικοί και χημικοί μέθοδοι. Αυτοί οι όροι αναφέρουν επίσης, τον τύπο της παραγόμενης ενέργειας. Πιθανώς η απλούστερη διαδικασία είναι είτε η θέρμανση ενός υγρού είτε ενός αερίου ή η εξάτμιση ενός υγρού σε επαφή με ένα υποκείμενο απορρόφησης ακτινοβολίας. Εάν η επιφάνεια είναι καλυμμένη με ένα ή περισσότερα φύλλα από γυαλί το οποίο έχει καλά μονωμένη βάση τότε σε μια ηλιόλουστη μέρα περίπου το μισό της ηλιακής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως θερμαινόμενο ρευστό ή ατμό σε θερμοκρασία περίπου 38°C υψηλότερη από τον περιβάλλοντα αέρα. Αυτή η τεχνολογία συναντάται πολύ συχνά στους οικιακούς ηλιακούς θερμοσίφωνες.

Πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες μπορούν να επιτευχθούν με τη συμπύκνωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ένα αντικείμενο σε σχήμα πιάτου με παραβολικό περίγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εστιάσει την ενέργεια που πέφτει στην σχετικά μεγάλη επιφάνειά του, ώστε να δημιουργείται υψηλή ένταση με αυτή τη μικρή απορρόφηση θερμότητας. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η μισή ακτινοβολία που πέφτει στον ανακλαστήρα μπορεί να ανακτηθεί ως ατμός (ή άλλο θερμό μέσο) σε θερμοκρασίες εκατοντάδων βαθμών Κελσίου. Αυτή η αρχή λειτουργίας συναντάται πειραματικά και σε μικρούς κινητήρες και φούρνους υψηλής θερμοκρασίας.

Από τις δύο παραπάνω βασικές μεθόδους για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, η διαδικασία που χρησιμοποιεί μηχανές θερμότητας φαίνεται να είναι λιγότερο δαπανηρή. Η ηλιακή ακτινοβολία, συγκεντρωμένη ή μη, απορροφάται από μια επιφάνεια στην οποία περιέχεται κάποιο ρευστό. Για παράδειγμα, ατμός παράγεται στον ηλιακό συλλέκτη ή σε ξεχωριστό εναλλάκτη θερμότητας. Ο ατμός διαστέλλεται μέσω τουρμπίνας ή παλινδρομικού κινητήρα στον οποίο μπορεί να συζευχθεί μια ηλεκτρική γεννήτρια. Οι ατμοί συμπυκνώνονται και επιστρέφουν στον εξατμιστήρα ή στον λέβητα. Πολλά πειράματα με διάφορους τύπους μικρών μονάδων ηλιακής ενέργειας έχουν διεξαχθεί, αλλά λιγότερο από ένα kW έχει αναληφθεί κατά τη διαδικασία αυτή.

Όταν συζητείται η δυνατότητα συγκομιδής της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από την ηλιακή ενέργεια, είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη μας ότι ο θεμελιώδης παράγοντας για την ουσιαστική διαφορά από τις υπόλοιπες πηγές ενέργειας, είναι το κόστος και οι προοπτικές εξέλιξης της τεχνολογίας αυτής.

Σε αντίθεση με τις εξαιρετικά συγκεντρωμένες πηγές ενέργειας στον άνθρακα, το πετρέλαιο και το ουράνιο, η ηλιακή ενέργεια είναι εξαιρετικά διάχυτη ή αραιωμένη. Λόγω της συγκεντρωμένης ενέργειας σε ορυκτά και πυρηνικά καύσιμα, η θερμότητα μπορεί να παραδοθεί με την καύση τους σε υψηλές θερμοκρασίες με σχεδόν το ίδιο κόστος με τις χαμηλές θερμοκρασίες. Ως εκ τούτου, η ενέργεια που παρέχεται από τα σύγχρονα ηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής από τα καύσιμα για καύσεις υψηλής θερμοκρασίας δεν είναι πιο ακριβή από τα καύσιμα για τις καύσεις χαμηλής θερμοκρασίας οι οποίες παρέχονται για οικιακή χρήση.

Όσον αφορά όμως την ηλιακή ενέργεια το παραπάνω δεν ισχύει. Η παροχή ηλιακής θερμότητας σε υψηλή θερμοκρασία είναι πολύ πιο δαπανηρή σε σχέση με την παροχή ηλιακής θερμότητας σε χαμηλή θερμοκρασία. Αυτό συμβαίνει διότι οι πηγές ηλιακού φωτός πρέπει να συγκεντρώσουν με κάποιο τρόπο αρκετή ηλιακή θερμότητα για να παρέχουν υψηλή θερμοκρασία. Πρέπει να εγκατασταθούν φακοί, κάτοπτρα εστίασης, ηλιακοί μηχανισμοί παρακολούθησης και άλλες δαπανηρές εγκαταστάσεις. Εναλλακτικά, εάν οι φθηνότεροι, χαμηλής θερμοκρασίας, μη συγκεντρωτικής ηλιακής ενέργειας συλλέκτες χρησιμοποιηθούν για συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η χαμηλή απόδοση των κινητήρων αυτών που λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες, απαιτεί μεγαλύτερες περιοχές ηλιακής συλλογής, κάτι που συνεπάγεται μεγαλύτερες δαπάνες. Ωστόσο, η παροχή ηλιακής θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας ως τελικό προϊόν για την θέρμανση και ψύξη κτιρίων θα είναι σημαντικά λιγότερο δαπανηρή από οποιοδήποτε από τα παραπάνω, εναλλακτικά συστήματα και μορφές ενέργειας.

Μια άλλη συσκευή για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια είναι η χρήση της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών κυττάρων. Ορισμένα υλικά στην οικογένεια των ημιαγωγών, όπως το πυρίτιο και το σουλφίδιο του καδμίου, με τη μορφή λεπτών στρωμάτων ή πλακιδίων, μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ένα ηλεκτρικό ρεύμα χωρίς τη χρήση οποιουδήποτε κινούμενου μέρους.

Έως και 15% της ακτινοβολίας του ήλιου μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια με τη μέθοδο αυτή.

Ένα μεγάλο μειονέκτημα όμως είναι το κόστος των υλικών και της κατασκευής τους, που είναι εξαιρετικά υψηλό σε σύγκριση με τη συμβατική ηλεκτρική παραγωγή των εργοστασίων.

Στο διαστημικά οχήματα ωστόσο, όπου το λίγο βάρος και η αξιοπιστία είναι καθοριστικής σημασίας απαιτήσεις, τα κύτταρα πυριτίου είναι πρότυπα για την τροφοδοσία ρεύματος.

Παρόλο αυτά, κάποιος μπορεί να περιμένει ότι το κόστος των φωτοβολταϊκών κυττάρων θα μειωθεί με την πραγματοποίηση τεχνικών προόδων και την αύξηση των ποσοτήτων παραγωγής. Το αν αυτές οι μειώσεις κόστους θα είναι αρκετές για να φέρουν αυτό το σύστημα ηλιακής ενέργειας σε ουσιαστική επίγεια χρήση είναι ένα πολύ κερδοσκοπικό ζήτημα. Ίσως νέα υλικά, τεχνικές παραγωγής ή ακόμη και μια ανακάλυψη σε κάποια απρόβλεπτη περιοχή μπορεί να καταστήσει αυτή την πολύ ελκυστική μέθοδο, πραγματικότητα. Φυσικά φαίνεται ότι, η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ενέργεια, είτε από θερμικά συστήματα είτε από φωτοβολταϊκά κύτταρα, αναμένει σημαντικές μειώσεις του κόστους μέσω ερευνών ανάπτυξης καθώς και αυξήσεις του κόστους για τα συμβατικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μονάδες ηλεκτρικής παραγωγής.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ ΑΘΗΝΩΝ



Η παραγωγή του ισοδυναμεί με 9% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης του αεροδρομίου (εξοικονόμηση άνω των 10.500 τόνων CO<sub>2</sub> ετησίως).

## 2.2.2. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμική ενέργεια που παράγεται και αποθηκεύεται στη Γη. Η γεωθερμική ενέργεια του φλοιού της Γης προέρχεται από τον αρχικό σχηματισμό του πλανήτη και από τη ραδιενεργή διάσπαση των υλικών του. Η γεωθερμική κλίση, η οποία είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του πυρήνα του πλανήτη και της επιφάνειάς του, οδηγεί σε συνεχή αγωγή θερμικής ενέργειας με τη μορφή θερμότητας από τον πυρήνα στην επιφάνεια. Η εκμετάλλευση της ενέργειας αυτής προσφέρει συνεπή και ασφαλή ενεργειακό εφοδιασμό με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα.

Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από τη ροή θερμότητας από τον πυρήνα της Γης και τη φυσική ραδιενεργή αποσύνθεση που συμβαίνει στο εσωτερικό αυτής. Διακρίνεται από τη θερμότητα της πηγής εδάφους που βρίσκεται στα ανώτερα 100μ της επιφάνειας και αποδίδεται στην ηλιακή θέρμανση.

Η επιτυχής εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας βασίζεται στην αποτελεσματική διαχείριση των γεωθερμικών υδάτινων ρευστών που μπορεί να είναι πτητικά, διαβρωτικά ή να περιέχουν ευαίσθητα για το περιβάλλον χημικά συστατικά. Οι γεωθερμικοί πόροι ταξινομούνται ευρέως ανάλογα με την θερμοκρασία, ως υψηλοί (πάνω από 150°C) ή χαμηλοί (κάτω από 85°C).

Οι γεωθερμικοί πόροι μπορούν γενικά να χωριστούν σε τρεις ομάδες με βάση τη θερμοκρασία των διαθέσιμων γεωθερμικών πόρων. Η θερμοκρασία και επομένως η υγρή μορφή και ο ρυθμός ροής του πόρου καθορίζουν τις μεθόδους μετατροπής σε ισχύ. Η πρώτη ομάδα είναι οι τεχνολογίες μετατροπής γεωθερμικών πόρων υψηλής θερμοκρασίας.

Η γεωθερμική εξερεύνηση συνήθως επικεντρώνεται σε περιοχές όπου οι τεκτονικές πλάκες είναι πολύ ενεργές. Στις περιοχές αυτές, η μαγματική δραστηριότητα είναι πολύ κοντά στην επιφάνεια της Γης και ως εκ τούτου, οι γεωθερμικοί πόροι έχουν υψηλές θερμοκρασίες.



Οι γεωθερμικοί πόροι υψηλής θερμοκρασίας είναι οι πρώτοι που μελετήθηκαν για την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας διότι είναι οι πιο ελκυστικοί οικονομικά και πολλοί χρησιμοποιούν παραδοσιακή τεχνολογία σταθμών παραγωγής ενέργειας, παρόμοια με αυτή που βασίζεται σε ορυκτά, η οποία όμως έχει προσαρμοστεί για να αντιμετωπίσει γεωθερμικό ατμό.

Αυτό σημαίνει ότι οι μέθοδοι εξόρυξης τη ενέργειας που παράγεται από τη χρήση ξηρού ατμού<sup>11</sup> και τη χρήση στιγμιαίας ατμοποίησης<sup>12</sup> δεν χρειάζονται περαιτέρω τεχνολογίες από αυτές που ήδη υπάρχουν και χρησιμοποιούνται.

Τα εργοστάσια ξηρού ατμού χρησιμοποιούν ατμό απευθείας από μια γεωθερμική δεξαμενή για να στρέψουν τους στροβίλους γεννήτριας. Τα εργοστάσια που χρησιμοποιούν την άλλη μέθοδο εξόρυξης, παίρνουν ζεστό νερό υψηλής πίεσης μέσα από τη γη και το μετατρέπουν σε ατμό, σε θερμοκρασίες από 150°C ως 350°C, για να λειτουργήσουν τις ανεμογεννήτριες. Όταν η θερμοκρασία του ατμού μειωθεί, συμπυκνώνεται σε νερό και εισάγεται πίσω στο έδαφος για να χρησιμοποιηθεί ξανά. Τα πιο πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι το 27% των γεωθερμικών εργοστασίων είναι ξηρού ατμού και το 61% είναι χρήσης στιγμιαίας ατμοποίησης εργαζομένου μέσου. Το υπόλοιπο αποδίδεται σε άλλες δύο κατηγορίες εργοστασίων, τα εργοστάσια με ξεχωριστά μέσα (binarycycle) και τα εργοστάσια χρήσης συνδυασμένου κύκλου (combinedcycles).

Η δεύτερη ομάδα είναι οι τεχνολογίες μετατροπής γεωθερμικών πόρων μέσης και χαμηλής θερμοκρασίας. Η μέση υδροθερμική δεξαμενή θερμοκρασίας αναμένεται να συμβάλει περισσότερο στην αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας στο μέλλον. Η μέση γεωθερμική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω ξεχωριστών μέσων (binarycycles) ή απευθείας ως θερμότητα. Οι δεξαμενές χαμηλής και μεσαίας ενθαλπίας είναι πιο δαπανηρές για να αναπτυχθούν, επειδή η παραγωγή θερμότητας ανά φρεάτιο είναι χαμηλότερη και η παραγωγή ενέργειας είναι λιγότερο αποδοτική, επομένως απαιτείται περισσότερη διάτρηση ανά μονάδα παραγωγής ενέργειας.

Οι πόροι χαμηλής ενθαλπίας και κάποιοι μέτριας χρησιμοποιούνται απευθείας ως παροχή θερμότητας.

<sup>11</sup> Dry steam.

<sup>12</sup> Flash steam.

Η γεωθερμική θερμότητα μεταφέρεται στο νερό σε ένα κύκλωμα διανομής μέσω εναλλάκτες θερμότητας. Οι εναλλάκτες θερμότητας χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για τη μεταφορά της θερμικής ενέργειας σε κυκλώματα θέρμανσης ή ζεστού νερού.

Οι γεωθερμικοί ενεργειακοί πόροι συνδέονται με μια ποικιλία γεωλογικών συνθηκών, διατίθενται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από μερικές δεκάδες βαθμούς Κελσίου έως αρκετές εκατοντάδες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για την παροχή θερμότητας είτε για την παροχή ισχύος είτε και για τα δύο. Οι πόροι υψηλής ενθαλπίας είναι ικανοί να παράγουν θερμότητα και ισχύ και γενικά συνδέονται με τεκτονικά δραστήριες περιοχές ενώ οι πόροι χαμηλής ενθαλπίας χρησιμοποιούνται συχνότερα αποκλειστικά για την παραγωγή θερμότητας και βρίσκονται σε περισσότερες τεκτονικά αδρανείς περιοχές. Αυτές οι περιοχές αντιπροσωπεύουν την πλειοψηφία των γεωθερμικών δυνατοτήτων που πρόκειται να αξιοποιηθούν. Η οικονομική περίπτωση για την εκμετάλλευση πόρων χαμηλής ενθαλπίας είναι λιγότερο ελκυστική από εκείνη για τους πόρους υψηλής ενθαλπίας λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας των πόρων και του γεγονότος ότι η θερμότητα είναι λιγότερο φορητή από την ισχύ. Η εξερεύνηση, η αξιολόγησή και η αξιοποίησή των εν λόγω πόρων απαιτεί ένα ευρύ φάσμα τεχνικών. Βελτιώσεις στις βαθιές γεωτρήσεις και τεχνολογίες μετατροπής ενέργειας σημαίνουν ότι πολλές χώρες θα μπορούσαν να αναπτύξουν συστήματα γεωθερμικής ενέργειας.

Υπάρχουν τόσο οικονομικοί όσο και τεχνικοί κίνδυνοι και προκλήσεις που σχετίζονται με την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας. Ωστόσο, οι δυνατότητες της γεωθερμικής ενέργειας για την παροχή ενέργειας χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα σημαίνει ότι έχουν τη δυνατότητα να αποτελούν όλο και σημαντικότερο μέρος των ενεργειακών πηγών για πολλές περιοχές του πλανήτη.

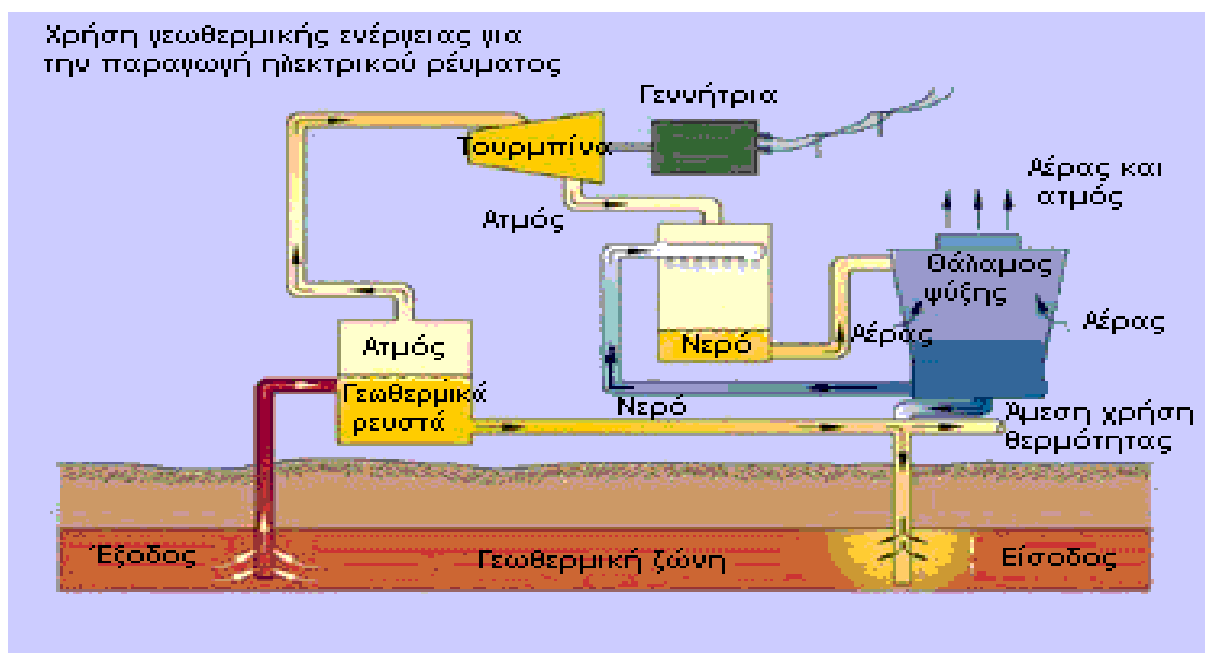
Οι παγκόσμιοι γεωθερμικοί ενεργειακοί πόροι είναι σημαντικοί. Λιγότερο από το 1% αυτού του πόρου αξιοποιείται σήμερα αν και η γεωθερμική ενέργεια έχει αξιοποιηθεί για χιλιάδες, ξεκινώντας από τη χρήση θερμών πηγών για θέρμανση, κολύμβηση και εξόρυξη ορυκτών.

Ακολουθως, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή να χρησιμοποιηθεί άμεσα για τη θερμότητα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, 48,5GW γεωθερμικής ενέργειας χρησιμοποιούνται άμεσα για τη θερμότητα, ενώ 12GW μετατρέπονται σε ηλεκτρική ενέργεια.

Τα γεωθερμικά πεδία έχουν ένα σχετικά μικρό οικολογικό αποτύπωμα καθώς μπορούν να αποτελέσουν πηγή ασφαλούς ενέργειας, χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, η οποία είναι πιο ελεγχόμενη και λιγότερο διαλείπουσα από εναλλακτικά συστήματα χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα (όπως η αιολική και η ηλιακή) και ως εκ τούτου αποτελεί καλή πηγή ενέργειας βασικού φορτίου.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να συμβάλει ως προς τη ζήτηση ενέργειας βασικού φορτίου, λόγω της απόδοσης της (τουλάχιστον 90%). Αυτό την κάνει ιδιαίτερα επιθυμητή σε σύγκριση με άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αν και η εκμετάλλευση της δεν είναι χωρίς προκλήσεις, υπάρχει μια ποικιλία διαθέσιμων πόρων από τις οποίες μπορεί να παραχθεί σε πολλές περιοχές του πλανήτη όπου άλλες μορφές πόρων βρίσκονται σε έλλειψη. Πρακτικά αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας με μικρό λειτουργικό κόστος και μικρή απαίτηση γης, η οποία δεν υστερεί σε περιβαλλοντικά οφέλη συγκριτικά με τις υπόλοιπες ΑΠΕ αλλά και με μειονεκτήματα αναφορικά με τις εκπομπές αερίων, τη διάθεση υγρών αποβλήτων και το ενδεχόμενο πρόκλησης μικροσεισμικότητας και καθιζήσεων. Σπουδαία είναι η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας από την Ισλανδία, όπου καλύπτεται πολύ μεγάλο μέρος των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση.

Στην Ελλάδα έχουν γίνει έρευνες στα γεωθερμικά πεδία της Μήλου, της Νισύρου, στο Δέλτα του Νέστου, στις Θερμοπύλες και την Αιδηψό καθώς και σε άλλες περιοχές της χώρας, με την αξιοποίησή και την ανάπτυξή τους όμως να βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4 :ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ****2.2.3. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Ο άνεμος προκαλείται από την άνιση θέρμανση της επιφάνειας της Γης από τον ήλιο. Επειδή η επιφάνεια της γης αποτελείται από διαφορετικούς τύπους εδάφους και νερού, η θερμότητα του ήλιου απορροφάται με διαφορετικούς τρόπους. Ένα παράδειγμα αυτής της άνισης θέρμανσης είναι ο ημερήσιος κύκλος ανέμου. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο αέρας πάνω από τη Γη θερμαίνεται γρηγορότερα από τον αέρα πάνω από το νερό. Ο ζεστός αέρας πάνω από τη Γη διευρύνεται και ανυψώνεται και βαρύτερος, ψυχρότερος αέρας εισέρχεται για να πάρει τη θέση του. Τη νύχτα, οι άνεμοι αντιστρέφονται επειδή ο αέρας ψύχεται πιο γρήγορα από το έδαφος απ' ότι πάνω από το νερό. Κατά τον ίδιο τρόπο, οι ατμοσφαιρικοί άνεμοι που περιβάλλουν τη Γη δημιουργούνται επειδή η θερμοκρασία της Γης στον Ισημερινό είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία της Γης κοντά στο Βόρειο και τον Νότιο Πόλο.

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η συγκομιδή της αιολικής ενέργειας είναι οι ανεμογεννήτριες. Ο άνεμος, η κινητήρια δύναμη για την παραγωγή ενέργειας, περιστρέφει τον άξονα της ανεμογεννήτριας, ο οποίος μπορεί να είναι κάθετος ή οριζόντιος ανάλογα με το είδος της ανεμογεννήτριας.

Ο άξονας περνάει μέσα σε ένα κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης όπου αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής. Το κιβώτιο συνδέεται με έναν άξονα μεγάλης ταχύτητας περιστροφής ο οποίος κινεί μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Αν η ένταση του ανέμου ενισχυθεί πάρα πολύ, η τουρμπίνα έχει ένα φρένο που περιορίζει την υπερβολική αύξηση περιστροφής των πτερυγίων για να περιοριστεί η φθορά της και να αποφευχθεί η καταστροφή της. Με τον τρόπο αυτό γίνεται η μετατροπή ενέργειας από κινητική (περιστροφική), σε ηλεκτρική. Η ηλεκτρική αυτή ενέργεια μπορεί έπειτα από εξειδικευμένα ηλεκτρονικά συστήματα, να απορροφηθεί από το δίκτυο ή να περάσει σε τοπικές καταναλώσεις, ανάλογα με το σύστημα που έχει εγκατασταθεί.

Οι δύο κατηγορίες των ανεμογεννητριών είναι οι ανεμογεννήτριες με κάθετο και οριζόντιο άξονα. Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν έλικες, όπως αεροπλάνων και συνήθως έχουν τρεις λεπίδες. Το μέγεθος τους φτάνει ένα 20ώροφο κτίριο και το μέγεθος της κάθε έλικας αγγίζει τα 31μ. Οι ψηλότεροι στρόβιλοι με μακρύτερα πτερύγια παράγουν περισσότερο ηλεκτρισμό. Σχεδόν όλες οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι εκείνες οριζόντιου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα διαθέτουν πτερύγια που είναι προσαρτημένοι στην κορυφή και στον πυθμένα ενός κάθετου δρομέα. Ο πιο κοινός τύπος στρόβιλου κάθετου άξονα είναι η ανεμογεννήτρια του Darrieus, της οποίας το κύριο χαρακτηριστικό είναι το ιδιαίτερο παραβολικό σχήμα της. Ορισμένες εκδοχές του στρόβιλου κάθετου άξονα αγγίζουν τα 100 μέτρα ύψος και πλάτος τα 15 μέτρα. Ελάχιστες ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα χρησιμοποιούνται σήμερα επειδή δεν έχουν τόσο καλή απόδοση όσο οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα.

Η εγκατάσταση και η λειτουργία ενός αιολικού πάρκου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία καθώς δεν αρκεί μόνο η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε θυελλώδεις περιοχές. Οι ιδιοκτήτες αιολικών σταθμών πρέπει να σχεδιάζουν προσεκτικά τις θέσεις των ανεμογεννητριών και να εξετάζουν τις ταχύτητες και τις συχνότητες των ανέμων της περιοχής. Η ταχύτητα ανέμου συνήθως αυξάνεται με το υψόμετρο και αυξάνεται σε ανοικτές περιοχές χωρίς ανεμοφράκτες. Καλές τοποθεσίες για ανεμογεννήτριες αποτελούν οι κορυφές των λείων, στρογγυλεμένων λόφων, οι ανοιχτές πεδιάδες και οι περιοχές που έχουν κοντά νερό. Επίσης καλές πηγές ανέμου είναι τα ορεινά κενά που εντείνουν τον άνεμο.

Οι περιοχές που απαγορεύονται τα αιολικά πάρκα είναι οι αρχαιολογικές περιοχές και οι ιστορικοί τόποι, τα δάση και οι δασικές εκτάσεις, τα καταφύγια άγριας ζωής, οι όχθες ρεμάτων και εσωτερικών υδάτινων επιφανειών καθώς και οι περιοχές προστασίας της φύσης και του τοπίου. Η τοποθεσία εγκατάστασης μικρών ανεμογεννητριών επί κτηρίων πρέπει να επιλέγεται κατόπιν μελέτης για να μην προκύψει οποιοδήποτε πρόβλημα στον φέροντα οργανισμό του κτηρίου αλλά και για να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή απόδοση του συστήματος.

Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1-3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια. Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας (οριζοντίου άξονα, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια), ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος, γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις στο ήδη υπάρχον δίκτυο ή σε αυτό που θα έχει κατασκευαστεί.

Ο άνεμος είναι αδιαμφισβήτητα μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Συνολικά, η χρήση αιολικής ενέργειας για την παραγωγή ενέργειας έχει λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον από ότι πολλές άλλες πηγές ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες δεν απελευθερώνουν εκπομπές που μπορούν να μολύνουν τον αέρα ή το νερό (με σπάνιες εξαιρέσεις) και δεν χρειάζονται νερό για ψύξη. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν επίσης να μειώσουν την ποσότητα ηλεκτροπαραγωγής από ορυκτά καύσιμα, με αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Μια μεμονωμένη ανεμογεννήτρια έχει σχετικά μικρό οικολογικό αποτύπωμα. Βέβαια η παραγωγή αιολικής ενέργειας έχει και μερικά μειονεκτήματα.

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες μπορεί να είναι πολύ μεγάλες μηχανές και να επηρεάσουν οπτικά το τοπίο. Έχουν καταγραφεί περιστατικά πυρκαγιάς και διάρρευσης λιπαντικών υγρών. Ένα ακόμα ζήτημα είναι ο κίνδυνος για τα πτηνά της περιοχής για τον οποίο όμως έχει γίνει καταγραφή και μελέτη πριν την ανέγερση του πάρκου και έχει εκδοθεί και σχετική περιβαλλοντική άδεια. Επίσης, ένα σημαντικό ζήτημα είναι η σωματική ασφάλεια των εργαζομένων σε αιολικά πάρκα.

Τα περισσότερα έργα αιολικής ενέργειας απαιτούν υπηρεσιακούς δρόμους που προσθέτουν στις φυσικές επιπτώσεις του περιβάλλοντος. Η παραγωγή των μετάλλων και άλλων υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ανεμογεννητριών και του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται για τα θεμέλιά τους απαιτεί ενέργεια που συνηθέστερα παράγεται από ορυκτά καύσιμα.

Μπορούμε όμως να αποφανθούμε με σιγουριά είναι ότι αποτελεί μια αστείρευτη πηγή ενέργειας με αισθητά μικρότερο οικολογικό αποτύπωμα.

Στην Ελλάδα, το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 15% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Αιολικά πάρκα υπάρχουν σε πλήθος νησιών καθώς και σε σχεδόν κάθε γεωγραφικό διαμέρισμα της χώρας, με παρουσία Ελληνικών αλλά και ξένων εταιρειών του κλάδου.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ “ΚΕΡΒΕΡΟΣ”-ΡΟΔΟΠΗ



Το αιολικό πάρκο “Κέρβερος” έχει εγκατεστημένη ισχύ 31,2MW. Αυτό μεταφράζεται σε μέγιστη δυνατότητα παραγωγής 31.200KW x 365 ημέρες x 24 ώρες = 273.312.000 kWh τον χρόνο.

Από στοιχεία της μέχρι τώρα λειτουργίας του (από το 2003) δεικνύεται πως, το εν λόγω Α/Π λειτουργεί με ένα μέσο συντελεστή απόδοσης 35%. Οπότε η πραγματική ετήσια παραγωγή του είναι :

$$273.312.000 \text{ kWh} \times 35\% = 95.660.000 \text{ kWh}$$

Λαμβάνοντας την παραδοχή ότι ένα μέσο νοικοκυριό καταναλώνει περίπου 1.200kWh το τετράμηνο, δηλαδή 3.600 kWh τον χρόνο, το εν λόγω Α/Π μπορεί να καλύψει τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια περίπου 26.500 (!) νοικοκυριών για έναν ολόκληρο χρόνο!

#### 2.2.4. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Το νερό στα ποτάμια και τα ρέματα μπορεί να συλλεχθεί και να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια που ονομάζεται επίσης υδροηλεκτρική ενέργεια. Η κατανόηση του κύκλου του νερού είναι σημαντική για την κατανόηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Ο κύκλος του νερού έχει τρία βήματα. Αρχικά η ηλιακή ενέργεια θερμαίνει το νερό στην επιφάνεια των ποταμών, των λιμνών και των ωκεανών, γεγονός που προκαλεί την εξάτμιση του νερού. Έπειτα οι υδρατμοί συμπυκνώνονται στα σύννεφα και επιστρέφουν στην επιφάνεια της γης ως βροχή και χιόνι. Τέλος, αυτά συλλέγονται σε ρέματα και ποτάμια, τα οποία αδειάζουν σε ωκεανούς και λίμνες, όπου εξατμίζονται και ξεκινούν ξανά τον κύκλο.

Η ποσότητα των κατακρημνισμάτων που διοχετεύονται στα ποτάμια και τα ρέματα σε μια γεωγραφική περιοχή καθορίζουν την ποσότητα νερού που διατίθεται για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Οι εποχιακές διακυμάνσεις των βροχοπτώσεων και οι μακροπρόθεσμες αλλαγές στα πρότυπα βροχοπτώσεων, όπως οι ξηρασίες, έχουν μεγάλη επίδραση στην υδροηλεκτρική παραγωγή. Η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει σήμερα περίπου το 20% της παγκόσμιας προσφοράς της ηλεκτρική ενέργεια και περισσότερο από το 40% της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στις αναπτυσσόμενες χώρες.



Είναι επίσης, η κυριότερη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, η οποία παρέχει περισσότερο από το 95% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές. Οι υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 5% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Εκτός από την υδροηλεκτρική ενέργεια, η οποία συλλέγεται από τα υδροηλεκτρικά φράγματα όπου εκμεταλλεύονται τη βαρύτητα για την πτώση νερού σε ειδικές γεννήτριες, υπάρχουν και άλλες μορφές υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η βαρυτική έλξη του φεγγαριού και του ήλιου μαζί με την περιστροφή της Γης προκαλούν τις παλίρροιες. Σε μερικά μέρη, οι παλίρροιες προκαλούν στάθμη νερού κοντά στην ακτή που κυμαίνονται στα 12 μέτρα. Σήμερα, τα συστήματα παλιρροιακής ενέργειας παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Οι παλιρροιακές τουρμπίνες μοιάζουν με τις ανεμογεννήτριες. Μπορούν να τοποθετηθούν στο δάπεδο της θάλασσας όπου υπάρχει ισχυρή παλιρροιακή ροή.

Επειδή το νερό είναι περίπου 800 φορές πυκνότερο από τον αέρα, οι παλιρροιακές τουρμπίνες πρέπει να είναι πολύ πιο ανθεκτικές και βαρύτερες από τις ανεμογεννήτριες. Οι παλιρροϊκές τουρμπίνες είναι πιο ακριβές από τις ανεμογεννήτριες, αλλά συλλέγουν περισσότερη ενέργεια με πτερύγια ίδιου μεγέθους.

Ένας τύπος συστήματος παλιρροϊκής ενέργειας χρησιμοποιεί μια δομή παρόμοια με ένα φράγμα. Το φράγμα τοποθετείται σε μια είσοδο ενός ωκεάνιου κόλπου ή λιμνοθάλασσας και σχηματίζει μια παλιρροιακή λεκάνη. Οι πύλες αποκοπής επιτρέπουν τον έλεγχο της στάθμης νερού και τη ποσότητα ροής νερού για τον έλεγχο του φράγματος, ώστε να επιτρέψουν στην παλιρροιακή λεκάνη να γεμίζει με τις εισερχόμενες υψηλές παλίρροιες και να αδειάζει, μέσω ενός συστήματος στροβίλων ηλεκτρικής ενέργειας, με την εξερχόμενη παλίρροια. Ένα αμφίδρομο παλιρροϊκό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας παράγει ηλεκτρική ενέργεια από τις εισερχόμενες και εξερχόμενες παλίρροιες. Ένα πιθανό μειονέκτημα της παλιρροιακής δύναμης είναι η επίδραση που μπορεί να έχει ένας παλιρροϊκός σταθμός στα φυτά και τα ζώα στις εκβολές της παλιρροιακής λεκάνης. Τα παλιρροϊκά φράγματα μπορούν να αλλάξουν την παλιρροιακή στάθμη στη λεκάνη και να αυξήσουν τη θολότητα (ποσότητα ύλης σε εναιώρηση στο νερό). Μπορούν επίσης να επηρεάσουν την πλοήγηση και την αρμονία των υδρόβιων οργανισμών.

Ένας άλλος τύπος υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η συγκομιδή ενέργειας από τα κύματα. Τα κύματα σχηματίζονται καθώς ο άνεμος φυσά πάνω από την επιφάνεια του νερού στους ωκεανούς και τις λίμνες. Τα κύματα του ωκεανού περιέχουν τεράστια ενέργεια. Ένας τρόπος για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια των κυμάτων είναι να κάμψουμε ή να εστιάσουμε τα κύματα σε ένα στενό διάυλο για να αυξήσουμε το μέγεθος και την ισχύ τους ώστε να περιστραφούν οι στρόβιλοι που παράγουν ηλεκτρισμό. Τα κύματα μπορούν επίσης να διοχετευθούν σε μια δεξαμενή όπου το νερό ρέει σε έναν στρόβιλο σε χαμηλότερο ύψος από αυτό των κυμάτων και με παρόμοιο τρόπο λειτουργίας ενός φράγματος υδροηλεκτρικής ενέργειας να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια. Πολλές άλλες μέθοδοι καταγραφής της ενέργειας των κυμάτων βρίσκονται υπό ανάπτυξη. Αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν την τοποθέτηση συσκευών επάνω ή ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του νερού όπως επίσης και αγκύρωση αυτών των συσκευών στον πυθμένα του ωκεανού.

Οι γεννήτριες υδροηλεκτρικής ενέργειας δεν εκκρίνουν απευθείας ατμοσφαιρικούς ρύπους. Ωστόσο, τα φράγματα, οι δεξαμενές και η λειτουργία των υδροηλεκτρικών γεννητριών μπορεί να επηρεάσουν το περιβάλλον. Ένα φράγμα που δημιουργεί μια δεξαμενή νερού μπορεί να εμποδίσει τη μετανάστευση των υδρόβιων οργανισμών. Μπορούν επίσης να αλλάξουν τις φυσικές θερμοκρασίες του νερού, τη χημεία του, τα χαρακτηριστικά ροής ποταμών και τα φορτία ιλύος. Όλες αυτές οι αλλαγές μπορούν να επηρεάσουν την οικολογία και τα φυσικά χαρακτηριστικά του υδάτινου κόσμου. Αυτές οι αλλαγές μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στα φυτά και στα ζώα μέσα και γύρω από τον υδροβιότοπο.

Οι δεξαμενές μπορούν επίσης να καλύπτουν σημαντικές φυσικές περιοχές και γεωργικές εκτάσεις. Μια δεξαμενή και η λειτουργία του φράγματος μπορεί επίσης να οδηγήσουν στη μετεγκατάσταση των ανθρώπων λόγω της τεράστιας κατασκευής και του τεράστιου όγκου νερού που χρειάζεται για την γέμιση του φράγματος. Επίσης, η κατασκευή του σκυροδέματος και του χάλυβα στα υδροηλεκτρικά φράγματα απαιτεί εξοπλισμό που μπορεί να παράγει εκπομπές.

Εάν τα ορυκτά καύσιμα είναι οι πηγές ενέργειας για την κατασκευή αυτών των υλικών, τότε οι εκπομπές από τον εξοπλισμό θα μπορούσαν να συνδεθούν με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Ωστόσο, δεδομένης της μεγάλης διάρκειας ζωής μιας μονάδας υδροηλεκτρικής ενέργειας

(50 έτη έως 100 έτη), οι εκπομπές αυτές αντισταθμίζονται από την υδροηλεκτρική ενέργεια χωρίς εκπομπές ρύπων.

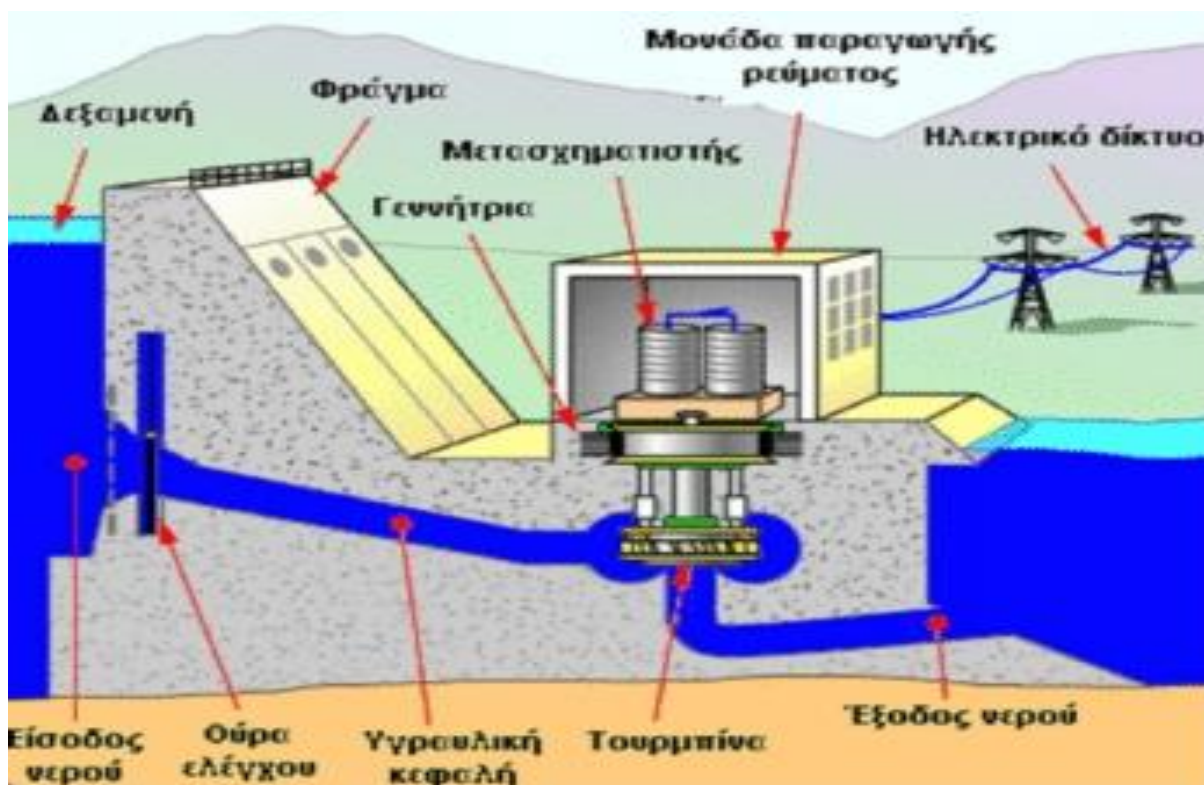
Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Στα θετικά της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι το οι σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις απαιτηθεί όπως επίσης το γεγονός ότι μέσω των υδατοταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων και την δημιουργία υγροτόπων. Αρνητικά χαρακτηριστικά είναι το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού, καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει σημαντικά οφέλη σε ένα ηλεκτρικό σύστημα.

Το υπόλοιπο παγκόσμιο υδροηλεκτρικό δυναμικό όμως, πρέπει να εξεταστεί σχολαστικά, ώστε τα νέα προγραμματισμένα έργα να λαμβάνουν υπόψη τις κοινωνικές και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, για να μπορούν να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα μετριασμού και αντιστάθμισης.

Στην Ελλάδα, μεγάλοι σταθμοί υπάρχουν σε πολλούς ποταμούς της χώρας (Αώος, Αχελώος, Λάδωνας, Στρυμόνας, Αλιάκμονας) και εκτείνονται σε όλη την ηπειρωτική χώρα. Ο μεγαλύτερος σταθμός βρίσκεται στα Κρεμαστά Ευρυτανίας και αποτελεί το υψηλότερο χωμάτινο φράγμα της Ευρώπης.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Υ/Η ΣΤΑΘΜΟΥ**



**2.2.5. ΒΙΟΜΑΖΑ**

Οι ενεργειακές αγορές του πλανήτη εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα άνθρακα, το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο ως πηγές ενέργειας. Δεδομένου ότι απαιτούνται εκατομμύρια χρόνια για να σχηματιστούν αυτά τα ορυκτά καύσιμα στη γη, τα αποθέματά τους είναι πεπερασμένα και υπόκεινται σε εξάντληση καθώς η κατανάλωσή τους είναι ραγδαία. Ο μόνος άλλος γνωστός φυσικός άνθρακας που περιέχει ενέργεια και είναι αρκετά μεγάλος για να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων είναι η βιομάζα. Η βιομάζα είναι όλα τα μη ορυκτά οργανικά υλικά που έχουν εγγενές χημικό ενεργειακό περιεχόμενο. Περιλαμβάνουν όλη τη βλάστηση και τα δέντρα ή την παρθένα βιομάζα καθώς και όλη τη βιομάζα αποβλήτων, όπως τα αστικά στερεά απόβλητα. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη, με την έννοια ότι χρειάζεται μόνο ένα μικρό χρονικό διάστημα για να αντικατασταθεί αυτό που χρησιμοποιείται ως ενεργειακός πόρος. Το δυναμικό της βιομάζας περιλαμβάνει το ξύλο, τα ζωικά και τα φυτικά απόβλητα. Η βιομάζα είναι το μόνο βιολογικό υποκατάστατο πετρελαίου που είναι ανανεώσιμο.

Η βιομάζα χρησιμοποιείται για την κάλυψη ποικίλων ενεργειακών αναγκών, όπως τη παραγωγή ηλεκτρισμού, τη θέρμανση κατοικιών, τη τροφοδοσία οχημάτων και την παροχή θερμότητας για βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Το καύσιμο ξύλου αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί καθοριστικοί παράγοντες για το κόστος λειτουργίας και κατασκευής ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο ξύλου. Πρόκειται για τη διαθεσιμότητα του απαιτούμενου καυσίμου, τις τιμές των καυσίμων που παραδίδονται και τη χρηματοδότηση και κατασκευή της επιθυμητής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα (καύση ξύλου για θέρμανση και μαγειρική) ή έμμεσα με μετατροπή της σε υγρό ή αέριο καύσιμο. Τα φυτικά έλαια, το βιοντίζελ, το βιοαέριο και η αιθανόλη έχουν εισαχθεί με επιτυχία και χρησιμοποιούνται ήδη.

Τα καινοτόμα συνθετικά καύσιμα σχετίζονται με πτυχές και νέες εξελίξεις στις τεχνολογίες μετατροπής σε καύσιμα, όπως αεριοποίηση, πυρόλυση και αναβάθμιση σε βενζίνη, ντίζελ και υδρογόνο, μεθανόλη, καθώς και τις δυνατότητες δημιουργίας τους από τη βιομάζα. Η βιομάζα μπορεί να θεωρηθεί ως πηγή άνθρακα και υδρογόνου.

Το βιοαέριο σχηματίζεται όταν το χαρτί, τα απορρίμματα τροφίμων και τα απόβλητα αποσυντίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής και μπορούν να παραχθούν με επεξεργασία λυμάτων και ζωικής κοπριάς σε ειδικά συστήματα που ονομάζονται χωνευτήρια. Η αιθανόλη παράγεται από καλλιέργειες όπως το καλαμπόκι και το ζαχαροκάλαμο που ζυμώνονται για την παραγωγή αιθανόλης για χρήση σε οχήματα ως κινητήριο καύσιμο. Το βιοντίζελ παράγεται από φυτικά έλαια και ζωικά λίπη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οχήματα ως κινητήριο καύσιμο και ως πετρέλαιο θέρμανσης.

Καθώς οι παλαιότεροι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής πρέπει να αντικατασταθούν και καθώς το κόστος των ορυκτών καυσίμων συνεχίζει να αυξάνεται, η συμπαραγωγή και η σύγκausη θα είναι μια όλο και περισσότερο ελκυστική εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το μέλλον της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα έγκειται στην ολοκληρωμένη τεχνολογία αεριοποίησης βιομάζας, η οποία προσφέρει μεγάλη αποδοτικότητα μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται με απευθείας καύση βιομάζας, χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνολογίες αεριοποίησης και πυρόλυσης και είναι σχεδόν έτοιμη για

χρήση σε εμπορική κλίμακα. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι πολύ παρόμοιες με εκείνες που χρησιμοποιούνται στις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα. Η βιομάζα καίγεται για να παράγει ατμό. Ο ατμός έπειτα στρέφει έναν στρόβιλο και οδηγεί μια γεννήτρια που τελικά παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

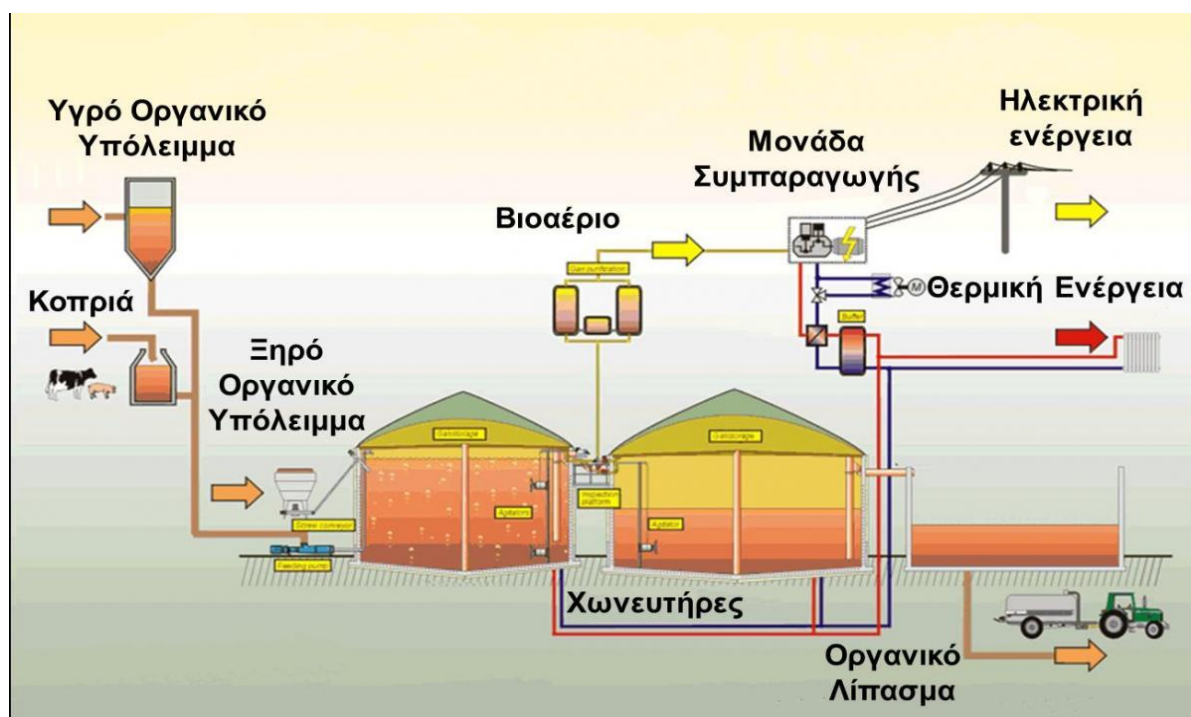
Όπως συμβαίνει με όλες τις μορφές παραγωγής ενέργειας, τα ενεργειακά συστήματα βιομάζας δημιουργούν ορισμένα περιβαλλοντικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Στα ενεργειακά έργα βιομάζας, ζητήματα όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι επιπτώσεις στις δασικές περιοχές πρέπει να αντιμετωπίζονται κατά περίπτωση. Σε αντίθεση με άλλες μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, η ενέργεια από βιομάζα μπορεί να παραχθεί και να καταναλωθεί με βιώσιμο τρόπο και δεν υπάρχει καθαρή συμβολή διοξειδίου του άνθρακα με την καύση της που να συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης της βιομάζας ως πηγής καυσίμου ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της τεχνολογίας μετατροπής. Η καύση βιομάζας παράγει σημαντικά λιγότερα οξείδια του αζώτου και διοξείδιο του θείου από ό, τι η καύση ορυκτών καυσίμων.

Σε αντίθεση με την καύση ορυκτών καυσίμων, η χρήση καυσίμων βιομάζας σε έναν καλά προγραμματισμένο σταθμό παραγωγής δεν θα συμβάλλει στα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα που προκαλεί υπερθέρμανση του πλανήτη. Εάν, ωστόσο, μια δασική περιοχή αδειοδοτηθεί αδιακρίτως για την παραγωγή βιομάζας, τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα θα αυξηθούν επειδή το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα δεν ανακυκλώνεται για νέα ανάπτυξη λόγω της έλλειψης δέντρων.

Το καύσιμο της βιομάζας είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και η σημασία της θα αυξηθεί καθώς η ενεργειακή πολιτική επικεντρώνεται περισσότερο στις ανανεώσιμες πηγές και στη διατήρηση της οικολογίας του πλανήτη. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα έχουν πλεονεκτήματα έναντι των εγκαταστάσεων με ορυκτά καύσιμα, καθώς οι εκπομπές των ρύπων τους είναι σημαντικά λιγότερες. Στο μέλλον, η βιομάζα έχει τη δυνατότητα να προσφέρει οικονομικά αποδοτικό και βιώσιμο ενεργειακό εφοδιασμό, ενώ ταυτόχρονα θα βοηθήσει τις χώρες να μειώσουν τα αέρια που οξύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στην Ελλάδα υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα pellets βιομάζας καθώς λειτουργούν 6 εργοστάσια παραγωγής πελλετών με μεγαλύτερο αυτό στο Νευροκόπι (ένα από τα μεγαλύτερα στο κόσμο).

### ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ

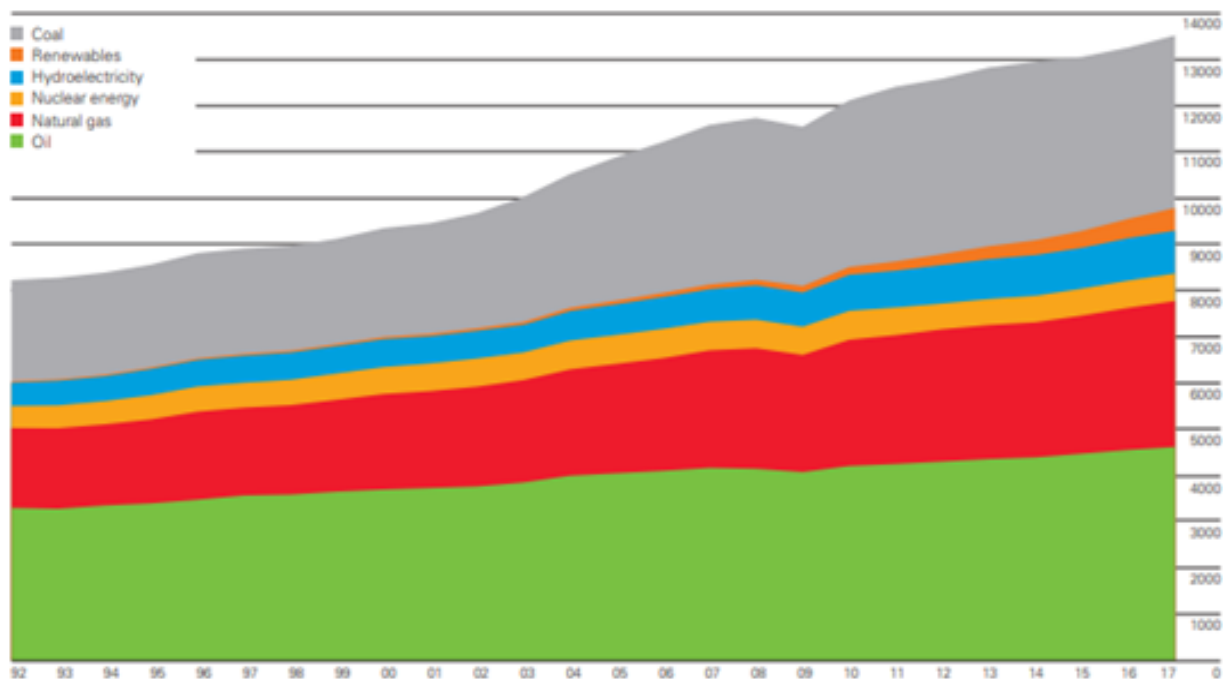


### 2.3. ΤΟ ΜΕΡΙΔΙΟ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αφορούν τη βιωσιμότητα και αποτελούν μια καθαρή, ανεξάντλητη και τοπικά διαθέσιμη πηγή ενέργειας που διατηρεί την ισορροπία μεταξύ της ενέργειας που καταναλώνεται και των νέων δυναμικών πηγών ενέργειας που δημιουργούνται επιτρέποντας την τοπική ενεργειακή ανεξαρτησία. Πλέον αποτελούν πάνω από το 10% της ενεργειακής αγοράς και η ζήτησή τους συνεχώς ανεβαίνει καθώς ένα πιο “πράσινο” μέλλον είναι η μόνη επιλογή για την ανθρωπότητα.

Στην παρούσα ενότητα θα αναλύσουμε το μερίδιο που έχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην παγκόσμια αγορά ενέργειας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (1992 – 2017)<sup>13</sup>**



Βασιζόμενοι στον παραπάνω πίνακα που περιγράφει την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας, προσαρμοσμένη και υπολογισμένη σε εκατομμύρια τόνους καυσίμου πετρελαίου συμπεραίνουμε ότι το μεγαλύτερο μερίδιο στην παγκόσμια αγορά καταλαμβάνει το αργό πετρέλαιο. Στη συνέχεια έρχεται το φυσικό αέριο και το κάρβουνο.

Η πυρηνική, η υδροηλεκτρική και οι υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξυπηρετούν ένα κομμάτι μικρότερο του 15% της παγκόσμιας ζήτησης. Είναι σαφές ότι η διαφορά είναι χασοτική. Η εξάρτηση της παγκόσμιας αγοράς ενέργειας από το πετρέλαιο και το κάρβουνο είναι φανερή. Οι ανανεώσιμες πηγές έχουν ακόμα πολύ μεγάλο περιθώριο ανάπτυξης. Περιθώριο, το οποίο πρέπει να εκμεταλλευτούν, ώστε να θεωρηθούν σημαντικοί παράγοντες στον τομέα της κατανάλωσης ενέργειας.

Ακολούθως, θα πραγματοποιήσουμε και μια συνοπτική ανάλυση αποκλειστικά για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την συνολική ενέργεια που παράγεται από αυτές.

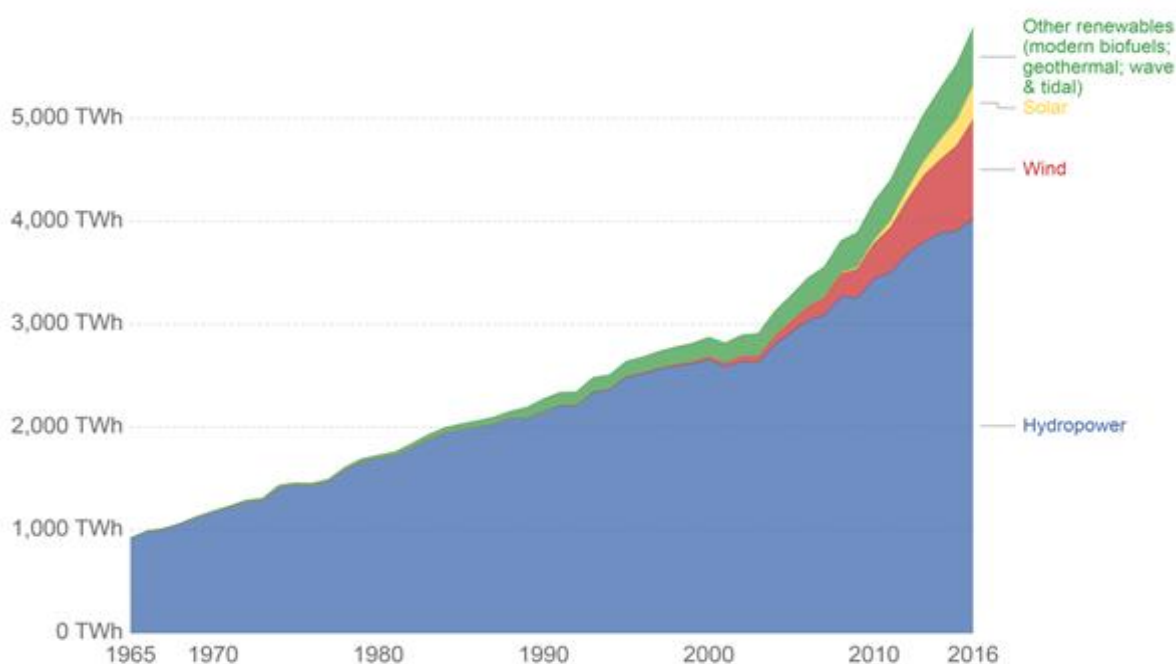
<sup>13</sup>ΠΗΓΗ: (BP, BP Statistical Review of World Energy, 2018)



Στον παρακάτω πίνακα καταμετράται η συνολική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε μονάδες τεραβάτ ανά ώρα, από το 1965 έως και το 2016. Το μεγαλύτερο κομμάτι σαφώς ανήκει στα παραδοσιακά βιοκαύσιμα που προέρχονται από την ίδια τη φύση (π.χ. καυσόξυλα). Η κατανάλωση αυτών είναι πάνω από 9.000 TWh/ ώρα. Τη δεύτερη θέση καταλαμβάνει η κατανάλωση της υδροηλεκτρικής ενέργειας, η οποία αφορά ένα πάρα πολύ μεγάλο κομμάτι σε σχέση με τις προαναφερθείσες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Γεγονός απολύτως φυσιολογικό, καθώς η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί την πιο αξιόπιστη μέθοδο παραγωγής ενέργειας μετά τα επεξεργασμένα ορυκτά καύσιμα.. Μετά ακολουθούν, η αιολική, η ηλιακή ενέργεια, και στο τέλος, είναι τοποθετημένες όλες οι υπόλοιπες μορφές ενέργειας (γεωθερμική, κυματική και βιομάζα).

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, 1965 - 2016 (TWh/ ώρα)<sup>14</sup>



Επίσης, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι από το 1965 (που ξεκίνησαν οι μετρήσεις), η πιο αξιόπιστη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας<sup>15</sup> ήταν η υδροηλεκτρική.

<sup>14</sup>ΠΗΓΗ: (BP, 2017)

Με τη μετάβαση από τον 20<sup>ο</sup> στον 21<sup>ο</sup> αιώνα, ξεκίνησε και η χρήση όλων των υπόλοιπων πηγών. Αλλά ακόμα και σήμερα, όλες μαζί παράγουν λιγότερη ενέργεια από την υδροηλεκτρική, γεγονός το οποίο αναμένεται να αλλάξει την επόμενη δεκαετία.

Στην Ελλάδα, το μερίδιο ΑΠΕ αντιστοιχεί σε περίπου 16,5% για το 2017 .

---

<sup>15</sup>Και ουσιαστικά η μοναδική.



### 3. ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ

#### 3.1. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Ήδη από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα, παράλληλα με την εμφάνιση των συμβατικών οχημάτων, όπως τα βενζινοκίνητα, εμφανίζονται και τα ηλεκτροκίνητα οχήματα, τα οποία στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα επανέρχονται με αξιώσεις στο προσκήνιο ένεκα των επιπτώσεων της πετρελαϊκής κρίσης και της κλιματικής αλλαγής. Στον γενικό όρο ηλεκτρικά οχήματα αναφέρονται τόσο τα μεταφορικά μέσα σταθερής τροχιάς (τρένα, μετρό), τα συνδεδεμένα οχήματα (τρόλεϊ) και τα οχήματα με πλήρη ελευθερία κίνησης. Διεθνώς, ωστόσο, η εστίαση αφορά κατά κύριο λόγο τα αυτοκίνητα, ως οχήματα με πλήρη ελευθερία (E.E., 2014).

##### 3.1.1. ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΟΝ 19<sup>ο</sup> ΑΙΩΝΑ

Το 1830 έγιναν οι πρώτες προσπάθειες για την εφεύρεση ηλεκτροκίνητων οχημάτων και οι σχετικά πιο επιτυχημένες ήταν αυτές των Davenport το 1834, Davidson το 1842 και Anderson το 1839. Ο Robert Anderson δημιούργησε την πιο ολοκληρωμένη μορφή ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου παίρνοντας ως παράδειγμα τα αυτοκίνητα εκείνης της εποχής, πρόκειται για οχήματα που δεν είχαν αξιοποιήσει ακόμα τελείως την χρήση τις βενζίνης όπως την γνωρίζουμε σήμερα. Ήταν ένα από τα πιο σύγχρονα οχήματα και αποτέλεσε τον ουσιαστικό πρόδρομο των ηλεκτροκίνητων οχημάτων.

Μετά την εφεύρεση του Anderson ακολούθησαν και άλλες πατέντες όπως του Farmer (1847) που δημιούργησε το πρώτο ηλεκτροκίνητο όχημα δύο θέσεων και του Page που δημιούργησε ένα παντοδύναμο για τα δεδομένα της εποχής όχημα με χώρο για δώδεκα επιβάτες. Αυτό το όχημα λειτουργούσε με 100 συσσωρευτές και κινητήρα 16 ίππων και μπορούσε να αναπτύξει ταχύτητα έως και 19 χιλιόμετρα την ώρα.

Την ίδια χρονιά κατασκευάστηκε και ένα ηλεκτροκίνητο όχημα που τροφοδοτούνταν από ένα κεντρικό σταθμό βασισμένο σε ηλεκτροφόρες ράγες, από τους Lilly και Colton.

Η αιτία που καθιστούσε αυτά τα οχήματα λιγότερο ανταγωνιστικά από τα αντίστοιχα της εποχής ήταν η μη ύπαρξη δυνατότητας επαναφόρτισής τους.

Επιπρόσθετα, είχαν πολύ χαμηλή απόδοση σε σχέση με τον όγκο και το βάρος τους.

Πέρασαν πολλές δεκαετίες έως ότου εφευρεθούν οι πρώτοι τύποι συσσωρευτών Νικελίου-Σιδήρου που θα μπορούσαν να επαναφορτίσουν τις μπαταρίες των αυτοκινήτων.

### 3.1.1.1.ELECTROBAT, ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ

Το πρώτο αξιόλογο ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο κατασκευάστηκε το 1894, και κυκλοφόρησε τους δρόμους της Φιλαδέλφειας στις 31 Αυγούστου του ίδιου έτους. Δημιουργήθηκε από τους Salom και Morris:

Οι δύο άντρες χρειάστηκαν περίπου δύο μήνες για να κατασκευάσουν το περίπου δύο τόνων Electrobat, εκ των οποίων τα 725 κιλά αντιστοιχούσαν στις μπαταρίες μολύβδου-οξέως. Το Electrobat θεωρείται ένα μικρό θαύμα για την εποχή του, καθώς μπορούσε να διανύσει περίπου 40χλμ. Εκτελούσε χρέη ταξί στην εταιρία των Morris και Salmo<sup>16</sup>, ενώ μέχρι τον Απρίλιο του 1897 είχε εξυπηρετήσει περίπου χίλιους επιβάτες στην περιοχή του Μανχάταν. Ωστόσο, σύντομα το Electrobat εκτοπίστηκε από τα βενζινοκίνητα με την σημαντικά μεγαλύτερη αυτονομία.

### 3.1.2. 20<sup>ος</sup> ΑΙΩΝΑΣ –“Ο ΑΙΩΝΑΣ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ”

Ο 20<sup>ος</sup> αιώνας μπορεί να χαρακτηριστεί, από τεχνολογικής άποψης, ως ο αιώνας των δραματικών βελτιώσεων όλων των μεταφορικών συστημάτων. Αρχής γενομένης με την κατασκευή του πιο προηγμένου τεχνολογικά στοιχείου της εποχής, του συσσωρευτή Νικελίου-Σιδήρου. Η κατασκευή ανήκει στο Τόμας Έντισον, ο οποίος μάλιστα τον χρησιμοποίησε και σε ένα όχημα που κατασκεύασε ο ίδιος.

<sup>16</sup> Electric Carriage and Wagon Company

Εκείνη την εποχή σημειώθηκε ανάπτυξη των ηλεκτροκίνητων οχημάτων τόσο στην Ευρώπη όσο και στις ΗΠΑ. Μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα με συσσωρευτές ήταν σε πολύ καλύτερη θέση στην αγορά σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα. Η αιτία ήταν ότι τα τελευταία είχαν το μεγάλο μειονέκτημα της δύσκολης και χρονοβόρας εκκίνησης με τον χειροκίνητο μοχλό, σε αντίθεση με τα ηλεκτροκίνητα στα οποία αρκούσε απλώς η πίεση στον διακόπτη για να ξεκινήσει. Τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα είχαν αρκετά αξιόλογες τεχνικές επιδόσεις. Επί παραδείγματι, το όχημα του Jenatzy, ήδη από τη δεκαετία του 1890 έσπαγε το φράγμα των 100 χλμ/ώρα.

Η άνθηση στην αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων συνεχίστηκε μέχρι και τη δεκαετία του 1920. Το 1912, δε, αποτελεί την πιο γόνιμη χρονιά για τα ηλεκτρικά οχήματα στις ΗΠΑ, με 34.000 ηλεκτρικά αυτοκίνητα να βρίσκονται σε κυκλοφορία, αριθμός αρκετά μεγάλος για την εποχή. Αντίστοιχα οι επιδόσεις ταχύτητας κυμαίνονταν από 32χλμ/ώρα έως 48 χλμ/ώρα. Καθώς το οδικό δίκτυο διασύνδεσης των πόλεων δεν ήταν ιδανικό για υπεραστικές μετακινήσεις, τα ηλεκτροκίνητα επικρατούσαν στην αστική χρήση έναντι άλλων.

Στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, σημειώθηκε τεράστια άνοδος στην τεχνολογία των μπαταριών αποθήκευσης, ένεκα των ανεξάρτητων προσπαθειών των Plante και Faure. Η εξέλιξη αυτή αναβάθμισε τα αυτοκίνητα με μπαταρίες ή ηλεκτρικά οχήματα, και κατ'επέκταση αύξησε το ενδιαφέρον της βιομηχανίας για τέτοια τεχνολογία, ειδικά στην Ευρώπη.

### 3.1.3. Η ΜΕΤΑΣΤΡΟΦΗ ΣΤΑ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ

Η πρωτοκαθεδρία των ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων στις επιλογές των βιομηχανιών και των καταναλωτών, από το 1920 σταδιακά και βαθμιαία άρχισε να ατονεί. Στο εν λόγω χρονικό σημείο, αρχίζει να σημειώνεται ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσεως, εξαιτίας μιας σειράς καθοριστικών παραγόντων. Το υπεραστικό οδικό δίκτυο (στις ΗΠΑ) βελτιώθηκε, με συνέπεια να αυξηθεί η ανάγκη για οχήματα μεγάλης αυτονομίας. Παράλληλα, η εφεύρεση του ηλεκτρικού εκκινήτη έδωσε τη δυνατότητα στα βενζινοκίνητα οχήματα για εύκολη εκκίνηση, ενώ η ανακάλυψη μεγάλων αποθεμάτων πετρελαίου χαμήλωσε ιδιαίτερα το κόστος των καυσίμων.

Τα απολιθωμένα καύσιμα, όπως το ντίζελ και η βενζίνη, ήταν πολύ φτηνότερες εναλλακτικές λύσεις σε σύγκριση με τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα. Σε αντιδιαστολή με το φθινό καύσιμο, η δαπανηρή παραγωγή των μπαταριών αποθήκευσης συνέβαλε καθοριστικά στην πτώση της δημοτικότητας του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

Η μεταστροφή που σημείωσε η αμερικανική αγορά σταδιακά εμφανίστηκε και στην Ευρώπη, με αποτέλεσμα και στην “Γηραιά Ήπειρο” να αποσυρθούν με τον καιρό τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα.

Από εκείνη την στιγμή, η χρήση των ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων υπέστη διακυμάνσεις.

Είναι χαρακτηριστικό ότι μέχρι και την δεκαετία του 1960 η χρήση ηλεκτροκίνητων οχημάτων έπαψε εντελώς ενώ μέχρι και τη δεκαετία του 1990 παρατηρείται μια σχετική αδράνεια και στο πεδίο της έρευνας.

#### 3.1.4. Η “ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ” ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ

Παρά το μικρό ενδιαφέρον και καθώς το ατμοσφαιρικό πρόβλημα, ιδιαιτέρως στα αστικά κέντρα, ολοένα και αυξανόταν, ανέκυψε η ανάγκη για ανεύρεση νέων και ενεργειακά εναλλακτικών λύσεων, φιλικών προς το περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα αυτής της αναγκαιότητας, σε αντίθεση με την γενικότερη τάση της εποχής, οι μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες, όπως η GeneralMotors, η Ford και η AmericanMotors, η Fiat, η Mercedes και άλλες, ξεκίνησαν να κατασκευάζουν ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα.

Ήδη από τη δεκαετία του 1960 διαπιστώνεται μια διστακτική κινητοποίηση με την κατασκευή του GMCHandivan το 1966 το οποίο όμως, είχε αρκετά μειονεκτήματα, όπως το μεγάλο κόστος, οι διαρροές υδρογόνου και η πολυπλοκότητα κατασκευής. Ωστόσο, είχε την καινοτομία στο σύστημα τροφοδοσίας του καθώς αποτελούσαν από κυψέλες καυσίμου υδρογόνου. Σταδιακά και βαθμιαία παρουσιάστηκαν και αυτοκίνητα που συνδύαζαν την χρήση βενζινοκινητήρα και ηλεκτροκινητήρα, τα υβριδικά. Τα υβριδικά αυτοκίνητα είχαν τα πλεονεκτήματα και των ηλεκτρικών και των συμβατικών οχημάτων.

Τα παραπάνω συνέβαλαν ώστε το ενδιαφέρον για τα ηλεκτρικά οχήματα να αυξάνεται διαρκώς μέχρι και σήμερα, που η χρήση τους έχει αλλάξει ριζικά ως αποτέλεσμα την προσπάθειας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, της αύξησης

της τιμής του πετρελαίου και της εξάντληση των αποθεμάτων του. Σήμερα, το ηλεκτρικό όχημα έχει επανέλθει στην επικαιρότητα και στις πρώτες επιλογές των καταναλωτών, ως το πλέον βιώσιμο μέσο για την διατήρηση της ποιότητας του αστικού μας περιβάλλοντος.

### 3.2. ΤΥΠΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Υφίστανται διαφορετικοί τύποι ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Τα ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας, τα ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου, τα υβριδικά οχήματα και τα ηλεκτρικά οχήματα με δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο.

Στην παρούσα υποενότητα θα αναλύσουμε τους διάφορους τύπους ηλεκτροκίνητων οχημάτων.

#### 3.2.1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ

Το ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο είναι το αυτοκίνητο που χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται σε επαναφορτιζόμενες συστοιχίες συσσωρευτών, ώστε να κινηθεί. Τα ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας βρίσκουν τις ρίζες του στα πρώτα χρόνια της αυτοκίνησης. Ωστόσο, μια σειρά από παράγοντες όπως το μεγάλο βάρος και ο όγκος τους αλλά και η μικρή διάρκεια ζωής τους συνέβαλαν -όπως αναλύθηκε και παραπάνω- ώστε να μην διαδοθούν.

Στον συγκεκριμένο τύπο αυτοκινήτου, η ηλεκτρομηχανική ενέργεια αποθηκεύεται στις μπαταρίες και εκπέμπονται μηδενικοί ρύποι. Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις περιπτώσεις είναι μπαταρίες μολύβδου –οξέος, λόγω του χαμηλού κόστους. Ωστόσο, τις εν λόγω μπαταρίες ανταγωνίζονται μπαταρίες με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, όπως οι μπαταρίες τύπου υβριδίου μετάλλων νικελίου, ιόντος λιθίου και λιθίου-ιόντων πολυμερών.

Οι μπαταρίες των αυτοκινήτων φορτίζονται με σύνδεση στο δίκτυο, όπως επίσης και με το λεγόμενο “αναγεννητικό φρενάρισμα”. Η δεύτερη περίπτωση, για επαναφόρτιση της μπαταρίας, χρησιμοποιεί μέρος της θερμότητας που παράγεται κατά το φρενάρισμα του αυτοκινήτου.

Οι μπαταρίες αυτού του τύπου έχουν επιπλέον χωρητικότητα, η οποία λειτουργεί αποθηκευτικά ώστε να παρέχεται ενέργεια στο ηλεκτρικό δίκτυο κατά τις περιόδους υψηλής ζήτησης. Τα εν λόγω οχήματα έχουν την δυνατότητα επαναφόρτισης τις υπόλοιπες ώρες, με φθηνότερες χρεώσεις, λειτουργώντας έτσι ως αποθηκευτικός χώρος ενέργειας για την υποστήριξη δικτύου.

Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία ηλεκτρικών αυτοκινήτων τέτοιου τύπου.

Καθώς εντατικοποιείται η ενημέρωση και αυξάνεται η ευαισθητοποίηση σε θέματα που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος, ολοένα και αναβιώνει η εν λόγω τεχνολογία που είχε περάσει στη λήθη. Σήμερα, προσφέρονται εξαιρετικά αξιόπιστα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα οποία όμως, παρά το γεγονός ότι έχουν μικρό όγκο παραγωγής, έχουν αρκετά υψηλή τιμή σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα.

Συνοπτικά, μεταξύ των πλεονεκτημάτων των ηλεκτρικών οχημάτων μπαταρίας είναι η χρήση ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, η μηδενική εκπομπή καυσαερίων, το γεγονός ότι η ενέργεια ανακυκλώνεται μέσω του αναγεννητικού φρεναρίσματος, το χαμηλό κόστος καθώς και η ήσυχη λειτουργία. Ωστόσο, στα μειονεκτήματα εντάσσονται μεταξύ άλλων η μικρή αυτονομία, η έλλειψη αρκετών σημείων φόρτισης, και το γεγονός ότι η τεχνολογία γύρω από τις μπαταρίες είναι ακόμη σε εξέλιξη.

### 3.2.2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΥΨΕΛΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Τα ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου καλύπτουν την αδυναμία των ηλεκτρικών οχημάτων μπαταρίας να παράσχουν ικανοποιητική ανταπόκριση στη ζήτηση ενέργειας σε ορισμένες φάσεις της εσωτερικής τους λειτουργίας και υπό συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου κάνουν χρήση της υβριδικής τεχνολογίας, αλλά σε μια άλλη μορφή στην οποία δεν εμπλέκεται ο θερμικός κινητήρας. Έτσι, το ηλεκτρικό όχημα αποτελείται από την ενεργειακή συστοιχία και μια μονάδα αποθήκευσης ενέργειας που συνήθως είναι μια συστοιχία συσσωρευτών.

Οι κυψέλες καυσίμου χρησιμοποιούν το υδρογόνο και το οξυγόνο είτε από τον αέρα είτε από τη διάσπαση του νερού και τροφοδοτούν τον ηλεκτροκινητήρα. Άρα εκπέμπουν και ρύπους.



Η κυψέλη καυσίμου μετατρέπει την χημική ενέργεια σε ηλεκτρική διαμέσου μιας χημικής αντίδρασης είτε με το οξυγόνο είτε με άλλο μέσο οξειδωσης. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων είναι ότι, τα ηλεκτρικά οχήματα Κυψελών Καυσίμου χρησιμοποιούν ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, δηλαδή το υδρογόνο. Η κυψέλη καυσίμου είναι απλούστερη, συγκριτικά με την αντίστοιχη των ηλεκτρικών οχημάτων με μπαταρία, ενώ είναι ανεπηρέαστα από τις υψηλές θερμοκρασίες και τη διάβρωση. Ακόμη, παράγουν μηδενικές εκπομπές αερίων -μόνο υδρατμούς- και έχουν ήσυχη λειτουργία.

Στα μειονεκτήματα, εντάσσεται το γεγονός ότι το υδρογόνο είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο, υφίσταται μεγάλο κόστος στην διαδικασία εξαγωγής και αποθήκευσης σε δεξαμενές, ενώ το βάρος και ο όγκος του είναι μεγάλα.

### 3.2.3. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Το ζήτημα της αυτονομίας στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποτελεί μείζον πρόβλημα. Τελικά η λύση στην εφαρμογή της ηλεκτροκίνησης και παράλληλα της διατήρησης του θερμικού κινητήρα βρέθηκε μέσω των υβριδικών αυτοκινήτων. Έτσι υιοθετήθηκε μια επιλογή η οποία απαντούσε στα θέματα προστασίας του περιβάλλοντος, τα οποία άρχιζαν να γίνονται ολοένα και πιο πιεστικά και ταυτίζονταν με την εκστρατεία εξοικονόμησης ενέργειας, λόγω της μείωσης των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα υβριδικά αυτοκίνητα συνδυάζουν ένα σύστημα προώθησης μηχανής εσωτερικής καύσης με σύστημα ηλεκτρικής προώθησης. Το ηλεκτρικό σύστημα κίνησης συμβάλει στην μεγαλύτερη οικονομία σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα. Πλέον στην αγορά υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός υβριδικών αυτοκινήτων και η ποικιλία διακρίνεται με βάση τον βαθμό στον οποίο λειτουργούν ως ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Ένα από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υβριδικών αυτοκινήτων αποτελεί το “αναγεννητικό φρενάρισμα” (όπως αναλύθηκε παραπάνω). Επίσης, κάποια είδη υβριδικών αυτοκινήτων χρησιμοποιούν την μηχανή εσωτερικής καύσης προκειμένου να παράξουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω της περιστροφής της ηλεκτρικής γεννήτριας, είτε τροφοδοτώντας απευθείας τον κινητήρα είτε απλά φορτίζοντας τις μπαταρίες.

Οι ρύποι που εκπέμπει ένα υβριδικό αυτοκίνητο είναι κατά πολύ λιγότεροι από τους αντίστοιχους που εκπέμπει ένα συμβατικό αυτοκίνητο, μιας και ο κινητήρας του υβριδικού είναι συγκριτικά μικρότερος. Η κατηγοριοποίηση που υφίστανται οι κινητήρες των υβριδικών οχημάτων είναι με βάση το σύστημα μετάδοσης. Στην περίπτωση που η σύνδεση είναι παράλληλη μεταξύ μηχανής εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκινητήρα, αμφότεροι είναι συνδεδεμένοι στο σύστημα μετάδοσης. Τα υβριδικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούν επίσης και έναν μικρό ηλεκτρικό κινητήρα, καθώς και μια συστοιχία μπαταριών ώστε να πραγματοποιηθεί η εκκίνηση του κινητήρα. Το πλεονέκτημα της παραπάνω σύνδεσης είναι το γεγονός ότι τα υβριδικά καθίστανται περισσότερο αποδοτικά σε σύγκριση με τα μη υβριδικά μοντέλα.

Παράλληλα, υπάρχει και η δυνατότητα σύνδεσης σε σειρά. Σε αυτή την περίπτωση, το σύστημα μετάδοσης συναρτάται μόνο εξάρτηση από τον κινητήρα, με την μηχανή εσωτερικής καύσης να λειτουργεί ως γεννήτρια με πρωταρχικό σκοπό είτε να τροφοδοτήσει τον ηλεκτρικό κινητήρα είτε να επαναφορτίσει τις μπαταρίες. Επιπροσθέτως, αξίζει να σημειωθεί ότι τα υβριδικά αυτοκίνητα διαθέτουν συνήθως μικρότερη μηχανή καύσης αλλά μεγαλύτερες μπαταρίες. Για τον λόγο αυτό είναι συνήθως ακριβότερα από τα προηγούμενα αλλά περισσότερο αποδοτικά για χρήση στην πόλη. Τέλος τα δύο προαναφερθέντα μοντέλα σύνδεσης μπορούν να συνδυαστούν. Με τον συνδυασμό τους η αποδοτικότητα αυξάνεται.

#### 3.2.4. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Τα ηλεκτρικά οχήματα “Plug-inEVs<sup>17</sup>” έχουν δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο και ανταλλαγής ηλεκτρικής ενέργειας με αυτό. Το Plug-inEV αποτελεί μια ιδιότητα που μπορεί να αποκτήσει κάθε ένας από τους παραπάνω τύπους ηλεκτρικού αυτοκινήτου, απλώς με την προσθήκη του κατάλληλου εξοπλισμού.

Πιο αναλυτικά, τα ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας έχουν κατασκευαστικά τον απαιτούμενο για σύνδεση στο δίκτυο εξοπλισμό, καθώς με τον τρόπο αυτό επαναφορτίζουν τις μπαταρίες τους. Τα υβριδικά αυτοκίνητα με δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο έχουν την δυνατότητα να φορτίζουν όσο είναι σταθμευμένα και έτσι για μικρές διαδρομές δεν χρειάζονται καθόλου καύσιμα καθώς οι μπαταρίες είναι

<sup>17</sup> Electric Vehicles

κατά πολύ μεγαλύτερες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των άλλων τύπων απλών υβριδικών αυτοκινήτων.

Η πηγή ηλεκτρικής ενέργειας των Plug-inEVs αυτοκινήτων είναι και το τμήμα που λειτουργεί ως τροφοδότης ενέργειας για το υπόλοιπο σύστημα. Είναι χαρακτηριστικό ότι το τμήμα αυτό έχει μια τριπλή διάσταση καθώς λειτουργεί είτε ως πηγή είτε ως αποθήκη ηλεκτρικής ενέργειας είτε ως συνδυασμός και των δύο. Η αποθήκευση της ενέργειας γίνεται σε συσσωρευτές και η φόρτισή τους πραγματοποιείται με ηλεκτρικούς μετατροπείς AC/DC. Οι ηλεκτρικοί μετατροπείς είναι υπεύθυνοι και για την κατάλληλη μετατροπή της τάσεως της πηγής ώστε να τροφοδοτεί τον κινητήρα. Παράλληλα ελέγχει και την ταχύτητα και την ροπή του κινητήρα που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική, ώστε να παραχθεί κίνηση στο όχημα.

Τα ηλεκτρικά οχήματα “Plug-inEVs” έχουν καταφανή πλεονεκτήματα, όπως το γεγονός ότι κάνουν χρήση ανανεώσιμης μορφής ενέργειας την οποία ανακυκλώνουν μέσω του αναγεννητικού φρεναρίσματος. Επίσης, έχουν δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο, μειωμένη κατανάλωση και εκπομπές καυσαερίων αλλά και βελτιωμένη αποδοτικότητα και επίδοση. Στα μειονεκτήματα εντάσσεται το μεγάλο αρχικό κόστος του αυτοκινήτου, όσο και η κοστοβόρα αντικατάσταση των μπαταριών. Οι κινητήρες χαρακτηρίζονται από έντονη πολυπλοκότητα, ενώ τα ανταλλακτικά είναι πολύ δύσκολο να βρεθούν.

### 3.3. Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Με χρονική αφετηρία την βιομηχανική επανάσταση μέχρι και τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα πραγματοποιήθηκε τεράστια κατανάλωση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με την χρήση καύσιμων υλών. Περίοπτη θέση κατέχει το αργό πετρέλαιο, του οποίου τα παράγωγα έως και σήμερα χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο και σε μεγάλες ποσότητες στην παραγωγή και εκμετάλλευση ενέργειας και άλλων αγαθών. Ωστόσο, η αλόγιστη χρήση τους επέφερε αρνητικά αποτελέσματα στην ατμόσφαιρα και το περιβάλλον, με αποτέλεσμα η ανθρωπότητα να βιώνει σήμερα το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Παράγωγα των προαναφερθέντων είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι υψηλότερες θερμοκρασίες, οι ξηρασίες και οι πιο ραγδαίες και συχνές καταιγίδες.

Προκειμένου να αντιστραφεί η εν λόγω τάση ήδη από τα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα έχει αναπτυχθεί και υποστηρίζεται η αειφόρος χρήση της ενέργειας, όπως και η αναγνώριση της χρήσης εναλλακτικών πηγών ενέργειας ως ζητούμενη λύση στο ενεργειακό και οικολογικό πρόβλημα. Ακόμη και σήμερα το 88% της παγκόσμιας ζήτησης σε ενέργεια καλύπτεται με την χρήση ορυκτών καυσίμων. Πιο συγκεκριμένα, το 44% αφορά το πετρέλαιο, το 24% γαιάνθρακες και το 23% φυσικό αέριο. Ως ανανεώσιμες πηγές θεωρούνται, με καταχρηστική χρήση του όρου, οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας σε σύγκριση με τις προαναφερθείσες παραδοσιακές, καθώς οι πρώτες ανανεώνονται διαρκώς από τη φύση, με αποτέλεσμα να καθίστανται διαρκώς διαθέσιμες.

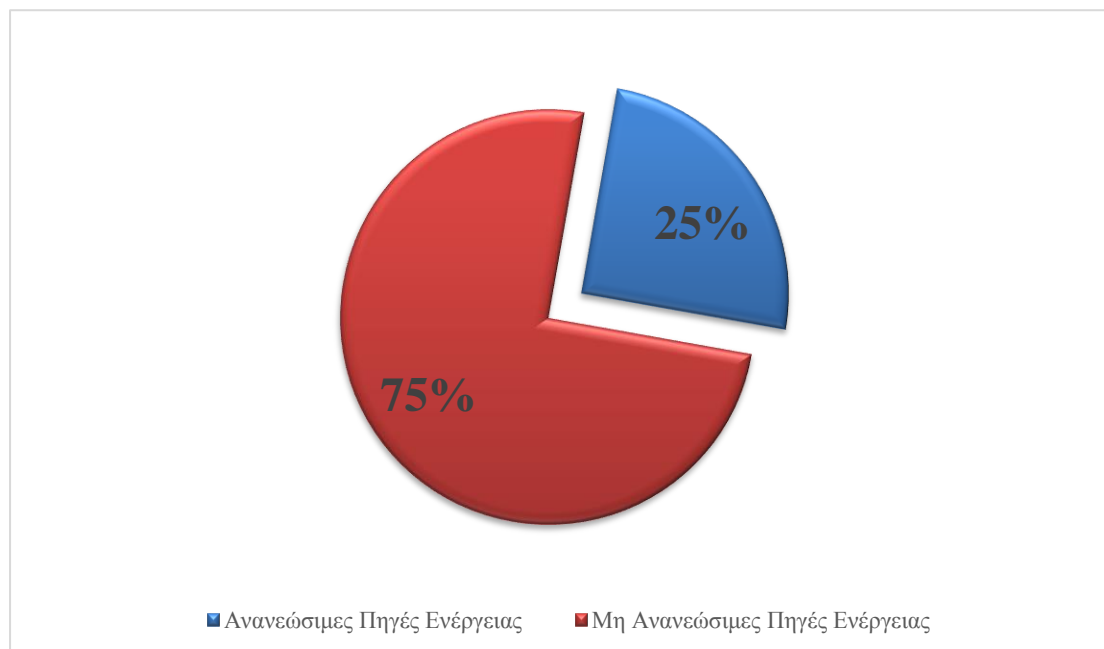
Προβλήματα χρήσης, χαμηλής παραγωγικότητας και υπανάπτυκτης τεχνολογίας έχουν πια αντιμετωπιστεί, η εφαρμογή εναλλακτικών μορφών ενέργειας επεκτείνεται και το κόστος σταδιακά μειώνεται. Είναι χαρακτηριστικό άλλωστε ότι στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών που αφορούν την ενέργεια, εντάσσονται πλάνα για την αξιοποίηση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Μάλιστα στην Ελλάδα που μορφολογικώς και κλιματικά είναι κατάλληλη για νέες ενεργειακές εφαρμογές, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού μπορεί να συμβάλει καθοριστικά, με τρόπο ανατρεπτικό, στην ενεργειακή αυτονομία.

Οι πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι δύο ειδών:

- Οι συμβατικές που βασίζονται σε ορυκτά, στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (λιθάνθρακας και λιγνίτης), το φυσικό αέριο.
- Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούν ανεξάντλητες πηγές (άνεμος, ήλιος, νερό) και δεν καταναλώνουν τα περιορισμένα ενεργειακά ορυκτά αποθέματα.

### 3.3.1. ΜΕΡΙΔΙΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΓΟΡΑΣ

Σε παγκόσμια κλίμακα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών λαμβάνει, κατά το 21<sup>ο</sup> αιώνα, αυξητική τάση. Είναι χαρακτηριστικό ότι το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού αυξήθηκε κατά 1% το 2017, φτάνοντας το 25% της συνολικής παραγωγής.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

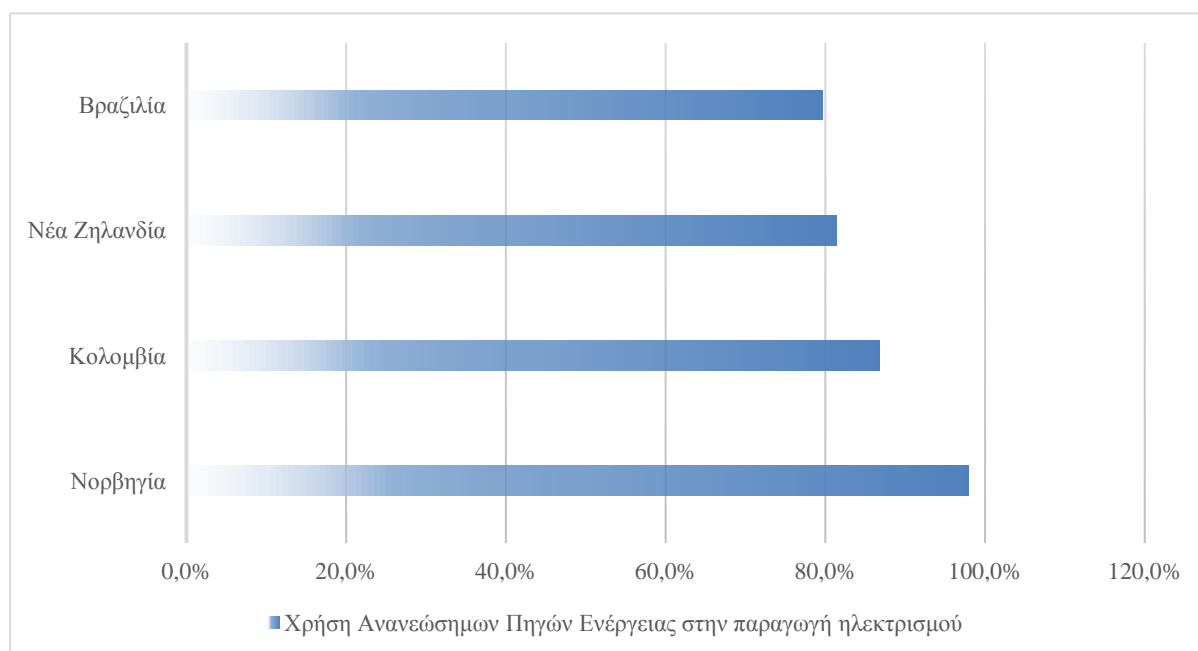
Καθώς το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλώνει και υιοθετούνται φιλόδοξες κλιματικές πολιτικές στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Κίνα, την Ινδία, την Ιαπωνία και την Αυστραλία, διαπιστώνεται η αυξανόμενη παραγωγή ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών. Είναι χαρακτηριστικό ότι η ηλιακή ενέργεια ήταν υπεύθυνη για το 20% της πρόσθετης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το 2017. Όπως κατέγραψαν μελέτες, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλύπτουν τώρα πια το 1/3 του μείγματος παραγωγής ενέργειας στην Ευρώπη, το 1/4 στην Κίνα και το 1/6 στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ινδία και την Ιαπωνία.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρέμεινε σταθερό το 2017, καθώς η ισχυρή αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο αντισταθμίστηκε από δυσμενείς συνθήκες στη νότια Ευρώπη (Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία).

Επίσης, ενθαρρυντικά και εντυπωσιακά είναι τα ποσοστά παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε κάθε επιμέρους χώρα. Την πρωτιά ήδη από την δεκαετία του 1990 έχει η Νορβηγία, η οποία το 2017 παρήγαγε το

97,90% της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ακολουθεί, η Κολομβία με 86,80%, η Νέα Ζηλανδία με 81,40%, και η Βραζιλία με 79,70%.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ<sup>18</sup>**



Το 2017, η παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 3,10%, ή 780 TW/ώρα. Μάλιστα αύξηση σημειώθηκε ταχύτερα από εκείνη της συνολικής παγκόσμιας αύξηση της ζήτησης για ενέργεια. Η εν λόγω αύξηση επιδεικνύει την εμπιστοσύνη μεγάλων οικονομιών στην ηλεκτρική ενέργεια, όπως εκείνης της Κίνας (7% αύξηση), της Ινδίας (12% αύξηση). Οι δυο τους αντιπροσωπεύουν το 70% της παγκόσμιας αύξησης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως ενώ ένα επιπρόσθετο 10% προέρχεται από άλλες αναδυόμενες οικονομίες στην Ασία.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιπροσώπευαν σχεδόν το ήμισυ της παγκόσμιας συμπληρωματικής παραγωγής (380 TW/ ώρα) που απαιτείται για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης, με αποτέλεσμα το μερίδιό τους στην παγκόσμια παραγωγή να ανέρχεται σε 25%.

<sup>18</sup>ΠΗΓΗ: (Enerdata, 2018)

Η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ήταν η δεύτερη με πρώτο τον άνθρακα το 2017 και μπροστά από το φυσικό αέριο για τρίτη συνεχόμενη χρονιά. Παρά τις έντονες αυξήσεις στην παραγωγή φωτοβολταϊκών, η υδροηλεκτρική ενέργεια παραμένει η μεγαλύτερη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τις ανανεώσιμες πηγές, με μερίδιο 65% της συνολικής παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το 2018, ήταν η χρονιά της ηλεκτρικής ενέργειας. Για πρώτη φορά, η ηλεκτρική ενέργεια θα αποτελέσει το βασικό καύσιμο της επικείμενης παγκόσμιας προοπτικής για την ενέργεια, δίνοντας έμφαση στις βασικές αβεβαιότητες της τρέχουσας μετάβασης -συμπεριλαμβανομένου του αντίκτυπου της ψηφιοποίησης και της ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Επιπρόσθετα, το 2018 αποτελεί την χρονική αφετηρία μιας διαρκούς αυξητικής τάσης για την ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας που μέχρι το 2040 αναμένεται να φτάσει 25% της συνολικής ζήτησης ενέργειας. Το γεγονός αυτό αποτελεί συνάρτηση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας με την ψηφιακή οικονομία, των ηλεκτρικών οχημάτων και άλλων τεχνολογικών εξελίξεων, οι οποίες θα φέρουν ως κοινή συνισταμένη την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η εξέλιξη αναμένεται να επηρεάσει όπως είναι φυσικό και το μερίδιο χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που από το 25% που βρίσκεται σήμερα, αναμένεται να φτάσει στο 40% μέχρι το 2040.

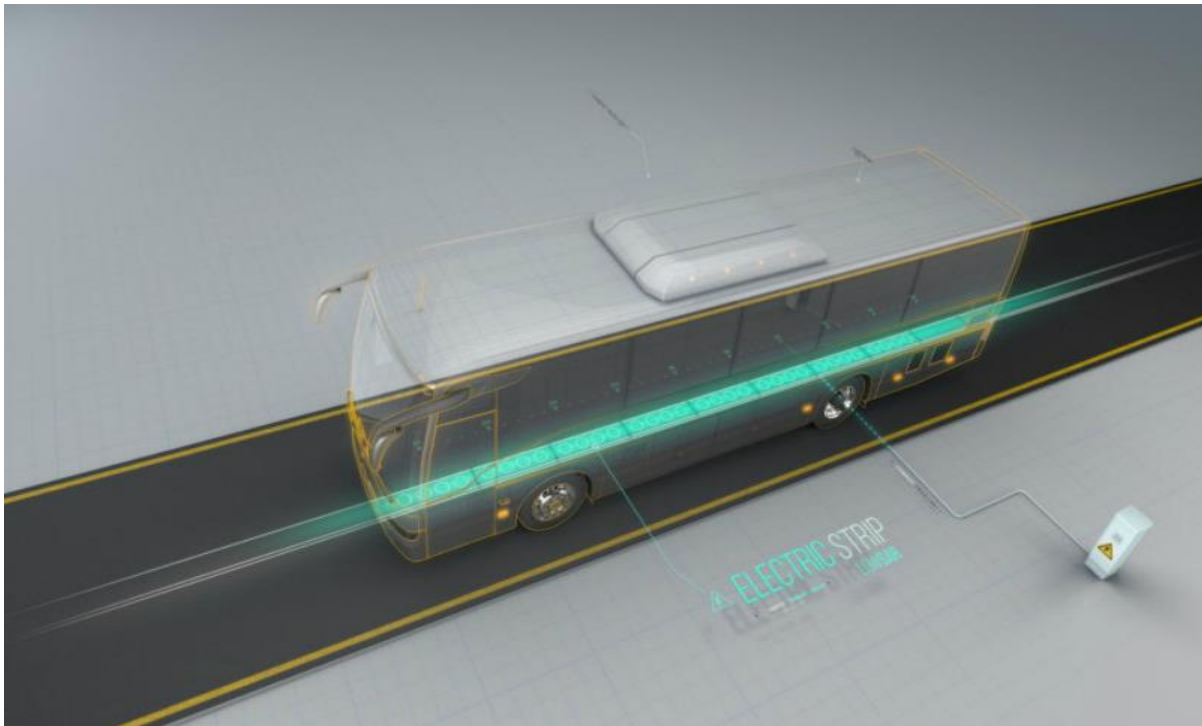
#### 3.4. ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ

Οι σημερινές αδυναμίες δημιουργούν τις... αυριανές καινοτομίες για την ηλεκτροκίνηση. Αναμφίβολα, πρόκληση αποτελεί τα ηλεκτροκίνητα οχήματα να σταματήσουν να επαναφορτίζονται σε υποσταθμούς και να πραγματοποιούν αυτή τη διαδικασία εν κινήσει. Κορεάτικες εταιρείες προκειμένου να ανταπεξέλθουν σε αυτή την αναγκαιότητα σχεδίασαν ειδικές κυκλοφοριακές λωρίδες στους δρόμους, των οποίων η επιφάνεια θα είναι ένας ηλεκτροφόρος διάδρομος, δημιουργώντας ένα μαγνητικό πεδίο ανάμεσα σε αυτόν (στον δρόμο) και το όχημα. Οι ΗΠΑ κινούμενες στο ίδιο τρόπο σκέψης έχουν σχεδιάσει δρόμους οι οποίοι φέρουν ένα νέο τύπο οδοστρώματος, το οποίο απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνει στην

επιφάνειά του και την μετατρέπει σε καθαρή ενέργεια για το αυτοκίνητο. Στην ίδια κατεύθυνση βρίσκεται και η υπηρεσία μεταφορών του Τελ Αβίβ.

Οι μελλοντικοί οδηγοί ηλεκτρικών οχημάτων δεν θα πρέπει να ανησυχούν για τη διακοπή ρεύματος στους σταθμούς φόρτισης καθώς αυτό το ζήτημα θα ξεπεραστεί με τις τεχνολογίες που θα επιστρατευτούν και θα αναπτυχθούν με τους ηλεκτρικούς δρόμους ασύρματης φόρτισης. Οι πρώτες σκέψεις είναι να εφαρμοστεί αρχικά η εν λόγω τεχνολογία, στα μέσα μαζικής μεταφοράς.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ ΣΕ ΔΡΟΜΟ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ







## 4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### 4.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Για το σκοπό της παρούσας διατριβής χρησιμοποιήθηκε ως βασική μέθοδος ανάλυσης η ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Σκοπός της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο η μέση απόδοση μετοχών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην ηλεκτροκίνηση(δείκτης EMC), η απόδοση του δείκτη S&P 500 και η απόδοση της μετοχής Invesco WilderHill Clean Energy ETF (PBW) μπορούν να προβλέψουν τις μεταβολές στις τιμές του πετρελαίου. Η μορφή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης έχει τη μορφή:

$$\text{Crude oil} = \alpha_0 + \beta_1 \text{PBW} + \beta_2 \text{EMC} + \beta_3 \text{S\&P500} + u$$

Όπου:

- Crude oil= Η απόδοση του πετρελαίου. Η απόδοση για μια χρονική στιγμή  $t$  ορίζεται από το πηλίκο της διαφοράς της τιμής της μετοχής στο χρόνο  $t$  με την τιμή της μετοχής στο χρόνο  $t-1$  προς την τιμή της μετοχής στο χρόνο  $t-1$ . Ο τρόπος υπολογισμού παρουσιάζεται αναλυτικά στην ενότητα 4.2
- PBW= Η απόδοση της μετοχής Invesco WilderHill Clean Energy ETF. Αποτελείται από ένα χαρτοφυλάκιο εταιρειών οι οποίες δραστηριοποιούνται στον κλάδο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της εξοικονόμησης της κ.α. Η απόδοση για μια χρονική στιγμή  $t$  ορίζεται από το πηλίκο της διαφοράς της τιμής της μετοχής στο χρόνο  $t$  με την τιμή της μετοχής στο χρόνο  $t-1$  προς την τιμή της μετοχής στο χρόνο  $t-1$ . Ο τρόπος υπολογισμού παρουσιάζεται αναλυτικά στην ενότητα 4.2
- EMC= Η μέση απόδοση των τιμών των μετοχών των εταιρειών ηλεκτροκίνησης BMW (BMWYY), Tesla (TSLA), Ford (F), Toyota Motor Corp. (TM), Honda Motor Co. (HMC), Nissan Motor Co. (NSANY), Daimler (DDAIF) και Sheritt International (SHERF). Η μέση απόδοση των τιμών των μετοχών υπολογίσθηκε από τον σταθμισμένο μέσο της απόδοσης των μετοχών των

εταιρειών. Ουσιαστικά για κάθε εταιρεία υπολογίσθηκε η απόδοση της και εν συνεχεία υπολογίσθηκε η μέση απόδοση των εταιρειών σε έναν ενιαίο δείκτη (EMC) με χρήση στάθμισης βάση κεφαλαιοποίησης. Η στάθμιση πραγματοποιήθηκε ανάλογα με την κεφαλαιοποίηση της κάθε εταιρείας. Η αναλυτική μέθοδος παρουσιάζεται και σε αυτήν την περίπτωση στην παράγραφο 4.2.

- S&P 500= Η απόδοση του δείκτη S&P 500. Ο δείκτης S & P 500 θεωρείται ευρέως ως ο καλύτερος ενιαίος δείκτης της αγοράς μετοχών των ΗΠΑ και περιλαμβάνει τις 500 κορυφαίες εταιρείες οικονομίας των ΗΠΑ. Παρόλο που ο S & P 500 επικεντρώνεται στο τμήμα μεγάλου κεφαλαίου της αγοράς, με κάλυψη περίπου 75% των αμερικανικών μετοχών, αποτελεί επίσης ιδανικό μέσο για τη συνολική αγορά. Ο S & P 500 αποτελεί μέρος μιας σειράς S & P δεικτών των ΗΠΑ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία για την κατασκευή χαρτοφυλακίων.
- $\alpha_0$ : η σταθερά του μοντέλου που μας δείχνει τη μέση απόδοση πετρελαίου όταν οι υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου πάρουν την τιμή 0 ( $PBW=0$ ,  $EMC=0$   $S\&P500=0$ )
- $\beta_1$ : ο συντελεστής της μεταβλητής PBW. Η τιμή του συντελεστή δείχνει το πως μεταβάλλεται η απόδοση του πετρελαίου ανάλογα με τη μοναδιαία μεταβολή της απόδοσης της μετοχής PBW
- $\beta_2$ : ο συντελεστής της μεταβλητής EMC. Η τιμή του συντελεστή δείχνει το πως μεταβάλλεται η απόδοση του πετρελαίου ανάλογα με τη μοναδιαία μεταβολή της σταθμισμένης απόδοσης EMC των εταιρειών BMW (BMWYY), Tesla (TSLA), Ford (F), Toyota Motor Corp. (TM), Honda Motor Co. (HMC), Nissan Motor Co. (NSANY), Daimler (DDAIF) και Sheritt International (SHERF).
- $\beta_3$ : ο συντελεστής της μεταβλητής S&P 500. Η τιμή του συντελεστή δείχνει το πως μεταβάλλεται η απόδοση του πετρελαίου ανάλογα με τη μοναδιαία μεταβολή της απόδοσης του δείκτη S&P 500.

Σκοπός του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι να αναδείξει το ποσοστό της μεταβλητότητας της απόδοσης του πετρελαίου που ερμηνεύεται από τις μεταβλητές PBW, EMC και S&P500. Επιπρόσθετα, από το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης μπορεί να διερευνηθεί αν και ποιες από τις μεταβλητές τελικά επηρεάζουν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό την αυξομείωση στην τιμή του

πετρελαίου. Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό EXCEL και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε να είναι η τιμή  $\alpha=0.05$  που αντιστοιχεί σε σφάλμα 5% και επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

#### 4.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για την ανάλυση μας αντλήθηκαν δεδομένα για τις τιμές των μετοχών Invesco WilderHill Clean Energy ETF, BMW (BMWYY), Tesla (TSLA), Ford (F), Toyota Motor Corp. (TM), Honda Motor Co. (HMC), Nissan Motor Co. (NSANY), Daimler (DDAIF) και Sheritt International (SHERF), οι τιμές του δείκτη S&P 500 και οι τιμές του πετρελαίου για την περίοδο Ιούνιος 2010-Ιούνιος 2018. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων [yahoo finance](#), από την οποία αντλήθηκαν οι ημερήσιες τιμές των προαναφερόμενων δεικτών. Από τις τιμές αυτές υπολογίστηκε η απόδοση των μετοχών με χρήση της σχέσης:

$$\text{Απόδοση}_t = \frac{\text{Τιμή}_t - \text{Τιμή}_{t-1}}{\text{Τιμή}_{t-1}}$$

Όπου Τιμή<sub>t</sub> η τιμή των μετοχών και των δεικτών στην χρονική στιγμή t και Τιμή<sub>t-1</sub> η τιμή των μετοχών και των δεικτών στην χρονική στιγμή t-1. Τέλος, η μεταβλητή ECM υπολογίστηκε ως η σταθμισμένη μέση τιμή της απόδοσης των μετοχών των εταιρειών BMW (BMWYY), Tesla (TSLA), Ford (F), Toyota Motor Corp. (TM), Honda Motor Co. (HMC), Nissan Motor Co. (NSANY), Daimler (DDAIF) και Sheritt International (SHERF). Για τη στάθμιση χρησιμοποιήθηκε η κεφαλαιοποίηση της κάθε εταιρείας. Συνολικά οι 8 εταιρείες είχαν κεφαλαιοποίηση 457.36 δισεκατομμύρια δολάρια. Η συνολική κεφαλαιοποίηση κάθε εταιρείας δίνεται στον Πίνακα 13. Ο δείκτης στάθμισης για κάθε εταιρεία προέκυψε από την διαίρεση της κεφαλαιοποίησης της κάθε εταιρείας προς τη συνολική κεφαλαιοποίηση των 8 εταιρειών.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΚΕΦΑΛΑΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ (Μ.Ο 8 ΕΤΩΝ) ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ**

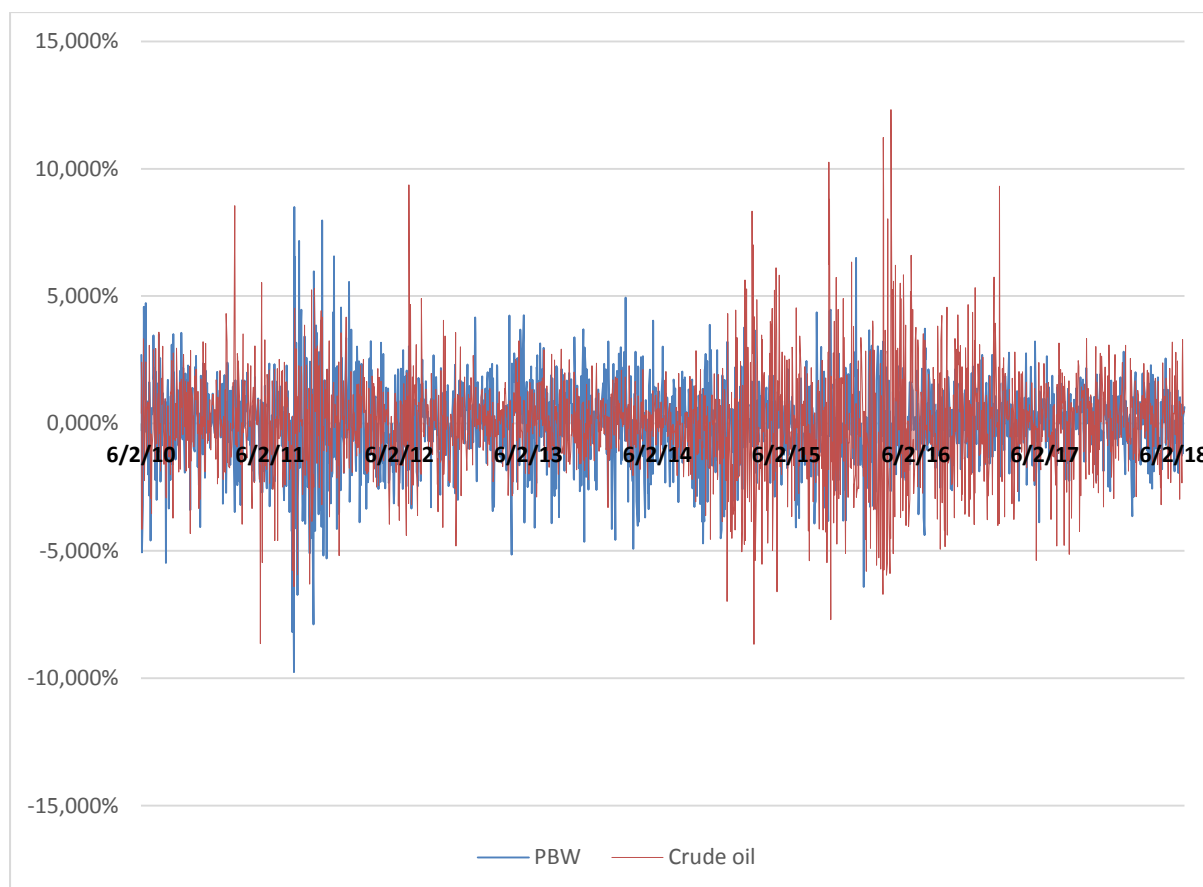
	Κεφαλαιοποίηση σε δις \$	Δείκτης στάθμισης
BMW	41.77	9.13%
TESLA	42.62	9.32%
FORD	36.65	8.01%
TOYOTA	191.7	41.91%
HONDA	45.97	10.05%
NISSAN	24.58	5.37%
DAIMLER	48.8	10.67%
SHERITT	<u>25.27</u>	<u>5.53%</u>
	457,36	100%

Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 13 υπολογίσθηκε η μεταβλητή EMC ως εξής:

$$\begin{aligned}
 EMC = & 0.0913 * \text{Απόδοση}_{BMW} + 0.0932 * \text{Απόδοση}_{TESLA} + 0.0801 * \text{Απόδοση}_{FORD} \\
 & + 0.4191 * \text{Απόδοση}_{TOYOTA} + 0.1005 * \text{Απόδοση}_{HONDA} + 0.0537 \\
 & * \text{Απόδοση}_{NISSAN} + 0.1067 * \text{Απόδοση}_{DAIMLER} + 0.0553 \\
 & * \text{Απόδοση}_{SHERITT}
 \end{aligned}$$

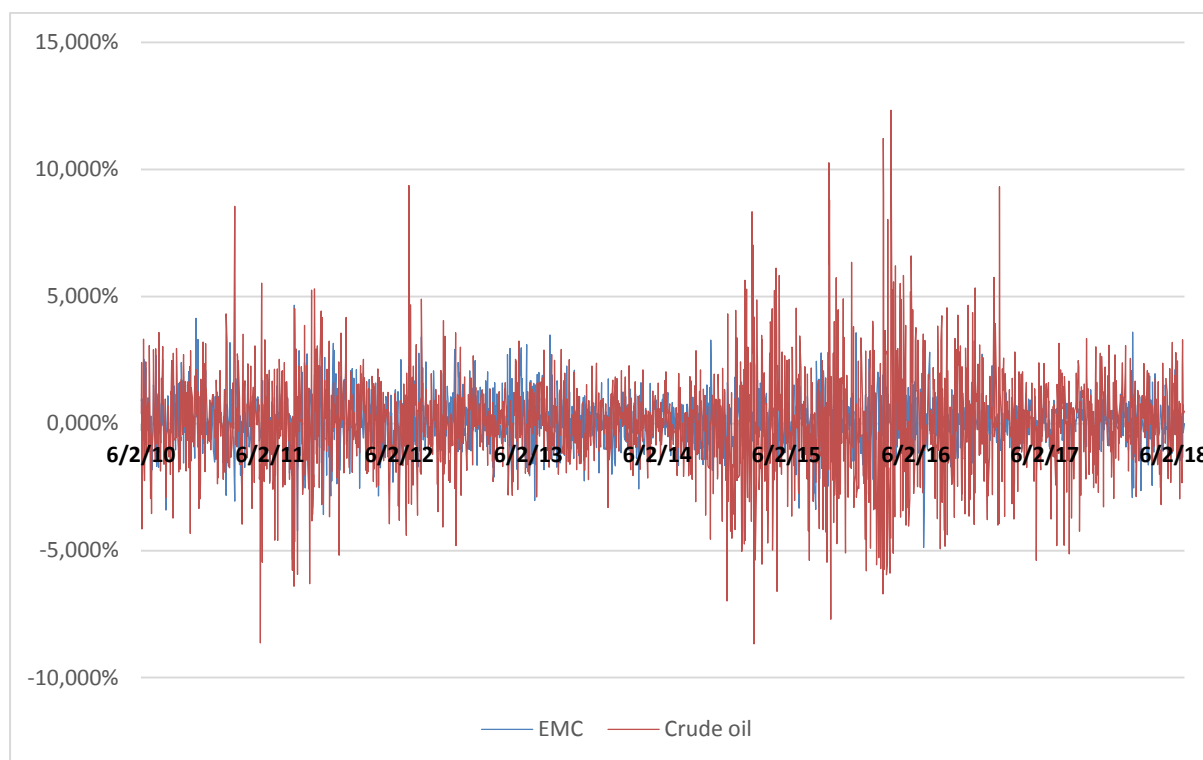
Στην συνέχεια παρουσιάζεται διαγραμματικά η εξέλιξη της τιμής κάθε μεταβλητής σε συνδυασμό με την εξέλιξη της απόδοσης του πετρελαίου. Στον Πίνακα 14 δίνονται τα αποτελέσματα αναφορικά με τις αποδόσεις του αργού πετρελαίου, στις αποδόσεις των εταιρειών του κλάδου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την περίοδο 2010 – 2018. Από την γραφική παράσταση προκύπτει ότι φαίνεται να υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης του αργού πετρελαίου και των εταιρειών του κλάδου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπρόσθετα, προκύπτει ότι στη περίοδο 2010-2018 υπήρχαν αυξομειώσεις τόσο στην απόδοση του αργού πετρελαίου όσο και στις αποδόσεις των εταιρειών του κλάδου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (δείκτης PBW). Χαρακτηριστικό είναι ότι η μέση απόδοση της PBW για την υπό μελέτη περίοδο ήταν -0.012% και η μέση τιμή στην απόδοση του πετρελαίου ήταν 0.017%. Και οι δύο μέσες τιμές είναι κοντά στο 0 ενώ δεν υπάρχει σαφής ανοδική ή καθοδική τάση σε καμία περίοδο. Τα δεδομένα αυτά είναι ένδειξη ότι οι χρονοσειρές είναι στάσιμες με μέση τιμή 0. Παρατηρείται επίσης ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (2010 – 2018)**



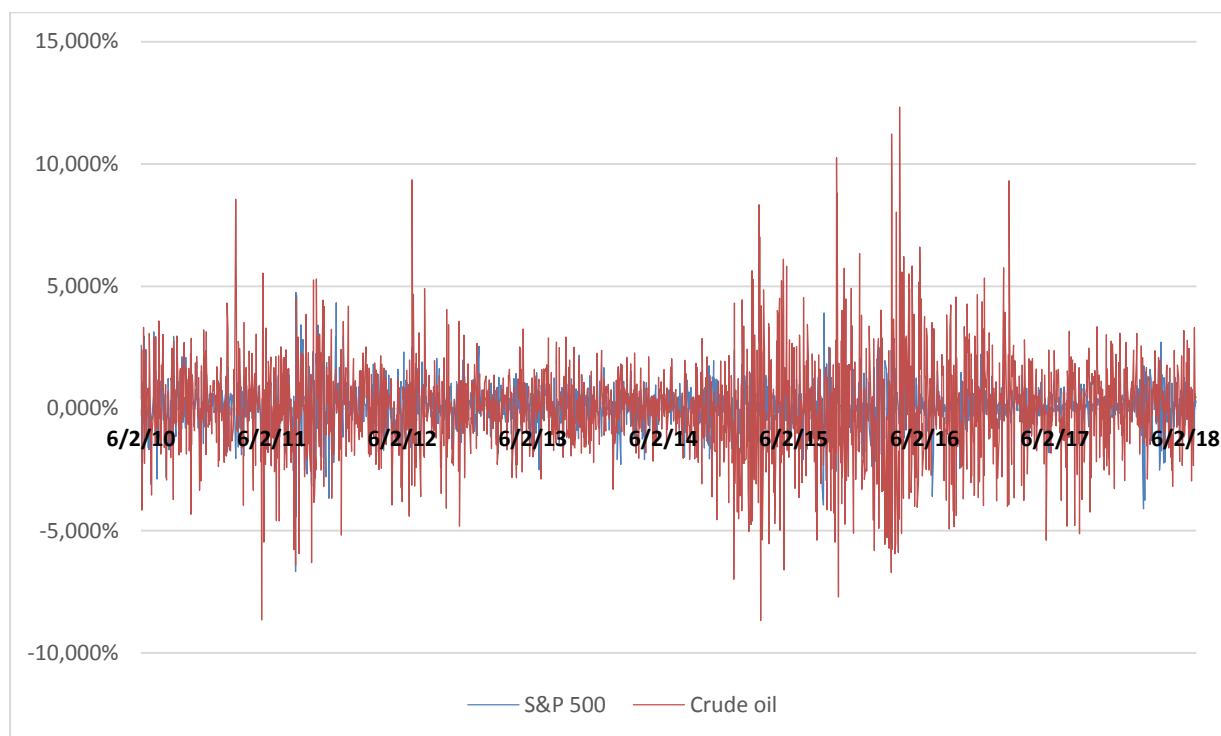
Στον Πίνακα 15 δίνονται τα αποτελέσματα αναφορικά με τις αποδόσεις του αργού πετρελαίου, στις αποδόσεις των εταιρειών του κλάδου της αυτοκινητοβιομηχανίας για την περίοδο 2010 – 2018. Από την γραφική παράσταση προκύπτει ότι φαίνεται να υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων του αργού πετρελαίου και των εταιρειών του κλάδου της αυτοκινητοβιομηχανίας. Επιπρόσθετα, προκύπτει ότι στη περίοδο 2010-2018 υπήρχαν αυξομειώσεις τόσο στις αποδόσεις του αργού πετρελαίου όσο και στις αποδόσεις των εταιρειών του κλάδου της αυτοκινητοβιομηχανίας (EMC). Χαρακτηριστικό είναι ότι η μέση απόδοση της EMC για την υπό μελέτη περίοδο ήταν 0.045%. Και σε αυτήν την περίπτωση η μέση απόδοση των εταιρειών του κλάδου της αυτοκινητοβιομηχανίας είναι κοντά στο 0 ενώ δεν υπάρχει σαφής ανοδική η καθοδική τάση σε καμία περίοδο. Τα δεδομένα αυτά είναι ένδειξη ότι η χρονοσειρά της PBW είναι στάσιμη με μέση τιμή 0. Παρατηρείται επίσης ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ (2010 – 2018)**



Στον Πίνακα 16 δίνονται τα αποτελέσματα αναφορικά με τις αποδόσεις του αργού πετρελαίου, στις αποδόσεις του δείκτη S&P 500 για την περίοδο 2010 – 2018. Από την γραφική παράσταση προκύπτει ότι φαίνεται να υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων αργού πετρελαίου και του δείκτη S&P 500. Επιπρόσθετα, προκύπτει ότι στη περίοδο 2010-2018 υπήρχαν αυξομειώσεις τόσο στις αποδόσεις του αργού πετρελαίου όσο και του δείκτη S&P 500. Χαρακτηριστικό είναι ότι η μέση απόδοση του S&P 500 για την υπό μελέτη περίοδο ήταν 0.050%. Και σε αυτήν την περίπτωση η μέση απόδοση είναι κοντά στο 0 ενώ δεν υπάρχει σαφής ανοδική ή καθοδική τάση σε καμία περίοδο. Τα δεδομένα αυτά είναι ένδειξη ότι η χρονοσειρά της S&P 500 είναι στάσιμη με μέση τιμή 0. Παρατηρείται επίσης ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ S&P500 (2010 – 2018)**



Τέλος, στον Πίνακα 17 δίνονται τα αποτελέσματα του δείκτη συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων του αργού πετρελαίου με τις αποδόσεις των εταιρειών του κλάδου της αυτοκινητοβιομηχανίας, τις αποδόσεις των εταιρειών του κλάδου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και με την απόδοση του δείκτη S&P 500. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μικρού βαθμού μεταξύ της μέσης απόδοσης των εταιρειών του κλάδου της αυτοκινητοβιομηχανίας και της απόδοσης του πετρελαίου καθώς ο δείκτης συσχέτισης ισούται με 0.1313 ( $r_{EMC-Crude\_oil}=0.1313$ ). Παρόμοια, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μικρού βαθμού μεταξύ της απόδοσης των εταιρειών του κλάδου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της απόδοσης του πετρελαίου καθώς ο δείκτης συσχέτισης ισούται με 0.154 ( $r_{EPBW-Crude\_oil}=0.154$ ). Τέλος, προέκυψε θετική συσχέτιση μικρού βαθμού μεταξύ της απόδοσης του δείκτη S&P 500 και της απόδοσης του πετρελαίου καθώς ο δείκτης συσχέτισης ισούται με 0.1578 ( $r_{S\&P500-Crude\_oil}=0.1578$ ).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ**

	<i>PBW</i>	<i>EMC</i>	<i>S&amp;P 500</i>	<i>Crude oil</i>
<i>PBW</i>	1			
<i>EMC</i>	0.6276	1		
<i>S&amp;P 500</i>	0.7496	0.748	1	
<i>Crude oil</i>	0.154	0.1313	0.1578	1

Οι μικρές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών υποδεικνύουν την μη ύπαρξη πολυσυγγραμικότητας.

#### 4.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανεξάρτητες μεταβλητές την απόδοση των εταιρειών του κλάδου της ηλεκτροκίνησης(EMC), την απόδοση των εταιρειών του κλάδου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας(PBW) και την απόδοση του δείκτη S&P 500 και εξαρτημένη μεταβλητή την τιμή του πετρελαίου (Crudeoil). Τα αποτελέσματα δίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 18. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές ερμηνεύουν το 2.65% της μεταβλητότητας της απόδοσης του πετρελαίου ενώ το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (Significance F=0.000<0.05).

Η εκτιμημένη μορφή της παλινδρόμησης είναι :

$$\text{Crude oil}=0.0001+ 0.0953*\text{PBW}+0.0355*\text{EMC}+0.1896*\text{S\&P500}$$



**ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ**

SUMMARY OUTPUT						
<i>Regression Statistics</i>						
Συντελεστής Πολλαπλής Συσχέτισης (Multiple R)	0.1672					
Συντελεστής Προσδιορισμού R (R <sup>2</sup> )	0.0280					
<b>Προσαρμοσμένος Συντελεστής Προσδιορισμού (Adjusted R-Squared)</b>	<b>0.0265</b>					
Τυπικό Σφάλμα (Standard Error)	0.0201					
Significance F	2036					
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<b>Significance F</b>	
Regression	3	0.024	0.008	19.486	<b>0.000</b>	
Residual	2032	0.824	0.000			
Total	2035	0.847				
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	0.0001	0.000	0.158	0.874	-0.001	0.001
<b>PBW</b>	<b>0.0953</b>	<b>0.041</b>	<b>2.353</b>	<b>0.019</b>	0.016	0.175
<b>EMC</b>	<b>0.0355</b>	<b>0.065</b>	<b>0.546</b>	<b>0.585</b>	-0.092	0.163
<b>S&amp;P 500</b>	<b>0.1896</b>	<b>0.087</b>	<b>2.174</b>	<b>0.030</b>	0.019	0.361

Από την ανάλυση των συντελεστών της παλινδρόμησης προέκυψε πως στατιστικά σημαντική σχέση σε επίπεδο σημαντικότητας 5% με την εξέλιξη της απόδοσης του πετρελαίου έχουν οι μεταβλητές PBW ( $\beta_1=0.0953$ ,  $p\text{-value}=0.019<0.05$ ) και S&P 500 ( $\beta_3=0.1896$ ,  $p\text{-value}=0.030<0.05$ ). Ενώ η μεταβλητή EMC δεν φαίνεται να ερμηνεύει σε σημαντικό βαθμό την εξέλιξη της απόδοσης του πετρελαίου ( $\beta_2=0.0355$ ,  $p\text{-value}=0.585>0.05$ ).

Τέλος, από τους συντελεστές της παλινδρόμησης μπορούμε να πούμε ότι:

- $\beta_1=0.0953$ : Η μεταβολή της απόδοσης της PBW κατά 1 μονάδα αναμένουμε να αυξήσει την εξαρτημένη μας μεταβλητή κατά 0.0953 (θετική συσχέτιση)
- $\beta_2=0.0355$ : Η μεταβολή της απόδοσης της EMC κατά 1 μονάδα αναμένουμε να αυξήσει την εξαρτημένη μας μεταβλητή κατά 0.0355 (θετική συσχέτιση)
- $\beta_3=0.1896$ : Όταν η μεταβολή του δείκτη S&P 500 αυξηθεί κατά 1 μονάδα αναμένουμε να αυξήσει την εξαρτημένη μας μεταβλητή κατά 0.1896 (θετική συσχέτιση)

#### 4.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Σκοπός της ανάλυσης δεδομένων με χρήση ενός μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο η μέση απόδοση μετοχών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία, η απόδοση του δείκτη S&P 500 και η απόδοση της μετοχής Invesco WilderHill Clean Energy ETF (PBW) μπορούν να προβλέψουν την αυξομείωση στην απόδοση του πετρελαίου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα <https://finance.yahoo.com> και εξήχθησαν δεδομένα σχετικά με τους δείκτες που αναφέρθηκαν. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι οι τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές (PBW, EMC και S&P 500) ερμηνεύουν ένα μικρό ποσοστό (της τάξης του 2.65%) της απόδοσης πετρελαίου. Από τις τρεις ανεξάρτητες μεταβλητές στατιστικά σημαντικές ήταν η PBW και η S&P 500. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μια θετική μεταβολή της απόδοσης της PBW αναμένουμε να σχετίζεται με θετική μεταβολή της απόδοσης πετρελαίου.

Παρομοίως, μια θετική μεταβολή της τιμής του S&P 500 αναμένουμε να σχετίζεται με θετική μεταβολή της απόδοσης πετρελαίου. Αντίθετα, μια μεταβολή της απόδοσης του EMC δεν φάνηκε να σχετίζεται με την μεταβολή της απόδοσης του πετρελαίου. Μπορούμε, σε συνδυασμό με τον πίνακα 8, να πούμε ότι η αγορά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας δεν έχει αναπτυχθεί αρκετά έτσι ώστε να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα επίδρασης των τιμών του πετρελαίου. Η στατιστική σημαντικότητα όμως παρέχει ένδειξη ότι μια σημαντική αύξηση του μεριδίου αγοράς των ΑΠΕ, θα μπορούσε να τις καταστήσει σημαντικούς παράγοντες στη διαμόρφωση των τιμών του πετρελαίου.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΒΙΒΛΙΑ&ΑΡΘΡΑ

- Adams, C., Auld, A., Gluyas, J., & Hogg, S. (2015). Geothermal energy - The global opportunity. *Journal of Power and Energy*, Τόμος 229(7), σσ. 747 - 754.
- Argueta, R. (2010). A Technical Research Report: The electric Vehicle. *University of California Santa Barbara*.
- Argueta, R. (2012). A Technical Research Report: The electric Vehicle. *University of California, Santa Barbara*.
- Balat, M., & Ayar, G. (2015). Biomass Energy in the World, Use of Biomass and Potential Trends. *Energy Sources*, Τόμος 27(10), σσ. 931 - 940.
- BBC. (2018, 10 15). *What is fracking and why is it controversial?* Ανάκτηση 01 15, 2019, από BBC: <https://www.bbc.com/news/uk-14432401?fbclid=IwAR38pDDD4wAnjMJSdWqUr6lQOBjsf3p-iflSlPdY5pywVkTQxDcPlMr7nVs>
- BP. (2017, 06). *BP Statistical Review of World Energy* . Ανάκτηση από BP: [https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de\\_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf)
- BP. (2018, 06). *BP Statistical Review of World Energy*. Ανάκτηση από BP: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>
- Demirbas, A. (2007). Focus on the World: Status and Future of Hydropower. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Τόμος 2(3), σσ. 237 - 242.
- Dimitriadis, G. (n.d.). Experimental Aerodynamics Vehicle Aero, . *Lecture 2: A history of car aerodynamics, Experimental Aerodynamics, University of Liège*.
- Enerdata. (2018). *Global Energy Statistical Yearbook 2018*. Ανάκτηση από Enerdata: <https://yearbook.enerdata.net/>
- IEA. (2018). *Electricity*. Ανάκτηση από International Energy Agency: <https://www.iea.org/topics/electricity/>
- Kilian, L. (2016). The Impact of the Shale Oil Revolution on U.S. Oil and Gasoline Prices. *Review of Environmental Economics and Policy*, Τόμος 10(2), σσ. 185 - 205.

- Kirsch, D. A. (1997). The Electric Car and the Burden of History: Studies in Automotive Systems Rivalry in America, 1890-1996. *BUSINESS AND ECONOMIC HISTORY*, Τόμος 26(2), σσ. 304 - 310.
- Labandeira, X., Labeaga, M., & Lopez-Otero, X. (2017). A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. *Energy Policy*, Τόμος 102, σσ. 549 - 568.
- Li, X., Chen, P., & Wang, X. (2017). Impacts of renewables and socioeconomic factors on electric vehicle demands - Panel data studies across 14 countries. *Energy Policy*, Τόμος 109, σσ. 473 - 478.
- Lof, G. (2015). *Solar Energy: An Infinite Source of Clean Energy*. University of Birmingham: Sage Publications, Inc.
- Meyer, K. (2010). Alternative Energy and Oil: Literature Review. *Alternative Investments*.
- Petersen, E. (2017). In search of the wind energy potential. *Technical University of Denmark*.
- Pinske, J., & Van den Buuse, D. (2012). The Development and Commercialization of Solar PV Technology in the Oil Industry. *Energy Policy*, Τόμος 40(1), σσ. 11 - 20.
- Rentschler, J. (2013). Oil Price Volatility, Economic Growth and the Hedging Role of Renewable Energy. *The World Bank, Policy Research Working Paper, 6603*.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2018). *Fossil Fuels*. Ανάκτηση 01 04, 2019, από Our World in Data: <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>
- SEI. (2007). A study on the costs and benefits of hybrid electric and battery electric vehicles in Ireland . *Sustainable Energy Ireland*.
- Van Mierlo, J. (2018). The World Electric Vehicle Journal, The Open Access Journal for the e-Mobility Scene. *World Electric Vehicle Journal*, Τόμος 9(1), σσ. 12 - 16.
- Westbrook, M. H. (2002). The Electric Car: Development and Future of Battery, Hybrid and Fuel-Cell Cars . *IEE Power & Energy Series*, Τόμος 48(3), σσ. 14.
- Yethiraj, A., & Striolo, A. (2013). Fracking: What Can Physical Chemistry Offer? *The Journal of Physical Chemistry Letters*, Τόμος 4(4), σσ. 687 - 690.
- Ε.Ε. (2014). ΟΔΗΓΙΑ 2014/94/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ . *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.
- Ζώτου, Ε. (2016). Υβριδικά Ηλεκτρικά Οχήματα. *Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Μεταπτυχιακή Εργασία*.
- Κολώννας, Χ. (2018, 11 21). *Απαγορευτικό στη μέθοδο fracking από τον Γ. Σταθάκη*. Ανάκτηση 01 15, 2019, από Euro2day: <https://www.euro2day.gr/news/economy/article/1649983/apagoreytiko-sth-methodo-fracking-apo-ton-g-statha.html>

Μπουριώτης, Ι., & Αλευράς, Ζ. (2009). Υβριδικά Οχήματα Προηγμένης Τεχνολογίας. *Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Καβάλας, Πτυχιακή Εργασία.*