

Σεπτέμβριος 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΒΟΛΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Του Σπουδαστή
ΙΩΑΝΝΗ ΜΠΑΤΣΙΟΥ

ΜΕ ΘΕΜΑ:

« Απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα:
πόσο εφικτός είναι ο στόχος της πράσινης συμφωνίας ; »
« Non-dependence on conventional fuels: how feasible is it the target of the green
deal ? »

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΟΛΓΑ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ

ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βεβαιώνω ότι η πτυχιακή εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Για τη συγγραφή της πτυχιακής μου εργασίας δεν έχω χρησιμοποιήσει ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται αναφορά στην πηγή προέλευσης [βιβλίο, άρθρο από εφημερίδα ή περιοδικό, άρθρο από επιστημονικό περιοδικό, ιστοσελίδα, κ.λ.π.].

Ονοματεπώνυμο φοιτητή: ΙΩΑΝΝΗΣ Θ. ΜΠΑΤΣΙΟΣ

Υπογραφή φοιτητή:

Ημερομηνία: 22.10.2023

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	3
Περίληψη	5
Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο 1 Συμβατικά καύσιμα	8
1.1 Ορισμός των καυσίμων και κατηγοριοποίηση αυτών.....	8
1.2 Είδη συμβατικών καυσίμων.....	9
1.2.1 Ορυκτά καύσιμα.....	10
1.2.2 Πυρηνικά καύσιμα	11
1.3 Επιπτώσεις στο περιβάλλον από τα συμβατικά καύσιμα	12
1.3.1 Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα.....	13
1.3.2 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία	14
Κεφάλαιο 2 Εναλλακτικά καύσιμα	16
2.1 Ορισμός των εναλλακτικών καυσίμων.....	16
2.2 Πλεονεκτήματα της χρήσης των εναλλακτικών καυσίμων.....	20
Κεφάλαιο 3 Πράσινη Συμφωνία στον τομέα της ενέργειας.....	23
3.1 Ορισμός της Πράσινης Συμφωνίας	23
3.2 Πράσινη συμφωνία στον τομέα της ενέργειας	25
3.3 Ενεργειακή μετάβαση στην Ελλάδα.....	29
Κεφάλαιο 4 Θεσμικό πλαίσιο για τα καύσιμα & Αποτύπωση της κατάστασης των ΑΠΕ στην Ελλάδα	32
4.1 Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο για τα καύσιμα	32
4.2 Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα	37
4.3 Αποτύπωση της ενσωμάτωσης των ΑΠΕ.....	39
4.4 Επάρκεια των ΑΠΕ και μελλοντικές προβλέψεις.....	44
4.5 Η εξέλιξη των ΑΠΕ μέχρι το 2027.....	46
4.6 Ενεργειακές επενδύσεις από ιδιώτες σε φωτοβολταϊκά	47
4.7 Μέρος της κατανάλωσης που καλύπτει η αυτοπαραγωγή.....	48
Κεφάλαιο 5 Εμπόδια στους στόχους της Πράσινης Συμφωνίας	49
5.1 Εμπόδια για την Ευρώπη	49
5.2 Εμπόδια για την Ελλάδα	50
5.3 Επιρροή του πολέμου της Ουκρανίας στον τομέα της ενέργειας.....	52
Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα	54
Βιβλιογραφία	57

Αρκτικόλεξο

CNG	Compressed Natural Gas
EASAC	European Academies' Science Advisory Council
EUE	Expected Unserved Energy
LNG	Liquefied Natural Gas
LOLE	Loss of Load Expectation
ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΕΣΜΗΕ	Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΕΣΕΚ	Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος
ΙΟΒΕ	Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών
ΛΑΓΗΕ	Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

Περίληψη

Η Πράσινη Συμφωνία είναι συμφωνία που υπογράφηκε από τα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2020. Καθορίζει τις προδιαγραφές για τα μεγάλα έργα για το κλίμα και θέτει τους στόχους που πρέπει να επιτευχθούν για τα επόμενα 30 χρόνια. Όλοι οι τομείς καλούνται να συμμετάσχουν στην κλιματική προσπάθεια για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα έως το 2050. Η πλήρης πρόταση της «πράσινης συμφωνίας» περιλαμβάνει και μεγάλα έργα για την ενέργεια και το κλίμα κατ' επέκταση, τα οποία θα πρέπει να επιτευχθούν τα επόμενα χρόνια. Για να επιτευχθεί η κλιματική ουδετερότητα, δηλαδή οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου να είναι ισοδύναμες με μηδέν ή τουλάχιστον αρκετά χαμηλές ώστε να απορροφώνται από τις καταβόθρες άνθρακα, θα πρέπει να απεξαρτηθεί η κοινωνία από κάθε συμβατικό καύσιμο.

Για τη μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα τόσο οι οδικές, οι αεροπορικές αλλά και οι θαλάσσιες μεταφορές ανεφοδιάζονται με καθαρότερες ενέργειες. Οι κανονισμοί της Πράσινης Συμφωνίας «ReFuelEU Aviation» «FuelEU Maritime» στοχεύουν στην αύξηση του μεριδίου των βιώσιμων καυσίμων στον τομέα των μεταφορών.

Επιπλέον, για να επιτευχθεί η ενεργειακή μετάβαση, η ΕΕ για το 2023 επιδιώκει να αυξήσει από 20% σε 32% τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Και τούτο, γιατί ακόμα και σήμερα, σε ορισμένα κράτη, τα ορυκτά καύσιμα εξακολουθούν να επωφελούνται από μειωμένους φορολογικούς συντελεστές. Κατά συνέπεια, στόχος είναι η εναρμόνιση της φορολογικής νομοθεσίας σε ευρωπαϊκό επίπεδο με την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε βάρος των ρυπογόνων ενεργειών, με την εισαγωγή, για παράδειγμα, του φόρου του άνθρακα.

Είναι πολύ σημαντικό να τηρηθεί κατά γράμμα το σχέδιο δράσης για τις μηδενικές εκπομπές από κάθε ευρωπαϊκή χώρα ενώ παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον να εξεταστεί η προσπάθεια που θα καταβάλει η χώρα μας.

Εισαγωγή

Το 2019, η Πρόεδρος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, παρουσίασε ένα σχέδιο για την αύξηση του στόχου μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της ΕΕ για το 2030 σε τουλάχιστον 50% και προς 55% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Στα πλαίσια του σχεδίου πρόκειται να επανεξεταστεί κάθε υφιστάμενος νόμος για το κλίμα και θα εισαχθούν νέες οδηγίες για την κυκλική οικονομία, την ανακαίνιση κτιρίων, τη βιοποικιλότητα, τη γεωργία και την καινοτομία.

Συγκεκριμένα η πρόεδρος δήλωσε χαρακτηριστικά ότι αυτή η ευρωπαϊκή στιγμή είναι συγκρίσιμη «με εκείνη του ανθρώπου που περπατά στη Σελήνη» γιατί αυτό το σχέδιο φιλοδοξεί να κάνει την Ευρώπη την πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο.

Μέσα σε όλες τις μεταρρυθμίσεις υποστηρίζεται σθεναρά η έρευνα και η καινοτομία στις τεχνολογίες μεταφορών, συμπεριλαμβανομένων των μπαταριών, του καθαρού υδρογόνου, της παραγωγής χάλυβα χαμηλών εκπομπών άνθρακα, των κυκλικών προϊόντων βιοπροέλευσης ως εναλλακτικών καυσίμων.

Μάλιστα το «Ταμείο για μια δίκαιη μετάβαση» θα προικιστεί με σαράντα δισεκατομμύρια ευρώ σε επιδοτήσεις που θα χορηγηθούν στα περισσότερα εξαρτώμενα κράτη της Ένωσης από τα ορυκτά καύσιμα ώστε να επιταχυνθεί η ενεργειακή τους μετάβαση. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποκλείει από αυτό το Ταμείο όλες τις επενδύσεις «που σχετίζονται με την παραγωγή, μετατροπή, διανομή, αποθήκευση ή καύση ορυκτών καυσίμων» καθώς και «την κατασκευή πυρηνικών σταθμών παραγωγής ενέργειας». Προς την ίδια κατεύθυνση, τον Σεπτέμβριο του 2020, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο άνοιξε την πόρτα για τη χρηματοδότηση έργων για τη «διανομή, αποθήκευση ή καύση φυσικού αερίου», τα οποία φιλοδοξούν να αντικαταστήσουν εγκαταστάσεις με καύση άνθρακα, ιδίως σε περιοχές που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον άνθρακα ώστε να επιταχυνθεί η απεξάρτηση τους (Πολωνία, Ρουμανία, Βουλγαρία, Τσεχία και Ισπανία).

Τα εναλλακτικά καύσιμα, γνωστά ως μη συμβατικά και προηγμένα καύσιμα, είναι οποιαδήποτε υλικά ή ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα, εκτός από τα συμβατικά καύσιμα. Μερικά γνωστά εναλλακτικά καύσιμα περιλαμβάνουν βιοντίζελ, βιοαλκοόλη (μεθανόλη, αιθανόλη, βουτάνιο), καύσιμο που προέρχεται από απορρίμματα, χημικά αποθηκευμένο ηλεκτρισμό (μπαταρίες και κυψέλες καυσίμου),

υδρογόνο, μη ορυκτό μεθάνιο, μη ορυκτό φυσικό αέριο, φυτικό έλαιο, προπάνιο και άλλες πηγές βιομάζας.

Συνολικά, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των συμβατικών καυσίμων είναι σημαντικές και εκτεταμένες και οι προσπάθειες για μετάβαση σε καθαρότερες και πιο βιώσιμες πηγές ενέργειας είναι όλο και πιο επείγουσες.

Η παρούσα εργασία θα εστιάσει στην πορεία απεξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα, στις επιταγές της πράσινης συμφωνίας καθώς και στους στόχους που θέτουν οι ευρωπαϊκές χώρες για να επιτύχουν την ενεργειακή μετάβαση ενώ θα δομηθεί σε έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση των διαφόρων τύπων συμβατικών καυσίμων, με έμφαση στις χρήσεις τους και τις επιπτώσεις που έχουν στο περιβάλλον και την αλλαγή του κλίματος. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εναλλακτικά καύσιμα τα οποία αντιπροσωπεύουν μια προσέγγιση πιο βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική στην παραγωγή ενέργειας, εστιάζοντας στα πλεονεκτήματα των εναλλακτικών καυσίμων, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα.

Το τρίτο κεφάλαιο εξετάζεται ο ρόλος που διαδραματίζει η πράσινη συμφωνία στη μετάβαση προς πιο βιώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον ενεργειακές πρακτικές και αναλύονται οι πράσινες πολιτικές επηρεάζουν την ενεργειακή παραγωγή, την κατανάλωση και τη διαχείριση των πόρων. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το ισχύον θεσμικό πλαίσιο στην Ευρώπη και στην Ελλάδα ενώ επίσης τονίζεται η σημασία της συνεργασίας μεταξύ κυβερνήσεων, επιχειρήσεων και κοινωνίας για την επίτευξη των στόχων της πράσινης συμφωνίας στον τομέα της ενέργειας. Το πέμπτο κεφάλαιο εστιάζει στις προκλήσεις και τα εμπόδια που αντιμετωπίζονται κατά την προσπάθεια επίτευξης των στόχων της πράσινης συμφωνίας. Παρουσιάζει μια λεπτομερή ανάλυση των κυριότερων προβλημάτων και εμποδίων που πρέπει να αντιμετωπίσουν ο κρατικός μηχανισμός, οι επιχειρηματίες και οι κοινωνίες κατά την προσπάθεια υλοποίησης της πράσινης ατζέντας. Τέλος στο έκτο κεφάλαιο συνοψίζονται τα κύρια σημεία και βγαίνουν τα συμπεράσματα της συγκεκριμένης εργασίας.

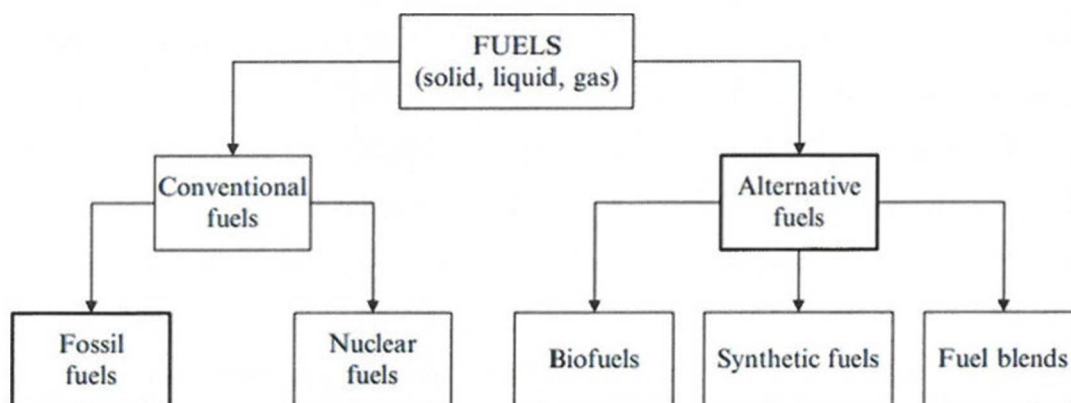
Κεφάλαιο 1 Συμβατικά καύσιμα

1.1 Ορισμός των καυσίμων και κατηγοριοποίηση αυτών

Ως «καύσιμο» θεωρείται κάθε υλικό που δύναται να τροποποιηθεί και να απελευθερώσει ενέργεια με τη μορφή θερμότητας. Η διαδικασία της τροποποίησης υποδηλώνει ότι λαμβάνει χώρα μια φυσική ή χημική διεργασία στην οποία υπόκειται το καύσιμο και απελευθερώνεται ενέργεια. Τα καύσιμα διακρίνονται σε στερεά όπως ο άνθρακας, υγρά όπως το πετρέλαιο ή αέρια όπως το φυσικό αέριο. Επιπλέον χωρίζονται σε συμβατικά ή εναλλακτικά. Τα συμβατικά καύσιμα περιλαμβάνουν ορυκτά και πυρηνικά καύσιμα (Dinçer et al., 2012).

Τα εναλλακτικά καύσιμα είναι μη συμβατικά καύσιμα και λαμβάνονται από τη βιομάζα τα οποία ονομάζονται και βιοκαύσιμα ή από ορυκτά καύσιμα και ονομάζονται συνθετικά καύσιμα με βάση τα ορυκτά καύσιμα). Τα μείγματα ορυκτών καυσίμων και βιοκαυσίμων θεωρούνται επίσης εναλλακτικά καύσιμα όπως για παράδειγμα μείγμα βενζίνης + βιοαιθανόλης.

Οι κατηγορίες των καυσίμων απεικονίζονται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1 Κατηγοριοποίηση καυσίμων (Dinçer et al., 2012)

Η βιομάζα προέρχεται από το βιολογικό υλικό των ζωντανών οργανισμών, το οποίο θεωρείται και ως εναλλακτικό καύσιμο και ως πηγή υλικών για την παραγωγή συνθετικών καυσίμων. Κατά την καύση της βιομάζας εκπέμπεται επίσης διοξείδιο του άνθρακα, ωστόσο, ο εκπεμπόμενος άνθρακας επιστρέφεται στον παγκόσμιο κύκλο

άνθρακα μόνο με αυτόν τον τρόπο, γι' αυτό θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (Rahman, et al., 2022).

Η βιώσιμη ανάπτυξη ενέργειας απαιτεί εναλλακτικά καύσιμα, τα οποία θεωρούνται καθαρότερο μέσο αποθήκευσης χημικής ενέργειας σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα (Xydis, 2020).

Σε αυτό το κεφάλαιο, τα ορυκτά καύσιμα και τα εναλλακτικά καύσιμα εισάγονται και συγκρίνονται από την άποψη της ενέργειας και της ενέργειας ανά αποθηκευμένη μάζα και όγκο και τις σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η βιομάζα εκπέμπει επίσης διοξείδιο του άνθρακα όταν καίγεται. Ωστόσο, ο εκπεμπόμενος άνθρακας επιστρέφεται στον παγκόσμιο κύκλο άνθρακα μόνο με αυτόν τον τρόπο. Έτσι, η βιομάζα θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η βιομάζα αντιπροσωπεύει βιολογικό υλικό των πρόσφατα ζωντανών οργανισμών, το οποίο θεωρείται και ως εναλλακτικό καύσιμο και ως πηγή υλικών για την παραγωγή συνθετικών καυσίμων (Rahman, et al., 2022).

Μεγάλο μέρος των άμεσων ενεργειακών αναγκών καλύπτεται από τη χρήση καυσίμων όπως η βενζίνη, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Τα καύσιμα χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των μέσων μεταφοράς, για την τροφοδοσία των σταθμών παραγωγής ενέργειας και για τη θέρμανση των σπιτιών. Τα περισσότερα καύσιμα που προέρχονται από το πετρέλαιο, όπως η βενζίνη και το ντίζελ, είναι ένα σύνθετο μείγμα ουσιών που ονομάζονται υδρογονάνθρακες και μπορεί να περιέχουν άλλες χημικές ουσίες που ονομάζονται πρόσθετα. Άλλα καύσιμα, που διαφημίζονται ως υποκατάστατα των παραδοσιακών ορυκτών καυσίμων, περιλαμβάνουν το προπάνιο, τη μεθανόλη και τα βιοκαύσιμα, τα οποία προέρχονται από βιολογικό υλικό όπως το καλαμπόκι ή το λάδι canola (EIA, 2021).

1.2 Είδη συμβατικών καυσίμων

Όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, τα συμβατικά καύσιμα χωρίζονται σε **ορυκτά** και **πυρηνικά** καύσιμα (Dinçer et al., 2012).

Τα ορυκτά καύσιμα αντιπροσωπεύουν την απολιθωμένη βιομάζα, η οποία αποθηκεύει άνθρακα εκτός του φυσικού κύκλου του άνθρακα στα ιζήματα για μεγάλο χρονικό

διάστημα. Όταν καίγονται απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι στην υπερθέρμανση του πλανήτη (Soeder & Soeder, 2021).

Τα πυρηνικά καύσιμα, τροποποιούνται μέσω μιας αλυσιδωτής πυρηνικής αντίδρασης σχάσης και παράγουν χρήσιμη ενέργεια με τη μορφή θερμότητας υψηλής θερμοκρασίας (Energy, 2021).

Αυτές οι δύο κατηγορίες συμβατικών καυσίμων θα μελετηθούν περαιτέρω στη συνέχεια.

1.2.1 Ορυκτά καύσιμα

Όλα τα ορυκτά καύσιμα είναι φυσικοί υδρογονάνθρακες με αυξανόμενη πυκνότητα, από το φυσικό αέριο και τα ελαφρά και βαρέα έλαια, μέχρι την ασφαλτο, την κηροζίνη και τους χουμικούς άνθρακες. Για παράδειγμα ο άνθρακας και το πετρέλαιο σχηματίζονται από τα απολιθωμένα υπολείμματα αρχαίων φυτών ή ζώων και από έκθεση αυτών σε υψηλή θερμότητα - πίεση απουσία οξυγόνου στον φλοιό της Γης για εκατοντάδες εκατομμύρια ετών. Ωστόσο ο όρος ορυκτά καύσιμα περιλαμβάνει επίσης φυσικούς πόρους που περιέχουν υδρογονάνθρακες που δεν προέρχονται εξ ολοκλήρου από βιολογικές πηγές, όπως η πίσσα άμμος (Dinçer et al., 2012).

Τα ορυκτά καύσιμα περιέχουν υψηλά ποσοστά άνθρακα και περιλαμβάνουν άνθρακα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Κυμαίνονται από πτητικά υλικά με χαμηλή αναλογία άνθρακα: υδρογόνο όπως το μεθάνιο, έως υγρό πετρέλαιο έως μη πτητικά υλικά που αποτελούνται από σχεδόν καθαρό άνθρακα, όπως ο άνθρακας ανθρακίτη. Το μεθάνιο μπορεί να βρεθεί σε πεδία υδρογονανθράκων, μόνο του, σε συνδυασμό με πετρέλαιο ή με τη μορφή αλάτων μεθανίου (κλαθρικά άλατα clathrates) (Chemeurope Fossil_fuel, 2023).

Ενώ η πυκνότητα αυξάνεται, η αναλογία μεταξύ των ατόμων υδρογόνου και άνθρακα (H/C) για 1 mol ουσίας μειώνεται από περίπου 4 για το φυσικό αέριο (που περιλαμβάνει κυρίως μεθάνιο) σε 0,7 ειδικά για τον άνθρακα. Σε έναν υδρογονάνθρακα, η αναλογία H/C δείχνει την αρωματικότητα, που είναι η ικανότητα του μορίου να σχηματίζει αρωματικούς δακτυλίους ομοιοπολικών δεσμών. Λόγω της υψηλότερης αρωματικότητας, τα μόρια των βαρύτερων υδρογονανθράκων είναι πιο σταθερά και επομένως πιο δύσκολο να σπάσουν (Angikath et al., 2021).

Ως μη ανανεώσιμοι πόροι τα ορυκτά καύσιμα, χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια για να σχηματιστούν και τα αποθέματα τους εξαντλούνται πολύ πιο γρήγορα από ό,τι δημιουργούνται. Κατά συνέπεια αυτά τα καύσιμα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με σύνεση. Λόγω του ότι η παραγωγή και η χρήση των ορυκτών καυσίμων εγείρει περιβαλλοντικά ζητήματα βρίσκεται σε εξέλιξη μια παγκόσμια κίνηση προς την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για να καλυφθούν οι αυξημένες ενεργειακές ανάγκες (Erickson, et al., 2018).

Η καύση των ορυκτών καυσίμων παράγει περίπου 34 δισεκατομμύρια τόνους (34 γιγατόνους) διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ετησίως, ενώ υπολογίζεται ότι οι φυσικές διεργασίες μπορούν να απορροφήσουν μόνο περίπου το ήμισυ αυτής της ποσότητας, επομένως υπάρχει καθαρή αύξηση 10,65 δισεκατομμυρίων τόνων ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα ετησίως (ένας τόνος ατμοσφαιρικού άνθρακα ισοδυναμεί με 44/12 ή 3,7 τόνους διοξειδίου του άνθρακα) (World-nuclear.org, 2023).

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου που ενισχύει την ακτινοβολία και συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη, προκαλώντας την αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας της Γης ως απάντηση, κάτι που η συντριπτική πλειοψηφία των επιστημόνων του κλίματος συμφωνεί ότι θα προκαλέσει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις (education.nationalgeographic.org/resource/fossil-fuels/, 2023)

1.2.2 Πυρηνικά καύσιμα

Το πυρηνικό καύσιμο είναι ένα υλικό που μπορεί να «καεί» με πυρηνική σχάση ή σύντηξη για την παραγωγή πυρηνικής ενέργειας. Το πυρηνικό καύσιμο μπορεί να αναφέρεται στο ίδιο το καύσιμο ή σε φυσικά αντικείμενα όπως δέσμες αποτελούμενες από ράβδους καυσίμου, αναμεμειγμένου με δομικά υλικά, υλικά μετριασμού νετρονίων ή ανακλαστικά νετρονίων (Wigeland et al., 2014).

Τα περισσότερα πυρηνικά καύσιμα περιέχουν βαριά σχάσιμα στοιχεία που είναι ικανά για πυρηνική σχάση. Το πυρηνικό καύσιμο «καίγεται» με πυρηνική σχάση ή σύντηξη και παράγει πυρηνική ενέργεια. Όταν αυτά τα καύσιμα χτυπηθούν από νετρόνια, είναι με τη σειρά τους ικανά να εκπέμψουν νετρόνια όταν διασπώνται. Αυτό καθιστά δυνατή μια αυτοσυντηρούμενη αλυσιδωτή αντίδραση που απελευθερώνει ενέργεια με

ελεγχόμενο ρυθμό σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα (education.nationalgeographic.org/resource/fossil-fuels/, 2023).

Τα πιο κοινά σχάσιμα πυρηνικά καύσιμα είναι το ουράνιο-235 (^{235}U) και το πλουτώνιο-239 (^{239}Pu). Η εξόρυξη, διύλιση, ο καθαρισμός, η χρήση και η διάθεση του πυρηνικού καυσίμου αποτελούν τον κύκλο του πυρηνικού καυσίμου. Δεν παράγουν όλα τα είδη πυρηνικών καυσίμων ενέργεια από την πυρηνική σχάση (Raymond, 2009).

1.3 Επιπτώσεις στο περιβάλλον από τα συμβατικά καύσιμα

Τα συμβατικά καύσιμα, προκαλούν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε ολόκληρο τον κύκλο της ζωής τους, συμπεριλαμβανομένης της εξόρυξης, της μεταφοράς, της διύλισης και της καύσης. Η σημαντικότερη επίπτωση που δημιουργούν και αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα σήμερα, αφορά την κλιματική αλλαγή. Άλλες επιπτώσεις που σχετίζονται με το κλίμα, είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η οξίνιση των ωκεανών και τα ακραία καιρικά φαινόμενα (Clientearth.org, 2023).

Επιπλέον από τα συμβατικά καύσιμα προκαλείται σοβαρή ατμοσφαιρική ρύπανση. Η καύση των ορυκτών καυσίμων απελευθερώνει ποικιλία επιβλαβών ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως οξείδια του αζώτου (NO_x), το διοξείδιο του θείου (SO_2), σωματίδια (PM) και πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) οι οποίες συμβάλλουν στον σχηματισμό αιθαλομίχλης και μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία, προκαλώντας αναπνευστικές και καρδιαγγειακές παθήσεις.

Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι η εξόρυξη και η μεταφορά των ορυκτών καυσίμων μπορεί να οδηγήσει σε ρύπανση του νερού μέσω διαρροών και άλλων ατυχημάτων. Οι πετρελαιοκηλίδες, για παράδειγμα, μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στα υδάτινα οικοσυστήματα και την άγρια ζωή. Κατά τον ίδιο τρόπο, η εξόρυξη και η επεξεργασία των ορυκτών καυσίμων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στις χρήσεις γης, συμπεριλαμβανομένης της καταστροφής οικοτόπων και της αποψίλωσης των δασών.

Τέλος η διύλιση και η παραγωγή των ορυκτών καυσίμων δύναται να δημιουργήσει μεγάλες ποσότητες αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των τοξικών υποπροϊόντων όπως τα βαρέα μέταλλα και το θειικό οξύ (Acar & Dincer, 2017).

Στη συνέχεια θα εξεταστούν, δύο από τις σημαντικότερες επιπτώσεις των ορυκτών καυσίμων.

1.3.1 Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα

Όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, η καύση των συμβατικών καυσίμων παράγει μεγάλη ποσότητα χημικών ουσιών που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, άρα η κατανάλωση τους συμβάλλει σημαντικά στην ατμοσφαιρική ρύπανση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Η κύρια επίδραση των συμβατικών καυσίμων στην ατμόσφαιρα είναι μέσω της απελευθέρωσης GHG, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), του μεθανίου (CH_4) και οξειδίου του αζώτου (N_2O), συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή διότι παγιδεύουν θερμότητα στην ατμόσφαιρα οδηγώντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, την υπερθέρμανση του πλανήτη και στην κλιματική αλλαγή (Montzka, et al., 2011).

Η καύση των ορυκτών συμβατικών καυσίμων δημιουργεί ρύπους όπως τα συσσωματώματα από ανθρακούχα συστατικά, οξείδια του αζώτου (NO_x), οξείδια του θείου (SO_x), το βενζόλιο, τους άκαυστους υδρογονάνθρακες, τα σωματίδια (PM) και τις πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs). Υπό την παρουσία του ηλιακού φωτός, τα NO_x αντιδρούν, συνήθως, με άκαυστους υδρογονάνθρακες και O_3 , για να σχηματίσουν αιθαλομίχλη. Ένα αξιοσημείωτο ποσοστό σωματιδίων καπναιθάλης ή αιθαλομίχλης παράγεται από τα στερεά ή υγρά καύσιμα σε μηχανές Diesel υψηλής συμπίεσης (Jones et al., 2014).

Τα NO_x παράγονται απευθείας από στερεά ανθρακούχα καύσιμα που περιέχουν συστατικά όπως NH_3 , C_5NH_5 (πυριδίνη). Στην καύση των στερεών ανθρακούχων καυσίμων, αυτές οι ουσίες ατμοποιούνται κατά τη διάρκεια της αεριοποίησης και αντιδρούν για να παράξουν NO στην αέρια φάση μέσα από πολλές ενδιάμεσες αντιδράσεις. Σχηματίζονται δηλαδή είτε από το N_2 το οποίο αντιδρά με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας.

Η όξινη βροχή που παράγεται από τις εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO_2) και οξειδίων του αζώτου (NO_x) μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο έδαφος, το νερό και τα οικοσυστήματα. Η όξινη βροχή δημιουργείται από την πιο καταστροφική ομάδα ατμοσφαιρικών ρύπων τα οξείδια του θείου SO_x , τα οποία βλάπτουν το αναπνευστικό και είναι καρκινογόνα. Συνδυαζόμενα με την υγρασία που υπάρχει στην ατμόσφαιρα

σχηματίζουν το θειϊκό οξύ το οποίο δημιουργεί την όξινη βροχή με συνέπειες στα εδάφη και την υδρόβια ζωή (Mohajan, 2018).

Σημαντική επίπτωση είναι και η καταστροφή του όζοντος. Η παραγωγή και χρήση ορισμένων συμβατικών καυσίμων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) και οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs), μπορεί επίσης να συμβάλει στην καταστροφή της στιβάδας του όζοντος. Αυτό μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων των αυξημένων ποσοστών καρκίνου του δέρματος και της βλάβης στα υδάτινα οικοσυστήματα.

Το όζον ως δευτερογενής ρύπος, με την έννοια ότι σχηματίζεται κατά τη διάρκεια πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων μεταξύ υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου που υπάρχουν στο κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα) και προέρχονται, σε σημαντικό μέρος, από εκπομπές αυτοκινήτων. Αυτό αλλοιώνει τα οικοσυστήματα, οξινίζει λίμνες και ποτάμια, αλλάζει τις ιδιότητες του εδάφους και έτσι απειλεί την υδρόβια πανίδα και χλωρίδα. Η ρύπανση από το όζον βλάπτει τα φύλλα των δέντρων και πολλών φυτών (Fang et al., 2018).

Όλοι οι παραπάνω αναφερόμενοι ρύποι έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, τα οικοσυστήματα και το κλίμα.

1.3.2 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

Ο ΟΗΕ επεσήμανε σε έκθεσή του (GEO-4), ότι «η καύση των ορυκτών καυσίμων στους σταθμούς παραγωγής ενέργειας και στα οχήματα είναι η κύρια πηγή εκπομπών CO₂, SO₂ και NO_x», δηλώνοντας ότι «οι δεσμοί μεταξύ της έκθεσης σε ατμοσφαιρικούς ρύπους και στα προβλήματα υγείας του ανθρώπου είναι ξεκάθαρα.

Οι επιπτώσεις στην υγεία μπορεί να είναι πολύ σοβαρές, μάλιστα ο κίνδυνος για την υγεία συνδέεται με τους ρύπους του εξωτερικού αέρα, για αυτό το λόγο καθορίζονται πρότυπα και κανονισμοί για τα καύσιμα και την προστασία της υγείας.

Στα πρώτα χρόνια της δεκαετίας, η ατμοσφαιρική ρύπανση εκτιμήθηκε ότι προκάλεσε πρόωρους θανάτους στις Ηνωμένες Πολιτείες και στον Καναδά, ενώ είναι γνωστό ότι προάγει το άσθμα, με αύξηση στον αριθμό των περιπτώσεων των παιδιών. Ο υδράργυρος που εκπέμπεται από την καύση άνθρακα σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής

εισέρχεται στην τροφική αλυσίδα, επηρεάζοντας τους πληθυσμούς (Goel & Vohra, 2019).

Ως καύσιμο, η βενζίνη μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία πριν αλλά και μετά την καύση. Πριν την καύση οι άνθρωποι είναι εκτεθειμένοι στις αναθυμιάσεις βενζίνης και έπειτα στα καυσαέρια του βενζινοκινητήρα. Η βενζίνη είναι ένα εξαιρετικά πτητικό μείγμα φυσικών υδρογονανθράκων και άλλων οργανικών χημικών ουσιών που προέρχονται από το αργό πετρέλαιο. Οι άνθρωποι είναι εκτεθειμένοι στα καυσαέρια του βενζινοκινητήρα όταν οδηγούν σε κίνηση ή περπατούν σε πολυσύχναστους δρόμους. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε σωματίδια και άλλες τοξικές χημικές ουσίες, αυτά τα αέρια προκαλούν αναπνευστικές παθήσεις και καρδιαγγειακά συμπτώματα. Πολλές από τις βλαβερές συνέπειες που παρατηρούνται μετά την έκθεση στη βενζίνη προκαλούνται από συγκεκριμένες χημικές ουσίες, όπως το βενζόλιο (Jones et al., 2014).

Κεφάλαιο 2 Εναλλακτικά καύσιμα

2.1 Ορισμός των εναλλακτικών καυσίμων

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα εναλλακτικά καύσιμα ορίζονται από την Οδηγία 2014/94/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων.

Ως «εναλλακτικά καύσιμα» ορίζονται τα καύσιμα ή οι πηγές ενέργειας που χρησιμεύουν, τουλάχιστον εν μέρει, ως υποκατάστατα των πηγών ορυκτού πετρελαίου στον ενεργειακό εφοδιασμό των μεταφορών και έχουν τη δυνατότητα να συμβάλουν στην απεξάρτηση από τον άνθρακα και στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων του τομέα των μεταφορών. Περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων (Οδηγία 2014/94/ΕΕ):

- ηλεκτρισμός,
- υδρογόνο,
- βιοκαύσιμα όπως ορίζονται στο σημείο i) του άρθρου 2 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ,
- συνθετικά και παραφινικά καύσιμα,
- φυσικό αέριο, συμπεριλαμβανομένου του βιομεθανίου, σε αέρια μορφή (συμπιεσμένο φυσικό αέριο CNG - Compressed Natural Gas) και σε υγροποιημένη μορφή (υγροποιημένο φυσικό αέριο LNG – Liquefied natural gas), και
- υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG)

Μάλιστα στην πρόταση κανονισμού για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, τα εναλλακτικά καύσιμα ταξινομούνται σε 3 διακριτές κατηγορίες.

Κατηγορίες	Εναλλακτικά καύσιμα
Εναλλακτικά ορυκτά καύσιμα για μια μεταβατική φάση	φυσικό αέριο, σε αέρια μορφή (συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG)) και σε υγροποιημένη μορφή (υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG))
	υγραέριο (LPG)
	συνθετικά και παραφινικά καύσιμα που παράγονται από μη ανανεώσιμη ενέργεια
Εναλλακτικά καύσιμα για οχήματα μηδενικών εκπομπών ρύπων	Ηλεκτρική ενέργεια
	Υδρογόνο
	Αμμωνία
Ανανεώσιμα καύσιμα	"καύσιμα βιομάζας", δηλ. αέρια και στερεά καύσιμα που παράγονται από βιομάζα
	"βιοκαύσιμα" δηλ. υγρό καύσιμο για μεταφορά που παράγεται από βιομάζα

Στα εναλλακτικά καύσιμα αντί των ορυκτών καυσίμων, ανήκουν τα βιοκαύσιμα, τα μείγματα καυσίμων και τα συνθετικά καύσιμα. Η ανάγκη για εναλλακτικά καύσιμα όπως εκτέθηκε οφείλεται αφενός στο γεγονός ότι τα ορυκτά καύσιμα εξαντλούνται, επομένως πρέπει να ανακαλυφθούν νέες πηγές καυσίμων, αφετέρου δε στις υψηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες συνδέονται με την καύση ορυκτών καυσίμων και είναι επιθυμητό να περιοριστούν (Bae & Kim 2017).

- Βιοκαύσιμα είναι καύσιμα που προέρχονται από βιομάζα μέσω διαφόρων φυσικών ή/και χημικών (βιοχημικών) διεργασιών. Μπορούν να είναι στερεά, υγρά ή αέρια.

Ένας πιο ακριβής ορισμός του βιοκαυσίμου, δίνεται από το Speight (2008). Βιοκαύσιμο είναι κάθε καύσιμο που προέρχεται από βιομάζα με τουλάχιστον 80% περιεκτικότητα κατ' όγκο υλικών που προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς. Εάν το καύσιμο είναι αέριο, ονομάζεται βιοαέριο, αυτό που βρίσκεται σε μορφή στερεού όπως το ξύλο, αναφέρεται με τον όρο βιομάζα συνήθως, ενώ για τα υγρά, ο πιο συχνός όρος είναι βιοκαύσιμο όπως το βιοντίζελ (Speight & Singh, 2014).

Δεδομένου ότι τα ζωντανά είδη βασίζονται τελικά στην ηλιακή ενέργεια για τη ζωή, φαίνεται ότι η βιομάζα είναι ένας πραγματικός ανανεώσιμος πόρος ενέργειας. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος χρήσης της ενέργειας από βιομάζα είναι η απευθείας αποτέφρωση για την παραγωγή θερμότητας. Η θερμική ενέργεια που λαμβάνεται μπορεί στη συνέχεια να μετατραπεί σε ηλεκτρική με τη βοήθεια θερμικών μηχανών (δηλαδή, κύκλος Rankine). Υπάρχουν άλλοι τρόποι χρήσης της ενέργειας από βιομάζα, συμπεριλαμβανομένης της αεριοποίησης, της ζύμωσης για την παραγωγή βιοαερίου ή αλκοολών.

- Συνθετικά καύσιμα μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας είτε ανανεώσιμες είτε μη ανανεώσιμες πηγές, ξεκινώντας από υλικά όπως νερό, αέρας και διοξείδιο του άνθρακα ή ξεκινώντας από ορυκτά καύσιμα. Για παράδειγμα, η ηλεκτρόλυση του νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λήψη υδρογόνου ή η διαδικασία Fischer-Tropsch¹ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λήψη συνθετικού καυσίμου ντίζελ από άνθρακα ή βιομάζα.

¹ Η διαδικασία Fischer-Tropsch (FT) αποτελεί χημική διαδικασία η οποία χρησιμοποιείται για τη μετατροπή συνθετικού αερίου σε υγρούς υδρογονάνθρακες. Περιλαμβάνει μια σειρά χημικών αντιδράσεων που μετατρέπουν τον υδρογόνο (H₂) και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) σε διάφορες

- Μείγματα καυσίμων είναι μείγματα συμβατικών και συνθετικών καυσίμων ή βιοκαυσίμων που είναι πολύ ελκυστικά ως λύση μετάβασης προς έναν καθαρότερο τομέα μεταφορών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το μείγμα βενζίνης-αιθανόλης, το οποίο χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες. Τα μείγματα βοηθούν στη μείωση των εκπομπών CO₂ (Zandonai et al., 2016).

Εναλλακτικά ορυκτά καύσιμα για τη μεταβατική φάση

Τα καύσιμα που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην επίτευξη μηδενικών εκπομπών στον τομέα των μεταφορών, όπως:

- Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG): Προέρχεται από αργό πετρέλαιο και φυσικό αέριο, και στο μέλλον επίσης από βιομάζα. Εκπέμπει 35% λιγότερο CO₂ από τον άνθρακα, 12% λιγότερο CO₂ από το πετρέλαιο και σχεδόν καθόλου επικίνδυνα λεπτά σωματίδια. Υπάρχει μια καλά εδραιωμένη υποδομή για το υγραέριο αυτοκινήτων, γνωστό και ως autogas, σε ορισμένες χώρες, αλλά καθώς τα πρότυπα γίνονται πιο αυστηρά, το LPG δεν θα είναι σε θέση να προσφέρει τις βαθιές μειώσεις εκπομπών που απαιτούνται.
- Συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG): παράγεται με συμπίεση φυσικού αερίου (συνήθως μεθανίου).
- Υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG): παράγεται με τον καθαρισμό του φυσικού αερίου (συνήθως μεθανίου) και την υπερψύξη του για να μετατραπεί σε υγρό. Δεν έχει σημαντικές δυνατότητες μείωσης των εκπομπών, γι' αυτό οι ευρωβουλευτές δεν είναι υπέρ της χρήσης του στις οδικές μεταφορές.
- Τα συνθετικά και παραφινικά καύσιμα παρασκευάζονται από βιομάζα ή φυσικό αέριο, καθώς και φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη (Lee et al., 2014).

Εναλλακτικά καύσιμα για οχήματα μηδενικών εκπομπών ρύπων

Τα εναλλακτικά καύσιμα για οχήματα μηδενικών εκπομπών περιλαμβάνουν ηλεκτρική ενέργεια, υδρογόνο και αμμωνία.

χημικές ενώσεις υδρογονανθράκων. Ο σκοπός της εν λόγω μετατροπής είναι η παραγωγή συνθετικού αργού πετρελαίου από άνθρακα ή αέριο.

Η ηλεκτρική ενέργεια για τα αυτοκίνητα προέρχεται από διαφορετικές πηγές, όπως σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με καύση ορυκτών καυσίμων, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πυρηνικούς σταθμούς. Τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, ενώ οι υβριδικές διαμορφώσεις απαιτούν λιγότερο λάδι και μειώνουν τις εκπομπές CO₂.

Το υδρογόνο, που χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για φορτηγά, εξάγεται από νερό ή οργανικές ενώσεις. Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος και η ενεργειακή απόδοση του υδρογόνου εξαρτώνται από τον τρόπο παραγωγής του - δηλαδή μέσω ανανεώσιμων πηγών όπως η ηλιακή ενέργεια, ο άνεμος ή το βιοαέριο ή με τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Η αμμωνία μπορεί να συμβάλει σε ουσιαστική μείωση των συνολικών εκπομπών CO₂, επειδή τα μόνα υποπροϊόντα της αμμωνίας είναι το νερό και το άζωτο.

Η ηλεκτρική ενέργεια θεωρείται εναλλακτικό καύσιμο στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής στρατηγικής για τα εναλλακτικά καύσιμα και του νέου προτεινόμενου κανονισμού για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί από τρεις κύριες πηγές: (1) ορυκτό άνθρακα, (2) πυρηνική και (3) ανανεώσιμη. Στην ΕΕ το 2019, το 39% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε προήλθε από σταθμούς παραγωγής ενέργειας που καίνε ορυκτά καύσιμα και το 35% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ το 26% προερχόταν από πυρηνικούς σταθμούς. Μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το μεγαλύτερο μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε προήλθε από ανεμογεννήτριες (13%), υδροηλεκτρικούς σταθμούς (12%), βιοκαύσιμα (6%) και ηλιακή ενέργεια (4%) (Li & Loo, 2014).

Ανανεώσιμα καύσιμα

Τα ανανεώσιμα καύσιμα περιλαμβάνουν καύσιμα από βιομάζα και βιοκαύσιμα, συνθετικά και παραφινικά καύσιμα, αλλά και αμμωνία (που αναφέρεται παραπάνω), που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Τα βιοκαύσιμα είναι βιοδιασπώμενα καύσιμα, που παράγονται τοπικά από φυτικά έλαια, ζωικά λίπη ή ανακυκλωμένο λίπος εστιατορίων. Αυτή τη στιγμή αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς τύπους εναλλακτικών καυσίμων. Αντιπροσωπεύουν το 4,4% της κατανάλωσης καυσίμου στις μεταφορές της ΕΕ. Μπορούν να συμβάλουν σε σημαντική μείωση των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ εάν παράγονται με βιώσιμο τρόπο.

Ωστόσο, υπάρχει ο κίνδυνος να χρησιμοποιούν γη που θα είχαν χρησιμοποιηθεί για άλλους σκοπούς, όπως τρόφιμα ή φυτική παραγωγή (Gomes et al., 2014).

2.2 Πλεονεκτήματα της χρήσης των εναλλακτικών καυσίμων

Η χρήση βιοκαυσίμων δημιουργεί την ευκαιρία να μετριαστούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Είναι σημαντικό να αξιολογείται το δυναμικό μετριασμού του άνθρακα για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση όταν χρησιμοποιείται βιοκαύσιμο.

Η χρήση εναλλακτικού καυσίμου είναι ένας καλός τρόπος για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα και αυτό γιατί τα βιοκαύσιμα, απελευθερώνουν τον άνθρακα που έχει αφαιρεθεί από την ατμόσφαιρα από τις καλλιέργειες από τις οποίες παράγονται. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα βιοκαύσιμα θεωρούνται ως καθαρά καύσιμα. Ομοίως, το ανανεώσιμο καύσιμο του φυσικού αερίου που παράγεται από αέριο χωματερής ή αέριο λυμάτων μπορεί να θεωρηθεί καύσιμο με αρνητική ένταση άνθρακα (Hanaki & Portugal-Pereira 2018).

Μάλιστα τα εναλλακτικά καύσιμα παρουσιάζουν μια ποικιλία επιλογών για τις κοινωνίες που θέλουν να μειώσουν το αποτύπωμα του άνθρακα. Η μετάβαση σε CNG ή LPG μπορεί να οδηγήσει σε θετικά αποτελέσματα, παρά την απολιθωμένη φύση τους ενώ η χρήση καυσίμου με υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθανόλη ή βιοντίζελ μπορεί επίσης να είναι αποτελεσματική. Ενώ η περαιτέρω μείωση των εκπομπών CO₂, μπορεί να επιτευχθεί με την πλήρη μετατροπή σε βιοντίζελ των φυτικών ελαίων που έχουν υποστεί επεξεργασία με υδρογονάνθρακες, αιθανόλη, ανανεώσιμο φυσικό αέριο ή ακόμα και υδρογόνο.

Τα εναλλακτικά καύσιμα καθαρής καύσης, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά. Για παράδειγμα, η μετατροπή ενός φορτηγού ντίζελ σε φυσικό αέριο (CNG) μπορεί να είναι πιο αποδοτική μακροπρόθεσμα από την επένδυση σε εξοπλισμό ελέγχου των εκπομπών καυσαερίων ντίζελ.

Αυτά τα προβλήματα μπορούν να οδηγήσουν σε μετασχηματιστικές λύσεις σχεδιασμένες γύρω από ένα εναλλακτικό καύσιμο. Τα ορυχεία, για παράδειγμα, απαιτούν ένα ισχυρό σύστημα εξαερισμού προκειμένου να διατηρηθεί ένα ασφαλές και αναπνεύσιμο περιβάλλον το οποίο επιτυγχάνεται με βαριά μηχανήματα, που

λειτουργούν υπόγεια. Η λειτουργία αυτού του συστήματος εξαερισμού μπορεί να είναι πολύ ακριβή και να καταναλώνει πολλή ενέργεια. Η αναζήτηση πιο προσιτής ενέργειας έδωσε το έναυσμα για την τροφοδοσία αυτού του μηχανήματος με υδρογόνο. Η χρήση υδρογόνου ως καυσίμου θα είχε ως αποτέλεσμα μηδενικές εκπομπές και μέχρι στιγμής οι ανάγκες εξαερισμού είναι μικρότερες.

Παρά το γεγονός, ότι τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα όπως η βενζίνη και το ντίζελ θεωρούνται γενικά βολικά, υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα εναλλακτικά καύσιμα είναι λιγότερο ακριβά. Το φυσικό αέριο, ειδικότερα, είναι σταθερά φθηνότερο από τη βενζίνη και το ντίζελ όταν μετράται σε ισοδύναμη βάση με ένα γαλόνι βενζίνης. Η μετατροπή των συμβατικών οχημάτων σε οχήματα LNG μπορεί να εξοικονομήσει εκατομμύρια δολάρια.

Επιπλέον εκτός από χαμηλή, η τιμή του φυσικού αερίου είναι και σταθερή διαχρονικά. Οι τιμές του φυσικού αερίου τείνουν να αποφεύγουν τις κυκλικές διακυμάνσεις των τιμών που αντιμετωπίζουν τα καύσιμα με βάση το πετρέλαιο όπως η βενζίνη. Ως αποτέλεσμα, οι ιδιοκτήτες οχημάτων συμπιεσμένου φυσικού αερίου επωφελούνται τόσο από χαμηλότερο όσο και από πιο προβλέψιμο λειτουργικό κόστος.

Τέλος τα εναλλακτικά καύσιμα έχουν ποικιλία άλλων πλεονεκτημάτων και οφελών, όπως:

Μεγάλη Διάρκεια ζωής: Σε αντίθεση με τη βενζίνη και το ντίζελ, το φυσικό αέριο και το προπάνιο έχουν απεριόριστη διάρκεια ζωής, όπως και τα ηλεκτρικά καύσιμα με βάση το υδρογόνο και την αμμωνία. Αυτό συμβαίνει επίσης με πολλά νεότερα σκευάσματα βιοντίζελ και συνθετικού ντίζελ, τα οποία μπορούν να διαρκέσουν έως και 10 χρόνια.

Περιβαλλοντικά συμβατά: το βιοντίζελ και το ανανεώσιμο ντίζελ είναι επίσης βιοδιασπώμενα, μη τοξικά και παράγουν λιγότερα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ομοίως, το υγραέριο και το φυσικό αέριο δεν είναι πιθανό να προκαλέσουν ρύπανση του εδάφους ή του νερού σε περίπτωση διαρροής, καθώς απλώς εξατμίζονται (Hanaki & Portugal-Pereira 2018).

Ανάγκες συντήρησης: το φυσικό αέριο και το προπάνιο τείνουν να καίγονται καθαρότερα από τα υγρά καύσιμα. Αυτό σημαίνει ότι εισέρχεται λιγότερη αιθάλη στο λάδι κινητήρα. Ορισμένοι χειριστές επωφελούνται από αυτό επεκτείνοντας τα διαστήματα μεταξύ των αλλαγών λαδιών. Όταν εμπλέκεται ένας μεγάλος στόλος

οχημάτων, αυτό μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε εξοικονόμηση δεκάδων χιλιάδων δολαρίων ή και περισσότερο.

Απόδοση: Τα μείγματα βιοντίζελ και αιθανόλης έχουν επίσης υψηλότερους βαθμούς κετανίου και οκτανίων από το ντίζελ ή τη βενζίνη χωρίς τζελ, γεγονός που βελτιώνει την απόδοση και την επιτάχυνση (Philibert, 2017). Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους στις Ηνωμένες Πολιτείες, η NASCAR χρησιμοποίησε ένα μείγμα αιθανόλης και βενζίνης που περιέχει 15% αιθανόλη, πολύ περισσότερο από το μέσο καύσιμο που διατίθεται γενικά (Bailey, 2015).

Κεφάλαιο 3 Πράσινη Συμφωνία στον τομέα της ενέργειας

3.1 Ορισμός της Πράσινης Συμφωνίας

Η Πράσινη Συμφωνία ή «Πράσινο Σύμφωνο» με ορίζοντα το 2030, έχει ως στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξη αυτού του φιλόδοξου στόχου, η Ευρωπαϊκή Ένωση σχεδιάζει μεταξύ άλλων, να αυξηθεί το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ευρωπαϊκό ενεργειακό μείγμα, χάρη σε ένα σχέδιο που χρηματοδοτείται από το ένα τρίτο των 1800 δισ. ευρώ επενδύσεων του σχεδίου ανάκαμψης NextGenerationEU, καθώς και από τον επταετή προϋπολογισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η καινοτομία, οι επενδύσεις, η απασχόληση και η κοινή δέσμευση των κρατών, θα μεταμορφώσουν με βιώσιμο τρόπο όλες τις ευρωπαϊκές εταιρείες, τις καταναλωτικές συνήθειες και ευρύτερα το πρόσωπο της ηπείρου.

Οι 6 βασικοί στόχοι της Πράσινης Συμφωνίας, σε σχέση με την ενέργεια παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω: (Claeys, et al.,2019).

1. Βιώσιμες μεταφορές για όλους

Τα αυτοκίνητα, οι αερομεταφορές, οι δημόσιες συγκοινωνίες ή ακόμα και οι σιδηροδρομικές μεταφορές, όλα τα ευρωπαϊκά δίκτυα μεταφορών πρέπει τώρα να κινηθούν προς την ουδετερότητα των εκπομπών άνθρακα. Από την πλευρά της αυτοκινητοβιομηχανίας, η Επιτροπή σχεδιάζει μείωση 55% των εκπομπών CO₂ από τα αυτοκίνητα έως το 2030 καθώς και 50% μείωση των εκπομπών από ελαφρά επαγγελματικά οχήματα. Μέχρι το 2035, τα νέα αυτοκίνητα θα πρέπει επίσης να επιτύχουν ουδετερότητα άνθρακα. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, η Επιτροπή θα πρέπει να προωθήσει τη δημιουργία της απαραίτητης υποδομής για την ανάπτυξη του δικτύου ηλεκτρικών αυτοκινήτων, ιδίως μέσω της εγκατάστασης σταθμών φόρτισης για μικρές και μεγάλες διαδρομές.

Από την πλευρά, ο κλάδος των αερομεταφορών έχει επωφεληθεί μέχρι τώρα από την εξαίρεση στην τιμολόγηση του άνθρακα, κενό το οποίο προτείνεται να ρυθμιστεί και ενθαρρύνει τη χρήση των βιώσιμων καυσίμων όπως το υδρογόνο ή τα φυσικά βιοκαύσιμα. Η τιμολόγηση και οι στόχοι για τη μείωση της χρήσης ρυπογόνων καυσίμων επεκτείνονται ταυτόχρονα και στον ναυτιλιακό τομέα.

2. Καθοδήγηση της Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης

Η ενέργεια, οι μεταφορές, οι κατασκευές, η εφαρμογή της Πράσινης Συμφωνίας θα μπορούσαν να δημιουργήσουν 160.000 βιώσιμες θέσεις εργασίας, σύμφωνα με την ΕΕ, έως το 2030. Είναι μέσω της χρήσης της ηλεκτροδότησης και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που ο τομέας της ενέργειας πρέπει να δει το ποσοστό απασχολησιμότητάς του να αυξάνεται.

Στον κατασκευαστικό τομέα θα υπάρξει επίσης ζήτηση για εργατικό δυναμικό λόγω του ότι 35 εκατομμύρια κτίρια θα ανακαινιστούν ή θα κατασκευαστούν στην Ευρώπη, σύμφωνα με τις προβλέψεις της επιτροπής. Για να προστατεύσει τις βιομηχανίες της και να προωθήσει την απασχόληση που συνδέεται με την Πράσινη Συμφωνία, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα πρέπει επίσης να θεσπίσει κανόνες για τον αθέμιτο ανταγωνισμό, προκειμένου να αποτραπεί κάθε προσπάθεια οικονομικού ντάμπινγκ.

3. Καθαρό Ενεργειακό σύστημα

Μείζον ζήτημα αποτελεί το πρόσωπο του ενεργειακού συστήματος το οποίο θα μεταμορφωθεί οριστικά. Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα αυξηθεί στο 40% έως το 2030. Ένας στόχος που εξυπηρετείται από τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων, όπως το υδρογόνο. Επιπλέον οι καταναλωτές και οι κατασκευαστές θα πρέπει να μειώσουν την κατανάλωσή τους κατά 36 έως 39% έως το 2030, ορίζοντας ελάχιστους φορολογικούς συντελεστές στη θέρμανση και τις μεταφορές.

4. Ανακαινισμένα κτίρια για πιο πράσινο τρόπο ζωής

Σε περίοδο 7 ετών θα χρηματοδοτηθούν έως και 72,2 δισεκατομμύρια ευρώ, για την ανακαίνιση των κτιρίων καθώς και την πρόσβαση σε ουδέτερη κινητικότητα ή με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Δημόσια κτίρια και ιδιωτικές κατοικίες θα επωφεληθούν από αυτό το κονδύλιο. Κάθε κράτος μέλος θα πρέπει να ανακαινίσει τουλάχιστον το 3% της επιφάνειας του εδάφους των δημόσιων κτιρίων του. Η Επιτροπή θα καθορίσει επίσης ένα σημείο αναφοράς 49% χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια έως το 2030.

5. Συνεργασία με τη φύση για προστασία του πλανήτη

Η οικολογική μετάβαση θα γίνει με σεβασμό προς τη φύση. Η μείωση της μη βιώσιμης υλοτομίας, η προστασία των περιοχών βιοποικιλότητας, η εφαρμογή της βιοενέργειας με βιώσιμο τρόπο. Τα ευρωπαϊκά εδάφη, τα δάση, οι υγράτοποι και οι τυρφώνες θα

πρέπει να αποκατασταθούν, για την υποστήριξη της απορρόφησης CO₂. Οι δεξαμενές άνθρακα, φυσικές ή τεχνητές που απορροφούν και αποθηκεύουν διοξείδιο του άνθρακα, θα πρέπει να αυξηθούν σε χωρητικότητα, με νέο στόχο τους 310 μεγατόνους έως το 2030 (IUCN, 2021).

6. Ενίσχυση της παγκόσμιας δράσης για το κλίμα

Επί του παρόντος, η ΕΕ χρηματοδοτεί το ένα τρίτο της παγκόσμιας δημόσιας χρηματοδότησης για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Μια δέσμευση που αποτελεί παράδειγμα για τον υπόλοιπο κόσμο και ενθαρρύνει τις χώρες να θέτουν τους δικούς τους κανόνες και στόχους όσον αφορά την κλιματική ουδετερότητα. Η Ευρώπη βασίζεται στην έρευνα και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για να βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων που θέτει η Πράσινη Συμφωνία. Αυτή η τεχνογνωσία θα ωφελήσει τους διεθνείς εταίρους της ΕΕ και θα πρέπει να τοποθετήσει την Ευρώπη ως ήπειρο στην πρώτη γραμμή του αγώνα κατά της υπερθέρμανσης του πλανήτη (EEA, 2021).

3.2 Πράσινη συμφωνία στον τομέα της ενέργειας

Έναν από τους τομείς πολιτικής της Πράσινης Συμφωνίας αποτελεί ο τομέας της καθαρής ενέργειας. Η καθαρή ενέργεια είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί η κλιματική ουδετερότητα. Στόχος, η απορρύθμιση του υφιστάμενου ενεργειακού συστήματος ώστε μέχρι το 2050 να επιτευχθούν «μηδενικές καθαρές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου» (Euractiv , 2020).

Η στόχευση περιλαμβάνει την ενοποίηση της ενέργειας και του υδρογόνου καθιστώντας το ενεργειακό σύστημα καθαρότερο. Η απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα θα γίνει τμηματικά αν αναλογιστεί κανείς ότι το 2018, μόνο το 18% της ενέργειας προερχόταν από ανανεώσιμες πηγές σύμφωνα με τη Eurostat ενώ για το 2030 θα επιδιωχθεί το 55% ή 60% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και το 84% έως το 2050.

Η οδηγία για την ενέργεια σηματοδότησε αλλαγές και αναθεωρήσεις για τους κανονισμούς που μέχρι πρότινος ήταν σε ισχύ. Μάλιστα στο τέλος του 2023, τα κράτη μέλη θα ενημερώσουν τα κλιματικά και εθνικά ενεργειακά τους σχέδια για να συμμορφωθούν με τον στόχο της ΕΕ για το κλίμα το 2030 (EC, 2020).

Οι βασικές δράσεις επιδιώκουν:

- να δοθεί προτεραιότητα στην ενεργειακή απόδοση
- να βασιστεί ο τομέας της ενέργειας σε μεγάλο ποσοστό στις ανανεώσιμες πηγές
- να εξασφαλιστεί προσιτός ενεργειακός εφοδιασμός της ΕΕ
- να εξασφαλιστεί πλήρως ολοκληρωμένη και διασυνδεδεμένη ψηφιακή αγορά ενέργειας στην ΕΕ (EC, 2020).

Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Επιτροπής επιδιώκει από το 2020 ένα καθαρό και πράσινο ενεργειακό μέλλον με ενεργειακή μετάβαση προς πιο κυκλικά συστήματα με άμεση ηλεκτροδότηση και προς πιο καθαρά καύσιμα, υπολογίζοντας και το υδρογόνο (EU Strategy, 2020). Έχει επίσης ξεκινήσει η Ευρωπαϊκή Συμμαχία Καθαρού Υδρογόνου, το οποίο δύναται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη συγκεκριμένη αλλαγή (European Clean Hydrogen Alliance, 2020)

Ηλεκτρική Ενέργεια

Στόχος είναι ευνοηθεί η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία αποδεικνύεται ότι είναι δευτερογενής ενέργεια η οποία λαμβάνεται με χρήση πρωτογενούς ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια. Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να βασίζεται σε υψηλότερο μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (30% επί του παρόντος). Η ευρωπαϊκή στρατηγική συνίσταται στην επίτευξη ενός ποσοστού 60% έως το 2030, χάρη ιδίως στις επενδύσεις που χρηματοδοτούνται από το ευρωπαϊκό σχέδιο ανάκαμψης². Για παράδειγμα, η Επιτροπή θέλει να επικεντρωθεί σε επενδύσεις υπέρ των νέων τεχνολογιών στον τομέα αυτό (μπαταρίες, αποθήκευση) χάρη στην πρόσθετη χρηματοδότηση από το πρόγραμμα Horizon Europe.

² Για την αντιμετώπιση των οικονομικών συνεπειών της πανδημίας Covid-19, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε τον Μάιο του 2020 ένα σχέδιο ανάκαμψης που ονομάζεται Next Generation EU και εγκρίθηκε τον Ιούλιο του 2020 από τα μέλη του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου.

Για τη χρηματοδότηση αυτού του σχεδίου των 750 δισ. ευρώ, τα 27 κράτη μέλη αποφάσισαν να χρεωθούν από κοινού. Από αυτό το ποσό, το μεγαλύτερο μέρος θα τροφοδοτήσει εθνικά σχέδια ανάκαμψης με τη μορφή επιχορηγήσεων (390 δισεκατομμύρια ευρώ) και δανείων (360 δισεκατομμυρίων ευρώ), που θα καταβληθούν μέχρι το 2026. Για να επωφεληθούν από αυτά τα κονδύλια, τα κράτη πρέπει να αποδείξουν ότι τα σχέδιά τους πληρούν διάφορα κριτήρια, ιδίως όσον αφορά τις δαπάνες που διατίθενται για περιβαλλοντικούς στόχους και την ψηφιακή μετάβαση.

Σε τελική ανάλυση, αυτές οι επενδύσεις θα επιτρέψουν να ευνοηθεί η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας έναντι άλλης πηγής όπου είναι δυνατόν. Για παράδειγμα, η Επιτροπή υπόσχεται να δημιουργήσει ένα «δίκτυο ενός εκατομμυρίου σημείων φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα» προκειμένου να αναπτύξει τη χρήση τους.

Πράσινο Υδρογόνο

Το υδρογόνο παράγεται με ηλεκτρόλυση νερού. Αυτή η διαδικασία συνίσταται στην αποσύνθεση του νερού (H_2O), ενός κατ' εξοχήν φυσικού στοιχείου, σε διοξυγόνο (O_2) και διυδρογόνο (H_2) χρησιμοποιώντας ηλεκτρικό ρεύμα. Η εγκατάσταση που επιτρέπει αυτή τη λειτουργία ονομάζεται ηλεκτρολύτης. Οι ηλεκτρολύτες χρησιμοποιούν μια ηλεκτροχημική αντίδραση για να διασπάσουν το νερό στα συστατικά του υδρογόνο και οξυγόνο, εκπέμποντας μηδενικό διοξείδιο του άνθρακα στη διαδικασία.

Εάν η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για την ηλεκτρόλυση είναι αποκλειστικά ανανεώσιμης πηγής προέλευσης (δηλ. παράγεται μέσω ΑΠΕ, ήτοι από φωτοβολταϊκές ή αιολικές ή υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις), τότε αυτό το υδρογόνο θα είναι «καθαρό» και χαρακτηρίζεται ως «**πράσινο**» ([IEA.org/energy-system/low-emission-fuels/hydrogen](https://www.iea.org/energy-system/low-emission-fuels/hydrogen)).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι το πράσινο υδρογόνο, διαφέρει και υπερτερεί σε σχέση με το καφέ, το γκρι, το μπλε, το ροζ ή το κίτρινο υδρογόνο, δεδομένου ότι η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται κατά την ηλεκτρόλυση, για τα ανωτέρω έχει προέλευση είτε ορυκτών όπως ο άνθρακας/λιγνίτης [καφέ], είτε φυσικού αερίου [γκρί, μπλε], είτε πυρηνικών [ροζ] είτε μίγματος δικτύου από ορυκτά, ΑΠΕ & πυρηνικά [κίτρινο].

Αυτές οι παραγωγές δεν είναι ούτε καθαρές ούτε βιώσιμες διότι εξαρτώνται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων τα οποία δεν αποτελούν ανανεώσιμους πόρους. Συνοδεύονται δε, από την παραγωγή σημαντικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) το καφέ, γκρι και μπλε καθώς και την παραγωγή ραδιενεργών αποβλήτων το ροζ & κίτρινο, που θα παραμείνουν επικίνδυνα για αρκετές εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια (Arcos & Santos, 2023).

Το καθαρό πράσινο υδρογόνο αποτελεί σήμερα λιγότερο από το 2% της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη, αλλά θεωρείται ιδανική λύση για την απανθρακοποίηση της ενέργειας, ειδικά σε τομείς όπως οι μεταφορές (θαλάσσιες, εμπορευματικές) και η βαριά βιομηχανία (χάλυβας, χημική βιομηχανία και διύλιση).

Το μεγάλο πλεονέκτημα του πράσινου υδρογόνου σε αντίθεση με το συμβατικό υδρογόνο (παραγόμενο από φυσικό αέριο ή άνθρακα), όπως εκτέθηκε, είναι ότι αποτελεί καθαρή ενέργεια, δεδομένου ότι δεν εκπέμπει αέρια θερμοκηπίου [αλλά μόνο υδρατμούς], και έχει τη δυνατότητα πιο εύκολης αποθήκευσης και μεταφοράς.

Ως εκ τούτου, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει εφαρμόσει μια στρατηγική για το υδρογόνο για να συμβάλει στην αύξηση του μεριδίου της πράσινης ενέργειας στο ενεργειακό της μείγμα. Έως το 2024, τα κράτη μέλη πρέπει να εργαστούν για να απελευθερώσουν την παραγωγή υδρογόνου και να αυξήσουν την παραγωγική τους ικανότητα έως το 2030.

Άλλωστε για να προωθηθεί το πράσινο υδρογόνο, ιδρύθηκε η Ευρωπαϊκή Συμμαχία Καθαρού Υδρογόνου, τον Ιούλιο του 2020 για να υποστηρίξει τη μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη τεχνολογιών καθαρού υδρογόνου έως το 2030. Συνδυάζει την παραγωγή υδρογόνου από ανανεώσιμες πηγές και χαμηλές εκπομπές άνθρακα, τη ζήτηση στη βιομηχανία, την κινητικότητα και άλλους τομείς και τη μεταφορά και διανομή υδρογόνου. Τα μέλη του προέρχονται από τη βιομηχανία, τις δημόσιες αρχές, την κοινωνία των πολιτών και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη (EC, 2023).

Ενεργειακό σύστημα ολοκληρωμένο

Για την επίτευξη του ολοκληρωμένου ενεργειακού συστήματος και την επίτευξη μιας ολιστικής ενεργειακής προσέγγισης. Αυτό σημαίνει ότι δεν θα σχεδιάζονται πλέον ανεξάρτητα οι τομείς παραγωγής, μετατροπής και κατανάλωσης ενέργειας (όπως η παραγωγή ηλεκτρισμού, φυσικού αερίου, κτιρίων, βιομηχανίας, μετακινήσεων). Στο πλαίσιο αυτού του συστήματος, οι διάφοροι τομείς θα συνδέονται και θα συνεργάζονται περισσότερο για να μειωθούν τα απόβλητα. Για παράδειγμα, αναφέρει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα στην Ευρώπη θα μπορούσαν να τροφοδοτούνται από ηλιακά πάνελ στις στέγες των κτιρίων, ενώ τα κτίρια θα μπορούσαν να θερμαίνονται χρησιμοποιώντας θερμότητα που παράγεται από ένα κοντινό εργοστάσιο, του οποίου η τροφοδότηση θα γινόταν με υδρογόνο παραγόμενο από εγκατάσταση υπεράκτιας αιολικής ενέργειας. Παράλληλα, υπολογίζεται ότι θα παρασχεθεί βοήθεια στους αγρότες προκειμένου για τη μετατροπή των οργανικών αποβλήτων τους σε πηγές ενέργειας, όπως το βιοαέριο.

Ενεργειακή απόδοση οικημάτων

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με τη στρατηγική της υποστηρίζει επίσης την αρχή της "υπεροχής της ενεργειακής απόδοσης", η οποία περιλαμβάνει τη βελτίωση της

αποδοτικότητας όσον αφορά την ενέργεια και τη μόνωση των κτιρίων. Μάλιστα έχει τεθεί από το 2007 ο στόχος της μείωσης της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ σε ποσοτό 20% μέχρι το 2020, κυρίως με την ετήσια ανακαίνιση στο 3% των κτιρίων όλων των ευρωπαϊκών χωρών. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενίσχυσε αυτήν την προσπάθεια της ανακαίνισης των κτιρίων και έθεσε σε εφαρμογή εκ νέου νέες ανακαινίσεις κτιρίων από το 2021, τα οποία αντιπροσωπεύουν περίπου το 40% της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα κτίρια αντιπροσωπεύουν τον μεγαλύτερο τομέα κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, απορροφώντας περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Στο εν λόγω ποσοστό περιλαμβάνεται τόσο ο οικιακός τομέας (ανέρχεται στο 25%) όσο και τα δημόσια κτίρια (ανέρχεται στο 14%). Η υπόλοιπη κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ κατανέμεται μεταξύ των μεταφορών στο 30%, της βιομηχανίας στο 25% και της γεωργίας στο 3%.

3.3 Ενεργειακή μετάβαση στην Ελλάδα

Η ΕΕ έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για το 2050, με στόχο να καταστεί η Ευρώπη η πρώτη περιοχή στον κόσμο με μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, είναι αναγκαίο να περιοριστεί η συνολική κατανάλωση ενέργειας και να πολλαπλασιαστεί η συνεισφορά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό μίγμα για κάθε κράτος μέλος της ΕΕ.

Στο τέλος του 2019, η Ελλάδα ενέκρινε το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) ως νόμο, περιλαμβάνοντας διατάξεις που είναι αυστηρότερες από τις αντίστοιχες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το Σχέδιο έχει ως πρώτη προτεραιότητα την ενεργειακή μετάβαση και την απολιγνιτοποίηση, με τον στόχο του τελικού κλεισίματος όλων των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων που χρησιμοποιούν λιγνίτη ως πρώτη ύλη. Το χρονικό πλαίσιο για το κλείσιμο αυτών των μονάδων έχει οριστεί το 2023, με εξαίρεση το ηλεκτρικό εργοστάσιο της Πτολεμαΐδας, το οποίο θα συνεχίσει τη λειτουργία του μέχρι το 2028.

Η ενεργειακή μετάβαση αποτελεί αναπόφευκτη εξέλιξη, και η Ελλάδα καταβάλλει σημαντικές προσπάθειες για την υλοποίησή της. Η απολιγνιτοποίηση παίζει καίριο ρόλο στην προώθηση της ενσωμάτωσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό σύστημα της χώρας. Οι στόχοι που έχουν καθοριστεί από την ελληνική

κυβέρνηση για την ένταξη των ΑΠΕ είναι φιλόδοξοι και συμμορφώνονται με τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ειδικότερα, έως το 2030:

- Ο στόχος είναι να φθάσουν οι ΑΠΕ το 35% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας (έναντι του όριου της ΕΕ που είναι 32%).
- Το 40% της ενέργειας που χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη θα πρέπει να προέρχεται από ΑΠΕ.
- Οι ΑΠΕ θα πρέπει να καλύπτουν το 60% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Στον τομέα των μεταφορών, οι ΑΠΕ θα πρέπει να αντιπροσωπεύουν πάνω από το 14%.

Συνολικά, η ενεργειακή δαπάνη θα πρέπει να μειωθεί κατά περίπου 38% σε σύγκριση με τις εκτιμήσεις του 2017, και οι εκπομπές ρυπογόνων αερίων του θερμοκηπίου θα πρέπει να μειωθούν κατά περίπου 40% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος (ΕΣΕΚ), που εκδόθηκε στο τέλος του 2019, αντιπροσωπεύει το βασικό εργαλείο της ενεργειακής πολιτικής της χώρας για την περίοδο 2021-2030. Το ΕΣΕΚ προσαρμόζει τις κατευθύνσεις της πολιτικής της ΕΕ στο εθνικό πλαίσιο και θέτει ποιοτικούς και ποσοτικούς στόχους που αφορούν την ενέργεια και το κλίμα. Το ΕΣΕΚ περιλαμβάνει συγκεκριμένες πολιτικές που λαμβάνουν υπόψη τις τεχνικές λεπτομέρειες και τα χαρακτηριστικά του ελληνικού ενεργειακού συστήματος, όπως την παραγωγή, διάθεση και κατανάλωση ενέργειας.

Οι ενεργειακοί και περιβαλλοντικοί στόχοι της χώρας για τη χρονική περίοδο 2021-2030 συγκεντρώνονται στα εξής:

Μείωση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% σε σχέση με το 1990.

Συγκριτικοί στόχοι μείωσης εκπομπών που ανταποκρίνονται στους κεντρικούς στόχους της ΕΕ.

Θέσπιση ποσοτικών στόχων για τη μείωση εκπομπών συγκεκριμένων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Κατάργηση λιγνιτικών εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2028.

Αύξηση τη συμμετοχής των ΑΠΕ στην κατανάλωση

Αύξηση της συμμετοχής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας στο 35%.

Επίτευξη τουλάχιστον 60% συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Υπέρβαση του 40% στο μερίδιο των ΑΠΕ στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης.

Υπέρβαση του 14% συμμετοχής των ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών.

Οι ενεργειακοί και περιβαλλοντικοί στόχοι της χώρας για την περίοδο 2021-2023 σε συνάρτηση με τις ευρωπαϊκές πολιτικές περιλαμβάνουν:

Επίτευξη βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης

Επίτευξη Βελτιωμένης ενεργειακής απόδοσης κατά 38% βάσει της ευρωπαϊκής μεθοδολογίας.

Μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας κάτω από τα 16,5 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) μέχρι το 2030.

Περιορισμός της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας σε λιγότερα από 21 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) μέχρι το 2030.

Επίτευξη σωρευτικής εξοικονόμησης ενέργειας ύψους 7,3 εκατομμυρίων τόνων ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) κατά την περίοδο 2021-2030.

Επίτευξη ενεργειακής ανακαίνισης του 3% του συνολικού εμβαδού της θερμικής ζώνης των κτιρίων της κεντρικής δημόσιας διοίκησης ετησίως μέχρι το 2030.

Ενεργειακή ανακαίνιση του 3% του συνόλου του εμβαδού της θερμικής ζώνης των δημοσίων κτιρίων σε ετήσια βάση ως το 2030

Το εγχείρημα της ενεργειακής μετάβασης αποτελεί σύνθετη και δαπανηρή διαδικασία. Ένα νέο οικονομικό εργαλείο που υποστηρίζει την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal) και το πακέτο μέτρων για το κλίμα είναι η Πλατφόρμα Δίκαιης Μετάβασης. Μάλιστα συμπληρωματική χρηματοδότηση μπορεί να αποκτηθεί μέσω του Μηχανισμού "Συνδέοντας την Ευρώπη", ο οποίος υποστηρίζει την υλοποίηση των προβλεπόμενων έργων υποδομής του ενεργειακού τομέα σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Επιπρόσθετα, είναι εξαιρετικά θετικό το γεγονός ότι η ελληνική κυβέρνηση έχει δημιουργήσει ένα ευνοϊκό πλαίσιο για επενδύσεις που υποστηρίζουν καινοτόμα

αναπτυξιακά έργα, ιδίως στο νησιωτικό περιβάλλον, και ιδιαίτερα στις απομακρυσμένες περιοχές. Ενώ ωστόσο θα πρέπει να αναφερθεί, ότι προωθούνται συνέργειες μεταξύ ιδιωτικών επιχειρήσεων και δημόσιων φορέων, οι οποίες έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές συνεργατικές πλατφόρμες.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της συνεργασίας είναι η συνεργασία μεταξύ της ελληνικής δημόσιας αρχής και της εταιρείας Volkswagen, που οδήγησε στο πρωτοποριακό πρόγραμμα "Αστυπάλαια, ένα έξυπνο και βιώσιμο νησί". Το εν λόγω πρόγραμμα στόχευε στη μετατροπή της Αστυπάλαιας σε ένα πρότυπο νησί της Ευρώπης, όπου θα υπάρχουν έξυπνα και βιώσιμα συστήματα μεταφορών, μηδενικού αποτυπώματος άνθρακα. Οι πρωτοβουλίες τέτοιου τύπου έχουν προωθηθεί και σε άλλα μέρη της Ελλάδας, όπως το "πράσινο" νησί της Τήλου.

Κεφάλαιο 4 Θεσμικό πλαίσιο για τα καύσιμα & Αποτύπωση της κατάστασης των ΑΠΕ στην Ελλάδα

4.1 Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο για τα καύσιμα

Ένα από τα φιλόδοξα σχέδια της ΕΕ ήταν να οδηγήσει την προσπάθεια καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής με στόχο την υπογραφή μιας διεθνούς συμφωνίας που είναι απαραίτητη για το μετα-Κιότο καθεστώς. Στόχος ήταν να δημιουργηθούν τεράστιες οικονομικές και βιομηχανικές ευκαιρίες μέσω της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) και της ενίσχυσης της ενεργειακής απόδοσης.

Η προοπτική του φιλόδοξου σχεδίου, εμφανίστηκε ως μια νέα βιομηχανική επανάσταση που θα βασιζόταν σε νέες τεχνολογίες με χαμηλές ή μηδαμινές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό θα βοηθούσε την ΕΕ όχι μόνο να αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή αλλά και να ξεπεράσει την οικονομική κρίση. Οι τομείς στους οποίους αναμένονταν δράσεις καθώς και οι αντίστοιχες δράσεις ήταν:

- Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής
- Εξασφάλιση της ανταγωνιστικότητας στον ενεργειακό εφοδιασμό μέσα από την αλληλεγγύη στα κράτη μέλη της ΕΕ.
- Αποτελεσματικότητα, βιωσιμότητα και ποικιλομορφία στο ενεργειακό μείγμα.

- Αναπύξη ςυνεργαςίας των τρίτων χωρών
- Ενθάρρυνση της βιωςιμότητας
- Ενθάρρυνση της καινοτομίας στον τομέα της ενέργειας.

Οι προαναφερόμενες προτεραιότητες αποτέλεσαν τον πυρήνα της ενεργειακής στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Το πακέτο ενέργειας-κλίματος 2020 έχει ορίσει τρεις κύριους στόχους (στόχους 20-20-20), συγκεκριμένα τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 20% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% σε σύγκριση με το status quo) που θα επιτευχθεί από την ΕΕ και τα κράτη μέλη της έως το 2020.

Αυτό σημαίνει ότι η ΕΕ έχει καθορίσει συγκεκριμένους στόχους και προτεραιότητες στον τομέα της ενέργειας, όπως η αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η μείωση των εκπομπών. Κάθε χώρα μέλος της ΕΕ αναπτύσσει τη δική της εθνική ενεργειακή πολιτική που πρέπει να συμμορφώνεται με αυτούς τους στόχους και να συντονίζεται με τις πολιτικές των άλλων χωρών μελών.

Η ολοκλήρωση των αγορών ενέργειας επιτρέπει την ελεύθερη κυκλοφορία ενέργειας και υπηρεσιών ενέργειας μεταξύ των χωρών μελών, δημιουργώντας ένα ενιαίο ενεργειακό χώρο. Επιπλέον, η ΕΕ ενθαρρύνει την εφαρμογή τεχνολογιών που προάγουν την ενεργειακή απόδοση και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προσφέροντας κίνητρα και υποστήριξη για τη μετάβαση προς πιο βιώσιμες ενεργειακές πρακτικές.

Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος περιλαμβάνει μια σειρά από πολιτικές για την αγορά ενέργειας, τις ΑΠΕ, την ενεργειακή ασφάλεια, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης αλλά και για την ενεργειακή μετάβαση σε διάφορους τομείς της ελληνικής οικονομίας. Μέρος των προτάσεων αυτών, δε, είναι επενδύσεις ύψους 43,8 δισ. ευρώ μέσα στην τρέχουσα δεκαετία οι οποίες, αν υλοποιηθούν, δεν θα βοηθήσουν μόνο στην επίτευξη των φιλόδοξων στόχων για τις εκλύσεις CO₂, αλλά θα κινητοποιήσουν και

την ελληνική οικονομία, καλύπτοντας μεγάλο μέρος του επενδυτικού κενού της προηγούμενης δεκαετίας. Αξίζει να αναφερθεί ότι πολλές από αυτές τις επενδύσεις έχουν ήδη ενταχθεί στην πρόταση της χώρας για την αξιοποίηση του Ταμείου Ανάκαμψης της ΕΕ (προγράμματα και δράσεις για τις ανακαινίσεις κτηρίων, έργα ηλεκτρικών διασυνδέσεων και ΑΠΕ, έργα για την επέκταση της ηλεκτροκίνησης, απολιγνιτοποίηση και δίκαιη μετάβαση κ.ά.). Το 37% των πόρων αυτών, που για την Ελλάδα θα ανέρχονται συνολικά σε περίπου 32,1 δισ. ευρώ (σε δάνεια και επιχορηγήσεις) προορίζονται αποκλειστικά για δράσεις 'πράσινης' ανάπτυξης.

Πράγματι, η ΕΕ έχει ένα σχετικά περίπλοκο σύνολο κανόνων στον τομέα της ενέργειας. Το τρίτο πακέτο εσωτερικής αγοράς ενέργειας, μαζί με άλλους βασικούς κανονισμούς και οδηγίες της ΕΕ στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, του φυσικού αερίου, των ΑΠΕ, της ενεργειακής απόδοσης και των υποδομών, έχουν μια πραγματική σύγκλιση των 28 εθνικών συστημάτων, μοντέλων και νομοθετικών πλαισίων που σχετίζονται με την ενέργεια μοναδική στη διεθνή σκηνή και μη αναστρέψιμη σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Αυτοί οι τρεις στόχοι έχουν μεταφραστεί σε επιμέρους εθνικούς στόχους (δεσμευτικούς και μη), καθώς και σε εθνικά σχέδια δράσης για την υλοποίησή τους. Έχουν ενσωματωθεί σε νομικά δεσμευτικά μέσα: την οδηγία για το ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας εκπομπών και την οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και την τρίτη δέσμη μέτρων για την εσωτερική αγορά ενέργειας. Η ενεργειακή απόδοση ήταν ο πιο κρίσιμος τομέας, για τον οποίο δεν μπορούσαν να τεθούν δεσμευτικοί στόχοι, καθώς τα κράτη μέλη θεωρούσαν ότι τα μέτρα που έπρεπε να ληφθούν ήταν αποκλειστική τους ευθύνη. Χρειάστηκαν άλλα τέσσερα χρόνια για να εγκριθεί η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση το 2012.

Για την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές του τομέα των αερομεταφορών, έχουν τεθεί συγκεκριμένοι στόχοι από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενώ υιοθετήθηκε ένα κείμενο από το Κοινοβούλιο, το οποίο θέτει πιο φιλόδοξους στόχους.

Η πρόταση της Επιτροπής ReFuelEU Aviation αποτελεί μέρος της νομοθετικής δέσμης Fit for 55, η οποία συγκεντρώνει τα κείμενα που επιτρέπουν στην ΕΕ να επιτύχει τον στόχο της για μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030. Δημοσιεύτηκε τον Ιούλιο του 2021, η πρόταση κανονισμού της Επιτροπής έχει τίτλο «Διασφάλιση ίσων όρων ανταγωνισμού για βιώσιμες αεροπορικές μεταφορές». Η Επιτροπή ήθελε να θέσει ορόσημα προς την ευρύτερη χρήση των βιώσιμων

αεροπορικών καυσίμων (Sustainable Aviation Fuel), ξεκινώντας με 2% βιώσιμων καυσίμων που διατίθενται στα αεροδρόμια της ΕΕ έως το 2025, αυξάνοντας σταδιακά σε 5% το 2030, 20% το 2035, 32% το 2040, 38% το 2045 και 63% έως το 2050.

Το κείμενο που εγκρίθηκε στην Ολομέλεια, οι ευρωβουλευτές αύξησαν αυτούς τους στόχους στο 37% το 2040 και στο 85% το 2050. Επίσης, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο διέυρνε τον ορισμό του βιώσιμου αεροπορικού καυσίμου. Ως βιώσιμα αεροπορικά καύσιμα θεωρούνται τα παρακάτω:

- τα συνθετικά καύσιμα,
- τα βιοκαύσιμα από γεωργικά και δασικά υπολείμματα, φύκια, βιομάζα ή χρησιμοποιημένο μαγειρικό λάδι,
- τα βιοκαύσιμα που προέρχονται από ζωικά λίπη ή αποστάγματα (μέχρι το 2034, μετά από πρόταση του Κοινοβουλίου),
- τα καύσιμα με βάση τον ανακυκλωμένο άνθρακα που παράγονται από την επεξεργασία αερίων και καυσαερίων που προέρχονται από διαδικασίες παραγωγής σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις (προστέθηκε από το Κοινοβούλιο).

Μάλιστα οι ευρωβουλευτές παρενέβησαν και εξαίρεσαν από την κατηγορία των βιώσιμων αεροπορικών καυσίμων, τα παραγόμενα καύσιμα από καλλιέργειες που προορίζονται για ανθρώπινη ή ζωική κατανάλωση, καθώς και εκείνα τα οποία προέρχονται από φοινικέλαιο, υλικά σόγιας και πάστες εξουδετέρωσης. Αυτή η εξαίρεση έγινε επειδή αυτοί οι τύποι καυσίμων δεν πληρούν τα κριτήρια βιωσιμότητας που προβλέπονται από τη νομοθεσία ή τις κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα βιώσιμα αεροπορικά καύσιμα.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο επισήμανε επίσης τη σημασία της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και του υδρογόνου ως μέρος του βιώσιμου ενεργειακού μείγματος για τη μείωση των ανθρακούχων εκπομπών στις αεροπορικές μεταφορές. Οι ευρωπαϊκοί αερολιμένες πρέπει να δημιουργήσουν υποδομές για την πρόσβαση των αεροπορικών εταιρειών σε βιώσιμα καύσιμα, συμπεριλαμβανομένων υδρογόνου και σταθμών φόρτισης ηλεκτρικής ενέργειας.

Επιπλέον, προτάθηκε από το Κοινοβούλιο η δημιουργία ενός ταμείου για τη βιώσιμη αεροπορία που θα λειτουργεί από το 2023 έως το 2050, με στόχο να επιταχύνει τη μείωση των ανθρακούχων εκπομπών στον τομέα και να υποστηρίξει επενδύσεις σε βιώσιμα καύσιμα αεροπορίας (SAF), καινοτόμες τεχνολογίες και έρευνα. Το ταμείο

αυτό θα χρηματοδοτείται από τα έσοδα που προκύπτουν από κυρώσεις σε περίπτωση παραβίασης των ευρωπαϊκών κανόνων.

Τέλος προβλέπεται ότι η Επιτροπή θα δημιουργήσει ένα σύστημα επισημάνσης έως το 2024, το οποίο θα επιτρέπει την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των αεροσκαφών, των αεροπορικών εταιρειών και των εμπορικών πτήσεων.

Μάλιστα προβλέπεται από την Επιτροπή η δημιουργία ενός συστήματος επισημάνσης έως το 2024 προκειμένου να αξιολογούνται οι περιβαλλοντικές επιδόσεις των αεροπορικών εταιρειών και των αεροσκαφών τους.

Ωστόσο πολύ σημαντικό στάδιο στη νομοθετική διαδικασία σε ευρωπαϊκό επίπεδο αποτελεί η διαβούλευση του κειμένου μεταξύ του Συμβουλίου και του Κοινοβουλίου της Ε.Ε (Europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20220701IPR34357/fit-for-55-le-parlement-en-faveur-de-carburants-plus-verts-pour-l-aviation).

Σύμφωνα με την πρόταση ReFuelEU Maritime, ορίζονται όρια για την ένταση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που προέρχονται από την ενέργεια που χρησιμοποιείται σε πλοία. Οι στόχοι ορίζονται με βάση μια τιμή αναφοράς που αντιπροσωπεύει τη μέση ένταση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που προκύπτει από την ενέργεια που χρησιμοποιείται από τα πλοία το 2020. Οι στόχοι αυτοί μειώνονται κατά τα ακόλουθα ποσοστά:

2% έως το 2025, 6% έως το 2030, 13% έως το 2035, 26% έως το 2040, 59% έως το 2045, 75% έως το 2050.

Η πρόταση άλλωστε καθορίζει ότι τα επιβατηγά πλοία θα πρέπει να χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό στην ξηρά, εκτός αν μπορούν να χρησιμοποιήσουν άλλη τεχνολογία που δεν παράγει εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Ενώ λαμβάνει υπόψη όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες και καύσιμα με χαμηλές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις θαλάσσιες μεταφορές. Αυτά περιλαμβάνουν υγρά βιοκαύσιμα, συνθετικά υγρά, απανθρακωμένο αέριο (συμπεριλαμβανομένου του βιο-LNG και της αερίου σύνθεσης), υδρογόνο απανθρακοποιημένο (συμπεριλαμβανομένου μεθανίου και αμμωνίας), καθώς και ηλεκτρική ενέργεια. Παρά τη διαθεσιμότητα αυτών των τεχνολογιών και καυσίμων, παραμένει περιορισμένη η εφαρμογή τους στον ναυτιλιακό τομέα και απαιτείται περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη σε μεγάλη κλίμακα.

(Eur-lex.europa.eu/legal-content/).

4.2 Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Για τα βιοκαύσιμα, σύμφωνα με την οδηγία 2003/30/EK, τα κράτη μέλη πρέπει να θεσπίσουν στόχους για τη χρήση βιοκαυσίμων και ανανεώσιμων καυσίμων στην αγορά. Στην Ελλάδα, η πολιτεία ψήφισε τον νόμο N3423/2005 για την εισαγωγή βιοκαυσίμων και ανανεώσιμων καυσίμων στην αγορά. Οι στόχοι που καθορίζονται αφορούν το ποσοστό των βιοκαυσίμων που θα χρησιμοποιηθούν στην κυκλοφορία των οχημάτων και σε ποιες χρονικές περιόδους θα πρέπει να επιτευχθούν:

Έως το τέλος του 2005, αντικατάσταση του 2% της βενζίνης και του πετρελαίου που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές με βιοκαύσιμα.

Έως το τέλος του 2010, αντικατάσταση του 5.75% των προαναφερθέντων καυσίμων με βιοκαύσιμα και αύξηση του μεριδίου της ανανεώσιμης ενέργειας.

Αυτοί οι στόχοι αποσκοπούν στην αυξημένη χρήση βιοκαυσίμων και ανανεώσιμων καυσίμων στον τομέα των μεταφορών, με σκοπό τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Περαιτέρω με τον N3769/2009 προωθήθηκε εκ νέου το βιοντίζελ στην αγορά ενώ ορίστηκε το πλαίσιο εισαγωγής της βιοαιθανόλης. Παράλληλα ορίστηκε η διάθεση των βιοκαυσίμων είτε αυτούσια είτε σε μίγμα με τα συμβατικά καύσιμα σε οποιοδήποτε ποσοστό αρκεί να τηρούνται τα πρότυπα EN228 και EN590. Στα πρατήρια ορίστηκε ειδική επισήμανση μόνο σε περίπτωση μιγμάτων εκτός των ορίων. Για τα έτη 2010-2016 η βιοαιθανόλη ορίστηκε να διατεθεί ως καύσιμο κίνησης, αυτούσια ή σε μίγμα με βενζίνη από τα διυλιστήρια ή από εταιρείες πετρελαιοειδών ανάμιξης, ενώ με ΚΥΑ καθορίστηκε τόσο το πλαίσιο προώθησης των βιοκαυσίμων όσο και το ελάχιστο ποσοστό ανάμιξης βιοκαυσίμων και συμβατικών καυσίμων.

Με τον N4062/2012, καταργήθηκε η οδηγία 2003/30 και ενσωματώθηκε η 2009/28. Επίσης ορίστηκαν σύστημα παρακολούθησης και κριτήρια αειφορίας των βιοκαυσίμων καθώς και το υποχρεωτικό ελάχιστο ποσοστό ίσο με 10% συμμετοχής των βιοκαυσίμων στο περιεχόμενο της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ για τις μεταφορές που πρέπει να επιτύχουν όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ (το εν λόγω ποσοστό είναι δυνατό να καλυφθεί από εισαγωγές).

Ο συγκεκριμένος νόμος εισήγαγε το πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ, που συσχετίζεται με την χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Το πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ αποτελεί διεθνή

συνεργασία για την ανάπτυξη, την παραγωγή και την εξαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ακτινοβολία. Στην ουσία το πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ αποτελεί ανώνυμη εταιρία που δραστηριοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ηλιακή ακτινοβολία και είναι απαλλαγμένη από κάθε φόρο (δημόσιο, άμεσο ή έμμεσο).

Η οδηγία της ΕΕ για το 2020 ήταν οι ΑΠΕ να καταλάβουν το 20% στο ενεργειακό ισοζύγιο και τα βιοκαύσιμα να καταλάβουν το 10% στις μεταφορές κάθε κράτους μέλους. Η Ελλάδα δεν κατάφερε να καλύψει τόσο το στόχο του 2005 όσο και το στόχο του 2010 και φάνταζε μη επιτεύξιμος και ο στόχος του 2020. Μάλιστα η Επιτροπή EASAC (EASAC et al., 2021) επιστημονικό συμβούλιο των ακαδημιών των Ευρωπαϊκών Κρατών) πρότεινε τον επανακαθορισμό του 10% στο μισό. Ο στόχος 5.75% ήταν υπερφιλόδοξος αν αναλογιστεί κανείς ότι αυτό το ποσοστό αντιστοιχούσε σε μια μεγάλη ποσότητα βιοκαυσίμων ίση με 560000 τόνους πετρελαίου. (ktoe) με δεδομένο μάλιστα ότι η πρώτη ύλη για την παραγωγή του βιοντίζελ δεν υπάρχει στην Ελλάδα και εισάγεται.

Η απόφαση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου το 2014 περιόρισε τη χρήση συμβατικών βιοκαυσίμων στο 7% της χρήσης ενέργειας στις μεταφορές για το 2020. Τα υπόλοιπα πρέπει να προέρχονται από λιγνοκυτταρινικά βιοκαύσιμα 2ης γενιάς.

Ως βιοκαύσιμα θεωρούνται όλα τα αέρια, υγρά και στερεά καύσιμα που παράγονται από βιομάζα όπως:

- το **βιοντίζελ** (παράγεται από φυτικά έλαια, λίπη) ως υποκατάστατο του ντίζελ
- η **βιοαιθανόλη** (παράγεται από αμυλούχα, σακχαρούχα και χρησιμοποιείται σε μίγματα με τη βενζίνη)
- το **βιοαέριο** παραγόμενο από οργανικά υπολείμματα της αγροτοβιομηχανίας
- τα **βιοκαύσιμα** νέας γενιάς (πράσινο ντίζελ, βιουδρογόνο, βιοαέριο που παράγονται από απόβλητα βιομάζας.
- Βιομεθανόλη, ο βιοδιμεθυλικός αιθέρας, το βιοETBE, το βιοMTBE, συνθετικά βιοκαύσιμα.

Επίσης κατηγοριοποιούνται ως 1^{ης}, 2^{ης}, 3^{ης}, 4^{ης} γενιάς σε σχέση με την πρώτη ύλη από την οποία παράγονται. Τα 3^{ης} και 4^{ης} γενιάς παράγονται από υπολειμματική βιομάζα και την εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών. (Drapcho, et al, 2008)

Η οδηγία 2009/28/EK ενσωματώνει τα ίδια κριτήρια με την προηγούμενη (τα θέτει σε ισχύ από το 2011) σχετικά με τα βιοκαύσιμα και οριοθετεί το θείο και τις μεταλλικές

πρόσθετες ουσίες στα καύσιμα μηχανών, ορίζοντας μέγιστη πίεση ατμού των καυσίμων για να μειωθούν οι εκπομπές των πτητικών ρύπων .

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat οι ΑΠΕ το 2019, κάλυψαν 19.7% της ενεργειακής κατανάλωσης, σημειώνοντας ότι ξεπέρασαν το στόχο της χώρας για το 2020 που είχε τεθεί στο 18%. (Ec.europa.eu. 2021)

Η πρώτη νομοθετική ρύθμιση για τις ανανεώσιμες πηγές και την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας συμβαίνει το 1985 όπου πραγματοποιείται η πρώτη ρύθμιση για ηλεκτροπαραγωγή από εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Παρόλα αυτά, η ουσιαστική ένταξη των ΑΠΕ στην ενεργειακή παραγωγή έγινε με τον Ν2244/1994, νόμος ο οποίος παρείχε ευνοϊκούς όρους για επενδυτές και προώθησε το επενδυτικό ενδιαφέρον των ιδιωτών στο χώρο της αιολικής ενέργειας, στα μικρά υδροηλεκτρικά και στην εξοικονόμηση της ενέργειας.

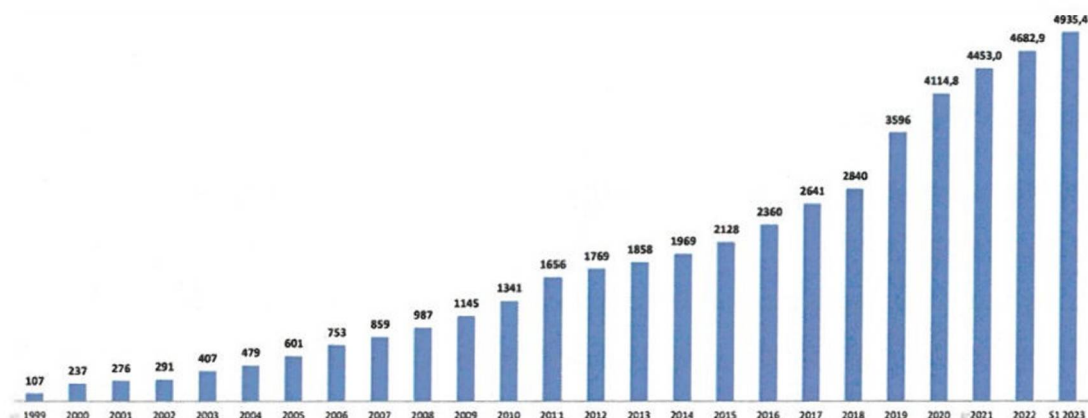
4.3 Αποτύπωση της ενσωμάτωσης των ΑΠΕ

Οι **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)** αποτελούν την εναλλακτική παραγωγή ενέργειας χωρίς καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και έκλυση αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ενεργειακού ισοζυγίου, οι ΑΠΕ που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα, είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι ανεμογεννήτριες και τα υδροηλεκτρικά συστήματα.

Όσον αφορά τις ανεμογεννήτριες και την αιολική ενέργεια που ήταν συνδεδεμένη στο δίκτυο το πρώτο εξάμηνο του 2023 πλησίασε τα 5 GW. Συγκεκριμένα η συνολική αιολική ισχύς στην Ελλάδα στα τέλη Ιουνίου, ανήλθε σε 4.935,4 MW (Εικόνα 1), σύμφωνα με την ανακοίνωση της Ελληνικής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (HWEA, 2023).



Total capacity to the grid (MW) per year



Εικόνα 1 Συνολική ισχύς στο δίκτυο (MW) ανά έτος μέχρι το 2023 (πηγή HWEA, 2023)

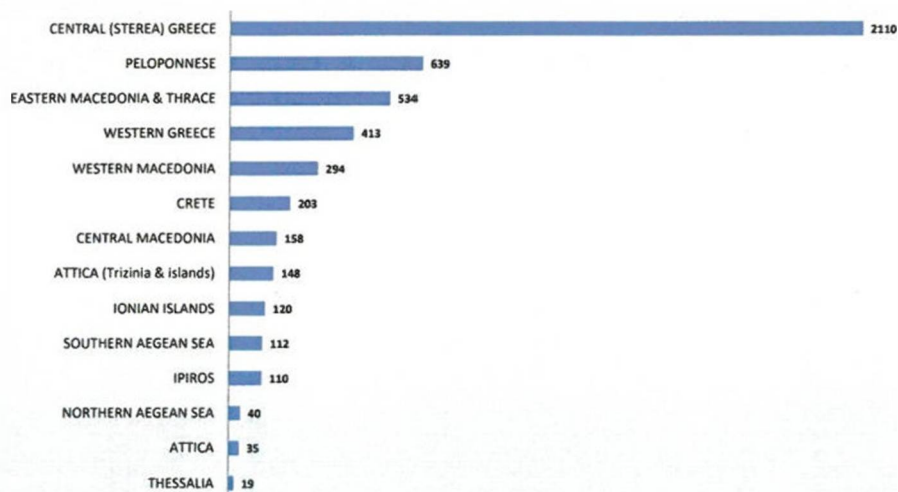
Η προαναφερθείσα ισχύς και η κατανομή της στις διάφορες ελληνικές περιφέρειες απεικονίζεται στην Εικόνα 2.

Τα στατιστικά δείχνουν ότι κατά το πρώτο εξάμηνο του 2023, συνδέθηκαν στο δίκτυο 77 νέες ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 252,5 MW, οι οποίες αντιστοιχούσαν σε επενδύσεις συνολικού ύψους άνω των 260 εκατ. ευρώ. Πρόκειται για αύξηση 5,4% σε σύγκριση με το τέλος του 2022.

Η συγκεκριμένη επιτάχυνση της ανάπτυξης οφείλεται στη σταδιακή ολοκλήρωση μεγάλων αιολικών επενδύσεων χάρη στον τομέα της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα.

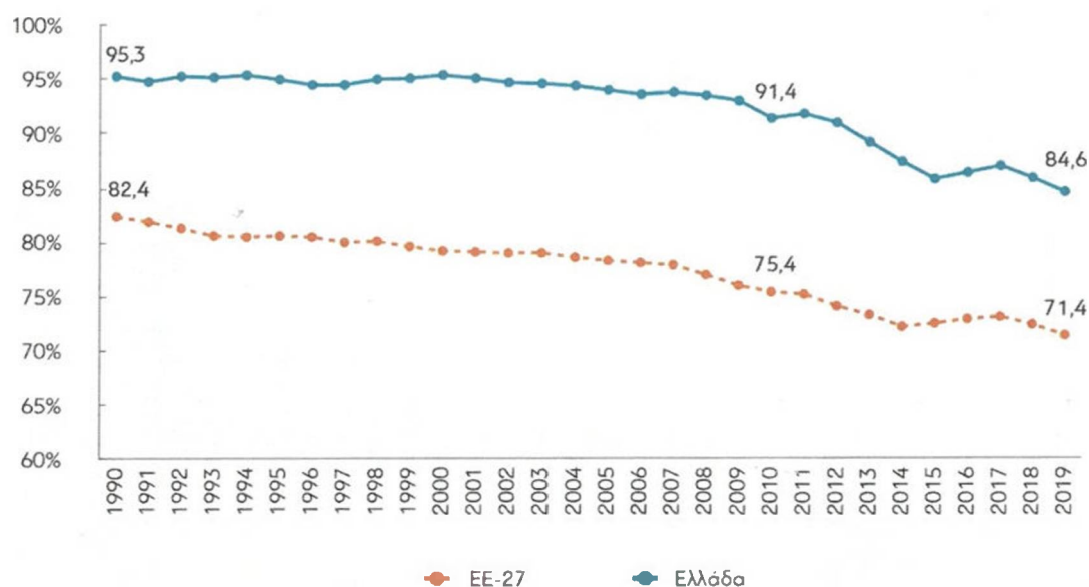


Capacity (MW) per region



Εικόνα 2 Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) ανά ελληνική περιφέρεια το 2023 (πηγή HWEA, 2023)

Ο κλάδος της ενέργειας στην Ελλάδα έχει τρεις θεμελιώδεις συνιστώσες τους μη ανανεώσιμους πόρους, τους ανανεώσιμους πόρους και την τεχνολογία μετατροπής τους σε διαθέσιμη ενέργεια. Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 1, η Ελλάδα στηρίζεται αρκετά στα ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) και εξαρτάται από την εισαγωγή πρωτογενούς ενέργειας, σύμφωνα με τα στοιχεία IOBE 2019.



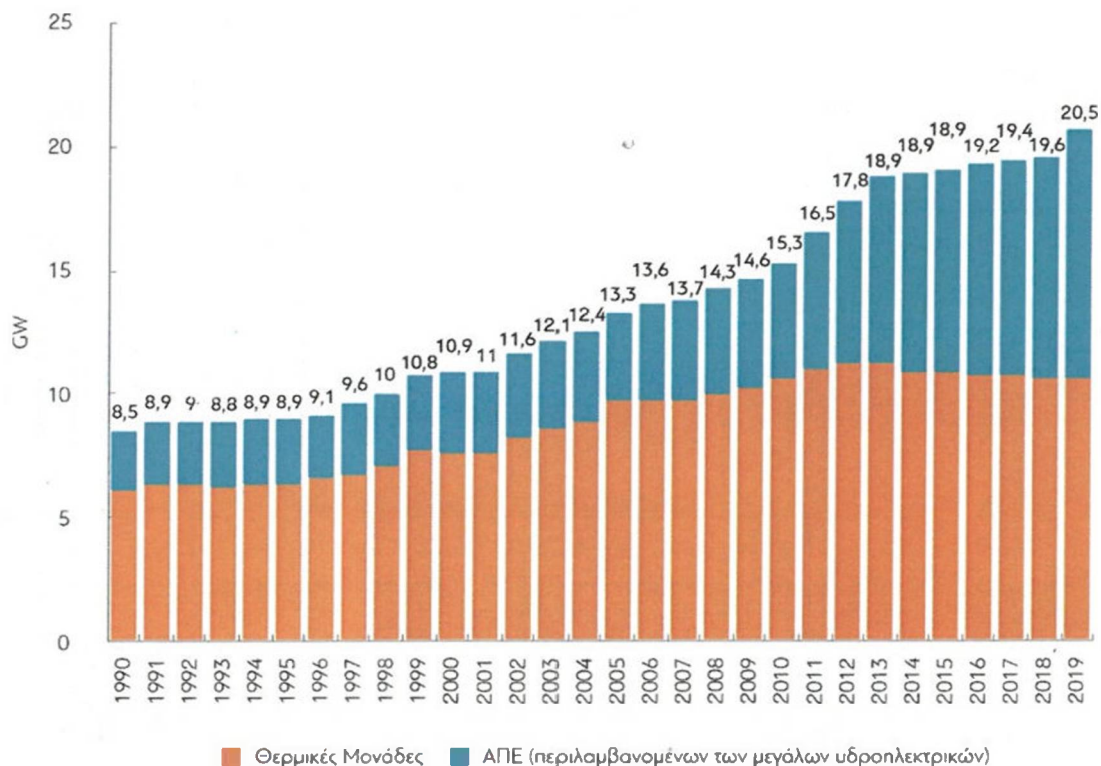
Διάγραμμα 1 Ποσοστό ορυκτών καυσίμων στην ακαθάριστη διαθέσιμη ενέργεια (πηγή Eurostat, IOBE)

Από στοιχεία IOBE 2018, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3 υπάρχει υψηλή εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.



Εικόνα 3 Διαθέσιμη Ενέργεια ανά πηγή στην Ελλάδα (IOBE 2018)

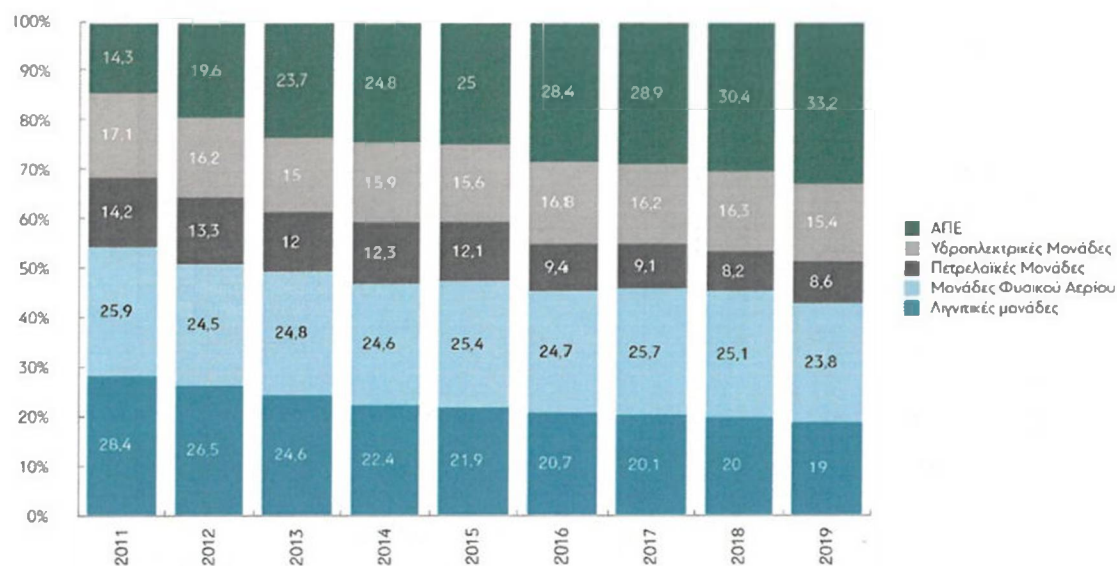
Ωστόσο η μετάβαση έχει ξεκινήσει και για την Ελλάδα μιας και η ισχύς των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων που βασίστηκαν στα ορυκτά καύσιμα μειώθηκε σημαντικά ενώ παράλληλα οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος αυξήθηκαν θεαματικά. Το 2019, το 1/3 της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα προερχόταν από τις ΑΠΕ. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2, η εγκατεστημένη ισχύς των ΑΠΕ το 2019 διπλασιάστηκε σε σύγκριση με το 2000.



Διάγραμμα 2 Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ηλεκτρικής ενέργειας για τα έτη 1990-2019 (πηγή Eurostat, ΑΔΜΗΕ, ΛΑΓΗΕ)

Ο Διεθνής Οργανισμός, σύμφωνα με έκθεσή του το 2019, προέβλεπε ότι η παγκόσμια παραγωγική δυναμικότητα έργων συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας θα αυξανόταν κατά 87% ή 4,3 MW ισχύος μεταξύ 2018 και 2023.

Στο Διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς ανάλογα με τον τύπο της πηγής της πρωτογενούς ενέργειας για την περίοδο από το 2011-2019.



Διάγραμμα 3 Εγκατεστημένη ισχύς σε σχέση με τον τύπο της πρωτογενούς ενέργειας πλην των μεγάλων συμβατικών υδροηλεκτρικών μονάδων (πηγή IOBE)

Ενώ τα στοιχεία ΛΑΓΗΕ (2019), ανέδειξαν ότι τα επίγεια φωτοβολταϊκά ξεπέρασαν τα 2 GW στην Ελλάδα. Μάλιστα ξεπέρασε τα 2 GW η ισχύς των εν λειτουργία φωτοβολταϊκών σταθμών στο διασυνδεδεμένο σύστημα τον Ιούλιο 2019 σύμφωνα με τα εν λόγω στοιχεία. Συγκεκριμένα, η ισχύς των φωτοβολταϊκών τον Ιούλιο διαμορφώθηκε στα 2.288 MW. Αθροιστικά επίγεια φωτοβολταϊκά και φωτοβολταϊκά στη στέγη (351 MW) ανήλθαν σε 2.639 MW.

Όσον αφορά τις υπόλοιπες τεχνολογίες ΑΠΕ, η ισχύς των αιολικών έφτασε τα 3283 MW ενώ η αντίστοιχη της βιομάζας ανήλθε στα 87 MW.

Αξίζει να σημειωθεί, όσον αφορά την ηλεκτροπαραγωγή, τον Ιούλιο 2019 τα αιολικά παρήγαγαν 275 GWh, τα φωτοβολταϊκά επί εδάφους 292 GWh, τα φωτοβολταϊκά στέγης 52 GWh, τα συστήματα βιομάζας 18 GWh και τα μικρά υδροηλεκτρικά 42 GWh.

Η European Wind Energy Association (EWEA), όσον αφορά στην Ελλάδα, προέβλεψε την εγκατάσταση 9.000 Μεγαβάτ ως το 2030, κατά μέσο όρο. Το αρνητικό σενάριο προβλέπει 8.000 μεγαβάτ και το βέλτιστο 12.500 Μεγαβάτ, ενώ ο εθνικός στόχος της Ελλάδας ήταν τα 4.500 αιολικά Μεγαβάτ ως το 2020.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα (ΕΔΣ)									
Λιγνιτικές	5.028	4.958	4.958	4.456	4.456	3.912	3.912	3.904	3.904
Φυσικού αερίου	4.590	4.590	5.010	4.906	5.170	4.658	4.994	4.900	4.900
Υδροηλεκτρικές	3.032	3.032	3.032	3.173	3.173	3.173	3.152	3.171	3.171
ΑΠΕ	2.052	3.148	4.205	4.364	4.495	4.772	5.038	5.368	6.249
Αιολικά	1.363	1.466	1.520	1.662	1.775	2.047	2.302	2.555	3.283
Μικρά Η/Υ	205	213	220	220	224	223	230	240	240
Βιοαέριο-Βιομάζα	45	45	46	47	52	58	61	82	87
Φ/Β	439	1.126	2.070	2.085	2.093	2.094	2.094	2.140	2.288
Φ/Β σε στέγες	-	298	349	350	351	351	351	351	351
ΣΗΘΥΑ	125	126	126	99	100	100	100	100	106
Πετρελαϊκές	730	730	730	698	698	0	0	0	0
Σύνολο	15.557	16.584	18.061	17.696	18.092	16.615	17.196	17.443	18.330

Πίνακας 1 Εγκατεστημένη ισχύς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά είδος για την περίοδο από 2011 ως το 2019 σε MW (πηγή ΑΔΜΗΕ)

4.4 Επάρκεια των ΑΠΕ και μελλοντικές προβλέψεις

Σύμφωνα με τη μελέτη επάρκειας ισχύος την οποία εκπόνησε ο ΑΔΜΗΕ για την περίοδο 2017-2027, συμπεραίνεται ότι η επάρκεια της ηλεκτροπαραγωγής βρίσκεται σε άμεση σχέση με τα διασυνδεδεμένα συστήματα. Οι δείκτες αξιοπιστίας που εξετάστηκαν ήταν οι LOLE (Loss of Load Expectation) και EUE (Expected Unserved Energy) και υπολογίστηκαν μέσω πιθανοτικής προσομοίωσης.

Οι παράγοντες οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επάρκεια του συστήματος παραγωγής και την αξιόπιστη κάλυψη της ζήτησης είναι η ζήτηση της ισχύος της ενέργειας (το φορτίο του δικτύου), οι διαθέσιμες μονάδες παραγωγής, το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ. Ωστόσο ο πιο κρίσιμος παράγοντας είναι η διαθεσιμότητα των μονάδων παραγωγής διότι ενδέχεται να συμβούν απρόβλεπτες βλάβες ή προγραμματισμένες συντηρήσεις.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την εν λόγω μελέτη έγιναν συγκεκριμένες υποθέσεις και παραδοχές τόσο για την πρόβλεψη της ζήτησης όσο και για το μίγμα παραγωγής. Το σενάριο αναφοράς το οποίο διαμορφώθηκε για την πορεία του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, θεώρησε δεδομένη την ένταξη νέων μονάδων που βρίσκονται σε ώριμο κατασκευαστικό επίπεδο και κοντά στην ολοκλήρωσή τους. Αναλυτικότερα η μελέτη ΑΔΜΗΕ θεώρησε ότι η μονάδα της Μεγαλόπολης λειτουργεί σε πλήρη ισχύ

από το 2019, η μονάδα της Πτολεμαΐδας εντάσσεται στο σύστημα το 2022, οι μονάδες Αμυνταίου και Καρδιάς οι οποίες είχαν τεθεί σε καθεστώς περιορισμένης διάρκειας μέχρι αρχές του 2020 θα έχουν αποσυρθεί. Τέλος, μία από τις μονάδες του Αγ. Δημητρίου θα τιθόταν εκτός λειτουργίας από το τέλος του 2018 ενώ παράλληλα η ενσωμάτωση των ΑΠΕ λαμβάνει υπόψιν και τα υπό διασύνδεση νησιά. Αναπτύχθηκαν τρία σενάρια ήπιο, αναφοράς και ακραίο σε σχέση με την εξέλιξη της ζήτησης που αντιστοιχούν σε μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 0.5%, 0.9% και 1.3%.

Το πόρισμα της μελέτης ΑΔΜΗΕ αναδεικνύει ότι η εξεταζόμενη επάρκεια του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής για τη συγκεκριμένη περίοδο θα καλύπτει τη ζήτηση, ωστόσο θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τις διασυνδεδεμένες περιοχές και από την απρόσκοπτη εισαγωγή της ενέργειας στις ποσότητες των προηγούμενων ετών.

Εντούτοις σε αυτόνομες συνθήκες λειτουργίας, όταν δηλαδή το σύστημα λειτουργεί ανεξάρτητα, χωρίς εισαγωγές ενέργειας από άλλες περιοχές, δεν χαρακτηρίζεται ως επαρκής για το σύνολο των μονάδων.

Ο κίνδυνος ανεπάρκειας του συστήματος οφείλεται στην απόσυρση των μονάδων Καρδιάς και Αμυνταίου και ίσως προβλέφθηκε πιο έντονος κατά τα έτη 2020-2021, ωστόσο η απώλεια μπορεί να εξισορροπήσει με την ένταξη της μονάδας της Πτολεμαΐδας μέχρι το 2025. Όμως παρά τη βελτίωση του δείκτη επάρκειας των προηγούμενων ετών, η κάλυψη της ζήτησης θα εξαρτάται σε σημαντικό ποσοστό από την εισαγωγή της ενέργειας. Ενώ η απόσυρση της Μεγαλόπολης σε συνδυασμό με την ανάληψη κάλυψης της ζήτησης της Κρήτης στο τέλος του 2025, κάνουν το σύστημα εξαρτώμενο των διασυνδέσεων.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμα και αν χαρακτηριστεί το σύστημα επαρκές για ένα χρόνο, δεν αποκλείεται η πιθανότητα σε επόμενο χρόνο να μην καλυφθεί η ζήτηση, ιδιαιτέρως σε περιπτώσεις δυσμενών συνθηκών. Παράδειγμα τέτοιο, αποτελεί η τρέχουσα κρίση του φυσικού αερίου η οποία αποτέλεσε συνδυασμό δυσμενούς συγκυρίας με ελλείψεις καυσίμων, αυξημένες ζητήσεις, περιορισμό της λειτουργίας των μονάδων φυσικού αερίου, μηδενική συμβολή των ΑΠΕ και βλάβη κάποιων λιγνιτικών μονάδων. Ωστόσο οι συγκεκριμένοι κίνδυνοι είναι βραχυπρόθεσμοι και δεν δύνανται να αναιρέσουν τα συμπεράσματα της μελέτης επάρκειας της ΑΔΜΗΕ.

4.5 Η εξέλιξη των ΑΠΕ μέχρι το 2027

Όσον αφορά την εξέλιξη των ΑΠΕ, ο ΑΔΜΗΕ προβλέπει ότι η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος μπορεί να παρουσιάσει μεγαλύτερα προβλήματα σε σχέση με την πρόβλεψη του φορτίου μιας και εξαρτάται από την επενδυτική πρωτοβουλία και την αδειοδοτική πορεία των έργων.

Συχνά παρατηρείται μεγάλη καθυστέρηση από τη χορήγηση της προσφοράς σύνδεσης και της υλοποίησης ενός έργου, ενώ υποβάλλονται νέα αιτήματα για έργα ήδη αδειοδοτημένα μαζί με τις αδειοδοτήσεις των νέων έργων και τα αιτήματα αυτών για σύνδεση.

Λόγω των παραπάνω, ο τομέας εξέλιξης των ΑΠΕ αναδεικνύει μεγάλη αβεβαιότητα τόσο σε σχέση με το χώρο όσο και με το χρόνο ένταξης των νέων σταθμών ΑΠΕ κάτι το οποίο δυσχεραίνει τη μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος. Τούτο γιατί, ακόμα και τα έργα που έχουν αδειοδοτηθεί ή εκείνα που έχουν λάβει οριστική άδεια σύνδεσης υπάρχει περίπτωση να μην υλοποιηθούν δεδομένου του δυσμενούς οικονομικού περιβάλλοντος.

Παρόλα αυτά λαμβάνοντας υπόψη τα έργα που έχουν λάβει οριστική προσφορά σύνδεσης και διαθέτουν ΕΠΟ, διαφαίνεται ότι υπάρχει ζωντανό επενδυτικό ενδιαφέρον για τις ΑΠΕ το οποίο μπορεί να επιτύχει τους στόχους που έχουν τεθεί από το κράτος, ήτοι την κάλυψη της ηλεκτρικής ανάγκης από ΑΠΕ κατά 40%.

Στο σκεπτικό εξέλιξης των ΑΠΕ, συμπεριλαμβανομένων των ΑΠΕ των νησιών, διασυνδεόμενα από τον ΕΣΜΗΕ μέχρι το 2027, προβλέπεται διπλασιασμός της συνολικής ισχύος του 2017 ίσης με 4.872 MW η οποία για το 2027 θα ανέλθει σε 9.538 MW. Για τις υπόλοιπες ΑΠΕ, τα μικρά υδροηλεκτρικά αναπτύσσονται ελάχιστα, τα ηλιοθερμικά εντάσσονται από το 2025, τα φωτοβολταϊκά διπλασιάζονται, τα αιολικά υπερδιπλασιάζονται και η ισχύς από βιομάζα-βιοαέριο τετραπλασιάζονται όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	(MW)										
Αιολικά	2047	2300	2555	2810	3065	3220	3370	3520	3990	4160	4330
Φωτοβολταϊκά	2444	2720	3000	3280	3560	3710	3860	4010	4256	4406	4556
Μικρά Υδροηλεκτρικά	223	228	237	242	247	252	257	262	267	272	277
Βιομάζα/Βιοαέριο	58	62	66	70	100	150	200	200	200	200	200
ΣΗΘΥΑ	100	104	108	110	110	125	125	125	125	125	125
Ηλιοθερμικά									50	50	50
ΣΥΝΟΛΟ	4872	5414	5966	6512	7082	7457	7812	8117	8888	9213	9538

Πίνακας 2 Σενάριο διείσδυσης ΑΠΕ με χρονικό ορίζοντα το 2027 (ΑΔΜΗΕ, 2017)

4.6 Ενεργειακές επενδύσεις από ιδιώτες σε φωτοβολταϊκά

Σύμφωνα με στοιχεία του 2021, η ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών ξεχώρισε ως η κυρίαρχη σε σχέση με όλες τις άλλες ενεργειακές τεχνολογίες. Αυτό συνέβη λόγω του σημαντικού ενδιαφέροντος από επενδυτές το οποίο εξακολουθεί να υπάρχει μέχρι σήμερα.

Κατά το 2021, τα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα παρήγαγαν συνολικά 5,26 TWh ηλεκτρικής ενέργειας, αντιστοιχώντας στο 9,2% της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Αυτό το επίπεδο παραγωγής είναι περίπου ίδιο με αυτό της λιγνιτικής παραγωγής, με τη διαφορά ότι αποτράπηκαν να παραχθούν οι εκπομπές CO₂ ποσότητας ίσης με 3,7 εκατ. τόνους, καθώς αντικαταστάθηκαν τα ορυκτά καύσιμα.

Επίσης, το 2021 ενσωματώθηκαν συνολικά 838 MWp φωτοβολταϊκής ισχύος (Διάγραμμα 4), με την τελευταία διετία να χαρακτηρίζεται από την εγκατάσταση ιχνηλάτων της DEGER, συνολικής ισχύος 120 MWp.

Τα παραπάνω στοιχεία αποδεικνύουν την εντυπωσιακή ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής αγοράς στην Ελλάδα κατά το 2021, με τη φωτοβολταϊκή ενέργεια να συμβάλλει τόσο στη μείωση των εκπομπών CO₂ όσο και στην ενίσχυση της βιώσιμης παραγωγής ενέργειας στη χώρα.



Διάγραμμα 4 Εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκής τεχνολογίας (πηγή www.degerhellas.gr)

4.7 Μέρος της κατανάλωσης που καλύπτει η αυτοπαραγωγή

Η ποσότητα της κατανάλωσης που καλύπτεται από την αυτοπαραγωγή στην Ελλάδα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τύπο των εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών ή άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τον τύπο των χρηστών (ιδιώτες, επιχειρήσεις, δημόσιες εγκαταστάσεις) και τις τοπικές συνθήκες.

Συνοπτικά, η αυτοπαραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της αυξημένης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα στοιχεία ανά κύκλο έτους μπορεί να διαφέρουν, αλλά για το 2021, όπως προαναφέρθηκε, η φωτοβολταϊκή παραγωγή κάλυψε περίπου το 9,2% της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα.

Γενικά, αυτό σημαίνει ότι περίπου το 9,2% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας καλύπτεται από την αυτοπαραγωγή από φωτοβολταϊκά συστήματα. Ωστόσο, αυτό το ποσοστό μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την περιοχή και τον τύπο των εγκαταστάσεων.

Σημειώνεται ότι η αυτοπαραγωγή ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται και να εξελίσσεται στην Ελλάδα καθώς οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιδιώκουν να ενισχύσουν τη βιωσιμότητα και την ενεργειακή ανεξαρτησία της χώρας.

Κεφάλαιο 5 Εμπόδια στους στόχους της Πράσινης Συμφωνίας

5.1 Εμπόδια για την Ευρώπη

Η Πράσινη Συμφωνία της ΕΕ, όπως έχει αναφερθεί, στοχεύει να μετατρέψει την Ευρώπη σε σύγχρονη, αποδοτική από πλευράς πόρων και ανταγωνιστική οικονομία (Ενωση 2022). Οι πρωτοβουλίες που ορίζονται από την εν λόγω δράση στοχεύουν σε καθαρές μηδενικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έως το 2050 (Ενωση 2022).

Σύγχρονες προκλήσεις, όπως η πανδημία Covid-19 και ο ρωσο-ουκρανικός πόλεμος φαίνεται να επηρεάζουν την επίτευξη της συμφωνίας, ωστόσο η πράσινη ευρωπαϊκή συμφωνία αποτέλεσε μονόδρομο για την πανδημία. Αυτό οφείλεται στο ότι το ένα τρίτο των επενδύσεων ύψους 1,8 τρισεκατομμυρίων ευρώ από το σχέδιο ανάκαμψης της ΕΕ επόμενης γενιάς και τον επταετή προϋπολογισμό της ΕΕ χρηματοδότησε την Πράσινη Συμφωνία της ΕΕ. Όπως δείχνει το χρονοδιάγραμμα της Πράσινης Συμφωνίας της ΕΕ, ήδη από τον Δεκέμβριο του 2021, έχουν γίνει προσπάθειες για την εφαρμογή του σχεδίου για την τρέχουσα περίοδο αλλά και μελλοντικά. Η Πράσινη Συμφωνία αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της στρατηγικής αυτής της Επιτροπής για την εφαρμογή της Ατζέντας των Ηνωμένων Εθνών 2030 καθώς και των πολιτικών κατευθυντήριων γραμμών της Προέδρου von der Leyen (Επιτροπή 2022).

Η Επιτροπή, στο πλαίσιο της πράσινης Συμφωνίας, εστίασε εκ νέου στη διαδικασία του μακροοικονομικού συντονισμού του Ευρωπαϊκού Εξαμήνου. Για να επιτευχθεί η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, υπάρχει ανάγκη αναθεώρησης των πολιτικών για τον εφοδιασμό καθαρής ενέργειας σε ολόκληρη την οικονομία, τη βιομηχανία, την παραγωγή και την κατανάλωση, τις υποδομές μεγάλης κλίμακας, τις μεταφορές, τα τρόφιμα και τη γεωργία, τις κατασκευές, τη φορολογία και τα κοινωνικά οφέλη (PWC n.d.).

Ως εκ τούτου η ΕΕ επενδύει στον απαραίτητο ψηφιακό μετασχηματισμό, καθώς αποτελεί βασικό παράγοντα για την αλλαγή (Thegreentank 2022). Όλοι οι προαναφερθέντες τομείς δράσης συνδέονται στενά και αλληλοενισχύονται, ωστόσο δίνεται ιδιαίτερη προσοχή όταν υπάρχει συμβιβασμός μεταξύ οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών στόχων. Μάλιστα ο Ευρωπαϊκός Πυλώνας Κοινωνικών Δικαιωμάτων καθοδηγεί τις δράσεις για να διασφαλίζεται ότι κανείς δεν

θα μείνει πίσω, όμως για να επιτευχθεί το Ευρωπαϊκό Πράσινο. Τα κράτη μέλη συνεργάζονται, εντείνουν τις προσπάθειες της ΕΕ και διασφαλίζουν ότι η υφιστάμενη νομοθεσία που σχετίζεται με την Πράσινη Συμφωνία επιβάλλονται αποτελεσματικά και εφαρμόζονται (REUTERS 2021).

5.2 Εμπόδια για την Ελλάδα

Η Πράσινη Συμφωνία της ΕΕ επηρεάζει ήδη εταιρείες και οργανισμούς στην Ελλάδα, τόσο στον ιδιωτικό όσο και στον δημόσιο τομέα, οδηγώντας σταθερά την οικονομία σε βιώσιμα μοντέλα παραγωγής και κατανάλωσης βασισμένα στην ενεργειακή μετάβαση σε μια κλιματικά ουδέτερη κοινωνία. Πρωταρχικός στόχος είναι η ολοκληρωμένη, διασυνδεδεμένη και εύρυθμη αγορά ενέργειας της ΕΕ και της Ελλάδας που θα παρέχει βιώσιμη, ασφαλή και οικονομικά προσιτή ενέργεια, σεβόμενη πλήρως το δικαίωμα των κρατών μελών να αποφασίζουν για το ενεργειακό τους μείγμα (B2GREEN 2019).

Η διαχείριση της ενεργειακής μετάβασης οδηγεί αναπόφευκτα την Ελλάδα σε σημαντικές διαρθρωτικές αλλαγές στις περιφερειακές και τοπικές οικονομίες με ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων που μπορούν να διατηρήσουν και να ενισχύσουν την οικονομική και κοινωνική δομή, ώστε η μετάβαση να είναι δίκαιη και κοινωνικά βιώσιμη (Rijksoverheid n.d.).

Η ελληνική κοινωνία προετοιμάζεται για αυτή τη ριζική αλλαγή στην οικονομία της, στους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας, της βιομηχανίας, των μεταφορών, των κτιρίων, της γεωργίας, διότι ο καθένας τους παίζει σημαντικό ρόλο στον εξευγενισμό και στην επίτευξη της νέας ενέργειας. Κεντρικό άξονα στο σχεδιασμό κατέχουν οι περιβαλλοντικοί στόχοι και το βιώσιμο μέλλον χωρίς λιγνίτη και ρύπανση.

Κατά συνέπεια η χώρα δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων και πράσινων επενδύσεων για τη ριζική αναδιάρθρωση της τοπικής και εθνικής οικονομίας (DR2CONSULTANTS n.d.).

Από την άλλη η πανδημία COVID-19 ανέδειξε πόσο ευάλωτες είναι οι κοινωνίες και οι οικονομίες σε περιόδους κρίσης και φυσικών καταστροφών. Μάλιστα υιοθετήθηκαν μέτρα για την «πράσινη ανάκαμψη» της Ευρώπης, θέτοντας νέες προτεραιότητες για τις ευρωπαϊκές κοινωνίες και την επιστροφή τους στην κανονικότητα.

Η μετάβαση στην οικονομία χαμηλής εκπομπής άνθρακα απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε καθαρές τεχνολογίες και υποδομές. Οι πόροι που απαιτούνται για την υλοποίηση αυτών των μέτρων μπορεί να αποτελέσουν σοβαρό ζήτημα για ορισμένες χώρες.

Εξάλλου η μετάβαση σε αειφόρες πηγές ενέργειας δυνητικά απειλεί τα συμφέροντα εταιρειών που εξαρτώνται από ορυκτά καύσιμα, όπως τον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Οι συγκεκριμένες εταιρείες υπάρχει περίπτωση να αντιδράσουν και να ασκήσουν πίεση για τη διατήρηση της υπάρχουσας κατάστασης.

Από την άλλη τα μέτρα της Πράσινης Συμφωνίας μπορεί να επιφέρουν αρνητικές κοινωνικές επιπτώσεις, όπως απώλεια θέσεων εργασίας σε βιομηχανίες που προκαλούν ρύπανση, οδηγώντας στην αντίθεση ορισμένων κοινωνικών και επαγγελματικών ομάδων.

Η εφαρμογή της, απαιτεί την έγκριση νέων νόμων και κανονισμών σε διάφορους τομείς, διαδικασία η οποία στην περίπτωση κάποιων χωρών αποβαίνει περίπλοκη και χρονοβόρα, καθώς απαιτείται η συμφωνία και η συνεργασία από πολλούς εμπλεκόμενους φορείς και θεσμικά όργανα.

Η Πράσινη Συμφωνία, η οποία είναι η εμβληματική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, στοχεύει στη σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ και τη μετάβαση σε μια βιώσιμη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Ένας από τους βασικούς στόχους της, είναι η εξάλειψη των συμβατικών καυσίμων όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Η επίτευξη αυτού του στόχου θα εξαρτηθεί από πολλούς παράγοντες, όπως η ταχύτητα με την οποία αναπτύσσονται και ενσωματώνονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο ενεργειακό σύστημα, η υιοθέτηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης, η διαθεσιμότητα εναλλακτικών καυσίμων χαμηλών εκπομπών άνθρακα όπως το υδρογόνο και η ανάπτυξη τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα.

Ένα άλλο θέμα που πρέπει να θιγεί είναι ότι ο τομέας της ενέργειας δίνει δουλειά σε περίπου 50.000 ανθρώπους, οι οποίοι απασχολούνται με το εμπόριο (λιανικό και χονδρικό) καυσίμων. Υπολογίζοντας τους κλάδους που συνδέονται με τον ενεργειακό κλάδο, η συνεισφορά του στο θέμα της απασχόλησης αναδεικνύεται πολλαπλάσια, ενώ θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το 1/3 από τις ελληνικές εξαγωγές προϊόντων είναι

ενεργειακά προϊόντα (προϊόντα πετρελαίου των ελληνικών διυλιστηρίων). Αρχικά η χώρα εισάγει προϊόντα ενέργειας όπως αργό πετρέλαιο από το Ιράκ, το Καζακστάν, τη Ρωσία, το οποίο επανεξάγεται μετά την επεξεργασία του στα ελληνικά διυλιστήρια. Οι προαναφερόμενοι τομείς και η απασχόληση που αυτοί δημιουργούν, πρόκειται να θιγούν από την ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο (Βέττας, κ.α., 2021).

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα, υπάρχει και η ιδιαιτερότητα του μεγάλου φόρου στην ενέργεια. Το 64% της τιμής της αμόλυβδης βενζίνης είναι δασμοί ή φόροι, για παράδειγμα. Τα έσοδα από τους ειδικούς φόρους στην ενέργεια έφτασαν το 3% του ΑΕΠ το 2019, έναντι του 1,8% που είναι ο ευρωπαϊκός μέσος όρος. Η ύπαρξη υψηλού φόρου στην ενέργεια είναι μια ιδιαιτερότητα που μπορεί να έχει επιπτώσεις στην οικονομία και την αγοραστική δύναμη των πολιτών. Κατά συνέπεια γίνεται κατανοητό ότι ο ενεργειακός τομέας επηρεάζει την οικονομία και παρά το γεγονός ότι συνεισφέρει απευθείας στην προστιθέμενη αξία της οικονομίας και σε όλες τις δραστηριότητες της αλυσίδας παραγωγής και εφοδιασμού ενέργειας (και των κλάδων που συνδέονται με τον ενεργειακό τομέα), μπορεί να επηρεάσει μέσω των τιμών των ενεργειακών προϊόντων, κάθε οικονομική δραστηριότητα, την οικονομική ανάπτυξη και την ποιότητα ζωής των πολιτών (Βέττας, κ.α., 2021).

5.3 Επιρροή του πολέμου της Ουκρανίας στον τομέα της ενέργειας

Ο πόλεμος στην Ουκρανία έχει σημαντική επίπτωση στον τομέα της ενέργειας, ειδικά στην περιοχή της Ευρώπης, επηρεάζοντας την ασφάλεια του εφοδιασμού, τις τιμές και τον τρόπο παραγωγής της ενέργειας.

Η Ουκρανία αποτελεί κρίσιμο κράτος διέλευσης για τη μεταφορά φυσικού αερίου από τη Ρωσία προς την Ευρώπη. Οι συγκρούσεις στην περιοχή μπορούν να οδηγήσουν σε διακοπή ή περιορισμό της παροχής αερίου, επηρεάζοντας την ενεργειακή ασφάλεια και την οικονομία των ευρωπαϊκών χωρών που εξαρτώνται από αυτό.

Οι συγκεκριμένες γεωπολιτικές αναταράξεις στην περιοχή μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση των τιμών του φυσικού αερίου, γεγονός το οποίο επηρεάζει τόσο τους καταναλωτές όσο και τις επιχειρήσεις, που πρέπει να αντιμετωπίσουν υψηλότερα κόστη για τη θέρμανση και την παραγωγή ενέργειας.

Αλυσιδωτά η κρίση του πολέμου της Ουκρανίας μπορεί να επηρεάσει την πολιτική ενεργειακού μίγματος των ευρωπαϊκών χωρών. Η ανάγκη για αποφυγή εξάρτησης από τη ρωσική παροχή αερίου και η αύξηση της ασφάλειας της ενέργειας μπορεί να ενισχύσει την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση.

Ωστόσο η άνοδος των τιμών σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο μπορεί να έχει διαφορετικές επιπτώσεις στους στόχους της Πράσινης Συμφωνίας και να υπάρξουν περιπτώσεις που γίνονται βήματα προς τα πίσω, αλλά επίσης μπορεί να ενισχυθεί η πρόοδος προς τον στόχο. Αναλυτικότερα η άνοδος των τιμών σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη χρήση αυτών των καυσίμων λόγω της οικονομικής τους ανταγωνιστικότητας σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και κατά συνέπεια να περιοριστεί η μετάβαση σε πιο βιώσιμες μορφές ενέργειας, άρα να επηρεαστούν αρνητικά και οι στόχοι της Πράσινης Συμφωνίας. Από την άλλη όμως λόγω της ανόδου των τιμών πετρελαίου και φυσικού αερίου μπορεί να δημιουργηθούν οικονομικά κίνητρα για επενδύσεις σε ΑΠΕ και ενεργειακή απόδοση. Στην περίπτωση αυτή η αύξηση των τιμών μπορεί να καταστήσει τις ΑΠΕ οικονομικά ελκυστικές και να ενισχυθεί η υλοποίηση των στόχων της Πράσινης Συμφωνίας (CNNGreece 2022).

Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα

Η Πράσινη Συμφωνία αποτελεί ένα φιλόδοξο πρόγραμμα με στόχο την αειφορία, τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την προσαρμογή στις αλλαγές του κλίματος. Παρά το γεγονός ότι η πρωτοβουλία αυτή έχει ευρεία υποστήριξη, υπάρχουν ορισμένα εμπόδια που μπορούν να καθυστερήσουν την επίτευξη των στόχων της Πράσινης Συμφωνίας, τόσο για την Ευρώπη όσο και για την Ελλάδα.

Αρχικά απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες από όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ. Ωστόσο, κάποιες φορές η έλλειψη συνεκτικής στρατηγικής και συντονισμού μεταξύ των χωρών μπορεί να καθυστερήσει την πρόοδο και να περιορίσει τα αποτελέσματα.

Η Ευρώπη βρίσκεται στη μέση μιας σημαντικής ενεργειακής μετάβασης, με έμφαση στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη στροφή προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει θέσει έναν φιλόδοξο στόχο να γίνει κλιματικά ουδέτερη έως το 2050, κάτι που απαιτεί πλήρη μεταμόρφωση του ενεργειακού συστήματος της ηπείρου. Η ενεργειακή μετάβαση της ΕΕ βασίζεται σε τρεις βασικούς πυλώνες: την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη δημιουργία μιας πιο διασυνδεδεμένης αγοράς ενέργειας μεταξύ των κρατών μελών.

Αρκετές ευρωπαϊκές χώρες έχουν ήδη σημειώσει σημαντική πρόοδο προς αυτόν τον στόχο. Για παράδειγμα, το 2020, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιπροσώπευαν το 38% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ, από 34% το 2015. Πολλές χώρες έχουν επίσης θέσει τους δικούς τους στόχους για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και επενδύουν σε νέα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ταυτόχρονα, δίνεται μεγάλη έμφαση σε μέτρα ενεργειακής απόδοσης, όπως η βελτίωση της μόνωσης των κτιρίων και η ενθάρρυνση της χρήσης πιο ενεργειακά αποδοτικών συσκευών. Η ΕΕ έχει θέσει ως στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 32,5% έως το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2007.

Παράλληλα ο ενδιάμεσος περιβαλλοντικός στόχος, είναι η μείωση των εκπομπών κατά 40% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Λόγω του ότι η βιομηχανία των μεταφορών είναι υπεύθυνη για το 20% των παγκόσμιων αερίων του θερμοκηπίου, οι εταιρείες αυτού του τομέα αναζητούν τρόπους να εργαστούν με πιο πράσινο τρόπο με τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων.

Τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα καταβάλλει προσπάθειες για μετάβαση προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα, με έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η αιολική και η ηλιακή. Η χώρα έχει θέσει στόχο να παράγει το 35% της ηλεκτρικής της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έως το 2030 και έχει επενδύσει σε νέα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Εκτός από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η Ελλάδα διερευνά επίσης άλλες επιλογές χαμηλών εκπομπών άνθρακα και τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης. Η χώρα εργάζεται για τον εκσυγχρονισμό της ενεργειακής της υποδομής και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια και τις μεταφορές.

Σε σταθερή βάση, προωθείται η βιωσιμότητα στην ελληνική οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον με κεντρικές γραμμές την καθαρή ενέργεια, την επέκταση του εμπορίου εκπομπών, την ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Ο στόχος απογαλακτισμού από τα συμβατικά καύσιμα μπορεί να φαίνεται φιλόδοξος, δεν είναι αδύνατος. Τα τελευταία χρόνια, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν γίνει ολοένα και πιο ανταγωνιστικές ως προς το κόστος με τα συμβατικά καύσιμα, γεγονός που τις καθιστά ελκυστική επιλογή για την παραγωγή ενέργειας. Η Ελλάδα έχει ήδη σημειώσει σημαντική πρόοδο όσον αφορά την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα ενεργειακά της συστήματα. Παρά το γεγονός ότι έχουν γίνει αξιοσημείωτα βήματα προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα, το ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας εξακολουθεί να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό από τα ορυκτά καύσιμα για τις ενεργειακές της ανάγκες.

Παράλληλα ο ΑΔΜΗΕ ο επίσημος διαχειριστής μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας έχει προβεί σε αξιολόγηση του ενεργειακού συστήματος, αναδεικνύοντας ότι η επάρκεια του ενεργειακού συστήματος καλύπτει τη ζήτηση όμως αφενός εξαρτάται από την εισαγωγή ενέργειας αφετέρου μπορεί να αντιμετωπίσει κίνδυνο ανεπάρκειας λόγω της απόσυρσης ορισμένων ενεργειακών μονάδων, ή λόγω άλλων δυσμενών συνθηκών, όπως ανεπαρκή προμήθεια φυσικού αερίου, έλλειψη καυσίμων, αυξημένη ζήτηση, προβλήματα λειτουργίας μονάδων παραγωγής, και την ανεπαρκή συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο στόχος είναι να αυξηθεί το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα σε 32% έως το 2030. Ταυτόχρονα η Ελλάδα επενδύει στην έρευνα

και στην ανάπτυξη εναλλακτικών καυσίμων χαμηλών εκπομπών άνθρακα, όπως το υδρογόνο, και στη δέσμευση άνθρακα και τεχνολογίες αποθήκευσης. Η προσπάθεια είναι καθημερινή, αέναη και δεν τελειώνει στο 2030. Η χώρα είναι υποχρεωμένη να προετοιμάσει ακόμα πιο μακροπρόθεσμα σχέδια για το 2050 και τον στόχο της ενεργειακής ουδετερότητας -δηλαδή στην περίπτωση της Ελλάδας οι 96,1 μεγατόνοι CO₂ του 2018, που το 2030 πρέπει να έχουν πάει στους 50 μεγατόνους, θα πρέπει μέχρι το 2050 να βρεθούν στο μηδέν.

Συνοψίζοντας, η Ελλάδα όπως και οι υπόλοιπες χώρες πρέπει να συνεχίσουν τη σταθερή προσπάθεια για την επίτευξη των στόχων της Πράσινης Συμφωνίας και να αναπτύξουν μακροπρόθεσμες στρατηγικές για την ενεργειακή ουδετερότητα. Η μετάβαση προς ένα πιο βιώσιμο μέλλον είναι δυνατή με συνεχή δέσμευση και συνεργασία, και αποτελεί αναγκαίο βήμα για την προστασία του πλανήτη και τη διασφάλιση ενός υγιούς περιβάλλοντος για τις μελλοντικές γενιές.

Βιβλιογραφία

- Βέττας, Ν., Danchev, S., Μανιάτης, Γ., Παρατσιώκας, Ν., & Βαλάσκας, Κ. (2021). Ο Τομέας Ενέργειας στην Ελλάδα: Τάσεις, προοπτικές και προκλήσεις. ΔΙΑΝΕΟΣΙΣ, Απρίλιος.
- Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2010). Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(3), 919-937.
- Acar, C., & Dincer, I. (2017). Environmental impact assessment of renewables and conventional fuels for different end use purposes. *International Journal of Global Warming*, 13(3-4), 260-277.
- Angikath, F., Abdulrahman, F., Khandavilli, M., Zhang, X., & Sarathy, S. M. (2021). Hydrogen evolution from hydrocarbon pyrolysis in a simulated liquid metal bubble reactor. *Energy & Fuels*, 35(18), 14597-14609.
- Arcos, J. M. M., & Santos, D. M. (2023). The Hydrogen Color Spectrum: Techno-Economic Analysis of the Available Technologies for Hydrogen Production. *Gases*, 3(1), 25-46.
- B2GREEN. (2019) Green Deal: The 9 key points of the European Green Deal (originally translated from greek) B2GREEN, <https://www.b2green.gr/el/post/75848/green-deal-ta-9-vasika-simeia-tis-evropaikisprasinis-symfonias>
- Chaisson, C. (2021). Fossil Fuel Air Pollution Kills One in Five People. NRDC. February, 19.
- CNNGreece. (2022) "What is and why does the European Green Deal concern us? (originally translated from greek)." CNNGreece., <https://www.cnn.gr/oikonomia/sustainable-news/story/252486/ti-einai-kai-giati-masafora-i-eyropaiki-prasini-symfonia>

CORKE, Mai Ling (6 Ιουλίου 2020). «European Clean Hydrogen Alliance». Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs - European Commission.

Deora, P. S., Verma, Y., Muhal, R. A., Goswami, C., & Singh, T. (2022). Biofuels: An alternative to conventional fuel and energy source. *Materials Today: Proceedings*, 48, 1178-1184.

Dinçer, İ., Zamfirescu, C., Dinçer, İ., & Zamfirescu, C. (2012). Fossil fuels and alternative fuels. *Sustainable Energy Systems and Applications*, 169-201.

DR2CONSULTANTS. n.d. "European Green Deal Impact Scan." DR2CONSULTANTS, <https://dr2consultants.eu/work/european-green-deal-impactscan/>.

EIA. Renewables Account for Most New U.S. Electricity Generating Capacity in 2021. 2021. Available online: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=46416>.

Energy 2021, <https://www.energy.gov/ne/articles/nuclear-101-how-does-nuclear-reactor-work>

Erickson, P.; Lazarus, M.; Piggot, G. (2018) Limiting fossil fuel production as the next big step in climate policy. *Nat. Clim. Chang.* 8, 1037–1043.

Euractiv 2020, The EU releases its Green Deal. Here are the key points». *Climate Home News*.

European Commission, (2020). «Clean Energy». https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_19_6723 «EU Strategy for Energy System Integration» (PDF).

European Commission, (2022) EU Cohesion Policy: €1.63 billion for a just climate and energy transition in Greece, European Commission, https://ec.europa.eu/regional_policy/en/newsroom/news/2022/06/16-06-2022-eucohesion-policy-eur1-63-billion-for-a-just-climate-and-energy-transition-in-greece.

Fang, X., Ravishankara, A. R., Velders, G. J., Molina, M. J., Su, S., Zhang, J., ... & Prinn, R. G. (2018). Changes in emissions of ozone-depleting substances from China due to implementation of the Montreal Protocol. *Environmental science & technology*, 52(19), 11359-11366.

Goel, M., & Vohra, K. Air Pollution and Human Health: Some Case Studies. *Air Pollution and Human Health*, 11.

- Jones, J. M., Lea-Langton, A. R., Ma, L., Pourkashanian, M., & Williams, A. (2014). Pollutants generated by the combustion of solid biomass fuels.
- M. Raymond. Nuclear Energy, (2009) 6th ed. Burlington, MA, USA: Butterworth-Heinemann, USA.
- Mahapatra, S., Kumar, D., Singh, B., & Sachan, P. K. (2021). Biofuels and their sources of production: A review on cleaner sustainable alternative against conventional fuel, in the framework of the food and energy nexus. *Energy Nexus*, 4, 100036.
- Metavasis. (2022) European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions (originally translated from greek)." Metavasis. July 17., <https://www.sdam.gr/node/318>.
- Mohajan, H. (2018). Acid rain is a local environment pollution but global concern.
- Moka, S., Pande, M., Rani, M., Gakhar, R., Sharma, M., Rani, J., & Bhaskarwar, A. N. (2014). Alternative fuels: an overview of current trends and scope for future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 697-712.
- Montzka, S. A., Dlugokencky, E. J., & Butler, J. H. (2011). Non-CO₂ greenhouse gases and climate change. *Nature*, 476(7358), 43-50.
- Pollet, Mathieu (10 Ιουλίου 2020). «Explainer: Why is the EU betting on hydrogen for a greener future?». euronews.
- Pollet, Mathieu. (2020) Explainer: Why is the EU Commission betting on hydrogen for a greener future?" euronews., <https://www.euronews.com/2020/07/10/explainer-why-is-the-eu-commission-bettingon-hydrogen-for-a-cleaner-future>.
- PWC. n.d. "The EU Green Deal." PWC., <https://www.pwc.com/gr/en/advisory/risk-assurance/sustainability-climatechange/eu-green-deal.html>.
- Rahman, A., Farrok, O., & Haque, M. M. (2022). Environmental impact of renewable energy source based electrical power plants: Solar, wind, hydroelectric, biomass, geothermal, tidal, ocean, and osmotic. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112279.
- REUTERS (2021) Greece wants 'realistic' EU green policy for shipping, REUTERS. October 20, <https://www.reuters.com/business/sustainablebusiness/greece-wants-realistic-eu-green-policy-shipping-2021-10-20/>

Rijksoverheid. n.d. "Green Deal aanpak." Rijksoverheid, <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-economie/green-deal>.

switch2green. n.d. "The EU Green Deal – a roadmap to sustainable economies." switch2green, <https://www.switchtogreen.eu/the-eu-greendeal-promoting-a-green-notable-circular-economy/>.

Soeder, D. J., & Soeder, D. J. (2021). Fossil fuels and climate change. Fracking and the Environment: A scientific assessment of the environmental risks from hydraulic fracturing and fossil fuels, 155-185.

Thegreentank. (2022) "Greece on the way to the European Green Deal (originally translated from greek)." Thegreentank, <https://thegreentank.gr/en/2022/02/22/greece-eu-green-deal-voice-en/>.

Ucal, M.; Xydis, G. (2020) Multidirectional relationship between energy resources, climate changes and sustainable development: Technoeconomic analysis. Sustain. Cities Soc.

Wigeland, R.; Taiwo, T.; Ludewig, H.; Todosow, M.; Halsey, W.; Gehin, J.; Jubin, R.; Buelt, J.; Stockinger, S.; Jenni, K.; et al. (2014) Nuclear Fuel Cycle Evaluation and Screening—Final Report; INL (Idaho National Laboratory): Idaho Falls, ID, USA.

Ιστοσελίδες

<https://education.nationalgeographic.org/resource/fossil-fuels/>

https://www.chemeurope.com/en/encyclopedia/Fossil_fuel.html

<https://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/carbon-dioxide-emissions-from-electricity.aspx>

<https://www.clientearth.org/latest/latest-updates/stories/fossil-fuels-and-climate-change-the-facts/>

<https://www.iea.org/energy-system/low-emission-fuels/hydrogen>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0562&from=SV>

<https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20220701IPR34357/fit-for-55-le-parlement-en-faveur-de-carburants-plus-verts-pour-l-aviation>

