

ΠΑΝΤΕΙΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

PANTEION UNIVERSITY OF SOCIAL AND POLITICAL SCIENCES



ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΔΙΕΘΝΟΥΣ & ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε.: Εξέταση μοντέλου συγκριτικού πλεονεκτήματος ενεργειακής παραγωγής από ΑΠΕ στην Ένωση, ενσωματώνοντας τους στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πετρουλάκης Ιωάννης

Αθήνα, 2022

Τριμελής Επιτροπή

Ζέφη Δημαδάμα, Καθηγήτρια Παντείου Πανεπιστημίου (Επιβλέπουσα)

Βασιλική Καραγεώργου, Καθηγήτρια Παντείου Πανεπιστημίου

Χαράλαμπος Πλατιάς, Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου



Copyright © Πετρουλάκης Ιωάννης, 2022

All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της διπλωματικής εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Πάντειον Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών δεν δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πίνακες – Χάρτες	3
ΣΥΝΟΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Τα συστατικά της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Στρατηγική της Ε.Ε. κι αδυναμίες υπάρχοντος μοντέλου	17
Κεφάλαιο 4: Κατασκευή, παρουσίαση κι ανάλυση των δεδομένων	26
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα.....	40
Μέρος Τρίτο: Αξιολόγηση και Συμπεράσματα	47
Κεφάλαιο 6: Τρέχουσα συνθήκη και Αξιολόγηση	47
Συμπεράσματα.....	53
Παράρτημα: Συντομογραφίες	55
Βιβλιογραφία	56
Δικτυογραφία.....	64
Πρόσθετη Βιβλιογραφία.....	65

Πίνακες – Χάρτες

1. Πίνακας 1: Πρωτογενή Δεδομένα: Έκταση - Παραγωγή Ενέργειας.....σελ.27	σελ.27
2. Πίνακας 2: Πρωτογενή Δεδομένα: Παραγωγή - Στόχος 50%σελ.28	σελ.28
3. Πίνακας 3: Παρουσίαση των στοιχείων για την ενέργεια από Ανεμογεννήτριες.....σελ 29	σελ 29
4. Πίνακας 4: Επιθυμητή παραγωγή από Ανεμογεννήτριες.....σελ 31	σελ 31
5. Πίνακας 5: Παρουσίαση των στοιχείων για την ενέργεια από Φωτοβολταϊκά.....σελ 33	σελ 33
6. Πίνακας 6: Επιθυμητή παραγωγή από Φωτοβολταϊκά.....σελ.35	σελ.35
7. Πίνακας 7: Ομαδοποιημένα συγκριτικά στοιχεία.....σελ.36	σελ.36
8. Πίνακας 8: Ομαδοποιημένα συγκριτικά στοιχεία ανά πόρο.....σελ.37	σελ.37
9. Πίνακας 9: Λόγοι Απόδοσης ανά πόρο και ανά ομάδα.....σελ 39	σελ 39
10.Πίνακας 10: Αποτελέσματα ανά πόρο και ανά ομάδα για ηλεκτροπαραγωγή ανά Km ²σελ.41	σελ.41
11.Πίνακας 11: Συγκριτικό Πλεονέκτημα Παραγωγής Ενέργειας Βάσει 1 μονάδας Km ² για κάθε μία πηγή, ανά Ομάδα.....σελ 43	σελ 43
12.Χάρτης 1: Δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής Ανεμογεννητριών.....σελ.45	σελ.45
13.Χάρτης 2: Δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής Φωτοβολταϊκών.....σελ.45	σελ.45

ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η ανάπτυξη ενός μοντέλου-υποδείγματος, αξιοποίησης κατά το βέλτιστο δυνατό τρόπο των ενεργειακών δυνατοτήτων τριών ομάδων κρατών της Ε.Ε. Η θεωρία και τα μεθοδολογικά εργαλεία του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος αξιοποιήθηκαν για την κατασκευή κι αξιολόγηση της μελέτης μας, καθότι προσφέρει αναλυτικές δυνατότητες αναφορικά με την ανταγωνιστικότητα των ενεργειακών πόρων αλλά και μεταξύ των τριών ομάδων (Δυτική, Κεντρική, Ανατολική). Ακολουθώντας τον στόχο της ενεργειακής ουδετερότητας που έθεσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έως το 2035, εξετάζονται οι δυνατότητες που έχουν τα κράτη-μέλη κατά την ενεργειακή μετάβαση, συλλειτουργώντας και αντλώντας τα αποδοτικότερα κι ανταγωνιστικότερα οφέλη από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βασιζόμενα στην κατά το δυνατόν χαμηλότερη κατανάλωση εδαφικών πόρων.

Το όλο εγχείρημα στηρίζεται στην παραδοχή πως δεν δύναται να υπάρξει λειτουργική ενεργειακή μετάβαση δίχως δικαιοσύνη, άρα χωρίς την προσμέτρηση οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων κόστους-οφέλους. Το υπόδειγμά μας, όμως, πέραν από απλή επιβεβαίωση της αγοράς, φέρει κι ένα στοιχείο μελλοντικής εφαρμογής. Ο λόγος που χωρίσαμε εξ αρχής τα κράτη σε ομάδες και τις εξετάσαμε κατά αυτόν τον τρόπο, ήταν για να διαπιστώσουμε (α) αν μπορούν και πως μπορούν να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες τους και (β) αν δύναται η ευρωπαϊκή ήπειρος να λειτουργήσει σαν ενιαίο σύστημα ανταλλαγής ενέργειας, ώστε όταν «έχει συννεφιά» να αντισταθμίζει ο άνεμος κι όταν «δεν φυσά» να αξιοποιούνται οι δυνατότητες των φωτοβολταϊκών

Η έρευνα μας κατέδειξε πως η Ανατολική ομάδα φέρει συγκριτικό πλεονέκτημα στην ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκά έναντι της αντίστοιχης στις άλλες δύο ομάδες, η Κεντρική στην ηλεκτροπαραγωγή από ανεμογεννήτριες έναντι της αντίστοιχης από τις άλλες δύο, αλλά ταυτοχρόνως η κάθε μία φέρει συγκριτικό μειονέκτημα για την ηλεκτροπαραγωγή από την άλλη πηγή κι έναντι όλων των άλλων ομάδων. Η Δυτική ομάδα δε φέρει κανένα συγκριτικό πλεονέκτημα, ούτε και μειονέκτημα, καθιστώντας την επενδυτικά α-διάφορη αναφορικά με την προτιμητέα τάση προς ανάπτυξη.

Τόσο τα εμπειρικά κι ερευνητικά δεδομένων άλλων μελετών, όσο και η παρούσα εξέλιξη σε κάθε χώρα, φαίνεται να επιβεβαιώνει σε γενικές γραμμές το ερευνητικό μας έργο.

Λέξεις κλειδιά: ενεργειακή μετάβαση, ανανεώσιμες πηγές, συγκριτικό πλεονέκτημα, Ευρωπαϊκή Ένωση, βιώσιμη ανάπτυξη, περιβάλλον

Sustainable Energy Transition in EU: Developing a model based on Comparative Advantage theory for electricity production based on RES in E.U., incorporating the goals of Sustainable Development.

ABSTRACT

Our research tries to create an analytic tool based on the theory of Comparative Advantage, to examine the potentials of European countries according to the usage of photovoltaics and wind turbines. The core of our analysis includes the Sustainable Development goals for “best natural resources usage” and the target of the European Commission for an energy transition based on RES until to 2035 and 2050. On our model member-states were grouped at three distinct “energy regions”, Western, Central and Eastern, taking account the interconnections that already exist and the PCIs that are in development. Using the “land surface” as the unit to be consumed by the RES development, we extract conclusions on which region is the most comparatively preferable either for wind energy or solar energy by photovoltaics. Our research shows that Eastern group has comparative advantage on solar electricity production, the Central region could develop wind turbines projects at lower land-cost than others, but both of them have also comparative disadvantage on developing the opposite projects. Western group seems to have no comparative advantage nor disadvantage among others for each one of the energy resources. In general, our results are aligned with international studies and observation. Moreover, comparing the current market and policy trends with our model, we can trace an ongoing interest for wind energy on West, especially North, and an upcoming wave of mass investments on photovoltaics on Eastern countries. Still today, the Central region, like Hungary and Poland, remain reluctant on RES development, but slowly moving towards wind energy adaptation.

Key words: energy transition, renewables, comparative advantage, European union, electrification, sustainable development, environment

Από καρδιάς θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες και σεβασμό μου προς το πρόσωπο και τη συνεισφορά της επιβλέπουσας καθηγήτριάς μου, Δημαδάμας Ζέφη, η οποία χρειάστηκε να αφιερώσει χρόνο για να με καθοδηγήσει προς την επίλυση των ερευνητικών ερωτημάτων που έθετα και δίχως αντίσταση μου συμπαραστάθηκε όσο ήταν δυνατόν.

Οφείλω όμως, ένα μεγάλο ευχαριστώ και στους δικούς μου ανθρώπους και τη σχέση μου, που με άντεξαν και με υπέμειναν για όσο καιρό έμεινα κλεισμένος στον εαυτό μου, να προσπαθώ να βάλω σε τάξη τη σκέψη μου και να ανταπεξέλθω σε κάτι πρωτόγνωρο.

Τέλος, ευχαριστώ όλους τους καθηγητές και καθηγήτριες μου στο Πάντειο Πανεπιστήμιο που με γέμισαν ιδέες, γνώσεις και σκέψεις για τόσο συναρπαστικά αντικείμενα, όπως την πολιτική σκέψη, το Δίκαιο, τη διεθνή οικονομία, τη διεθνή διπλωματία, το περιβάλλον και τους ενεργειακούς πόρους, με πυρήνα τις Ευρωπαϊκές αρχές.

Η υπάρχουσα συνθήκη ενεργειακής ανασφάλειας στην ευρωπαϊκή ήπειρο, καθώς και η εμφάνιση νέων τεχνικών και μοντέλων ενεργειακής μετάβασης, καθίστανται στις μέρες μας αντικείμενα πολλαπλών ερευνών και μελετών. Ταυτοχρόνως διαφαίνεται τα τελευταία χρόνια, τουλάχιστο στο δημόσιο διάλογο, να παραμερίζεται η διάσταση της Βιώσιμης Ανάπτυξης ή να εντυπώνεται ως επιθυμητό αποτέλεσμα, αν όχι ως απλή συνέπεια, των παραπάνω.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αξιοποιώντας τη θεωρία του «συγκριτικού πλεονεκτήματος», συνδυαστικά με την κατά τόπους ενεργειακή παραγωγή και με πυρήνα τα κριτήρια της Βιώσιμης Ανάπτυξης, έχει ως σκοπό τη μελέτη και παρουσίαση της δυνατότητας ύπαρξης ενός μοντέλου ενεργειακής μετάβασης ανταποκρινόμενο στις αρχές και τις στοχεύσεις της Βιώσιμης Ανάπτυξης, στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ακολουθώντας τον στόχο της ενεργειακής ουδετερότητας που έθεσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έως το 2035 (European Commission, n.d.), εξετάζονται οι δυνατότητες που έχουν τα κράτη-μέλη κατά την ενεργειακή μετάβαση, συλλειτουργώντας και αντλώντας τα αποδοτικότερα κι ανταγωνιστικότερα οφέλη από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βασιζόμενα στην κατά το δυνατόν χαμηλότερη κατανάλωση εδαφικών πόρων. Σημαντικό τμήμα της εργασίας αποτελεί η καταγραφή των δεδομένων προς αξιολόγηση και η μελέτη των προοπτικών ενός τέτοιου υποδείγματος ενεργειακής μετάβασης, συνάμα με την αντίστιξη της παρούσας στρατηγικής στον Ευρωπαϊκό χώρο.

Η επιλογή της θεματικής, συνάδει τόσο με την τρέχουσα κατάσταση, όμως βασίζεται και αποσκοπεί και σε μελλοντική αξιοποίηση, καθότι τα ζητήματα της «ενεργειακής μετάβασης» και της «βιωσιμότητας και βιώσιμης ανάπτυξης» είναι διαρκεί (International Energy Agency, 2021). Για την ακρίβεια, η ενεργειακή μετάβαση είναι αναγκαία, παρούσα, ταχεία, διαρκώς μεταβαλλόμενη και διαταράσσει τα ως τώρα οικεία μοντέλα λειτουργίας, παραγωγής και κοινωνικής δόμησης. Σε διακυβερνητικό επίπεδο, οι διαρκείς κρίσεις στον Ευρωπαϊκό χώρο επιβεβαιώνουν τη δυναμική του spill-over effect (Simon Hix, 2009; Χρυσόχου et al., 2009), τη στιγμή που η αγορά ενέργειας στην Ήπειρο είναι πολυδιασπασμένη και μη κεντρικά ελεγχόμενη (Energy Policy: General Principles | Fact Sheets on the European Union | European Parliament, n.d.; IEA (2020), 2020; Judge & Maltby, 2017).

Το όλο εγχείρημα στηρίζεται στην παραδοχή πως δεν δύναται να υπάρξει λειτουργική ενεργειακή μετάβαση δίχως δικαιοσύνη (Abarca, 2021; *Η Ενεργειακή Ένωση: Από Όραμα Πραγματικότητα*, 2019), άρα χωρίς την προσμέτρηση οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων κόστους-οφέλους (Δημαδάμα, 2021). Συνεπώς η προσμέτρηση αλλά και συμπερίληψη των πυλώνων της Βιώσιμης Ανάπτυξης, είναι αναγκαίες. Ταυτοχρόνως, η εμπειρία καταδεικνύει πως το περιβαλλοντικό κίνητρο αποδυναμώνεται αν δεν υφίστανται πρόσφορες επενδυτικές ευκαιρίες στο πλαίσιο της ανάπτυξης και εξέλιξης (Chiti, 2022; Schlacke et al., 2022).

Συνεπώς μέσα από τη μελέτη ενός τόσο πολύπλοκου ζητήματος, έχουμε την δυνατότητα να αντλήσουμε πληροφορίες και ιδέες για νέους τρόπους δράσης και προσεγγίσεις επίτευξης τόσο της βιώσιμης ανάπτυξης όσο και της ενεργειακής μετάβασης, μετατρέποντας ουσιαστικά την πρώτη σε οδηγό αλλά και εργαλείο για τη δεύτερη και το αντίστροφο (Δ. Χ. Πλατιάς, 2022a). Αντλώντας από οικονομικά παραδείγματα κι εμπειρικές αναγκαιότητες, είμαστε σε θέση να συνθέσουμε ένα σύγχρονο και οικονομικά αποδοτικό “πράσινο” και βιώσιμο πλαίσιο λειτουργίας για την ευρωπαϊκή περιφέρεια. Ένα εν δυνάμει μοντέλο εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ικανό να καταστήσει την ενεργειακή μετάβαση δίκαιη, οικονομικά επωφελή για επενδύσεις και σταθερά εξελισσόμενη.

Η προσέγγιση του ζητούμενου προβλήματος, χωρίζεται τρεις βασικούς άξονες. Πρώτα θα μελετηθούν οι αρχές και τα κριτήρια της βιώσιμης ανάπτυξης, αξιολογώντας παράλληλα τις παρούσες συνθήκες και στοχεύσεις της ΕΕ. Έπειτα, θα ακολουθήσει η ανάλυση του συγκριτικού πλεονεκτήματος παραγωγής της ενέργειας ανά ομάδα κρατών-μελών και θα εξεταστεί η δυνατότητα ανασύνθεσης των κριτηρίων του τρέχοντος μοντέλου ενεργειακής μετάβασης. Ενώ ο τρίτος άξονας αφορά την αξιολόγηση του πλαισίου στοχευμένης, πλέον, ενεργειακής παραγωγής, βάσει δυνατοτήτων κι όχι με όρους ελεύθερης αγοράς. Με αυτόν τον τρόπο θα επανεξεταστούν οι δυνατότητες που παρουσιάζονται και θα συγκριθούν οι υπάρχουσες συνθήκες με τις παραγόμενες από το μοντέλο, οδηγώντας έπειτα σε συμπεράσματα, αξιολογώντας ταυτοχρόνως και την υπάρχουσα ευρωπαϊκή στρατηγική.

Για τη βέλτιστη διάρθρωση της εργασίας, η δομή που επιλέχθηκε είναι εκείνη της αποδόμησης των ζητημάτων μέσα σε Μέρη και υπο-κεφάλαια και η ανασύνθεση στη συνέχεια στο τελικό Μέρος 4ο.

Το Μέρος 1ο εμπεριέχει τα κεφάλαια 1 και 2, όπου επιχειρείται η παρουσίαση και πλαισίωση των ορισμών της Ενεργειακής Μετάβασης όπως υιοθετείται από την ΕΕ, καθώς και της Βιώσιμης Ανάπτυξης, όπως έχει υιοθετηθεί στο Διεθνές Δίκαιο και ειδικότερα ως στρατηγική πλαισίωσης και ενσωμάτωσης στις ευρωπαϊκές πολιτικές. Έπειτα, παρουσιάζεται η σύνδεση και συν-ανάπτυξη των δύο πολιτικών, όπως επίσης η σύντομη και καταδεικτική παρουσίαση των κοινών και διαφοροποιημένων πολιτικών εντός του ευρωπαϊκού πλαισίου. Ολοκληρώνεται με την διερεύνηση των αδυναμιών του παρόντος πλαισίου ενεργειακής μετάβασης και βιώσιμης ανάπτυξης βάσει των ανωτέρων.

Στη συνέχεια, το 2ο Μέρος, με τα κεφάλαια 3 και 4, επικεντρώνεται σ’ αυτό καθ’ αυτό το ζητούμενο της έρευνας. Εστιάζει στη δυνατότητα ανάπτυξης ενός νέου μοντέλου βασισμένου σε ενεργειακά συγκριτικά πλεονεκτήματα περιοχών/περιφερειών της ΕΕ. Περιλαμβάνεται η θεωρία του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος, οι λόγοι αξιοποίησής του, η μεθοδολογία των παραμέτρων που επιλέχθηκαν, καθώς και η ίδια η “κατασκευή” του, με τις επακόλουθες μετρήσεις και παρατηρήσεις.

Προϋπόθεση για εξαγωγή συμπεράσματα, είναι η έμφαση στην αξιολόγηση του προαναφερθέντος μοντέλου, η οποία επιτυγχάνεται στο Τρίτο Μέρος και το κεφάλαιο 6. Αποτελεί ουσιαστικά την αξιολόγηση του μοντέλου / έρευνα / διαδικασία ανάπτυξής του, παρουσιάζοντας τα θετικά κι αρνητικά του στοιχεία. Βάσει αυτών των παρατηρήσεων, γίνεται προσπάθεια καταγραφής πιθανών νέων προτάσεων προσέγγισης του ζητήματος της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης. Ενώ, επιπρόσθετα γίνεται μία cross-reference ανάλυση των συμπερασμάτων του 5ου κεφαλαίου με την υπάρχουσα συνθήκη, με το βασικό ερώτημα περί επίτευξης/εξυπηρέτησης των στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης να τίθεται υπό εξέταση και ανάλυση συνδυάζοντας τις επί μέρους παρατηρήσεις.

Ολοκληρώνοντας με τα κυρίως μέρη, έχουμε την συμπερίληψη όλων των παραπάνω, προσπαθώντας να εντάξουμε τα συμπεράσματα στο πλαίσιο λειτουργίας μία ενιαίας κι ενοποιημένης ελεύθερης ευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας, προωθώντας κι υπερασπίζοντας όμως παράλληλα τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Η εργασία κλείνει με τα Συμπεράσματα, όπου πέραν της ανακεφαλαίωσης, της σύνοψης παρουσίασης των αποτελεσμάτων, επιδιώκεται επίσης η αξιολόγηση της παρούσας έρευνας και οι πιθανοί προβληματισμοί για μελλοντική διερεύνηση.

Μεθοδολογικά, η εργασία ακολουθεί τις τεχνικές της συγκριτικής ανάλυσης υποδείγματος-πραγματικότητας. Βασικό αναλυτικό εργαλείο θα αποτελέσει το υπόδειγμα που θα παρουσιαστεί. Βάσει αυτού θα πραγματοποιηθεί η σύγκριση με την παρούσα συνθήκη. Επιλέχθηκε η ακολουθία αυτή, διότι θεωρήθηκε αντικειμενικότερο να υπάρξει πρώτα το αναλυτικό εργαλείο κι έπειτα τα πραγματικά τεκτονόμενα, προς αποφυγή προκατάληψης ή παρείσφρησης μη αντικειμενικών παραγόντων, όπως οι πολιτικές στρατηγικές.

Σχετικά με το μοντέλο ανάλυσης, η μεθοδολογία του παρουσιάζεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3 του Μέρους 2. Συνοπτικά, για την επιλογή των καταλληλότερων κριτηρίων επιλέχθηκε η μέθοδος της αντίστροφης ανάλυσης. Δηλαδή, θέτοντας αρχικά το στόχο ανάλυσης, αποδομήθηκαν σταδιακά τα απαραίτητα προς συμπερίληψη δεδομένα. Συγκεκριμένα, ο στόχος είναι ο εντοπισμός ύπαρξης ή μη συγκριτικού πλεονεκτήματος μεταξύ ομάδων κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αναφορικά με τις δύο κύριες πηγές «πράσινης» παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τις ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά.

Συνεπαγόμενος του στόχου αυτού, ήταν ο καταμερισμός των κρατών της Ένωσης σε ομάδες. Το κριτήριο ομαδοποίησης είναι οι ηλεκτρικές διασυνδέσεις υπερ-υψηλής τάσης και οι γεωγραφικές δυνατότητες διασύνδεσης. Ακολούθως, χρειάζονταν να οριστεί το κριτήριο βιώσιμης ανάπτυξης στο οποίο θα βασίζονταν οι υπολογισμοί κατά τη διαδικασία εξαγωγής συγκριτικού πλεονεκτήματος.

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο

Αποφασίστηκε ότι το έδαφος, με την έννοια της κατάληψης εδαφικών πόρων, ήταν το αποδοτικότερο και πιο αντικειμενικό. Δεν επιλέχθηκε αμιγώς οικονομικό κριτήριο, τιμή ενέργειας, δεδομένης της μεταβλητότητας και της έντονης τιμολογιακής διαφοροποίησης μεταξύ των κρατών. Απεναντίας, το έδαφος σε m², καθίσταται σημαντικός κοινωνικός παράγοντας αποδοχής από τις τοπικές κοινωνίες, επίσης καθορίζει και μέρος των επενδυτικών και πολιτικών επιλογών. Άρα, το συγκριτικό πλεονέκτημα αφορά: ποια ομάδα έχει συγκριτικό πλεονέκτημα και σε ποια από τις δύο μορφές ΑΠΕ, βάσει της εδαφικής μονάδας που απαιτείται να καταναλώσει για την ανάπτυξη αυτής της μορφής ηλεκτροπαραγωγής, με στόχο την επίτευξη της Ευρωπαϊκής στρατηγικής για 50% «πράσινη» παραγωγή ενέργειας έως το 2050.

Προϋπόθεση για την κατασκευή του υποδείγματος ήταν η συμπερίληψη των τωρινών δεδομένων ηλεκτροπαραγωγής, οι υπολειπόμενες μονάδες για την εκπλήρωση του ανωτέρου στόχου βιώσιμης ανάπτυξης, η επιμέρους παραγωγή από ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκά καθώς και η έρευνα για τις μεταβλητές εδαφικών αναγκών ανά πηγή.

Για λόγους απλοποίησης και διαχείρισης των δεδομένων, ακολουθήθηκε η διαδικασία των αναλογιών σύμφωνα με τα υπάρχοντα δεδομένα, δίχως την προσμέτρηση δεδομένων από μελέτες για μελλοντικές ανάγκες ζήτησης ηλεκτρισμού ή μεταβολών στο ενεργειακό μείγμα. Πρόκειται, ουσιαστικά, για μία μελέτη βασισμένη σε μία εικόνα της στιγμής, με δεδομένα του 2020, δίχως προβολή στο μέλλον. Αναγνωρίζοντας την όποια αδυναμία φέρει η συγκεκριμένη μεθοδολογία, εντούτοις μας είναι χρήσιμη καθότι μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα με τις εκπεφρασμένες μελλοντικές επιλογές και τις επιλογές της αγοράς, αξιολογώντας έμμεσα το ίδιο το μοντέλο που δημιουργήσαμε.

Ως προς τους ερευνητικούς περιορισμούς, από επιλογή αποκλείσαμε τις αυστηρώς οικονομικές μελέτες, εξαιρουμένων εκείνων που λαμβάνουν υπόψη τους τα κόστη εγκατάστασης και λειτουργίας σε σχέση με τη βιωσιμότητα των ΑΠΕ έναντι άλλων πηγών. Επιπλέον, δεν στοχεύσαμε σε νομικά κείμενα πέραν συγκεκριμένης θεματολογίας, όπως τα νομικά κείμενα της ΕΕ που εκφράζουν την στρατηγική της ή κείμενα των Ηνωμένων Εθνών που πλαισιώνουν τη βιώσιμη ανάπτυξη. Τέλος, αποφύγαμε τα απολύτως τεχνικά τεκμήρια, παρά μόνο όσα συνέβαλλαν στην ουσιαστικότερη κατανόηση για τη λειτουργία και την αποδοτικότητα των πηγών καθώς του εγχειρήματος ηλεκτρικής διασύνδεσης της Ευρώπης.

Αξιοποιήθηκε ξενόγλωσση, κυρίως αγγλική και ελληνική βιβλιογραφία, όπου η ελληνική επικούρησε το έργο πλαισίωσης της έρευνας ενώ η ξενόγλωσση, λόγω πλήθους μελετών, βοήθησε στον τρόπο κατασκευής του υποδείγματος αλλά και της ανάλυσης των συμπερασμάτων. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν πολλές ηλεκτρονικές πηγές, όλες δημόσια διαθέσιμες, ιδίως κατά το μέρος της αξιολόγησης.

Τέλος, υπενθυμίζοντας την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στο μέλλον, η στόχευση για τη μελέτη του συγκριτικού πλεονεκτήματος, μόνο σε συνδυασμό με τα εξελικτικά βήματα της ηλεκτροποίησης αποκτά ουσιαστικό νόημα, καθότι μόνον έτσι έχει αξία η πραγματική μελέτη ενός εγχειρήματος μη διασποράς των πόρων. Λόγω της περιπλοκότητας αυτή, έγινε προσπάθεια να συμπεριληφθούν στοιχεία σχετικά με συγγενείς τεχνολογίες, μέθοδοι αποθήκευσης, ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ηλεκτρική θέρμανση αντί πετρελαιοειδών, υπολογιστικά νέφη, αλλά δεν δυνατόν να γίνει πλήρης ανάλυση των μελλοντικών αναγκών.

Κλείνοντας, ο συντάκτης ευελπιστεί σε μελλοντική ανάλυση των δυνατοτήτων της παρούσας έρευνας, χρησιμοποιώντας περισσότερες παραμέτρους και αξιοποιώντας τα αποτελέσματα αυτής ως κριτήριο επαλήθευσης ή μη των προς σχεδιασμό πολιτικών για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την ενεργειακή μετάβαση.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Τα συστατικά της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης

Όπως αναφέρθηκε και στην Εισαγωγή, το Πρώτο Μέρος θα εξετάσει τις έννοιες της «ενεργειακής μετάβασης», της «βιώσιμης ανάπτυξης», τη σχέση μεταξύ των δύο καθώς και τις σχετικές πολιτικές που ήδη εφαρμόζονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Παράλληλα θα γίνει προσπάθεια να χαρτογραφηθούν τα πιθανά κενά και οι αδυναμίες του υπάρχοντος πλαισίου.

Ειδικότερα, το πρώτο κεφάλαιο θα εστιάσει στα δύο συστατικά της εξεταζόμενης έννοιας της “βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης”. Την ενεργειακή μετάβαση και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Είναι σημαντικό να διαχωριστούν αρχικά οι δύο αυτές έννοιες και να εξεταστούν αυτόνομα, επιτρέποντάς μας τη βέλτιστη κατανόησή τους. Η ανασύνθεση και συνδυασμός τους στο πλαίσιο της συνύπαρξης τους εντός της “βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης”, πραγματοποιείται σε δεύτερο χρόνο, έχοντας κάνει κτήμα μας τις πολυπλοκότητες και διακλαδιζόμενες συνιστώσες τους.

Ορίζοντας την “ενεργειακή μετάβαση” οι θεωρητικοί μελετητές, συνήθως, αναφέρονται σε μία διαδικασία επιπτώσεων, με αιτιατή αφετηρία τις αλλαγές προτύπων και μοντέλων στον τομέα της ενέργειας. Επιπτώσεων δομικών, παραγωγικών, κοινωνικών έως και πολιτικών (Lafferty, 2004; Welsch, 2017; Williams, 2012). Αν κι ο όρος τείνει να χρησιμοποιείται εντόνως στην σημερινή περίοδο, εντούτοις απαντάται σε διάφορες εκδοχές του κάθε φορά που οι κοινωνίες βίωναν τον ενεργειακό τους μετασχηματισμό. Από την ατμομηχανή και τη βιομηχανική επανάσταση στον ηλεκτρισμό μέσω άνθρακα (Fouquet, 2016b, 2016a; Grubler et al., 2016; Lanzi et al., 2011). Από την αξιοποίηση των πετρελαϊκών αποθεμάτων έως την πυρηνική ενέργεια μέσω σχάσης και το φυσικό αέριο. Στη σημερινή εποχή,

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
αναφερόμαστε στη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών, την πυρηνική σύντηξη και το υδρογόνο (Kern & Rogge, 2016; Smil, 2016; Sovacool & Geels, 2016).

Ουσιαστικά πρόκειται για τη διαδικασία κατά την οποία οι πηγές, τα μέσα παραγωγής και οι υποδομές μεταφοράς της ενέργειας που συνεισφέρουν στην κοινωνική και παραγωγική δομή, προσαρμόζονται ή/και μετεξελίσσονται βάσει νέων μοντέλων παραγωγής, διανομής και κατανάλωσης ενέργειας. Ενώ, απεκδύοντας την έννοια “ενεργειακή μετάβαση” από τη σημερινή εννοιολογική της φόρτιση, μπορούμε να εστιάσουμε στις παραμέτρους που την καθιστούν διαχρονικά παρούσα αλλά συνάμα επίκαιρη.

Καθότι αναφερόμαστε σε “μετάβαση”, ουσιαστικά περιγράφουμε μία διαδικασία. Περαιτέρω όμως, αναφερόμαστε και σε μία διαδρομή, σε μία συνθήκη μεταβολών, αναστάτωσης του σύνηθες πλαισίου (Bryant et al., 2020; Ford & Hardy, 2020). Προσαρμογές τέτοιας κλίμακας, απαιτούν στρατηγική χάραξη, οραματισμό, στόχευση και καθοδήγηση προς αποφυγή κοινωνικών αναταράξεων και οικονομικών διαταραχών ακραίου επιπέδου. Στην πραγματικότητα όμως, κάθε μετάβαση είναι μακρόχρονη και ουσιαστικά απρόβλεπτη, καθώς το “φαινόμενο της πεταλούδας”, της ασύμμετρης κι απρόβλεπτης μεταβολής, είναι πάντα παρόν ενώ ταυτοχρόνως διαμορφώνεται μία κοινωνική και πολιτική σύγκρουση των συντηρητικών/αντιδρώντων προς την αλλαγή δυνάμεων και των ονομαζόμενων προοδευτικών ή έστω προθύμων να εγκαταλείψουν τα οικεία και να αποδεχτούν τις αλλαγές.

Ο διεθνώς αναγνωρισμένος ορισμός της “βιώσιμης ανάπτυξης”, εντοπίζεται στο δεύτερο κεφάλαιο της έκθεσης-σταθμός Brundtland το 1987, με τον εμβληματικό τίτλο “Το Δικό Μας Κοινό Μέλλον” (Keeble, 1988). Εκεί ορίζεται, πως “Βιώσιμη ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος δίχως να διακινδυνεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες”. Ο ορισμός αυτός, εσωκλείει δύο σκοπούς: τις ανάγκες και την ικανοποίησή τους από τη μία, τη διαγενεακότητα από την άλλη (Bodansky et al., 2017). Επισημαίνεται συχνά πως η προσέγγιση της εποχής εκείνης έθετε τη βάση σε περισσότερο ανθρωποκεντρική και ωφελιμιστική οπτική παρά περιβαλλοντική (Rouikli, 2021).

Πλέον ο ορισμός έχει διευρυνθεί και εμβαθύνει. Ειδικότερα, κατά τις συνόδους των Ηνωμένων Εθνών και των Στρατηγικών Σχεδίων Δράσης (UN Climate Change Conference, 2021; United Nations, 2018), εμπλουτίζοντας τον με την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, τη συμπερίληψη και ενδυνάμωση των αδύναμων κι αποκλεισμένων κοινωνικών ομάδων καθώς και την ανακατεύθυνση μέτρων και πόρων από τις ισχυρές προς τις λιγότερες αναπτυγμένες χώρες/περιφέρειες/περιοχές (Adelle et al., 2006; Commission on Environment, n.d.). Ουσιαστικά αναφερόμαστε σε έναν όρο “ομπρέλα” που εμπεριέχει ένα διαρκώς αυξανόμενο αριθμό αξιών (διαγενεακή και ενδογενεακή δικαιοσύνη, δικαίωμα

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο πρόσβασης σε καθαρό περιβάλλον κ.α.) και πλαισίων δράσης (κυκλική οικονομία, πράσινη οικονομία, εξάλειψη ενεργειακής φτώχειας και επισιτιστικών κρίσεων, αύξηση εισοδημάτων και πρόσβαση στην εκπαίδευση κ.α.)(Baker et al., 1997; Krzymowski, n.d.; Pisani, 2007).

Πυρήνας όμως πάντα της έννοιας της “βιώσιμης ανάπτυξης”, αποτελεί το μοντέλο (ερμηνείας, προσέγγισης και οργάνωσης δράσεων) των τριών πυλώνων. Οι πυλώνες αυτοί είναι: ο κοινωνικός, ο περιβαλλοντικός και ο οικονομικός. Για τους σύγχρονους αναλυτές και οικοδομούντες των πολιτικών στρατηγικών, οι πυλώνες αυτοί θεωρούνται και εκλαμβάνονται ως ίσης σημασίας, αλληλένδετοι και συν-εξελισσόμενοι(Avilés, 2014; Triviza et al., 2022). Εξ αυτής της παραδοχής αντλείται και το πολύ ουσιαστικό κι ενδιαφέρον στοιχείο της “βιώσιμης ανάπτυξης”. Πρόκειται για μία έννοια που είναι εκ των πραγμάτων ενταγμένη σε χωροχρονικά πλαίσια αναφοράς. Τροφοδοτείται από πολιτικές αλλά και τροφοδοτεί εκείνες(Δ. Χ. Πλατιάς, 2022b). Δεν πρόκειται δηλαδή για μία στατική, αλλά για μία δυναμική έννοια που δεν εκφράζεται απλώς μέσα από σχέδια δράσης, αλλά η ίδια της η ύπαρξη τα προϋποθέτει, εμπεριέχοντας τα στοιχεία καθοδήγησης των σχεδιαζόμενων πολιτικών προς την εκπλήρωση των σκοπών της, συγχρόνως με την εννοιολογική της μεταβολή.

Όπως προαναφέρθηκε, σκοπός της βιώσιμης ανάπτυξης, που αποτελεί και τον ορισμό της, είναι η διασφάλιση εκπλήρωσης των μελλοντικών αναγκών μας κατά τη διαδικασία εκπλήρωσης των παρόντων. Αυτή η φαινομενικά απλή διαπίστωση, ενέχει κάποιες βασικές προϋποθέσεις. Ήδη έγινε λόγος για κάποιες, όπως η ενδο/δια-γενεακή δικαιοσύνη, το δικαίωμα ισότιμης ευκαιρίας στην ανάπτυξη των κρατών και η εξάλειψη των κοινωνικών εμποδίων των αδύναμων ομάδων(Commission et al., 1995; Trinomics B.V, 2019). Η διατήρηση των φυσικών πόρων και η ποιότητα του περιβάλλοντος, αποτελούν σήμερα μία από τις κεντρικότερες στοχεύσεις των δράσεων βιώσιμης ανάπτυξης. Συγχρόνως, η συμπερίληψη όλων των κρατών στην προσπάθεια αυτή είναι καίριας σημασίας, οριοθετώντας ουσιαστικά το μέγεθος δράσης των αναπτυσσόμενων και λιγότερο αναπτυγμένων κρατών έναντι των αναπτυγμένων. Τόσο ως προς τις στοχεύσεις όσο και ως προς τις μεθόδους. Από την άλλη όσο λιγότερο αναπτυγμένο είναι ένα κράτος, τόσο αυξάνει ο αντίκτυπος της κλιματικής κρίσης, επιβαρύνοντας την ανασφάλειά του ως δρώντα σε διεθνή αποφάσεις, αφού βασικό του μέλημα είναι η ταχεία και οικονομικά πιο συμφέρουσα αντιμετώπιση των άμεσων προβλημάτων, έναντι των μακρόπνοων και οικονομικά απαιτητικών σχεδίων πράσινης ανάπτυξης των αναπτυγμένων κρατών. Συνεπώς διακρίνεται ως προϋπόθεση η έννοια της “αλληλεγγύης” και της ισότιμης συνεισφοράς, απαιτώντας περισσότερα από τους πλουσιότερους και αναλογικά λιγότερα για τους πιο αδύναμους διεθνούς δρώντες.

Επιβεβαιώνοντας αυτήν την διεθνώς αναγνωρισμένη και νομικά κατοχυρωμένη σε πληθώρα κειμένων ανάγκη, τα πλουσιότερα κράτη στηρίζουν χρηματοδοτικά τα λιγότερο αναπτυγμένα,

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
είτε μέσω της Παγκόσμιας Τράπεζας και των επιμέρους ταμείων της, είτε με απευθείας ροές κεφα-
λαίων (Besant-jones et al., 2011; Ewing, 2020; Lu et al., 2009; United Nations, 2018). Σκοπός αυτών των
συνεισφορών είναι η στήριξη των εθνικών σχεδίων δράσης για απανθρακοποίηση, η εκπαίδευση και
κοινωνική συμπερίληψη των πολιτών στη νέα εποχή “πράσινης οικονομίας”, η δημιουργία υποδομών,
καθώς και οι μεγάλης κλίμακας συνέργειες ιδιωτών που επιτυγχάνουν τη μεταφορά τεχνογνωσίας. Α-
πώτερος στόχος είναι η μεταβολή των εθνικών ενεργειακών μοντέλων, δίχως να απειλείται η οικονομική
μεγέθυνση. Ετούτο, εκ των πραγμάτων συνεπάγεται ότι η ονομαζόμενη “πράσινη οικονομία” και “βιώ-
σιμη ανάπτυξη” πρέπει να είναι επενδυτικά θελκτική και να μη διαταράσσει την ενεργειακή ασφάλεια
των κρατών υπό μετάβαση (Bellantuono & Huhta, 2019; Hassler & Krusell, 2018; IFRI institut francais
des relations internationales, 2018; Judge & Maltby, 2017; Rajagopal et al., 2007; Sills & Jones, 2018;
Xerapadeas, 1997).

Από τα παραπάνω μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα πως υπάρχουν τρεις βασι-
κές προϋποθέσεις οι οποίες συνδυαστικά η κάθε μία με τους τρεις πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης,
αποτελούν τους συνδυαστικούς κρίκους της ενεργειακής μετάβασης με την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης.
Πρώτη είναι η ανάγκη απανθρακοποίησης, ακολουθεί η επιταγή της ενεργειακής ασφάλειας και τρίτη,
η οικονομική μεγέθυνση βασισμένη κατά το δυνατόν σε μοντέλα ενεργειακής αυτάρκειας ή έστω μη
μονοπωλιακής εξάρτησης.

Πιο συγκεκριμένα, η ανάγκη απανθρακοποίησης αναφορικά με τον οικονομικό πυ-
λώνα, οφείλει να γίνει με τρόπο που καθιστά μεν ασύμφορες τις επενδύσεις, υπάρχουσες και μελλοντικές,
σε ορυκτά καύσιμα, ισχυροποιεί δε τα κίνητρα πράσινων επενδύσεων, διασφαλίζοντας παράλληλα τα
εταιρικά και ιδιωτικά κέρδη μακροπρόθεσμα από την απομείωση τις τιμής του ρεύματος για τους παλαι-
ούς επενδυτές (Hintermayer, 2020). Συγχρόνως, ως προς την εξυπηρέτηση του περιβαλλοντικού πυλώνα,
οι νέες επενδύσεις σε ΑΠΕ και υποδομές μεταφοράς ενέργειας (supergrids) οφείλουν να σέβονται κατά
το δυνατό το φυσικό περιβάλλον, είτε πρόκειται για την χλωρίδα και την πανίδα είτε και το τοπίο ως
ελεύθερο αγαθό ικανοποίησης. Επιπλέον, για τις παλαιότερες επενδύσεις, οι περιοχές εξόρυξης και επε-
ξεργασίας ορυκτών καυσίμων, είναι αναγκαίο να επανέλθουν στην πρότερη, κατά το δυνατόν, κατά-
σταση μέσω προγραμμάτων αποκατάστασης ή εναλλακτικών χρήσεων γης, για την αποφυγή περιπτώ-
σεων ρύπανσης ή/και περιοχών “φαντάσματα” όντας πλέον εγκαταλελειμμένες. Ενώ, σχετικά με τον
κοινωνικό πυλώνα, η απώλεια θέσεων εργασίας και η επανεκπαίδευση των μέχρι πρότινος εργαζομένων
σε μονάδες εξόρυξης και παραγωγής, είναι καίριας σημασίας για την επίτευξη ομαλής μετάβασης και
αποδοχής των αντίστοιχων σχεδίων (Abarca, 2021; Chiti, 2022; OECD, 2016; Δ. Χ. Πλατιάς, 2022a).

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
Επιπρόσθετα, λύσεις όπως η συμπαραγωγή ενέργειας μέσω ενεργειακών κοινοτήτων ή η απόδοση οικονομικών ωφελειών από τις επενδύσεις σε ΑΠΕ και η εν γένει συμπερίληψη των κατοίκων μέσω επιστημονικών συζητήσεων στις κατά τόπους επενδύσεις, μπορεί να λειτουργήσουν θεραπευτικά στις αντιδράσεις εξαιτίας των μεταβολών στα τοπία των περιοχών εγκατάστασης ΑΠΕ.

Παρομοίως, ο τομέας της ενεργειακής ασφάλειας, οφείλει να σέβεται και να προωθεί τη συμπερίληψη των ανωτέρω πυλώνων. Συνεχίζοντας τη συσχέτιση με τον κοινωνικό τομέα, η προαναφερόμενη συμπερίληψη τοπικών παραγωγών ενέργειας πέραν της άμβλυνσης των αντιρρήσεων, θα μπορούσε να σταθεροποιήσει το σύστημα μεταφοράς ενέργειας χάρη σε μικρά και μεσαίας κλίμακας αυτόνομα δίκτυα προσφέροντας εκ παραλλήλου έσοδα στους δήμους ή/και τους αγρότες πολλών περιοχών, ισορροπώντας το δίπολο “φωτοβολταϊκά ή αγροτική παραγωγή”(Goetzberger & Zastrow, 2007; Harvey & Pilgrim, 2011; Lontakis & Tzouramani, 2016; Valle et al., 2017). Συμπληρωματικά, μεσαίες και μεγάλες μονάδες αποθήκευσης ενέργειας θα μπορούσαν να εγκατασταθούν σε εγκαταλελειμμένες βιομηχανικές μονάδες, αξιοποιώντας περαιτέρω τις υπάρχουσες κτηριακές υποδομές.

Αναφορικά με τις νέες υποδομές μεταφοράς ενέργειας και τα καλώδια υψηλών τάσεων, θα αποτελούσαν ευκαιρία για μαζικές υπογειοποιήσεις καλωδίων και εκσυγχρονισμού των τοπικών δικτύων, διασφαλίζοντας τη μείωση πυρκαγιών από εκρήξεις καλωδίων στα δάση, από την κατάρρευση της ηλεκτροδότησης των απομακρυσμένων από τα αστικά κέντρα περιοχών, δημιουργώντας αίσημα ασφάλειας και σταθερότητας στις κοινωνίες-χρήστες του δικτύου, εξυπηρετώντας τη βασική επιταγή περί μη δυσχέρειας του περιβαλλοντικού πυλώνα. Τέλος, η προσεκτική εξέταση ενεργειακών εταίρων από τρίτα κράτη, αποφεύγοντας λάθη νέο-αποικιοποίησης, θα ήταν δυνατό να οδηγήσει σε συνέργειες με χώρες υψηλού αποθέματος ηλιακής, αιολικής, γεωθερμικής ενέργειας, προωθώντας ταυτόχρονα σχέδια μεταφοράς τεχνογνωσίας και συνανάπτυξης. Διευρύνοντας έτσι τον κύκλο των εμπορικών εταίρων και διασφαλίζοντας την αποφυγή μονοπωλιακής εκμετάλλευσης, όπως συμβαίνει στις μέρες μας λόγω περιορισμού των ροών φυσικού αερίου και χειραγώγησης των τιμών πετρελαιοειδών(Liu et al., 2020a; Wu & Zhang, 2018).

Ως επιστέγασμα των προηγούμενων δύο προϋποθέσεων για τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση, ακολουθεί η ενεργειακή αυτάρκεια ή η κατά το δυνατόν αυτονομία. Το επιχείρημα που θέτει τη συγκεκριμένη έννοια ως προϋπόθεση αλλά και στόχο, είναι το γεγονός πως η ηλεκτροποίηση της κοινωνικής και παραγωγικής ζωής σε κάθε κράτος δεν μπορεί να στηρίζεται στην εισαγόμενη ενέργεια, παρά μόνο να επικουρείται. Πέραν της προφανούς συνέπειας, αυξημένης απεξάρτησης από έτερες πολιτικές βουλήσεις κι εκβιασμούς, η ενεργειακή αυτονομία ως στόχος, δύναται να οδηγήσει τις πολιτικές των κρατών υπό μετάβαση σε διαδικασία μακρόπνοων σχεδιασμών και συνεκτικών πλάνων τόσο ως

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
προς την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης, όσο και ως προς την προσαρμογή τους στις νέες συνθήκες (Abada et al., 2019; Dorband et al., 2020; Mendoza Beltran et al., 2011). Σχεδιασμοί ενεργειακής αυτονομίας εκ των πραγμάτων θα πρέπει να ενσωματώσουν πολιτικές διαφοροποίησης των ενεργειακών πηγών, ειδικότερα των ΑΠΕ. Βάσει αυτού, αντί ένα κράτος ή περιφέρεια κρατών, να στρέφεται σχεδόν αποκλειστικά είτε στην ηλιακή είτε στην αιολική, θα μπορούσε να έχει μια πολυσυνεκτική πολιτική, αφαιρώντας περιβαλλοντικό βάρος από τις χερσαίες εκτάσεις ή τις βουνοκορφές και διασπείροντας αυτή την ανάγκη, στη θάλασσα με κυματο-παραγωγή, στις στέγες με μικρές αιολικές γεννήτριες ή φωτοβολταϊκά και αξιοποίηση βιομάζας και θερμικών πηγών.

Επιπλέον, η εξοικονόμηση ενέργειας, απαραίτητο συστατικό για την επίτευξη του ανωτέρου στόχου, ως κοινωνική νόρμα πλέον, θα βοηθούσε προς την επίτευξη αυτού του στόχου ενώ συνάμα θα ενέπνεε τον πληθυσμό προς την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Απαραίτητο στοιχείο, τόσο για την εξοικονόμηση όσο και για τη διαφοροποίηση των πηγών, είναι η τεχνολογική και γνωσιακή καινοτομία. Με τη σειρά της θα μπορούσε να προσελκύσει κεφάλαια ενώ, σύμφωνα με τα ως τώρα δεδομένα από τους μεγαλύτερους οικονομικούς φορείς, την ίδια στιγμή ενεργοποιεί νέους οικονομικούς κύκλους, προσφέροντας νέες θέσεις εργασίας, νέες μορφές επιχειρηματικότητας, όπως επίσης πρόσθετη αξία στην ανταγωνιστικότητα των τοπικών προϊόντων, λόγω μείωσης του κόστους εισαγόμενης ενέργειας (Assi et al., 2020; Bachner et al., 2019; Blazquez et al., 2020; Economides et al., 2018; Eggoh et al., 2011; Fouquet, 2016b; Ngan et al., 2019; Rifkin, 2011).

Όμως, η παρούσα εργασία, εξετάζει όλα τα προηγούμενα μέσα από το πρίσμα της βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης. Μιας ενοποιημένης δηλαδή έννοιας, ενισχυμένης περιβαλλοντικά-κοινωνικά-οικονομικά ενεργειακής μετάβασης. Συγκεκριμένα, ενώ στις μέρες μας η βιωσιμότητα αφορά το παραγόμενα αέρια του θερμοκηπίου από τα ορυκτά καύσιμα αλλά και τη διαθεσιμότητά τους, στο κοντινό μέλλον, η βιωσιμότητα θα αφορά τις πρώτες ύλες κατασκευής μπαταριών, τις διαδικασίες παραγωγής τους καθώς και την εκτίναξη ζήτησης ενέργειας κυρίως λόγω της ηλεκτροποίησης και υψηλού βαθμού ψηφιοποίησης. Ειδικότερα, η μετάβαση σε μία ηλεκτρική πλήρως κοινωνία, απαιτεί μεγάλες υποδομές, αλλαγές και βασικότερα, έξυπνα συστήματα διαχείρισης και παρακολούθησης. Συνεπώς, η ψηφιοποίηση δεν συμβαδίζει απλώς αλλά αποτελεί το εργαλείο για την ενεργειακή μετάβαση. Δυστυχώς όμως, όσο περισσότερα δεδομένα χρειάζονται να μεταφερθούν μεταξύ των συσκευών μας, τόσο περισσότερη ενέργεια απαιτείται για την επεξεργασία κι αποθήκευσή τους. Από τις διαδικασίες μεταφοράς τους, την κρυπτογράφησή τους, την εναπόθεση κι διεπαφή τους μέσα από υπολογιστικά (νέφη) σε ογκώδεις μονάδες αποθήκευσης με γιγάντιες απαιτήσεις ψύξης, ως τους κβαντικούς υπολογιστές και τις

ανυπολόγιστες ενεργειακές ανάγκες εξυπηρέτησης εφαρμογών τεχνίτης νοημοσύνης χάρει σε υπερ-υπολογιστές.

Όλα αυτά χρίζουν μονάδων παραγωγής ενέργειας υψηλής απόδοσης, σταθερής ενεργειακής ροής, με χαμηλό κόστος. Ταυτόχρονα όμως, συνεπάγεται εκτεταμένη χρήση πρώτων υλών, με έμφαση στις επονομαζόμενες σπάνιες γαίες, όπως το κοβάλτιο, το νικέλιο, που εντοπίζονται κατά βάση στο υπέδαφος της κεντρικής Αφρικής. Από την άλλη, οι μονάδες αποθήκευσης, είτε πρόκειται για τη μικρή μπαταρία στα ασύρματα ακουστικά μας ή στην έξυπνη ζυγαριά μας, είτε για οικιακές μονάδες αποθήκευσης ή των ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων ή τις μεγάλες μονάδες αποθήκευσης στους διαχειριστές των δικτύων για την ορθή ενσωμάτωση των ΑΠΕ, αποτελούνται από λίθιο, κοβάλτιο και σιλικόνη. Η παραγωγή λιθίου, ως σήμερα, βρίσκεται σχεδόν κατά αποκλειστικότητα στη Χιλή. Διαλύοντας αμέτρητες εκτάσεις για να δημιουργηθούν οι κατάλληλες «πισίνες» αποξήρανσης. Ενώ, τέλος, η βιομηχανική σιλικόνη, βρίσκεται κυριολεκτικά παντού γύρω και πάνω μας. Για τη σημερινή εποχή, η παραγωγή σιλικόνης είναι πιο κρίσιμη και από την παραγωγή αγροδιατροφικών προϊόντων, καθότι σε αυτό το πολύτιμο χημικό στοιχείο βασίζεται ολόκληρη η σύγχρονη κοινωνία μας. Από τα nanochip των υπολογιστών κάθε είδους, τα ψυγεία και τα κινητά μας, τα συστήματα φωτισμού και καλλιέργειας έως την αποδοτικότερη εφαρμογή της, στα φωτοβολταϊκά συστήματα των οποίων αποτελεί το κυριότερο συστατικό. Η σιλικόνη όμως, είναι προϊόν εξόρυξης συγκεκριμένου τύπου άμμου και απαιτεί κι εκείνη μεγάλες ποσότητες ενέργειας και νερού για να παραχθεί.

Συνοψίζοντας, αν η βιώσιμη ανάπτυξη απαιτεί την ενεργειακή μετάβαση, εκείνη με τη σειρά της δύναται να πραγματοποιηθεί μόνο μέσω της απανθρακοποίησης, δηλαδή την καθολική ενσωμάτωση των ΑΠΕ. Αυτό συνεπάγεται την αναμόρφωση όλων των υπάρχοντων δομών. Δομές όμως που πλέον θα εξαρτώνται, αν δεν υπάρξει γρήγορα κάποια ανακάλυψη νέων τύπου αποθήκευσης ενέργειας, σε τεράστιο βαθμό από συγκεκριμένα χημικά στοιχεία και πρώτες ύλες, που όχι μόνο είναι σε εξαιρετική έλλειψη αλλά και σε νέες χώρες, στον υπό-ανάπτυξη κόσμο. Άρα είμαστε μπροστά στο ενδεχόμενο να προσπαθούμε για μία βιώσιμη ανάπτυξη μέσω μη βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης.

Έχοντας παρουσιάσει τη διαδικασία διαπλοκής των τριών πυλώνων της βιώσιμης ανάπτυξης με τις τρεις βασικότερες προϋποθέσεις-στόχους της ενεργειακής μετάβασης, γίνεται αντιληπτή η περιπλοκότητα του εγχειρήματος και το μέγεθος σχεδιασμού που απαιτείται. Στο επόμενο κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν συνοπτικά οι δράσεις και οι πολιτικές που έχει ενεργοποιήσει η Ε.Ε. για την επίτευξη αυτού του διπλού στόχου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Στρατηγική της Ε.Ε. κι αδυναμίες υπάρχοντος μοντέλου

Από αυτή τη διαδικασία δε θα μπορούσε να ξεφύγει το δεύτερο μεγαλύτερο οικονομικό μπλοκ του πλανήτη, η Ευρωπαϊκή Ένωση. Ως Ένωση 27, πλέον, πολιτικών οντοτήτων που εκτείνονται συλλογικά, από την Βόρεια Θάλασσα και τις δυτικές ακτές του Ατλαντικού ως την Ανατολική Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα, ο ευρωπαϊκός χώρος βίωσε όλες τις προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις, μεταβάλλοντας τις παραγωγικές και λοιπές δομές του αρκετές φορές τα τελευταία εκατό έτη (EICHENGREEN, 2007). Παρομοίως, από τις αρχές της δεκαετίας του '90, με ορόσημο τη Συνδιάσκεψη του Ρίο, 1992, η Ένωση ως όργανο χάραξης στρατηγικής για τα κράτη-μέλη της, έθετε τα ζητήματα της ενεργειακής μετάβασης και μεταρρύθμισης των μοντέλων παραγωγής και αγοράς ενέργειας ολοένα και πιο επιτακτικά (Wallace et al., 2015; Χ. Πλατιάς, 2020). Ούτως ή αλλιώς, πυρήνας κι αφετηρία της Ένωσης, είναι η διασφάλιση των ενεργειακών πηγών, η σταθερότητα της βιομηχανικής παραγωγής και η ενίσχυση της ενιαίας αγοράς (Μεταξάς et al., 2017)¹.

Τα πρώτα δείγματα διαμόρφωσης στρατηγικής για την ενεργειακή μετάβαση, εμφανίζονται το 1995-1996 με την πρόταση για τη δημιουργία μίας Ενεργειακής Ένωσης και την έκδοση της Πράσινης Βίβλου (Commission et al., 1995). Ακολούθως, η μετεξέλιξη του συγκεκριμένου κειμένου, το 2006, έθεσε την ανάγκη σταδιακής διαφοροποίησης του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής (Krüger, 2016). Ταυτοχρόνως τονίσθηκε η αυξανόμενη εξάρτηση των κρατών-μελών της ένωσης από εισαγόμενη ενέργεια, παραγόμενη δε από ορυκτά καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο. Συνεπώς, τέθηκε για πρώτη φορά τόσο emphaticά το ζήτημα της ενεργειακής ασφάλειας και των απαραίτητων αλλαγών στις υποδομές που όφειλαν να γίνουν, ώστε να εξασφαλιστεί ένα πιο ασφαλές, αρχικά, ενεργειακό μέλλον και έπειτα, απαλλαγμένο από τους ρύπους των ορυκτών καυσίμων. Έως εκείνη τη στιγμή η συζήτηση για τη βιώσιμη ανάπτυξη δεν συμπεριλάμβανε την ενεργειακή μετάβαση, ούτε όμως η στρατηγική της ενεργειακής μετάβασης εμποτιζονταν από πολιτικές βιώσιμης ανάπτυξης.

Το ορόσημο χρονικά, εντοπίζεται στο έτος 2009, όπου πλέον στη Συνθήκη για τη Λειτουργία της Ε.Ε., αφιερώνεται ξεχωριστό κεφάλαιο (αρ.194) για τις αρμοδιότητες της Ένωσης στον τομέα της ενέργειας. Έως τότε είχαν εκδοθεί τα δύο Πακέτα Οδηγιών για την Ενέργεια² που δημιουργούσαν το νέο πεδίο δράσης των ιδιωτών παραγωγών ενέργειας έναντι των κρατικών μονοπωλίων. Μπορεί φαινομενικά αυτά τα δύο πακέτα να μην σχετίζονταν με την ενεργειακή μετάβαση, ως μετάβαση καθ' αυτή, όμως το γεγονός της δυσκολίας διεύθυνσης ιδιωτών παραγωγών ή/και προμηθευτών στην αγορά,

¹ Βλ. αρ3 και αρ24 (ΣΕΕ), αρ3, αρ4, αρ5, αρ191 και 194 (ΣΛΕΕ). Επίσης: Treaty establishing the European Coal and Steel Community (αρ2 και 3 ειδικότερα).

² Το πρώτο το 1996 και 1998 για την ενέργεια και το αέριο αντίστοιχα, ενώ το Δεύτερο το 2003 με στόχο την απελευθέρωση της αγοράς και τη δημιουργία υποδομών.

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
καθιστούσε την ανάπτυξη πράσινων πηγών ενέργειας, προνόμιο των κρατών και αντικίνητρο επενδύσεων(ΕΠΙΤΡΟΠΗ, 2018). Έκτοτε τέθηκαν πολλαπλοί στόχοι, το σχέδιο 20-20-203, η στρατηγική για την ενεργειακή ουδετερότητα της Ένωσης, το άνοιγμα σε άλλες αγορές αερίου πέραν της Ρωσίας και η κινητοποίηση κεφαλαίων μέσω ευρωπαϊκών και εθνικών πολιτικών για την ταχεία προσέλκυση επενδύσεων σε ΑΠΕ(European Commission, 2015).

Από το Τρίτο Πακέτο Οδηγιών το 2009, με τη δημιουργία της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας για τη Συνεργασία των Ρυθμιστών Ενέργειας (ACER)⁴, τέθηκαν οι βάσεις για τη σταδιακή εναρμόνιση των ενεργειακών πολιτικών, στόχων και παραγωγής των ευρωπαϊκών κρατών, ενώ το 2019, το Τέταρτο Πακέτο Οδηγιών και Κανονισμών αναμόρφωσε πλήρως το τοπίο και έθεσε νέα πλαίσια με ακόμη πιο φιλόδοξες στοχεύσεις.

Πλέον η Ένωση έχει μία ολοκληρωμένη, σχετικά, στρατηγική με πολλές κρίσιμες επιμέρους πολιτικές που συνδυάζουν την μεταστροφή της ενεργειακής παραγωγής σε ΑΠΕ, την ενεργειακή μετάβαση των πόλεων και των κοινωνικών δομών, την κυκλική οικονομία, την εξοικονόμηση ενέργειας, τη διασφάλιση των αδυνάμων για αποφυγή της ενεργειακής φτώχειας και πληθώρα χρηματοδοτικών εργαλείων(Chiti, 2022; European Commission, n.d.). Κορωνίδα αυτής της στρατηγικής είναι ο Κανονισμός για την Ενεργειακή Ένωση, όπου αποτυπώνεται η ξεκάθαρη πλέον πρόθεση της ΕΕ και της Επιτροπής για την επιτάχυνση της ενεργειακής μετάβασης, την ασφάλεια και ενεργειακή αλληλεγγύη των μελών και την όσο το δυνατόν πληρέστερη ενσωμάτωση πολιτικών δίκαιης και βιώσιμης ανάπτυξης(European Commission, 2018; European Commission. Statistical Office of the European Union., n.d.; Karageorgou, 2021).

Ενδεικτικά έχει θεσπίσει το Ταμείο για τη Δίκαιη Μετάβαση που σκοπεύει στην επανεκπαίδευση των πληθυσμών και την διασφάλιση της ομαλής μετάβασης των τοπικών κοινωνιών στην πράσινη οικονομία, ειδικά σε περιοχές εξαρτημένες από λιγνιτικές μονάδες παραγωγής. Το ταμείο REBUILD-EU για τη διάθεση πόρων στην ανακατασκευή των κτηρίων και των υποδομών, το REGENERATION-EU με προβλέψεις για την ενίσχυση των νέων επιχειρηματιών με έμφαση στην πράσινη και ψηφιακή οικονομία. Ως επιστέγασμα αυτών, το συνολικό πακέτο του RRF5, παρότι δημιουργήθηκε για την αναχαίτηση των επιπτώσεων της πανδημίας, αποβλέπει στην εμπέδωση νέων τεχνολο-

³ 20% μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, 20% μερίδιο ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα και 20% μείωση καταναλωθείσας ενέργειας ως το 2020.

⁴ European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators, <https://www.acer.europa.eu/the-agency/about-acer>

⁵ Resilience and Recovery Fund, Ταμείο Ανθεκτικότητας κι Ανάπτυξης

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
γίων, έξυπνων λύσεων για τις κυβερνήσεις και τις τοπικές κοινότητες, την ανάπτυξη πράσινων υποδο-
μών και αναδιαμόρφωση των πόλεων με το σκεπτικό του αποκλεισμού των οχημάτων από τα κέντρα
τους.

Ταυτοχρόνως, η ρωσική κατάληψη της Κριμαίας το 2014 και η παρούσα ρωσική πο-
λεμική εισβολή στο σύνολο της Ουκρανίας, έφεραν τόσο την Ένωση ως δρώντα όσο και τα επιμέρους
κράτη μπροστά στην οριστική απόφαση περί πλήρους απεξάρτησης από την ευκολία εισαγωγών ρωσι-
κών ορυκτών καυσίμων και την εσπευσμένη εγκατάλειψη του πετρελαίου και του φυσικού αερίου εν
συνόλω έως το 2040. Το βλέμμα όλων των ηγετών, σχεδόν, έχει στραφεί στην εσωτερική παραγωγή
ενέργειας κυρίως από ΑΠΕ με την αιολική και ηλιακή ως κυρίαρχες, επικουρούμενες από τα μελλοντικά
πλάνα για ανάπτυξη αγωγών και υποδομών παραγωγής υδρογόνου ενώ αναμένεται το 2030-2035 η
πρώτη δοκιμαστική λειτουργία του ITER⁶ για παραγωγή ενέργειας μέσω σύμπτυξης πυρήνων ατόμων.
Όλα αυτά βέβαια, υπό την προϋπόθεση πως τόσο τα δίκτυα όσο και οι κατά τόπους υποδομές θα έχουν
προλάβει να μεταβληθούν καταλλήλως, δημιουργώντας μία πραγματικά ενιαία αγορά κι έναν ενερ-
γειακό χώρο ελεύθερης ανταλλαγής ποσοτήτων βάσει παραγωγής και ζήτησης ανά περιφέρεια ή κράτος-
μέλος.

Τέλος, η Ένωση προγραμματίζει και ωθεί δράσεις επενδύσεων σε εγχώρια παραγωγή
ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών, συγχρόνως με την έμφαση στην Έρευνα κι Ανάπτυξη που απαι-
τείται για τη βελτιστοποίηση αυτών των τεχνολογιών. Προσφάτως, δε, έχει ενεργοποιηθεί και το ζήτημα
περί της ανακύκλωσης των γερασμένων μονάδων αντίστοιχης ηλεκτροπαραγωγής. Η μεγάλη όμως έμ-
φαση, όπως διαφαίνεται, θα δοθεί στα συστήματα αποθήκευσης, διανομής και σταθεροποίησης του η-
λεκτρικού δικτύου. Τα σχέδια για την ηλεκτροποίηση της ευρωπαϊκής ηπείρου παραμένουν φιλόδοξα,
όμως δίχως ουσιαστική κεντρική καθοδήγηση. Η εν εξελίξει προσπάθεια της Επιτροπής για έργα κοινής
συμμετοχής, των κρατών-μελών, δεν βρίσκει πάντα θετικά τα κράτη απέναντί της, ενώ οι στόχοι της
βιώσιμης ανάπτυξης απέχουν πολύ από την πραγμάτωσή τους. Η πολυδιάσπαση των αρμοδιοτήτων,
καθώς και η απουσία ρυθμιστικής ενίσχυσης του ACER ως «ενεργειακό συντονιστή», δε διευκολύνει
ούτε την ευρωπαϊκή στρατηγική, ούτε τους επενδυτές, ούτε εν τέλη τους καταναλωτές, οι οποίοι απο-
λαμβάνουν υψηλότερες τιμές σε σχέση με αντίστοιχα κράτη (Nikas et al., 2020).

Προς διερεύνηση πιθανής αλλαγής του υπάρχοντος μοντέλου, το Δεύτερο Μέρος,
χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό υπόδειγμα του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος, στοχεύει να καταδείξει

⁶ Παρότι πρόκειται για πειραματικό σχήμα, ο ITER αναμένεται μετά το 2045, αν αποδειχτεί λειτουργικός, να ξεκινήσει τη
σταδιακή εμπορική του αξιοποίηση.

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
τον εδαφικό πόρο ως έναν βασικό παράγοντα της «βιώσιμης ανάπτυξης». Ενώ το Τρίτο Μέρος θα αξιολογήσει τα ευρήματα του μοντέλου μας σε σχέση με το προαναφερθέν υπάρχον και τις μελλοντικές επιδιώξεις.

Μέρος Δεύτερο

Κεφάλαιο 3: Θεωρητική και Μεθοδολογική προσέγγιση του υπό εξέταση μοντέλου

Όπως αναφέρθηκε στην Εισαγωγή, η εργασία εξετάζει τις δυνατότητες επίτευξης του στόχου Βιώσιμης Ανάπτυξης μέσω της ενεργειακής ουδετερότητας ηλεκτρικής παραγωγής έως το 2035, όπως τέθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, χρησιμοποιώντας ως αναλυτικό εργαλείο τη θεωρία του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος.

Η θεωρία του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος είναι η βασική υποστηρικτική θεωρία του ελεύθερου εμπορίου και βελτιστοποίησης της ικανοποίησης/οφέλους των κρατών, μέσω αυτού. Τέθηκε για πρώτη φορά από τον David Ricardo στο βιβλίο του «On the Principles of Political Economy and Taxation» το 1817 (Ricardo, 1817), παρότι τα θεμέλια της μάλλον εντοπίζονται στο έργο του Torrens (Seligman & Hollander, 1911) ως ανάπτυξη της θεωρίας συγκριτικού κόστους.

Ο Ricardo στην προσπάθειά του να αναλύσει τις δομές και τα θετικά του ελεύθερου εμπορίου, ανέπτυξε μία μέθοδο ανάλυσης παραγωγής προϊόντων με το δυνατόν μικρότερο συγκριτικό κόστος, μίας χώρας σε σχέση με μία άλλη, που θα επέτρεπε στις συναλλασσόμενες χώρες να αντλήσουν το δυνατόν μεγαλύτερο όφελος από το μεταξύ τους εμπόριο αυτών των προϊόντων. Θεωρώντας ότι δύο κράτη είναι ανταγωνιστικά μεταξύ τους και παράγοντας προϊόντα που ανταλλάσσονται στην ελεύθερη αγορά, αλλά δίχως μετακίνηση εργατικών πόρων μεταξύ τους, συμπέρανε ότι η κάθε μία μπορεί να εξειδικευτεί στην παραγωγή του προϊόντος που καταναλώνει τους λιγότερους πόρους σε σύγκριση με το άλλο παραγόμενο προϊόν και συγκριτικά με την ανταγωνίστριά της, ώστε να το αποδώσει στην αγορά στη χαμηλότερη τιμή έναντι της άλλης και το αντίστροφο. Εντάσσεται στις νεοκλασικές οικονομικές θεωρίες και προχωράει τη σκέψη του απόλυτου πλεονεκτήματος των προηγούμενων οικονομολόγων, που υποστήριζαν ότι τα κράτη θα πρέπει να επικεντρωθούν στο προϊόν που παράγεται με τους λιγότερους πόρους, μόνο με εσωτερικά κριτήρια, δίχως δηλαδή μεταβλητές ανταγωνιστικού εμπορίου (Costinot, 2009).

Αν και θεωρείται από τις πλέον σημαντικές και θεμελιώδεις θεωρίες του σύγχρονου εμπορίου, δε στερείται κριτικής. Οι περισσότεροι εστιάζουν στην παραδοχή του Ricardo ότι οι παραγωγικοί πόροι δεν μετακινούνται από τη μία χώρα στην άλλη, συνεπώς δεν αλλάζουν τα δεδομένα εργατι-

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
κού και παραγωγικού κόστους (Gehrke, 2015). Επιπρόσθετα, πολλοί σύγχρονοι οικονομολόγοι και με-
λετητές των οικονομικών του περιβάλλοντος και των κοινωνικών επιστημών εν γένει, είτε προσπαθούν
να την ενσωματώσουν στις θεωρίες τους είτε να την κατηγορήσουν ως μέσο υποκίνησης αδύναμων
κρατών να εκτεθούν στο διεθνές εμπόριο με στρεβλές ελπίδες ανταγωνιστικότητας (Pethig, 1976;
Schumacher, 2013; Siebert, 1974).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση της έρευνάς μας, παρότι το ζητούμενο προς ανάλυση
δεν είναι οι εμπορικές σχέσεις μεταξύ των κρατών-μελών της Ένωσης, εντούτοις η ενεργειακή μετάβαση
που επιδιώκεται είναι στενά συνδεδεμένη με την πολιτική της ενιαίας ελεύθερης και ασφαλούς αγοράς
ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, πέραν του στόχου Βιώσιμης Ανάπτυξης, έχει θέσει την ανάγκη και
επιταγή για τη δημιουργία μίας όλο και στενότερης, αποτελεσματικότερης, οικονομικά επωφελούς και
δίκαιης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστώντας τόσο τα μέλη της όσο και τις εταιρίες ως εμπόρους
και τις Ανανεώσιμες Πηγές ως τους παραγωγικούς συντελεστές αυτής της διαδικασίας (ΕΥ, 2019). Επι-
πλέον, λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές της Βιώσιμης Ανάπτυξης αλλά και την πολιτική για την προστασία
του περιβάλλοντος που έχουν θεσπίσει τα ευρωπαϊκά όργανα, μας είναι αντιληπτό πως η ανάπτυξη της
αγοράς αυτής δεν μπορεί να γίνει εις βάρος του περιβάλλοντος και των κοινωνιών. Συνεπώς, απαιτείται
η συμπερίληψη του περιβαλλοντικού και κοινωνικού κόστους σε συνδυασμό με τις θεωρίες εμπορίου
και βελτιστοποίησης της παραγωγής αποσκοπώντας σε οικονομικά ανταγωνιστικά εμπορικά οφέλη.

Έπειτα, η μεθοδολογία της θεωρίας του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος, μας παρέχει
ένα εργαλείο υπολογισμού του κόστους ευκαιρίας / οριακού οφέλους, ενός προϊόντος έναντι άλλου
βάσει των καταναλισκόμενων μονάδων που απαιτούνται για την παραγωγή τους. Επιπλέον, οι περιορι-
σμοί που τίθενται από το υπόδειγμα του Ricardo, μη μετακίνηση πόρων και εργατικού δυναμικού, θα
αποδείξουμε πως μάλλον προς ωφέλεια μας είναι στο μοντέλο μας παρά ανασταλτικοί.

Συγκεκριμένα η επιλογή του υπολογιστικού υποδείγματος του Συγκριτικού Πλεονε-
κτήματος, έγινε διότι αποτελεί πεποίθηση μας ότι η ενεργειακή μετάβαση, για να είναι βιώσιμη οικονο-
μικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά θα πρέπει κυρίως να είναι επενδυτικά επωφελής. Συνεπώς εμπεριέ-
χει τα στοιχεία κόστους-οφέλους. Επικουρικά, η ανάπτυξη των συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών δεν
μπορεί να έρχεται σε αντίθεση με το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος, καθότι πιθανόν τα οφέλη
τους θα επισκιάσουν από τα αρνητικά τους, με αποτέλεσμα την αργή και σπασμωδική ενσωμάτωσή
τους στα εθνικά ενεργειακά μείγματα, όπως διαφαίνεται τις τελευταίες δεκαετίες (Conrad & Kostka,
2017; Hernandez et al., 2014; Nikas et al., 2020; Tilman et al., 2009). Τέλος, η ηλεκτροποίηση της κοι-
νωνικής μας πραγματικότητας απαιτεί ενεργειακή ασφάλεια, δίχως όμως να τίθεται εν αμφιβόλω η δια-

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
τήρηση του φυσικού περιβάλλοντος, λόγω κατασπατάλησης πρώτων υλών για την δημιουργία συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, ούτε όμως η ενεργειακή αυτάρκεια, λόγω διασυνδέσεων νέο-αποικιακών εξαρτήσεων με την ήπειρο της Αφρικής και τη Μέση Ανατολή, χάρη σε mega-projects ΑΠΕ(Bahgat, 2010; Boie et al., 2016; Holslag, 2007).

Κατά συνέπεια, βασιζόμενοι στο προαναφερθέν σκεπτικό, θέτοντας ως βασικά κριτήρια βιώσιμης ανάπτυξης 1) το στόχο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για ενεργειακή παραγωγή του 50% από ΑΠΕ και 2) την κατάληψη-«κατανάλωση» του εδάφους ως περιβαλλοντικό πόρο για παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, αξιοποιήσαμε το θεωρητικό υπολογιστικό μοντέλο του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος, με στόχο τη διερεύνηση της δυνατότητας εξαγωγής αποτελεσμάτων ικανών να εξυπηρετήσουν το στόχο μίας οικονομικά πρόσφορης και δίκαιης ελεύθερης αγοράς εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και παραδειγμάτων βιώσιμης ανάπτυξης, όπως αυτά που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Η εφαρμογή του υποδείγματος Συγκριτικού Πλεονεκτήματος, φέρει στον πυρήνα της την κατά το δυνατόν αποδοτικότερη αξιοποίηση των πόρων παραγωγής που φέρει το κάθε κράτος έναντι ενός άλλου. Η συγκεκριμένη αντίστιξη είναι αρκετά χρήσιμη στη διαδικασία της ενεργειακής παραγωγής από Ανανεώσιμες πηγές, καθότι δεν φέρουν τα ίδια δυναμικά πεδία αιολικής ή ηλιακής ισχύος όλα τα κράτη. Επιπλέον, δεν έχουν τις ίδιες πηγές παραγωγής, με την έννοια πως οι εκτάσεις τους διαφέρουν αρκετά, τα υψόμετρα, το κλίμα, η εγγύτητα σε τουριστικές περιοχές ή περιοχές Natura κτλ. Ενώ επίσης, οι ανάγκες τους διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό. Όμως τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες είναι τεχνολογίες υψηλών βιομηχανικών απαιτήσεων με απορρόφηση σημαντικών πρώτων υλών. Συνεπώς, συνδυαστικά τα δύο αυτά ζητήματα μπορούν να ενταχθούν σε ένα κοινό πλαίσιο έρευνας αξιοποιώντας τη μεθοδολογία του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος, στοχεύοντας στην αποφυγή κατασπατάλησης φυσικών και εδαφικών πόρων.

Με την σειρά της, η βέλτιστη κατανομή αυτών των πόρων, έχει επενδυτικά και οικονομικά οφέλη, λόγω του περιορισμού του ρίσκου μέσω της εξειδίκευσης και της ειδικευμένης μελέτης εγκατάστασης ανά τύπο ΑΠΕ. Η εξοικονόμηση στην επενδυτική διαδικασία, επιτρέπει το διαθέσιμο πλεονάζον κεφάλαιο να κατευθυνθεί σε περαιτέρω προγράμματα Έρευνας & Ανάπτυξης (RnD), εντείνοντας θετικά τον ανταγωνισμό και μειώνοντας το κόστος εισόδου στην αγορά.

Σημαντικό όφελος όμως που αντλούμε από την αξιοποίηση του μοντέλου αυτού, ειδικότερα τοποθετώντας το έδαφος και την κάλυψη του ως τον «καταναλισκόμενο» πόρο, είναι και η ενσωμάτωση των μεικτών χρήσεων γης, προωθώντας τόσο την ηλεκτροπαραγωγή όσο και την αγροτική παραγωγή ή άλλες χρήσεις ταυτοχρόνως. Δηλαδή, αντιλαμβανόμενοι το συγκριτικό πλεονέκτημα που

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
έχει ο κάθε «παίκτης» ανά ΑΠΕ βάσει του εδάφους του, δύναται να μελετηθούν οι δράσεις και οι στρα-
τηγικές εκείνες που θα συμφωνούν με την από κοινού ανάπτυξη συναφών παραγωγικών μοντέλων, δίχως
τη διατάραξη του περιβάλλοντος, κατά το δυνατόν.

Επεκτείνοντας το παραπάνω επιχείρημα, το συγκριτικό πλεονέκτημα, στην εφαρμογή του, οδηγεί σε αλυσίδες παραγωγής και οικονομίες κλίμακας, όπου σε τοπικό επίπεδο τα οφέλη είναι πολλαπλά. Περιφέρειες, δήμοι και κοινότητες, ειδικευόμενοι σε ένα μοντέλο ηλεκτροπαραγωγής δύνα-
ται να μετατραπούν σε παραγωγοί αλλά και να αντιλαμβάνονται τα κέρδη της υιοθέτησης μίας τεχνολο-
γίας που ταιριάζει περισσότερο στις ανάγκες τους και τους πόρους προς διάθεση (αέρας ή ήλιος), βάσει
πάντα των εδαφικών αναγκών. Είναι διαφορετικό να τοποθετούνται ανεμογεννήτριες στα αχανή λιβάδια
της Βόρειας Ευρώπης ή την ανοικτή Βόρεια θάλασσα, άλλο να αναπτύσσονται στον Θεσσαλικό κάμπο
ή στ' ανοικτά των Κυκλάδων (Alola & Alola, 2018). Το ίδιο ισχύει και τα φωτοβολταϊκά, καθότι η ε-
φαρμογή τους σε αγροτικές γαίες με νέα συστήματα μεικτής εφαρμογής, εξασφαλίζει έξτρα εισόδημα
στους αγρότες μέσω της ενέργειας αλλά σε πολλές περιπτώσεις και καλύτερες σοδειές με λιγότερες
ανάγκες σε ύδρευση (Adeh et al., 2019; Pascaris et al., 2021). Όμως αυτό μεταβάλλεται ανά περιοχή και
σίγουρα, ένα αντίστοιχο στις εκτάσεις της κεντρικής Ευρώπης θα δημιουργούσε μάλλον το φαινόμενο
«heating-island», όπου η αναπτυσσόμενη θερμοκρασία από την απορρόφηση ακτινοβολίας από τα πάνελ,
εκπέμπεται το βράδυ μην επιτρέποντας τη ψύξη του περιβάλλοντος και δημιουργώντας φαινόμενα τοπι-
κής ξηρασίας (Barron-Gafford et al., 2016; Scherba et al., 2011).

Κατ' αυτόν τον τρόπο, εξυπηρετείται και η κοινωνική διάσταση ως έναν βαθμό, διότι
η σύνδεση παραγωγικών αναγκών και συνηθειών με τις νέες μεθόδους που αρμόζουν στις εκάστοτε
περιοχές, ωθούν την βέλτιστη υιοθέτηση των ΑΠΕ, αμβλύνοντας τις κοινωνικές αντιδράσεις και δη-
μιουργώντας συνθήκες συμπερίληψης, καθιστούν την ενεργειακή μετάβαση μοχλό προς τη βιώσιμη α-
νάπτυξη και τ' αντίστροφο. Παρόμοια παραδείγματα έχουν μελετηθεί ήδη στις ΗΠΑ, συγκεκριμένα
στην Καλιφόρνια, όπως και σε πολλές τοπικές κοινωνίες της Γερμανίας, της Κεντρικής Ευρώπης και σε
χώρες της Αφρικής (Acker & Kammen, 1996; Beckman & Xiarchos, 2013). Αν συμπεριλάβουμε και τις
απαραίτητες διαδικασίες επανεκπαίδευσης, τις νέες θέσεις εργασίας και την αναδιαμόρφωση του περι-
βάλλοντος χώρου, σε μέρη που χρησιμοποιούνταν για ηλεκτροπαραγωγή από στερεά καύσιμα, διαμορ-
φώνονται οι συνθήκες για τη ονομαζόμενη «δίκαιη μετάβαση». Επίσης είναι εύλογο να εντάξουμε εδώ
το συγκριτικό πλεονέκτημα των περιοχών ανά πηγή ΑΠΕ, αφού άλλη σχέση έχουν οι πολίτες των αγρο-
τικών περιοχών με τη γη, καθιστώντας την εκπαίδευση τους και τη συντήρηση των φωτοβολταϊκών
ευκολότερη σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες κι άλλη τεχνογνωσία και δυνατότητες κατέχουν οι ομάδες

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
πολιτών με υψηλή εξειδίκευση στη βιομηχανία και των μεγάλης κλίμακας υποδομών, οι οποίοι θεωρη-
τικά μπορούν να ειδικευτούν στις ανεμογεννήτριες (Costinot, 2009).

Τα δύο τελευταία επιχειρήματα υπέρ της χρήσης του συγκριτικού πλεονεκτήματος ενεργειακής παραγωγής ανά ΑΠΕ και ανά ομάδα κρατών, βάσει εδάφους, είναι κυρίως οικονομικά. Η ελεύθερη αγορά απαιτεί το μέγιστο όφελος ανά μονάδα παραγωγής. Δημιουργώντας ένα μοντέλο εξειδικευμένων περιοχών, η ήπειρος θεωρητικά μπορεί να λειτουργεί σας «επαναφορτιζόμενη μπαταρία», αφού ρεύμα από τους ανέμους της Βόρειας θάλασσας θα μοιράζεται στις μη ηλιόφωτες περιοχές του Νότου και τ' αντίστροφο τη θερινή περίοδο. Ενάς παρόμοιος μηχανισμός θα είχε τη δυνατότητα να καταστήσει μία αγορά ενέργειας βασισμένη σε ΑΠΕ, περισσότερο προβλέψιμη, συνεπώς με μικρότερη αστάθεια και περισσότερα χρηματιστηριακά και επενδυτικά προϊόντα διασφάλισης κίνδυνου, δημιουργώντας νέους οικονομικούς πόρους προς επένδυση. Τέλος, η κατανομή του ρίσκου μίας επένδυσης αλλά και της συνολικής αγοράς θα ήταν μικρότερη, όπως εξηγήθηκε νωρίτερα, προσφέροντας σταθερότητα και εμποτίζοντας τον στόχο της ενεργειακής ασφάλειας.

Έχοντας αναλύσει τους λόγους επιλογής του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος ως αναλυτικό εργαλείο και τοποθετώντας τα ζητήματα προς διερεύνηση, ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή της μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, που αφορά πρωτίστως τον τρόπο διαχωρισμού των κρατών-μελών σε ομάδες.

Για τη μελέτη του υποδείγματος αντλήσαμε στοιχεία μόνο για τα 27 κράτη-μέλη της ΕΕ, καθώς μόνον σε αυτά έχουν εφαρμογή οι Κανονισμοί και οι Οδηγίες σχετικά με την αγορά Ενέργειας, όπως και μόνον αυτά είναι αποδέκτες των κεφαλαίων προς επένδυση για την ενεργειακή μετάβαση⁷. Έπειτα οι χώρες ομαδοποιήθηκαν σε groups βάσει των ως τώρα ενεργειακών διασυνδέσεων με καλώδια υπερ-υψηλής τάσης και των αντίστοιχων προγραμματισμένων για το μέλλον καθώς και βάσει της γεωγραφικής τους συσχέτισης⁸.

Δημιουργήθηκαν, συνεπώς, τρεις Ομάδες-groups: η Δυτική (Πορτογαλία, Ισπανία, Γαλλία, Γερμανία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Δανία, Ιρλανδία, Σουηδία και Φιλανδία), η Κεντρική (Σλοβενία, Αυστρία, Ουγγαρία, Σλοβακία, Τσεχία, Πολωνία, Λιθουανία, Λετονία και Εσθονία) και η Ανατολική (Ιταλία, Μάλτα, Κροατία, Ρουμανία, Βουλγαρία, Ελλάδα και Κύπρος). Ως προς το χάρτη, παρατηρούμε αντί για έναν αμιγώς διαχωρισμό Βορρά-Νότου ή Ανατολής-Δύσης, μία προσπάθεια πρό-σμιξης κατά το δυνατόν και δημιουργίας τριών παράλληλων ενεργειακών κόμβων. Να επισημανθεί πως

⁷ Όλα τα δεδομένα ηλεκτρικής παραγωγής τα έχουμε αντλήσει από τη Eurostat και αφορούν το έτος 2020. Όλα τα δεδομένα εγκατεστημένης ισχύος, έχουν αντληθεί από την ετήσια αναφορά της IRENA (IRENA, 2021)

⁸ (Doubling Electricity Interconnection Is the European Peace Project for This Decade – EURACTIV.Com, n.d.; PCI Transparency Platform, n.d.; Trans-European Networks for Energy, n.d.; Liu et al., 2020b)

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
η Πορτογαλία και η Ισπανία δεν συμπεριελήφθησαν στην Ανατολική ομάδα κυρίως λόγω της γειτνίασής τους με την Γαλλία, τις υπάρχουσες διασυνδέσεις και λόγω της εγγύτητάς τους με το μέτωπο του Ατλαντικού. Ενώ η Ιταλία και η Κροατία, συμπεριελήφθησαν στην Ανατολική, λόγω του Μεσογειακού τους μετώπου, της ήδη ενεργειακής τους διασύνδεσης και της μελλοντικής δημιουργίας ενός κόμβου συνδυαστικά με τις μη ενταγμένες στην ΕΕ χώρες των Βαλκανίων, αλλά νυν μέλη των Ενεργειακών Κοινοτήτων. Τέλος, οι τρεις Βαλτικές εντάχθηκαν στην Κεντρική κι όχι στη Δυτική ομάδα, επειδή έχουν σύνορα χερσαία με την Πολωνία ανταλλάσσοντας επί του παρόντος μεσαίας τάσης φορτία. Αντιθέτως η Φιλανδία δεν έχει χερσαία σύνδεση με τις Βαλτικές και οι ανάγκες και δυναμικές της είναι παρόμοιες της Σουηδίας, η οποία έχει υπαρκτή σύνδεση με τη Γερμανία και τη Δανία.

Είναι δεδομένο πως κατά την διαδικασία επιλογής των προς ομαδοποίηση κρατών, έγιναν παραδοχές που μπορεί να μην είναι πλήρως αντικειμενικές (όπως το ότι η Κροατία περιλαμβάνεται στην Ανατολική κι όχι στην Κεντρική ομάδα, ενώ η Σλοβενία, παρότι βρίσκεται ανάμεσα από την Ιταλία-Αν.Ομ. και την Κροατία-Αν.Ομ., εντάχθηκε στη Κεντρική Ομάδα) αλλά καταβλήθηκε προσπάθεια να εντοπιστούν αντικειμενικά κριτήρια. Είτε πρόκειται για τις υπαρκτές και μελλοντικές ηλεκτροδιασυνδέσεις, είτε βάσει των γεωμορφολογικών και κλιματικών χαρτών, όπως και των χαρτών ηλεκτροδυναμικής για την αιολική και ηλιακή ηλεκτροπαραγωγή⁹.

Παρακάτω, τα ίδια τα δεδομένα φαίνεται να επιβεβαιώνουν αυτόν τον άτυπο διαχωρισμό αλλά και να προσφέρουν βάσει του διαχωρισμού αυτού, χρήσιμα συμπεράσματα για την αλληλο κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κρατών εντός των ομάδων τους.

Κεφάλαιο 4: Κατασκευή, παρουσίαση κι ανάλυση των δεδομένων

Το παρόν κεφάλαιο αποσκοπεί να παρουσιάσει τη συλλογιστική της έρευνας μέσα από τη διαδικασία καταγραφής δεδομένων και σύνταξης πινάκων, επιμερίζοντας τα υπό εξέταση θέματα. Λειτουργώντας, κατά αυτόν τον τρόπο, οι πίνακες, ως οδηγοί για την συνολική κατασκευή του μοντέλου συγκριτικού πλεονεκτήματος ηλεκτροπαραγωγής.

Η σύνταξη και παρουσίαση των πινάκων χωρίζεται σε τέσσερα διακριτά μέρη. Πρώτα παρουσιάζονται τα τυπικά χαρακτηριστικά των χωρών, όπως αυτές επιλέχθηκαν. Έπειτα, στο δεύτερο μέρος, παρουσιάζονται τα στοιχεία που σχετίζονται με την ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια. Το τρίτο μέρος αφορά, αντίστοιχα, τα φωτοβολταϊκά, ενώ το τελευταίο είναι ένας επαναληπτικός αλλά συγκεντρωτικός πίνακας των απαραίτητων στοιχείων ανά ομάδα κρατών.

⁹ Οι χάρτες αιολικού και ηλιακού δυναμικού βρίσκονται παρακάτω και έχουν συλλεχθεί από το Global Wind Atlas και Global Solar Atlas, αντίστοιχα.

Παρουσίαση Δεδομένων και Ανάλυση Πινάκων

Πίνακας 1

Country EU-27	Total Land Mass (km ²)	km ² to (m ²)	Total Production Y. (MW)	50% Production Y. (MW)
Belgium	30,280.0000	30,280,000,000.0000	10,046.6210	5,023.3105
Denmark	40,000.0000	40,000,000,000.0000	4,065.7733	2,032.8866
Finland	303,940.0000	303,940,000,000.0000	9,580.4795	4,790.2397
France	547,557.0000	547,557,000,000.0000	55,051.6623	27,525.8312
Germany	349,390.0000	349,390,000,000.0000	61,831.9635	30,915.9817
Ireland	68,890.0000	68,890,000,000.0000	3,058.1050	1,529.0525
Luxembourg	2,574.5000	2,574,500,000.0000	764.4189	382.2095
Netherlands	33,670.0000	33,670,000,000.0000	13,800.8232	6,900.4116
Portugal	91,605.6000	91,605,600,000.0000	5,850.5679	2,925.2840
Spain	499,556.6000	499,556,600,000.0000	30,439.7927	15,219.8963
Sweden	407,283.5000	407,283,500,000.0000	15,830.0228	7,915.0114
TOTAL W	2,374,747.2000	2,374,747,200,000.0000	210,320.2302	105,160.1151
Austria	82,520.0000	82,520,000,000.0000	8,151.3905	4,075.6953
Czechia	77,198.5000	77,198,500,000.0000	7,999.0008	3,999.5004
Estonia	42,750.0000	42,750,000,000.0000	1,095.8749	547.9374
Hungary	91,260.0000	91,260,000,000.0000	5,320.4338	2,660.2169
Latvia	62,230.0000	62,230,000,000.0000	839.0958	419.5479
Lithuania	62,620.0000	62,620,000,000.0000	1,443.6644	721.8322
Poland	306,130.0000	306,130,000,000.0000	19,462.4582	9,731.2291
Slovakia	48,080.0000	48,080,000,000.0000	3,296.2329	1,648.1164
Slovenia	20,136.4000	20,136,400,000.0000	1,700.5604	850.2802
TOTAL C	792,924.9000	792,924,900,000.0000	49,308.7117	24,654.3558
Bulgaria	108,560.0000	108,560,000,000.0000	4,207.6040	2,103.8020
Croatia	55,960.0000	55,960,000,000.0000	2,040.7192	1,020.3596
Cyprus	9,240.0000	9,240,000,000.0000	553.5618	276.7809
Greece	128,900.0000	128,900,000,000.0000	5,957.9090	2,978.9545
Italy	295,717.0000	295,717,000,000.0000	35,478.0713	17,739.0357
Malta	320.0000	320,000,000.0000	292.0807	146.0404
Romania	230,080.0000	230,080,000,000.0000	6,599.3193	3,299.6596
TOTAL E	828,777.0000	828,777,000,000.0000	55,129.2653	27,564.6326

Ο πρώτος πίνακας εμπεριέχει τα τυπικά και απαραίτητα δεδομένα για την περαιτέρω κατασκευή του αναλυτικού μας εργαλείου. Στην πρώτη στήλη βρίσκονται όλες οι 27 χώρες, χωρισμένες ανά Ομάδες Δυτική (W), Κεντρική (C) και Ανατολική (E) και τοποθετημένες αλφαβητικά. Η δεύτερη στήλη έχει τη συνολική εδαφική έκταση σε km² και η τρίτη σε m². Η τέταρτη παρουσιάζει την ετήσια συνολική παραγωγή σε MW και τη μετατροπή της, στην τελευταία στήλη, στη μισή ποσότητα. Ακολουθώς εξηγούνται αναλυτικότερα οι συγκεκριμένες καταγραφές.

Καταγράφηκε η έκταση μόνο των εδαφών τους και τη μετατρέψαμε από km² σε m², διότι όλες οι επόμενες μονάδες εκφράζονται σε m². Έπειτα από τα στοιχεία ετήσιας ενεργειακής παραγωγής της Eurostat, αντλήσαμε τα δεδομένα της συνολικής ενεργειακής παραγωγής. Τα στοιχεία παρέχονται σε ktoe, συνεπώς χρησιμοποιήθηκε ο τύπος : $(1\text{ktoe} \cdot 11630\text{MWh}) / (365 \cdot 24) = X \text{ MW}$, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση και αξιοποίηση των μεγεθών, επιμερίζοντας την ετήσια παραγωγή σε μέση παραγωγή ανά ώρα κι ανά ημέρα. Ουσιαστικά δίδεται ένα μέγεθος επιτόπιας συνολικής παραγωγής, από το σύνολο του ενεργειακού μείγματος.

Στη συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη το στόχο βιώσιμης ανάπτυξης για την ενεργειακή μετάβαση όπως θεσπίστηκε στη Στρατηγική FitFor55 και την Ενεργειακή Βίβλο, για την κάλυψη 50% του συνολικού ενεργειακού μείγματος της ΕΕ από ΑΠΕ, προχωρήσαμε σε μία παραδοχή-υπόθεση εργασίας αντίστοιχης κάλυψης του 50% για το κάθε κράτος-μέλος. Κατά αυτό το σκεπτικό, δημιουργήθηκε η πέμπτη στήλη, όπου παρουσιάζεται η παραγωγή κατά το ήμισυ.

Ο πίνακας συνεχίζει με τον επιμερισμό ανά χώρα των προς κάλυψη μονάδων MW για την επίτευξη του στόχου, εισάγοντας την παρούσα παραγωγή από ΑΠΕ.

Πίνακας 2

Country EU-27	50% Production Y. (MW)	Ttl RES Production Y. (MW)	50%Y.Pr. – Ttl RES Ttl Prod. Y. (MW)
Belgium	5,023.3105	2,523.9509	2,499.3596
Denmark	2,032.8866	2,655.8832	-622.9965
Finland	4,790.2397	3,790.3993	999.8404
France	27,525.8312	13,663.0785	13,862.7526
Germany	30,915.9817	27,636.3973	3,279.5844
Ireland	1,529.0525	1,419.8194	109.2331
Luxembourg	382.2095	106.1542	276.0553
Netherlands	6,900.4116	3,644.3831	3,256.0285
Portugal	2,925.2840	3,510.0839	-584.7999
Spain	15,219.8963	13,072.0208	2,147.8756
Sweden	7,915.0114	11,792.5168	-3,877.5054
TOTAL W	105,160.1151	83,814.6874	21,345.4277
Austria	4,075.6953	6,374.7134	-2,299.0181
Czechia	3,999.5004	1,184.6609	2,814.8395
Estonia	547.9374	310.0524	237.8850
Hungary	2,660.2169	633.3612	2,026.8557
Latvia	419.5479	447.7186	-28.1707
Lithuania	721.8322	291.1241	430.7081
Poland	9,731.2291	3,160.0275	6,571.2016
Slovakia	1,648.1164	760.3046	887.8119
Slovenia	850.2802	596.8106	253.4696
TOTAL C	24,654.3558	13,758.7733	10,895.5825
Bulgaria	2,103.8020	992.4151	1,111.3869
Croatia	1,020.3596	1,098.2353	-77.8757
Cyprus	276.7809	66.6521	210.1288
Greece	2,978.9545	2,136.2923	842.6622
Italy	17,739.0357	13,510.2974	4,228.7383

Malta	146.0404	27.7155	118.3248
Romania	3,299.6596	2,862.4093	437.2503
TOTAL E	27,564.6326	20,694.0169	6,870.6157

Έχοντας καθορίσει το επιθυμητό επίπεδο ουδετερότητας ως την ήδη παραγόμενη δυναμική κάθε χώρας (δεύτερη στήλη) και αφαιρώντας την ήδη συνολική παραγωγή μόνο από ΑΠΕ (τρίτη στήλη), διαπιστώνουμε τα υπολειπόμενα δυναμικά παραγωγής σε MW που μένει να καλυφθεί από ΑΠΕ για τον στόχο του 50%, όπως παρουσιάζεται στη στήλη 4.

Ήδη σ' αυτό το σημείο μπορούν να γίνουν κάποιες ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις. Από τον πίνακα διαπιστώνουμε πως η Δυτική Ομάδα (W) παράγει συνολικά περίπου 84GW και υπολείπεται του στόχου κατά 21GW. Η Κεντρική Ομάδα (C) παράγει 13,7GW από ΑΠΕ και χρειάζεται άλλα 10,8GW.

Ενώ η Ανατολική Ομάδα (E) παράγει με ΑΠΕ 20,6GW και απαιτούνται ακόμη 6,8GW για την επίτευξη του 50%. Συνεπώς η Ε χρειάζεται είναι πιο κοντά στον στόχο, με λόγο 0,33, αλλά η W έχει ήδη μια μεγάλη παραγωγή από ΑΠΕ, κάτι που καταδεικνύει πιθανόν και περισσότερη τεχνογνωσία και διείσδυση στο ενεργειακό μείγμα, παρότι είναι εκείνη που υπολείπεται περισσότερο του στόχου, με τον λόγο να διαμορφώνεται στο 0,25. Ενώ, τέλος, η Κεντρική μοιάζει να είναι σε μία συνθήκη ανάπτυξης των συστημάτων της, αφού έχει και τον υψηλότερο λόγο σχέσης MW προς ανάπτυξη / MW παραγωγής στο 0,78.

Συγκεντρώνοντας όλα τα δεδομένα της παρούσας παραγωγής, είμαστε σε θέση να κάνουμε τις απαραίτητες αναλογίες για την κατασκευή του υποδείγματος. Υπενθυμίζοντας πως στόχος είναι η αξιολόγηση της κάθε μορφής ΑΠΕ σε σχέση με τις εδαφικές της ανάγκες για την εκάστοτε ομάδα, αναγκαίο στοιχείο είναι και η καταγραφή για την κάθε μία μορφή ηλεκτροπαραγωγής των ήδη εγκατεστημένων μονάδων της.

Παρουσίαση των στοιχείων για την ενέργεια από Ανεμογεννήτριες

Πίνακας 3

Country EU-27	WIND CAP installed (MW)	1MW*129,499.6 (m2)	CAP inst. m2 to Total Land (%)	W. Currently Production (MW)	W. Currently Pr. to Total (%)
Belgium	2,438.0000	315,720,024.8000	1.0427	1,303.8505	12.9780
Denmark	4,534.0000	587,151,186.4000	1.4679	1,822.6862	44.8300
Finland	2,401.0000	310,928,539.6000	0.1023	789.4315	8.2400
France	17,380.0000	2,250,703,048.0000	0.4110	4,106.8540	7.4600
Germany	54,437.0000	7,049,569,725.2000	2.0177	13,974.0237	22.6000
Ireland	4,275.0000	553,610,790.0000	0.8036	1,025.0768	33.5200
Luxembourg	166.0000	21,496,933.6000	0.8350	33.1758	4.3400
Netherlands	4,100.0000	530,948,360.0000	1.5769	1,591.2349	11.5300
Portugal	5,214.0000	675,210,914.4000	0.7371	1,408.2317	24.0700

Spain	27,084.0000	3,507,367,166.4000	0.7021	6,504.9837	21.3700
Sweden	9,485.0000	1,228,303,706.0000	0.3016	2,798.7480	17.6800
TOTAL W	131,514.0000	17,031,010,394.4000	0.7172	35,358.2968	16.8116
Austria	3,224.0000	417,506,710.4000	0.5059	795.5757	9.7600
Czechia	339.0000	43,900,364.4000	0.0569	76.7904	0.9600
Estonia	316.0000	40,921,873.6000	0.0957	80.7660	7.3700
Hungary	323.0000	41,828,370.8000	0.0458	77.1463	1.4500
Latvia	78.0000	10,100,968.8000	0.0162	17.2015	2.0500
Lithuania	539.0000	69,800,284.4000	0.1115	158.9474	11.0100
Poland	6,267.0000	811,573,993.2000	0.2651	1,718.5351	8.8300
Slovakia	4.0000	517,998.4000	0.0011	0.3296	0.0100
Slovenia	5.0000	647,498.0000	0.0032	0.6802	0.0400
TOTAL C	11,095.0000	1,436,798,062.0000	0.1812	2,925.9722	5.9340
Bulgaria	703.0000	91,038,218.8000	0.0839	161.1512	3.8300
Croatia	788.0000	102,045,684.8000	0.1824	191.8276	9.4000
Cyprus	158.0000	20,460,936.8000	0.2214	25.9620	4.6900
Greece	4,113.0000	532,631,854.8000	0.4132	1,012.8445	17.0000
Italy	10,839.0000	1,403,646,164.4000	0.4747	2,263.5010	6.3800
Malta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0020
Romania	3,023.0000	391,477,290.8000	0.1701	773.4402	11.7200
TOTAL E	19,624.0000	2,541,300,150.4000	0.3066	4,428.7324	8.0334

Πιο συγκεκριμένα, στον Πίνακα 3, παρουσιάζονται τα στοιχεία σχετικά με τις ανεμογεννήτριες και την ηλεκτροπαραγωγή από αυτές ανά κράτος και ανά ομάδα. Όλα τα στοιχεία αφορούν το έτος 2020 και αντλήθηκαν τόσο από τη Eurostat αλλά και από την ετήσια έκθεση για το 2021 της IRENA.

Στην δεύτερη στήλη εμφανίζεται η εγκατεστημένη ενέργεια από ανεμογεννήτριες όπως καταγράφεται στην IRENA, εξαιρώντας από όπου χρειάζεται την θαλάσσια εγκατάσταση (offshore). Συνεπώς, όλες οι μετρήσεις αφορούν αποκλειστικά την onshore παραγωγή κι εγκατάσταση. Στη συνέχεια, στοχεύοντας στην καταγραφή των απαραίτητων τετραγωνικών μέτρων προς εκμετάλλευση, ήταν αναγκαίο να βρεθεί ένα μέτρο υπολογισμού. Μελετώντας τη βιβλιογραφία και τις διαθέσιμες ηλεκτρονικές πηγές*, αξιοποιήθηκε η εξής αναλογία: για μία τυπική ανεμογεννήτρια 2,5MW με ύψος 100m χρειάζονται περίπου 350,000m² έως 550m². Αυτές οι τιμές αφορούν κυρίως περιοχές με μεικτές χρήσεις γης. Στο δικό μας υπόδειγμα, έγινε μία παραδοχή να χαμηλώσει ο δείκτης εδάφους στα 323,749m², περίπου 80acres, με τη λογική της εγκατάστασης των ανεμογεννητριών κυρίως σε πάρκα-εκτάσεις, με ειδική κι όχι μεικτή χρήση. Παρόμοια νούμερα εντοπίζονται και στις εγκαταστάσεις των ΗΠΑ και Κίνα. Συνεπώς, αποδεχόμενοι αυτό το μέγεθος υπολογίσαμε την αντίστοιχη απαιτούμενη έκταση για κάθε 1MW εγκατεστημένο (CAP), όπως εντοπίζονται στην στήλη 3. Ενώ ενδιαφέρον στοιχείο αποτελεί η μετατροπή των m² στο αντίστοιχο ποσοστό ως προς τη συνολική εδαφική έκταση του κάθε κράτους και της ομάδας συνολικά (στήλη τέταρτη).

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο

Από τη σύγκριση μεταξύ των τριών ομάδων, γίνεται εμφανή η διαφορά της Δυτικής (W), αφού λόγω των μεγάλων εκτάσεων της Γερμανίας, της Φιλανδίας της Γαλλίας και της Ισπανίας, η αναλογία εδάφους προς εγκαταστημένη ισχύ είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες. Ενώ συμπληρωματικά, η Ανατολική (E) ομάδα έχει σχεδόν διπλάσια εγκαταστημένη ισχύ με μόλις περίπου 70% παραπάνω κατειλημμένο έδαφος συγκριτικά με την Κεντρική (C).

Ακολουθώντας, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της Eurostat, καταγράψαμε, στην έκτη στήλη, τα ποσοστά κάλυψης της συνολικής ετήσιας παραγωγής από ανεμογεννήτριες σε σχέση με τη συνολική ετήσια παραγωγή. Μετατρέποντας τα, έπειτα, σε MW βάσει της στήλης συνολικής παραγωγής (πέμπτη στήλη). Ως προς την ορθότητα των στοιχείων, πραγματοποιήθηκε εκτενής δειγματοληπτικός έλεγχος, μετατρέποντας τα επιμέρους δεδομένα από ktoe σε MW και διαπιστώθηκε απόκλιση από 3% έως 0,5%. Η απόκλιση αυτή θεωρήθηκε ότι δεν επηρεάζει τα δεδομένα, οπότε και δεν προβήκαμε σε συνολική απευθείας μετατροπή και επανυπολογισμό. Παρατηρώντας από κοινού τις στήλες εγκατεστημένης ισχύος και πραγματικής παραγωγής, διαφαίνεται μία απόκλιση. Η απόκλιση αυτή αντιστοιχεί για το 90% των περιπτώσεων σε ένα λόγο $1/4$. Δηλαδή, για κάθε τέσσερα MW εγκατεστημένης ισχύος, παράγεται μόλις 1MW. Αυτό το εύρημα συνάγεται και από τη βιβλιογραφία αλλά και τα πραγματικά δεδομένα. Κυρίως διότι η αναγωγή της παραγωγής από ετήσια βάση σε ωριαία, αποτελεί μια εξ ανάγκης απλούστευση αλλά κι επειδή η μέση απόδοση μίας ανεμογεννήτριας μέσα στην ημέρα όντως ορίζεται μεταξύ $1/4$ και $1/3$, κυρίως λόγω ότι δεν λειτουργεί διαρκώς και με τη μέγιστη ισχύ της.

Τα δεδομένα της παρούσας παραγωγής σε σχέση με την εγκατεστημένη ισχύ θα μας βοηθήσουν στον επόμενο Πίνακα (4) να κάνουμε τους απαραίτητους υπολογισμούς για την απαιτούμενη προς εγκατάσταση ισχύ με στόχο την κάλυψη του 50% της ετήσιας παραγωγής από ΑΠΕ.

Πίνακας 4

Country EU-27	WIND Q to Cover for 50% (%)	WIND Q to Cover for 50% (MW)	Wind Q to Install (MW)	Wind Q to Install (m2)	Land to be covered for Wind Q (%)
Belgium	24.8776	2,499.3596	4,673.4183	605,205,795.2320	1.9987
Denmark	-15.3230	-622.9965	-1,549.7272	-200,689,050.3616	-0.5017
Finland	10.4362	999.8404	3,040.9438	393,801,005.3307	0.1296
France	25.1814	13,862.7526	58,666.4732	7,597,284,811.1533	1.3875
Germany	5.3040	3,279.5844	12,775.9006	1,654,474,020.5808	0.4735
Ireland	3.5719	109.2331	455.5478	58,993,256.8149	0.0856
Luxembourg	36.1131	276.0553	1,381.2841	178,875,735.6966	6.9480
Netherlands	23.5930	3,256.0285	8,389.5324	1,086,441,083.5871	3.2267
Portugal	-9.9956	-584.7999	-2,165.2309	-280,396,530.6312	-0.3061
Spain	7.0561	2,147.8756	8,942.8452	1,158,094,875.2715	0.2318
Sweden	-24.4946	-3,877.5054	-13,140.9251	-1,701,744,542.2186	-0.4178
TOTAL W	10.1490	21,345.4277	81,470.0622	10,550,340,460.4555	0.4443
Austria	-28.2040	-2,299.0181	-9,316.5670	-1,206,491,698.9934	-1.4621

Czechia	35.1899	2,814.8395	12,426.4293	1,609,217,629.0276	2.0845
Estonia	21.7073	237.8850	930.7343	120,529,723.2391	0.2819
Hungary	38.0957	2,026.8557	8,486.1422	1,098,952,023.5669	1.2042
Latvia	-3.3573	-28.1707	-127.7400	-16,542,283.2829	-0.0266
Lithuania	29.8344	430.7081	1,460.5560	189,141,419.0662	0.3020
Poland	33.7635	6,571.2016	23,963.2706	3,103,233,952.2683	1.0137
Slovakia	26.9341	887.8119	10,773.6548	1,395,183,991.3956	2.9018
Slovenia	14.9051	253.4696	1,863.1327	241,274,944.3731	1.1982
TOTAL C	22.0967	10,895.5825	50,459.6130	6,534,499,700.6605	0.8241
Bulgaria	26.4138	1,111.3869	4,848.2718	627,849,258.7282	0.5783
Croatia	-3.8161	-77.8757	-319.9020	-41,427,182.0387	-0.0740
Cyprus	37.9594	210.1288	1,278.8032	165,604,497.5446	1.7923
Greece	14.1436	842.6622	3,421.9169	443,136,870.6100	0.3438
Italy	11.9193	4,228.7383	20,249.7349	2,622,332,575.5698	0.8868
Malta	40.5110	118.3248	0.0000	0.0000	0.0000
Romania	6.6257	437.2503	1,708.9980	221,314,559.2632	0.0962
TOTAL E	12.4627	6,870.6157	31,187.8228	4,038,810,579.6770	0.4873

Η δεύτερη και τρίτη στήλη του Πίνακα 4 φανερώνουν για την κάθε ομάδα και χώρα την υπολειπόμενη ποσότητα (Q), αφαιρώντας την ως τώρα καλυπτόμενη από ΑΠΕ, για την επίτευξη της ενεργειακής ουδετερότητας (50%). Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να τονισθεί πως για λόγους καλύτερης μελέτης του συνολικού μοντέλου αλλά και διαχείρισης των μη προβλεπόμενων μεταβλητών, χωρήσαμε στην εξής παραδοχή: για την κάθε χώρα, άρα και ομάδα, θα εξεταστούν δύο περιπτώσεις. Η μία θα αφορά την κάλυψη της υπολειπόμενης παραγωγής αποκλειστικά από ανεμογεννήτριες και η άλλη αποκλειστικά από φωτοβολταϊκά. Στόχος είναι να εντοπίσουμε αν και κατά πόσο υφίσταται συγκριτικό πλεονέκτημα μεταξύ των ομάδων και να το αξιολογήσουμε. Προφανώς πρόκειται για μία μη ρεαλιστική παραδοχή, κρίθηκε όμως απαραίτητη για τη βέλτιστη μελέτη του υπό εξέταση φαινομένου. Συνεπώς, τα στοιχεία των δύο αυτών στηλών θα είναι ίδια και για τις δύο μορφές ηλεκτροπαραγωγής. Ουσιαστικά, ο παράγοντας που θα αλλάξει τα δεδομένα, είναι η αναλογία του απαιτούμενου εδάφους προς την κάθε μορφή ηλεκτροπαραγωγής, βάσει της προς εγκατάστασης ισχύος και της απόδοσης αυτής προς την πραγματική παραγωγή.

Αυτό καταδεικνύεται στις επόμενες τρεις στήλες. Η τέταρτη παρουσιάζει πόσα MW χρειάζονται να εγκατασταθούν ως ισχύ (CAP) για την παραγωγή των αντίστοιχων προς παραγωγή ποσοτήτων. Τα νούμερα αυτά παρήχθησαν χρησιμοποιώντας τη σχέση των ήδη εγκατεστημένων με την ήδη παραγόμενη ισχύ. Η επόμενη στήλη προβάλλει τα MW προς εγκατάσταση σε απαιτούμενο έδαφος εκφρασμένο σε m² και η τελευταία σε % προς τη συνολική έκταση. Αξίζει να σημειωθεί, πως ο λόγος MW/m² δεν έχει αλλάξει. Αυτήν η σταθερά όμως, αποκαλύπτει τη δυναμική αξιοποίησης του πόρου της κάθε χώρας. Διότι φαίνεται καλύτερα η αναλογία εγκατεστημένης και παραχθείσας ισχύος.

Επιπλέον, όπου εμφανίζονται αρνητικά νούμερα στον πίνακα, σημαίνει πως η χώρα έχει υπερκαλύψει το 50% και συνεπώς χρειάζεται να «αφήσει» αντίστοιχη ποσότητα (Q).

Η πρώτη παρατήρηση που συνάγεται από τον παραπάνω πίνακα, είναι πως η ομάδα που έχει να καλύψει τον στόχο ουδετερότητας με τη μεγαλύτερη απόσταση είναι η Κεντρική (C) . Κυρίως λόγω της συμπερίληψης της Ουγγαρίας και της Πολωνίας. Η δεύτερη παρατήρηση αφορά τη σύγκριση μεταξύ της Δυτικής και της Ανατολικής ομάδας. Και οι δύο χρειάζονται παρόμοιο ποσοστό εδάφους για να καλυφθεί (0,4%), απέχοντας σχεδόν το ίδιο από το στόχο ουδετερότητας (10% και 12%), αλλά οι πραγματικές τους ανάγκες διαφέρουν αρκετά, αφού η Δυτική ομάδα χρειάζεται περίπου 3,5 φορές την ενέργεια της Ανατολικής. Σ' αυτό το γεγονός συμβάλουν τόσο οι μεγάλες εκτάσεις της Δυτικής ομάδας όσο και οι κατά πολύ μικρότερες ενεργειακές ανάγκες της Ανατολικής.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι αντίστοιχοι πίνακες για την ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκά.

Παρουσίαση των στοιχείων για την ενέργεια από Φωτοβολταϊκά

Πίνακας 5

Country EU-27	Installed CAP 1(MW)/panel	1MWp * 24,281.14 (m2)	installed CAP per Land (%)	Solar current production to Total (%)	Solar current production (MW)
Belgium	5,646.0000	137,091,316.4400	0.4527	5.8000	582.7040
Denmark	1,300.0000	31,565,482.0000	0.0789	3.3100	134.5771
Finland	391.0000	9,493,925.7400	0.0031	0.2600	24.9092
France	11,724.0000	284,672,085.3600	0.0520	2.7700	1,524.9310
Germany	53,781.0000	1,305,863,990.3400	0.3738	8.9800	5,552.5103
Ireland	40.0000	971,245.6000	0.0014	0.2000	6.1162
Luxembourg	195.0000	4,734,822.3000	0.1839	2.4000	18.3461
Netherlands	10,213.0000	247,983,282.8200	0.7365	7.2500	1,000.5597
Portugal	1,025.0000	24,888,168.5000	0.0272	3.1900	186.6331
Spain	11,785.0000	286,153,234.9000	0.0573	7.7500	2,359.0839
Sweden	1,417.0000	34,406,375.3800	0.0084	0.7500	118.7252
TOTAL W	97,517.0000	2,367,823,929.3800	0.0997	5.4722	11,509.0959
Austria	2,220.0000	53,904,130.8000	0.0653	2.8600	233.1298
Czechia	2,073.0000	50,334,803.2200	0.0652	3.2600	260.7674
Estonia	130.0000	3,156,548.2000	0.0074	1.2700	13.9176
Hungary	1,953.0000	47,421,066.4200	0.0520	5.2700	280.3869
Latvia	7.0000	169,967.9800	0.0003	0.0600	0.5035
Lithuania	148.0000	3,593,608.7200	0.0057	1.0100	14.5810
Poland	3,936.0000	95,570,567.0400	0.0312	1.1400	221.8720
Slovakia	593.0000	14,398,716.0200	0.0299	2.2900	75.4837
Slovenia	267.0000	6,483,064.3800	0.0322	2.4700	42.0038
TOTAL C	11,327.0000	275,032,472.7800	0.0347	2.3173	1,142.6457
Bulgaria	1,073.0000	26,053,663.2200	0.0240	4.0100	168.7249
Croatia	85.0000	2,063,896.9000	0.0037	0.5300	10.8158
Cyprus	200.0000	4,856,228.0000	0.0526	6.0900	33.7119
Greece	3,247.0000	78,840,861.5800	0.0612	8.3500	497.4854
Italy	21,594.0000	524,326,937.1600	0.1773	8.0200	2,845.3413

Διπλωματική Εργασία	Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε.			Πάντειο Πανεπιστήμιο	
Malta	184.0000	5,956,972.4000	1.8616	9.2500	27.0175
Romania	1,387.0000	33,677,941.1800	0.0146	2.9900	197.3196
TOTAL E	27,770.0000	675,776,500.4400	0.0815	6.8574	3,780.4165

Ο Πίνακας 5 ακολουθεί τη λογική και μεθοδολογία των αντίστοιχων για την αιολική ηλεκτροπαραγωγή. Στην δεύτερη στήλη εμφανίζονται τα δεδομένα για την ήδη εγκατεστημένη ισχύ. Επιπλέον όμως εδώ αναφέρεται και η άμεση αναλογία προς ένα πάνελ φωτοβολταϊκών με ισχύ 1MW. Δεν πρόκειται για ένα τυπικό πάνελ, αλλά είτε εντοπίζεται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ως «πάρκο» είτε, το πιο σύνηθες, αντιμετωπίζεται ως ένα, παρότι αποτελείται από τέσσερα των 250KW. Συνεπώς, η στήλη αυτή υποδηλώνει και το πλήθος των πάνελ που έχουν εγκατασταθεί, με την επιφύλαξη πως δεν αναφερόμαστε σε οικιακά πάνελ. Η τρίτη στήλη εμπεριέχει τη μετατροπή των εγκατεστημένων μονάδων σε τετραγωνικά μέτρα. Για τη συμπερίληψη της αξίας των m^2 , 24,281.14, χρειάστηκε να αντληθούν στοιχεία από πολλές πηγές και κυρίως να προβούμε σε αρκετές απλουστεύσεις. Η πραγματικότητα είναι πως το μέγεθος των πάνελ είναι ανάλογο της ισχύος τους, αλλά εκείνη εξαρτάται από τη φύση του εδάφους, το κλίμα, τον καιρό της περιοχής, την τεχνολογία και τη χρήση. Συνεπώς, σε όλη τη βιβλιογραφία η αντιστοιχία κυμαίνονταν μεταξύ 2 και 10 acre, με σκοπό τη μέγιστη απόδοση. Στην πραγματικότητα, αρκετές μελέτες υπολογίζουν το πραγματικό μέγεθος των πάνελ και προσθέτουν και μια έκταση για τη χρήση του. Άλλες επίσης, υπολογίζουν το έδαφος που χρειάζεται για παραχθεί ενέργεια ίση με 1MW. Αυτά τα δύο δε διαφέρουν απλώς. Είναι σε εντελώς διαφορετικές κατευθύνσεις όσο αφορά τη μελέτη τους καθώς η παραγωγή 1MW ενός πάνελ 1MW με μέγεθος περίπου $2Km^2$, μπορεί να αντιστοιχεί μόλις στο 25% και πολλές φορές ως και το 10% της ισχύος του, καταλαμβάνοντας υπερπολλαπλάσιο έδαφος.

Στην παρούσα μελέτη, δεχτήκαμε μία προσεγγιστική τιμή αφήνοντας τα άκρα και προσπαθώντας να εκλογικεύσουμε τη συνολική εγκατάσταση. Είτε πρόκειται για βιομηχανικά πάρκα ηλεκτροπαραγωγής, για μικρότερα αγροτικά είτε και οικιακά. Συνεπώς καταλήξαμε στην τιμή των $24,281.14m^2$, περιλαμβάνοντας και όλες τις απαραίτητες υποδομές για την λειτουργία της εγκατάστασης. Η τέταρτη και πέμπτη στήλη αφορούν στα ποσοστά της κατειλημμένης έκτασης και επί της συνολικής παραγωγής αντίστοιχα. Ενώ η έκτη σχετίζεται με την καθαρή παραγωγή από φωτοβολταϊκά εκφρασμένη σε MW.

Ενδεικτικό στοιχείο του Πίνακα, είναι πως οι Αυστρία, Τσεχία κι Ουγγαρία με παρόμοιο ποσοστό εδάφους, για παράδειγμα, με την Ελλάδα, παράγουν σχεδόν τη μισή ενέργεια. Στην Ανατολική ομάδα, επίσης, η Ιταλία έχει πολύ καλύτερη απόδοση σε σχέση με τη γείτονά της Ισπανία που ανήκει στη Δυτική, ενώ αντίθετα η Μάλτα παράγει παρόμοια ποσότητα με τη Φιλανδία αλλά η μεν πρώτη με κάλυψη στο 1.86% ενώ η Φιλανδία με μόλις 0,0031%. Ο παράγοντας της συνολικής έκτασης κάθε χώρας μοιάζει σε αρκετές περιπτώσεις να είναι καθοριστικός, ως προς τα περιθώρια ανάπτυξης.

Ο επόμενος πίνακας θα μας δώσει τα απαραίτητα στοιχεία για τη μελέτη μελλοντικής ανάπτυξης αποκλειστικά με φωτοβολταϊκά, με στόχο την κάλυψη του 50% της ηλεκτροπαραγωγής.

Πίνακας 6

Country EU-27	SOLAR Q to Cover for 50% (%)	SOLAR Q to Cover for 50% (MW)	SOLAR Q to Install for 50% (MW)	SOLAR Q to Install for 50% (m ²)	SOLAR Q to Install for to Land (%)
Belgium	24.8776	2,499.3596	24,217.0702	784,024,013.6133	2.5892
Denmark	-15.3230	-622.9965	-6,018.0783	-194,834,381.6294	-0.4871
Finland	10.4362	999.8404	15,694.4772	381,079,799.1303	0.1254
France	25.1814	13,862.7526	106,579.8432	2,587,880,093.3344	0.4726
Germany	5.3040	3,279.5844	31,765.6918	771,307,208.7431	0.2208
Ireland	3.5719	109.2331	714.3842	17,346,062.4390	0.0252
Luxembourg	36.1131	276.0553	2,934.1885	71,245,442.8230	2.7674
Netherlands	23.5930	3,256.0285	33,235.2178	806,988,975.9413	2.3968
Portugal	-9.9956	-584.7999	-3,211.7553	-77,985,081.0040	-0.0851
Spain	7.0561	2,147.8756	10,729.8911	260,533,987.9801	0.0522
Sweden	-24.4946	-3,877.5054	-46,278.5189	-1,123,695,197.5582	-0.2759
TOTAL W	10.1490	21,345.4277	170,362.4114	4,283,890,923.8128	0.1804
Austria	-28.2040	-2,299.0181	-21,892.6149	-531,577,646.5726	-0.6442
Czechia	35.1899	2,814.8395	22,376.8830	543,336,229.4006	0.7038
Estonia	21.7073	237.8850	2,222.0088	53,952,906.0559	0.1262
Hungary	38.0957	2,026.8557	14,117.8126	342,796,585.2548	0.3756
Latvia	-3.3573	-28.1707	-391.6815	-9,510,473.6753	-0.0153
Lithuania	29.8344	430.7081	4,371.7680	106,151,511.9962	0.1695
Poland	33.7635	6,571.2016	116,572.8297	2,830,521,197.0659	0.9246
Slovakia	26.9341	887.8119	6,974.6477	169,352,397.8560	0.3522
Slovenia	14.9051	253.4696	1,611.1950	39,121,650.1756	0.1943
TOTAL C	22.0967	10,895.5825	145,962.8484	3,544,144,357.5569	0.4470
Bulgaria	26.4138	1,111.3869	7,067.8245	171,614,836.2172	0.1581
Croatia	-3.8161	-77.8757	-612.0144	-14,860,407.9186	-0.0266
Cyprus	37.9594	210.1288	1,246.6145	30,269,220.1602	0.3276
Greece	14.1436	842.6622	5,499.9088	133,544,054.4622	0.1036
Italy	11.9193	4,228.7383	32,092.9422	779,253,222.9841	0.2635
Malta	40.5110	118.3248	805.8405	26,088,966.0444	8.1528
Romania	6.6257	437.2503	3,073.5218	74,628,612.6953	0.0324
TOTAL E	12.4627	6,870.6157	49,174.6378	1,200,538,504.6447	0.1449

Για τον πίνακα 6 οι στήλες 2 και 3 είναι κοινές με εκείνες του πίνακα για αιολική ηλεκτροπαραγωγή (π.4), αφού υποδηλώνουν το υπολειπόμενο δυναμικό με την προϋπόθεση της μονομερούς παραγωγής (μόνο φωτοβολταϊκά). Στη στήλη 4 μπορούμε να δούμε τις ποσότητες σε MW που χρειάζεται να εγκαταστήσει η κάθε χώρα, ώστε να μπορέσει να παράξει τις αντίστοιχες που απομένουν. Τέλος, οι δύο επόμενες στήλες εκφράζουν την προς εγκατάσταση ισχύ σε τετραγωνικά μέτρα και ποσοστό κάλυψης του εδάφους, πέραν του ότι έχει καλυφθεί έως σήμερα.

Μία πρώτη παρατήρηση που συνάγεται από τα δεδομένα είναι πως, η Δυτική ομάδα έχει τη μεγαλύτερη απόσταση να διανύσει για την κάλυψη στόχου, σε απόλυτα νούμερα (21,345GW)

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
αλλά ως ποσοστό, υπολείπεται περισσότερο η Κεντρική Ομάδα. Τη λιγότερη απόσταση σε απόλυτα
νούμερα, έχει να καλύψει η Ανατολική αλλά με μεγαλύτερο ποσοστό έναντι της Δυτικής.

Έπειτα, παρατηρώντας την τελευταία στήλη και την στήλη παραγωγής, γίνεται έντονη η διαφορά μεταξύ Δυτικής και Κεντρικής ομάδας ως προς την αξιοποίηση του «πόρου», που είναι το έδαφος. Η Δυτική ομάδα, μπορεί να παράξει τα διπλάσια GW από την Κεντρική με περίπου 1/4 του εδάφους αναλογία. Στην πραγματικότητα, εδώ ισχύει φυσικά ο παράγοντας της συνολικής έκτασης των κρατών, αλλά παρατηρώντας συνδυαστικά και τις σχέσεις μεταξύ των στηλών «προς κάλυψη αναγκών» και «απαραίτητων προς εγκατάσταση», μπορούμε να διαπιστώσουμε μία μορφή «απόδοσης». Δηλαδή, 1MW εγκατεστημένης ισχύος, αποδίδει περισσότερο στην Ανατολική ομάδα (0,13GW) , λιγότερο στη Δυτική (0,12GW) και η χειρότερη απόδοση βρίσκεται στην Κεντρική (0,07GW). Στον πίνακα 9, μπορούμε να δούμε συγκεντρωτικά τις αποδόσεις φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών, συγκριτικά και με τα ποσοστά εδάφους που απαιτεί η κάθε μία μορφή ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής.

Ο Πίνακας 7, στη συνέχεια, θα μας διευκολύνει πραγματοποιήσουμε κάποιες συγκρίσεις, αφού παρουσιάζει τα συνολικά κάθε ομάδας για την κάθε μορφή ΑΠΕ σε ότι αφορά τις πιο κρίσιμες, για μοντέλο μας, παραμέτρους.

Πίνακας 7

Group	WIND CAP installed (MW)	SOLAR CAP installed (MW)	WIND Q to Install (MW)	SOLAR Q to Install (MW)
W	131,514.0000	78,748.6250	81,470.0622	170,362.4114
C	11,095.0000	4,294.9897	50,459.6130	145,962.8484
E	19,624.0000	27,770.0000	31,187.8228	49,174.6378
	WIND CAP/m ² to Land (%)	SOLAR CAP/m ² to Land (%)	WIND Q to install to Land (%)	SOLAR Q to install to Land (%)
W	0.7172	0.0997	0.4443	0.1804
C	0.1812	0.0347	0.8241	0.4470
E	0.3066	0.0815	0.4873	0.1449
	WIND current Product (MW)	SOLAR current Product (MW)	WIND Q to 50%target (MW)	SOLAR Q to 50%target (MW)
W	35,358.2968	11,509.0959	21,345.4277	21,345.4277
C	2,925.9722	1,142.6457	10,895.5825	10,895.5825
E	4,428.7324	3,780.4165	6,870.6157	6,870.6157
	WIND current Product to Total (%)	SOLAR current Product to Total (%)	WIND Q to 50%target (%)	SOLAR Q to 50%target (%)
W	16.8116	5.4722	10.1490	10.1490
C	5.9340	2.3173	22.0967	22.0967
E	8.0334	6.8574	12.4627	12.4627

Η πρώτη ομάδα στηλών του Πίνακα 7, καταγράφει τα συνολικά δεδομένα για την εγκατεστημένη και προς εγκατάσταση ισχύ, ανά ομάδα. Η δεύτερη δείχνει την αναλογία της ως προς τα εδάφη των ομάδων. Στην τρίτη ομάδα, παρουσιάζεται η παρούσα παραγωγή ανά πηγή και ομάδα καθώς

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο και οι προς εγκατάσταση ποσότητες, που όπως έχουμε αναφέρει, είναι ίδιες για κάθε πηγή. Τέλος έχουμε τις εκφρασμένες σε % αναλογίες της παραχθείσας παραγωγής προς τη συνολική παραγωγή ανά κατηγορία ΑΠΕ.

Αρχικά να διευκρινίσουμε ότι τα ποσοστά παρούσας παραγωγής αθροιστικά με τη μελλοντική, δεν αθροίζουν στο 50%, διότι, όπως αναφέραμε στην αρχή, ήδη οι χώρες παράγουν πράσινη ενέργεια με ποικίλους τρόπους. Στο μείγμα λοιπόν του 50%, εμπεριέχονται τα υδροηλεκτρικά, η βιο-ενέργεια και η παραγωγή offshore αιολικής. Συνεπώς, περίπου το 30% θα εμπεριέχει φωτοβολταϊκά + αιολική (ήδη παραγόμενη) αθροιστικά με τη μελλοντική, αλλά μονομερώς (μόνο φωτοβολταϊκά ή μόνο αιολική).

Ξεκινώντας από την τελευταία, λοιπόν, ομάδα συγκριτικών, εντοπίζουμε μία ενδιαφέρουσα διαφορά. Η Ανατολική ομάδα καλύπτει 6.8% της ενεργειακής παραγωγής της με φωτοβολταϊκά, ποσοστό μεγαλύτερο από όλες τις άλλες ακόμη και από τη Δυτική. Όμως, αν ήταν να το καλύψει μόνο με φωτοβολταϊκά, θα χρειαζόνταν να καλύψει ακόμη 12% έναντι 10% της Δυτικής. Αυτό αποδεικνύει εμμέσως τη μεγαλύτερη ποικιλία στο ενεργειακό μείγμα της Δυτικής (εμπεριέχονται ήδη πολλές ανεμογεννήτριες στη θάλασσα). Επιπλέον, η Ανατολική φαίνεται να έχει μεγαλύτερη ισομέρεια μεταξύ των πηγών παραγωγής της. Δηλαδή, το 8% προέρχεται από αιολική και το 6,8% από ηλιακή. Ενώ η Δυτική περίπου 3,5 φορές περισσότερη αιολική από ηλιακή και περίπου 2,5 φορές η Κεντρική.

Σε απόλυτα ονομαστικές μονάδες (MW), διαπιστώνουμε πως η Δυτική έχει τη μεγαλύτερη πρόοδο και για τις δύο πηγές έναντι των άλλων ομάδων, με την Ανατολική να ακολουθεί δεύτερη και τελευταία την Κεντρική ομάδα.

Οι επόμενοι δύο πίνακες ομαδοποιούν περαιτέρω κάποιες μεταβλητές μας, φανερώνοντας περισσότερο τις σχέσεις τόσο μεταξύ των ομάδων όσο και μεταξύ των πηγών.

Πίνακας 8

Group	WIND Q to 50%target (MW)	WIND Q to 50%target (m ²) / (%)	50% windiest area (MW/m ²)
W	21,345.4277	10,550,340,460.4555 / 0.44	0.000493
C	10,895.5825	6,534,499,700.6605 / 0.82	0.000394
E	6,870.6157	4,038,810,579.6770 / 0.48	0.000367
	SOLAR Q to 50%target (MW)	SOLAR Q to 50%target (m ²) / (%)	Average solar potential (MW/m ²)
W	21,345.4277	4,283,890,923.8128 / 0.18	0.0030
C	10,895.5825	3,544,144,357.5569 / 0.44	0.0031
E	6,870.6157	1,200,538,504.6447 / 0.14	0.0036

Στον όγδοο πίνακα έχουμε στην δεύτερη στήλη την απαιτούμενη προς κάλυψη ποσότητα ενέργειας για κάθε ομάδα κρατών και ανά κατηγορία. Οι ποσότητες δε διαφέρουν, αφού το υπόδειγμα στηρίζεται στην υπόθεση «μόνο μία πηγή» ως μέσο επίτευξης. Στην τρίτη στήλη έχουμε τις προς κάλυψη εκτάσεις εδάφους σε τετραγωνικά μέτρα αλλά και ποσοστά. Η παραδοχή που κάναμε για μονομέρεια ΑΠΕ είναι το κλειδί για τη σύγκριση που επιχειρείται.

Ξεκινώντας από την κατηγορία της αιολικής, διαπιστώνουμε πως η Δυτική και η Ανατολική ομάδα, με εντελώς διαφορετικές ανάγκες ποσοτήτων προς κάλυψη, καλούνται να αφιερώσουν σχεδόν ίδια ποσοστά εδάφους. Αντιθέτως, η Κεντρική χρειάζεται διπλάσιο έδαφος να καλύψει για να παράξει ενέργεια που βρίσκεται μεταξύ των δύο, ως ποσότητα. Μία από τις αιτίες είναι η υπάρχουσα παραγωγή. Η Κεντρική βρίσκεται πιο πίσω σε σχέση με τις υπόλοιπες. Δηλαδή, η Δυτική μένει να καλύψει το 10% των αναγκών της αλλά η Ανατολική το 22%. Την ουσιαστική αιτία όμως, την καταδεικνύει η τρίτη στήλη.

Στην τρίτη στήλη είναι τα δεδομένα του δυναμικού αιολικής ενέργειας. Αντλώντας και καταγράφοντας για κάθε χώρα τα δεδομένα αιολικής δυναμικής από το Global Wind Atlas, καταρτίστηκαν τρεις επιλογές για εγκατάσταση ανεμογεννητριών ύψους 100μέτρων: στο 10% των πιο αποδοτικών περιοχών του αιολικού δυναμικού κάθε χώρας, στο 50% των περιοχών και στο 100%. Δηλαδή, αν έπρεπε να διαλέξουμε που θα εγκαταστήσει ένας ενδιαφερόμενος μία αντίστοιχη τουρμπίνα, ποιες επιλογές θα είχε. Όσο μεγαλύτερο το ποσοστό που περιλαμβάνεται, τόσο μεγαλύτερη η αδιαφορία ως προς την αιολική απόδοση, καθώς μεγαλώνει το εύρος και μειώνεται η ένταση του δυναμικού. Πρόκειται για αρνητική καμπύλη. Στο υπόδειγμά μας, έπειτα από αρκετούς υπολογισμούς και μελέτη των χαρτών, αποδεχτήκαμε πως θα συμπεριληφθούν τα δεδομένα μόνο για το 50% του αιολικού δυναμικού. Αυτό διότι, το 10% δυναμικού, για την Ελλάδα επί παραδείγματος, βρίσκεται στη μέση του Αιγαίου και στις παρυφές της νότιας Εύβοιας, καθώς και στο νότια της Κρήτης. Ενώ για τις Βαλτικές βρίσκεται στα ανοικτά των ακτών τους, αλλά για την Αυστρία και την Ιταλία, στους πρόποδες των Άλπεων και φυσικά, στις κορυφές της οροσειράς. Από την άλλη, το 100%, θα σήμαινε πως δε μας αφορά η μέγιστη δυνατή απόδοση, κάτι που συνάδει με την οικονομική κι επενδυτική λογική. Συνεπώς καταλήξαμε στη μέση εδώ, που ενσωματώνει και το 10% αλλά και τα επενδυτικά κίνητρα.

Αντιστοίχως, έχουμε τα δεδομένα για την ηλιακή ηλεκτροπαραγωγή. Επιπλέον στα φωτοβολταϊκά, οι παράγοντες είναι πολύ περισσότερο. Από την κλίση του εδάφους, την τοπική θερμοκρασία, το υλικό κατασκευής των πάνελ, το κλίμα και τη διάρκεια της ημέρας ως και την απόσταση από πηγές νερού, λόγω των υδρατμών. Προχωρήσαμε λοιπόν στην υιοθέτηση μίας μέσης τιμής, γνωρίζοντας ότι δεν πρόκειται για μία ρεαλιστική αποτύπωση, αλλά για ένα εργαλείο κατανόησης.

Στην τρίτη στήλη, αποκαλύπτεται πως το δυναμικό της Δυτικής ομάδας είναι πολύ πιο αποδοτικό σε σχέση με την Κεντρική. Της Κεντρικής όμως, είναι οριακά παρόμοιο με της Ανατολικής. Αν δούμε τις απαιτούμενες ποσότητες ξανά και τα απαιτούμενα εδάφη, θα αντιληφθούμε ότι η Ανατολική ομάδα, αν χρειάζονταν κι εκείνη τις ίδιες ποσότητες, θα κατανάλωνε περίπου τα ίδια ποσοστά εδάφους. Συνεπώς, το αιολικό δυναμικό επιβεβαιώνει συμπληρωματικά τις παρατηρήσεις μας. Ταυτοχρόνως θέτει την παράμετρο της απόδοσης του ενεργειακού πόρου ως κεντρικό σημείο μελέτης.

Ο τελευταίος πίνακας του κεφαλαίου, περιλαμβάνει τις ομαδοποιημένες αποδόσεις των εγκατεστημένων συστημάτων προς τις παραγόμενες ποσότητες, συνδυάστηκα με τα εδαφικά ποσοστά που μένουν προς κάλυψη.

Πίνακας 9

Group	ΛΟΓΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	ΛΟΓΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ
W	0.2620	0.1253
C	0.2159	0.0746
E	0.2203	0.1397
	WIND Q to Install for to Land (%)	SOLAR Q to Install for to Land (%)
W	0.4443	0.1804
C	0.8241	0.4470
E	0.4873	0.1449

Από τον πίνακα 9, έχουμε τη δυνατότητα να προβούμε σύντομα σε κάποια συμπεράσματα, βοηθητικά για την κατανόηση της πορείας εξέλιξης του μοντέλου που επιχειρείται. Αρχικά η πρώτη ομάδα αφορά αυτό εδώ ονομάζεται «λόγοι απόδοσης». Πρόκειται για την αναλογία μεταξύ εγκατεστημένης και παραγόμενης ενέργειας, σύμφωνα με τα ως τώρα δεδομένα. Ουσιαστικά τα μόνο δεδομένα που εμπεριέχονται σε αυτά και τα συστήνουν, είναι η συνολική εγκατεστημένη ενέργεια ανά πηγή και η συνολική παραχθείσα, βάσει του υπολογισμού της ετήσιας παραγωγής, διαιρεμένη σε 365 ημέρες και 24 ώρες ώστε να απαλειφθεί ο παράγοντας του χρόνου.

Συμπερασματικά, ο πίνακας δείχνει πως για την πρώτη ομάδα, τη Δυτική, 1MW εγκατεστημένης ισχύος από ανεμογεννήτριες, δίδει 0,26MW, καθιστώντας την Δυτική ομάδα την πιο αποδοτική έναντι της Ανατολικής με 0,22MW και της Κεντρικής με 0,21MW. Να επισημανθεί εδώ πως η διαφορά της Κεντρικής με την Ανατολική είναι εξαιρετικά μικρή και πιθανόν τα στοιχεία και η μορφή

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
τους να ευθύνονται για αυτό, όπως επίσης ότι κάποιες χώρες που επιλέχθηκαν για την Κεντρική ομάδα έχουν μικρότερο γενικό (50% περιοχών δυναμικής) αιολικό δυναμικό από πολλές της Ανατολικής, λόγω της γεωμορφολογίας τους. Αυτήν η σειρά κατάταξης, συμφωνεί και με τη σειρά που διαμορφώνεται σχετικά με το υπό μελλοντική κατάληψη έδαφος, όπως εκφράζεται σε ποσοστά στην δεύτερη κατηγορία δεδομένων. Η Δυτική ομάδα απαιτεί το λιγότερο ποσοστό εδάφους της, που έχει και τη μεγαλύτερη απόδοση ανά εγκατεστημένη ισχύ, ακολουθεί η Ανατολική και τελευταία είναι η Κεντρική με σχεδόν τις διπλάσιες απαιτήσεις, για λόγους που έχουμε προαναφέρει.

Η επόμενη κατηγορία, τα φωτοβολταϊκά, σκιαγραφεί μεγαλύτερες αποκλίσεις μεταξύ των ομάδων. Πρώτη σε απόδοση βρίσκεται η Ανατολική με 0,14(σχεδόν)MW, έπειτα είναι η Δυτική με 0,12MW και τελευταία όπως και προηγουμένως, η Κεντρική με 0,07MW. Μοιάζει, συμπερασματικά, η Ανατολική ομάδα είναι η πιο συμφέρουσα για την ανάπτυξη φωτοβολταϊκής ηλεκτροπαραγωγής, με την ανάγκη σε μελλοντικό προς κατάληψη έδαφος, επίσης να είναι η χαμηλότερη με ποσοστό 0,14%.

Η ανάλυση των παραπάνω πινάκων ήταν απαραίτητη για την κατανόηση της μεθοδολογίας και της τεκμηρίωσης του μοντέλου ανάλυσης. Πολλά από τα επιμέρους συμπεράσματα που αντλήθηκαν θα τεθούν υπό εξέταση και στο Μέρος 3, όπου θα παρουσιαστεί η σύγχρονη τάση και οι επιλογές των κρατών ως προς την ανάπτυξη των ΑΠΕ και των σχεδίων τους προς την ενεργειακή μετάβαση.

Στο επόμενο κεφάλαιο (5), θα παρουσιαστούν οι πίνακες όπως διαμορφώθηκαν από εκείνους του παρόντος κεφαλαίου, με τη δημιουργία του υποδείγματος του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος. Στόχος, εξάλλου, της παρούσας μελέτης, είναι η διαπίστωση ύπαρξης ή μη συγκριτικού πλεονεκτήματος μεταξύ των ομάδων που εξετάστηκαν και μεταξύ των πηγών, ανεμογεννήτριες ή φωτοβολταϊκά. Ήταν απαραίτητη, συνεπώς, η συμπερίληψη και ανάλυση πολλών επιμέρους στοιχείων, όπως παρουσιάστηκαν, ώστε να προχωρήσουμε σε μία όσο το δυνατόν πιο ορθή κατασκευή ενός τέτοιου μοντέλου αξιολόγησης και πρότασης.

Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα

Έχοντας παρουσιάσει όσο πιο διεξοδικά ήταν δυνατόν τα ευρήματα της έρευνας και τα δεδομένα που κρίθηκαν αναγκαίο να συμπεριληφθούν, είμαστε πλέον σε θέση να δημιουργήσουμε το υπόδειγμα συγκριτικού πλεονεκτήματος για την κάθε πηγή και ανά ομάδα. Για να εξαχθεί όμως αυτό το αποτέλεσμα θα χρειαστεί προηγουμένως να πραγματοποιήσουμε τον έλεγχο του κόστους ευκαιρίας. Να διαπιστώσουμε δηλαδή, για κάθε παραγωγή μίας νέας μονάδα, πόση ποσότητα από την άλλη μονάδα πρέπει να «θυσιαστεί». Συνεπώς, πρέπει να καθοριστεί ποια θα είναι η «μονάδα» που χρειάζεται να

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
 παραχθεί και ποια εκείνη που «θυσιάζεται». Καθώς επίσης και κυριότερα, την «τιμή» αυτών των μονά-
 δων, την αξία τους.

Στη συγκεκριμένη έρευνα έχουμε δύο παράγοντες που εξετάζουμε: την προς ζήτηση για κάλυψη του στόχου βιώσιμης ανάπτυξης παραγωγή (MW) και το αναγκαίο προς κάλυψη έδαφος (m²). Επιπλέον, σκοπός μας είναι η διαπίστωση αν και κατά πόσο το έδαφος, η έκταση που χρίζει να καταληφθεί, είναι καλύτερο να αξιοποιηθεί για ηλεκτροπαραγωγή από ανεμογεννήτριες ή φωτοβολταϊκά. Επίσης, αυτό θα μπορέσει να μας καταδείξει την απόδοση ανά μέρους εδάφους, συμπέρασμα που θεωρητικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επενδυτικούς σκοπούς και στρατηγικό σχεδιασμό.

Θέτοντας κατά τον τρόπο τις στοχεύσεις της έρευνας, ως «μονάδες» προς σύγκριση θα χρησιμοποιηθούν τα δυνητικά παραγόμενα MW της κάθε ενεργειακής πηγής βάσει της «αξίας» τους, δηλαδή 1 μονάδα εδάφους, που για λόγους ευκολίας χειρισμού των δεδομένων, πλέον εκφράζεται σε Km² αντί για m². Ο επόμενος πίνακας, στην τρίτη στήλη του, παρουσιάζει αυτήν την αναλογία. Για κάθε ένα τετραγωνικό χιλιόμετρο εγκαταστημένης ενέργειας, πόση ενεργειακή απόδοση αντίστοιχη για κάθε ενεργειακή πηγή ανά ομάδα.

Η ενεργειακή απόδοση βασίζεται στις απαιτήσεις προς κάλυψη, ενώ οι μονάδες του εδάφους, όπως διαμορφώθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι αποτέλεσμα υπολογισμού μεταξύ των απαιτούμενων ποσοτήτων, της αναλογίας εγκατεστημένης με παραγόμενης ενέργειας και της αναλογίας της εγκατεστημένης ισχύος με τον συντελεστή εδαφικής κάλυψης.

Πίνακας 10

W GROUP	Extra Production for 50% (MW)	(Km ²) DEMAND	1Km ² / nMW
WIND	21,345.4277	10,550.3405	2.0232
SOLAR	21,345.4277	4,283.8909	4.9827
C GROUP	Extra Production for 50% (MW)	(Km ²) DEMAND	1Km ² / nMW
WIND	10,895.5825	6,534.4997	1.6674
SOLAR	10,895.5825	3,544.1444	3.0742
E GROUP	Extra Production for 50% (MW)	(Km ²) DEMAND	1Km ² / nMW
WIND	6,870.6157	4,038.8106	1.7011
SOLAR	6,870.6157	1,200.5385	5.7229

Βάσει των στοιχείων του πίνακα, έχουμε μία αναλογία, για τη Δυτική ομάδα, 1Km^2 προς 2MW παραχθείσας ενέργειας από ανεμογεννήτριες, έναντι 1Km^2 προς οριακά 5MW από φωτοβολταϊκά. Δηλαδή, η Δυτική ομάδα, αν αφιερώσει το έδαφός της για την παραγωγή της υπολειπόμενης ενέργειας από φωτοβολταϊκά, μπορεί να το κάνει σχεδόν 3 φορές πιο αποδοτικά, αφού μπορεί να παράξει περίπου 3MW περισσότερο.

Είναι αναμενόμενο, λόγω των συντελεστών κατάληψης εδάφους, τα φωτοβολταϊκά να καταλαμβάνουν λιγότερο έδαφος, όμως το διαφοροποιητικό στοιχείο στη συγκεκριμένη συνθήκη, είναι συγκριτική μελέτη μεταξύ των ομάδων. Η Κεντρική ομάδα, όπου πάλι παρατηρείται προβάδισμα της ηλιακής έναντι της αιολικής, εντούτοις η διαφορά είναι πολύ μικρότερη συγκριτικά με την Δυτική ομάδα. Η Ανατολική, αν αφιερωθεί στα φωτοβολταϊκά μπορεί να παράξει, μόλις 2,5 φορές παραπάνω ενέργεια για το ίδιο έδαφος, από ότι με τις ανεμογεννήτριες. Όμως σε σχέση με την Δυτική, μπορεί να παράξει λιγότερη ποσότητα και από τις δύο πηγές. Από την άλλη, οι ανάγκες της είναι σχεδόν οι μισές.

Για την τρίτη ομάδα, τα φωτοβολταϊκά υπερτερούν κατά πολύ με ένα αποτέλεσμα 4 επιπλέον MW για κάθε Km^2 που αφιερώνεται στην ηλιακή αντί της αιολικής. Όμως είναι ενδιαφέρον πως βρίσκεται σε ευνοϊκότερη θέση από τη Δυτική στην ηλιακή ενέργεια αλλά σε χαμηλότερη για την αιολική.

Συνεπώς, όλες έχουν εσωτερικό απόλυτο πλεονέκτημα στην ηλιακή ηλεκτροπαραγωγή έναντι της αιολικής. Η Δυτική έχει απόλυτο πλεονέκτημα στην αιολική σε σχέση με τις άλλες δύο, αλλά η Ανατολική έχει απόλυτο πλεονέκτημα έναντι όλων. Τέλος, η Κεντρική, φαίνεται να έχει απόλυτο μειονέκτημα έναντι όλων, αλλά ταυτόχρονα μπορεί θεωρητικά να ισομερίσει την παραγωγή της θυσιάζοντας όμως, κι εκείνη, έδαφος περισσότερο για την ηλιακή ηλεκτροπαραγωγή.

Έχοντας προσδιορίσει πως το έδαφος είναι ο πόρος προς εκμετάλλευση και οι παραγόμενες μονάδες ενέργειας το προϊόν προς σύγκριση, μπορούμε να μελετήσουμε με τη βοήθεια του Πίνακα 11, τα συγκριτικά πλεονεκτήματα όπως προκύπτουν από την όλη θεωρητική κατασκευή.

Πίνακας 11

Συγκριτικό Πλεονέκτημα Παραγωγής Ενέργειας Βάσει 1 μονάδας Km ² για κάθε μία πηγή, ανά Ομάδα			
	W GROUP	C GROUP	E GROUP
WIND	2.4628	1.8437	3.3642
SOLAR	0.4060	0.5424	0.2973

Ο Πίνακας 11 αποτελεί το ερευνητικό επιστέγασμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθότι εσωκλείει τα αποτελέσματα όλης της μελέτης και παρουσιάζει το τελικό ερευνητικό αποτέλεσμα. Αποτελείται από τις τρεις στήλες, μία για κάθε ομάδα και μία στήλη με τον επιμερισμό των πηγών. Στις γραμμές παρουσιάζονται τα οριακά κόστη ή κόστη ευκαιρίας για την κάθε πηγή ανά ομάδα.

Συγκεκριμένα, στην δεύτερη στήλη παρουσιάζονται τα οριακά κόστη για τη Δυτική ομάδα. Παρατηρούμε πως η Δυτική ομάδα, για κάθε μία παραπάνω μονάδα MW αιολικής, πρέπει να «θυσιάσει» 2.4 μονάδες ηλιακής από φωτοβολταϊκά. Ενώ για κάθε μία έξτρα μονάδα από φωτοβολταϊκά, μόλις 0,4 μονάδες μελλοντικής εγκατάστασης από ανεμογεννήτριες.

Αντίστοιχα, η Κεντρική ομάδα, στην τρίτη στήλη, χρειάζεται να «περικόψει» 1.8 μονάδες από φωτοβολταϊκά για κάθε μία επιπλέον μονάδα από αιολική παραγωγή, αλλά 0.5 από ανεμογεννήτριες για κάθε έξτρα μονάδα από ηλιακή παραγωγή ηλεκτρισμού.

Η τελευταία στήλη, δείχνει πως η Ανατολική ομάδα, χρειάζεται 3.3 μονάδες φωτοβολταϊκής παραγωγής για κάθε μία από ανεμογεννήτριες, αλλά σχεδόν 0.3 αιολικής για τα φωτοβολταϊκά.

Το στοιχείο που ξεχωρίζει απευθείας είναι το συγκριτικό πλεονέκτημα της Κεντρικής ομάδας στην αιολική παραγωγή έναντι όλων. Δηλαδή, συγκριτικά με τις άλλες δύο ομάδες ταυτοχρόνως, φαίνεται να είναι πιο αποδοτική και οικονομικά ανταγωνιστική στη χρησιμοποίηση αυτού του πόρου, αν οι άλλες δύο διάλεγαν αντίστοιχα τις ανεμογεννήτριες ως κύρια πηγή. Παραδόξως, στον πίνακα 10, φαινόταν εκ πρώτης ότι είχε απόλυτο μειονέκτημα σε αυτήν την πηγή, αφού παρήγαγε την λιγότερη ποσότητα MW/Km² έναντι των υπολοίπων. Επιπλέον φαίνεται να έχει το συγκριτικό μειονέκτημα στην παραγωγή από φωτοβολταϊκά έναντι των άλλων, καθώς απαιτεί τη μεγαλύτερη θυσία στις μονάδες αιολικής για κάθε μία παραπάνω ηλιακής ηλεκτροπαραγωγής.

Έπειτα, η Ανατολική ομάδα, είναι η πλέον ανταγωνιστική στα φωτοβολταϊκά, αφού χρειάζεται να θυσιάσει τη μικρότερη ποσότητα έναντι όλων για κάθε μία παραπάνω μονάδα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, συμφωνεί και το παράδειγμα του απόλυτου πλεονεκτήματος όπου 1 Km² της απέδιδε

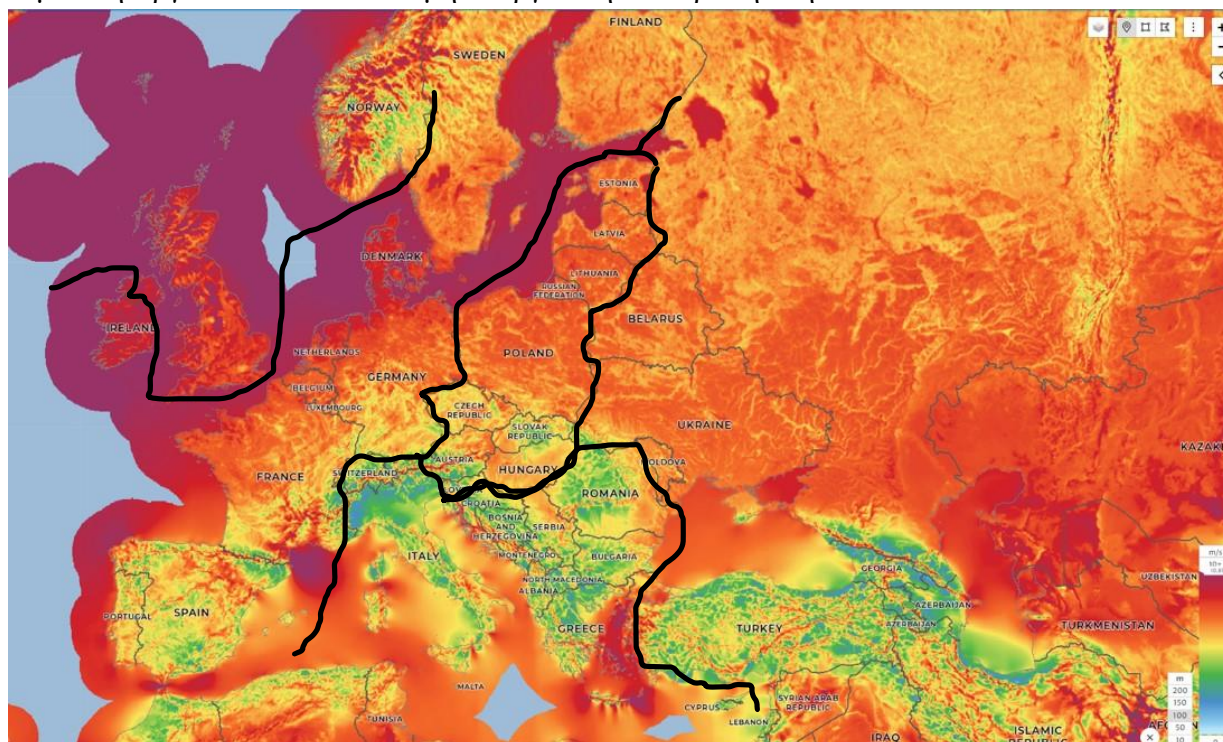
Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
5,7MW, τη μεγαλύτερη ποσότητα σε σχέση με τις άλλες δύο. Όμως αντίστοιχα με την Κεντρική, η Ανατολική ομάδα έχει συγκριτικό μειονέκτημα έναντι των άλλων στην παραγωγή ενέργειας από ανεμογεννήτριες, αφού καλείται να «θυσιάσει» περισσότερους πόρους.

Λόγω του καταμερισμού των συγκριτικών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων στην Κεντρική και στην Ανατολική ομάδα, η Κεντρική ομάδα δε φέρει κανένα από τα δύο. Ουσιαστικά ούτε υπερτερεί ούτε μειονεκτεί. Τουλάχιστο όταν τις δούμε ανταγωνιστικά και τις τρεις ταυτόχρονα. Ανά δυάδες όμως, η Δυτική υπερτερεί έναντι της Κεντρικής στα φωτοβολταϊκά αλλά υστερεί στην παραγωγή από ανεμογεννήτριες. Ενώ αντιθέτως, είναι πιο ανταγωνιστική από την Ανατολική στις μονάδες φωτοβολταϊκών που πρέπει να θυσιάσει για μία μονάδα αιολικής. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να προσφέρει κάποια χρήσιμα συμπεράσματα για τις μελλοντικές ενεργειακές επενδύσεις. Δεδομένου ότι φέρει το απόλυτο πλεονέκτημα ως προς την παραγωγή MW ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι η Δυτική ομάδα αποτελεί μία ομάδα μείωσης ρίσκου, με το σκεπτικό ότι με τη γειτονική της από Βορρά ομάδα (Κεντρική) υπερτερεί στην ηλεκτροπαραγωγή από τον ήλιο, αλλά μπορεί να διαφοροποιηθεί σχετικά με το νότιο γείτονα της, την Ανατολική ομάδα, προσφέροντας πλεονέκτημα από αιολική παραγωγή.

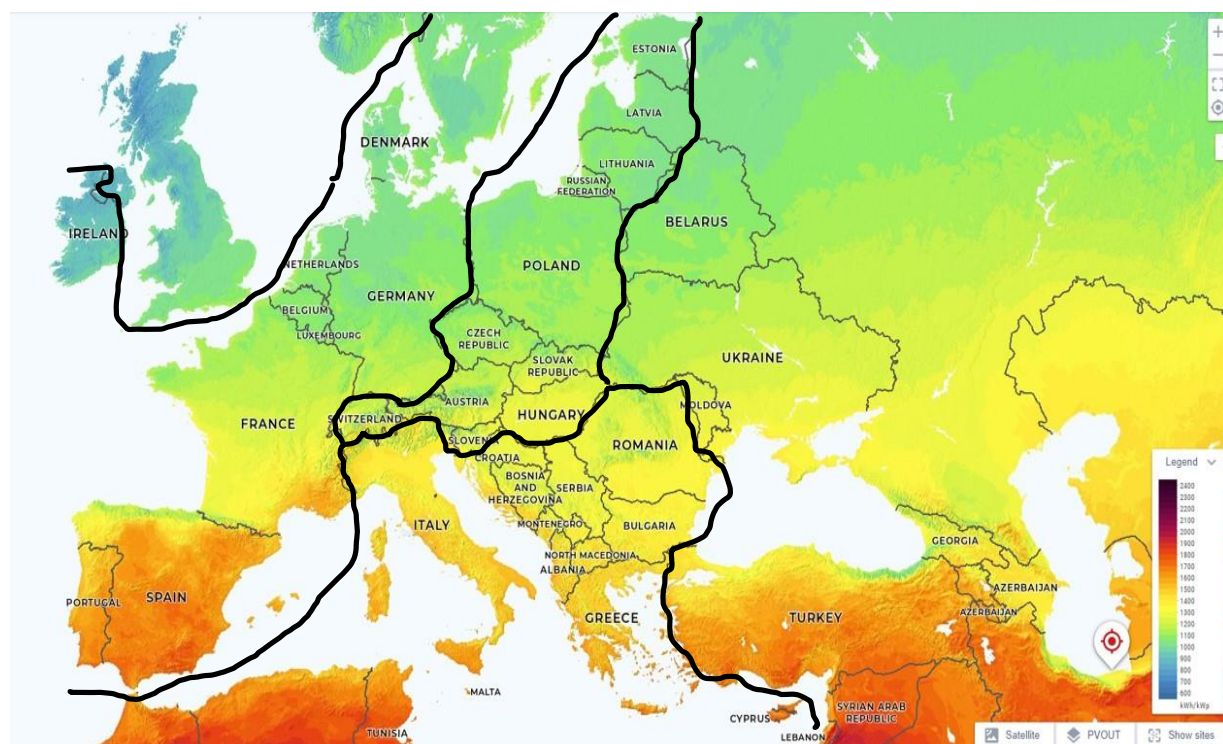
Ίσως δηλαδή, μπορούμε να τεκμηριώσουμε ότι η Δυτική ομάδα έχει συμφέρον να κινηθεί προς τη μεικτή λύση και να καλύψει, εν τέλει, τις υπολειπόμενες ποσότητες ενέργειας στοχεύοντας στην ουδετερότητα και με τις δύο διαθέσιμες λύσεις. Βεβαίως, να διευκρινιστεί πάλι, πως στο υπόδειγμά μας δεν έχουμε προσμετρήσει τις θαλάσσιες ανεμογεννήτριες της Νορβηγίας, της Γερμανίας και της Δανίας, όπως και την παραγωγή ενέργειας από τον ήλιο μέσω συστημάτων θέρμανσης άλατος μέσω ηλιακών καθρεπτών που βρίσκονται στην Ισπανία.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα του ερευνητικού μοντέλου που δημιουργήσαμε, ενώ η Δυτική ομάδα έχει απόλυτο πλεονέκτημα στις ανεμογεννήτριες έναντι των υπολοίπων, εντούτοις η Κεντρική έχει το συγκριτικό μεταξύ των τριών και θα μπορούσε να θεωρηθεί πιο ανταγωνιστική δυναμικά. Αναφορικά με την παραγωγή πράσινης ενέργειας από συστήματα φωτοβολταϊκών, η Ανατολική ομάδα φέρει τόσο το απόλυτο όσο και το συγκριτικό πλεονέκτημα μεταξύ των τριών ομάδων. Επικουρικά όμως, μπορούμε να συμπεράνουμε πως η Δυτική, δε φέρει συγκριτικό μειονέκτημα έναντι καμίας άλλης ομάδας αλλά τοποθετείται σε μία μέση κατηγορία, που ίσως της επιτρέπει να αξιοποιήσει και τις δύο μορφές, εξίσου αποδοτικά.

Προς επιβεβαίωση των δικών μας συμπερασμάτων, μπορούμε να τα συγκρίνουμε και με τους χάρτες του ανοικτού υπολογιστικού εργαλείου Global Atlas. Παρακάτω παρουσιάζονται οι δύο χάρτες, ο πρώτος για το αιολικό δυναμικό και ο δεύτερος για την ηλιακή ηλεκτροπαραγωγή.



Χάρτης 1



Χάρτης 2

Ο πρώτος χάρτης, όπως αντλήθηκε από την ιστοσελίδα Global Wind Atlas*, φανερώνει το αιολικό δυναμικό κάθε περιοχής, πόσα Watt παράγονται ανά τετραγωνικό μέτρο για μία ανεμογεννήτρια 100μέτρων ύψους. Όσο πιο μπλε και πράσινη είναι μία περιοχή, τόσο λιγότερα ενέργεια δύναται να αντληθεί από τους ανέμους, ενώ όσο πιο σκούρο κόκκινο παρουσιάζει μια περιοχή, τόσο μεγαλύτερη δυναμική έχει. Στο χάρτη σχεδιάστηκαν οι ομάδες όπως διαμορφώθηκαν βάσει του κριτηρίου διασυνδέσεων που έχουμε υιοθετήσει.

Φαίνεται λοιπόν κι οπτικά, πως η Ανατολική φέρει το μικρότερο αιολικό φορτίο, ενώ οι ακτές της Δυτικής και σχεδόν όλη η Κεντρική ομάδα φέρουν τη μεγαλύτερη απόδοση. Η Δυτική παρουσιάζει την ιδιαιτερότητα πως στα κεντρικά της Γερμανίας και Γαλλίας και σχεδόν σε όλη την Ισπανία, τα φορτία κατεβαίνουν αρκετά. Αντιθέτως η Ιρλανδία είναι η πλέον ισχυρή σε δυνητική εκμετάλλευση, όμως από τα δεδομένα που έχουμε στη διάθεσή μας και παρουσιάστηκαν, φαίνεται να μην έχει αξιοποιήσει επαρκώς αυτό της το δυναμικό. Παρόμοια συνθήκη εντοπίζεται και στην περίπτωση της Ελλάδας που ανήκει στην Ανατολική ομάδα, όπου φέρει ισχυρότατο αιολικό πεδίο στα ανοικτά του Αιγαίου Πελάγους αλλά η Στερεά Ελλάδα υπολείπεται σημαντικά, όπως και στην Ιταλία.

Ο επόμενος χάρτης (2), δείχνει την δυναμική της παραγωγής από φωτοβολταϊκά, μετρώντας 1Kw/1Kwp προς 1m². Παρομοίως και σε αυτόν το χάρτη, οι πιο σκούρο κόκκινες περιοχές έχουν το μεγαλύτερο δυναμικό έναντι των πιο πράσινων και μπλε περιοχών. Επίσης για λόγους ευκολίας, χωρίσαμε το χάρτη βάσει των τριών ομάδων.

Διαπιστώνουμε πως η Ανατολική ομάδα, που φέρει και το συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι των άλλων στην παραγωγή από φωτοβολταϊκά, έχει τις πιο δυναμικές αποδόσεις με σχεδόν ισόποση κατανομή, με εξαίρεση τη Σικελία, την Κρήτη και την Κύπρο, οι οποίες ξεχωρίζουν θετικά ως προς το φορτίο τους. Τα φορτία ηλιακής ηλεκτροπαραγωγής ξεκινούν να χαμηλώνουν από τη βόρεια Ρουμανία και τη βόρεια Ιταλία. Όλη η Κεντρική ομάδα, συμπεριλαμβανόμενης της Σλοβακίας, βρίσκεται σε περιοχή με ανοικτό πράσινο, συνεπώς με αρκετά χαμηλότερα φορτία. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η Ουγγαρία που έχει πλεονέκτημα στην περιοχή. Το ίδιο ισχύει και για τη Δυτική ομάδα, με την Ιρλανδία να έχει τη μικρότερη απόδοση γενικά, τις ακτές των βόρειων ευρωπαϊκών χωρών και τη βόρεια Γαλλία. Σημαντικότερη εξαίρεση αποτελεί η Ιβηρική χερσόνησος, όπου η Ισπανία έχει τα πιο αποδοτικά ηλιακά φορτία, μαζί με την Πορτογαλία, εξηγώντας και το ισχυρό πλεονέκτημα της Δυτικής ομάδας έναντι της Κεντρικής, η οποία συνολικά δεν φαίνεται να έχει περιοχές με χαμηλότερα φορτία από την Δυτική. Η Ισπανία όμως, σαν μέρος της Δυτικής ομάδας, δε δύναται να αντισταθμίσει το ολικό μειονέκτημα έναντι της Ανατολικής, διότι σχεδόν όλη η ομάδα εκείνη φέρει πολύ αποδοτικά φορτία.

Συνεπώς, μπορούμε με μεγαλύτερη βεβαιότητα να συμπεράνουμε πως η Κεντρική ομάδα δύναται να αναπτύξει και τα δύο συστήματα παραγωγής πράσινης ενέργειας, ίσως με έναν εσωτερικό διαχωρισμό στον οριζόντιο άξονα. Κατά αυτό τον τρόπο θα μπορούσε να λειτουργήσει και σαν «σύστημα αντιστάθμισης» επικουρικά στις άλλες δύο ομάδες, οι οποίες φέρουν η κάθε μία συγκριτικά μειονεκτήματα σε διαφορετικές πηγές.

Στο επόμενο και τελευταίο Μέρος (3) θα εξετάσουμε αν η διεθνής βιβλιογραφία και η αγορά μέσω των επενδύσεων και των κρατικών σχεδίων, συμφωνεί με την παρούσα μελέτη. Αν δηλαδή, όντως οι επενδυτές και οι στρατηγικοί σχεδιασμοί λαμβάνουν υπόψη τους μία προσέγγιση συγκριτικού πλεονεκτήματος εντός της ΕΕ, δεδομένης της λογικής ότι σε μία ανοικτή, ελεύθερη κι ανταγωνιστική αγορά, όπως επιθυμεί να καταστεί αυτή της Ένωσης, οι επενδύσεις θα κατευθυνθούν εκεί όπου κρίνεται αποδοτικότερο, με το επιπλέον κριτήριο της εδαφικής βιωσιμότητας και τη δυνατόν μικρότερη επιρροή στο περιβάλλον.

Μέρος Τρίτο: Αξιολόγηση και Συμπεράσματα

Κεφάλαιο 6: Τρέχουσα συνθήκη και Αξιολόγηση

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η σύγκριση των συμπερασμάτων του υποδείγματός μας με τη γενική επικρατούσα συνθήκη και τη διερεύνηση πιθανών δυνατοτήτων αξιοποίησής του. Θα προηγηθεί μία σύντομη θεώρηση των αδυναμιών που εμπεριέχονται και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων μας σε σχέση με τη διεθνή βιβλιογραφία κι έρευνα Έπειτα, εξετάζοντας την τρέχουσα κατάσταση στην Ε.Ε. και τα μελλοντικά σχέδια ανάπτυξης Ανανεώσιμων Πηγών, θα επιχειρήσουμε να διαπιστώσουμε την επαλήθευση ή μη της τάσης που υποδεικνύεται από το υπόδειγμά μας. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με κάποιες προτάσεις αξιοποίησης των συμπερασμάτων που αναδείχθηκαν και την πιθανή πρόσθετη αξία της παρούσας έρευνας σε μελλοντικές μελέτες και σχεδιασμούς.

Αρχικά, είναι ορθό να επισημανθούν τέσσερις βασικές αδυναμίες του υποδείγματος μας, που με τη σειρά τους παράγουν μερικά αμφιλεγόμενα αποτελέσματα. Πρώτον, οι μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκαν υπολογίζοντας τη συνολική επιφάνεια του εδάφους, δίχως γεωμορφολογικές παραμέτρους. Ουσιαστικά, αντιμετωπίστηκαν όλες οι χώρες σαν έναν δισδιάστατο μοντέλο μελέτης, που προφανώς και δεν εμπίπτει στην πραγματική αντιμετώπιση των μεγάλων πεδιάδων του Βορρά δίχως ορεινούς όγκους ή τις μεγάλες ορεινές εκτάσεις της Ιταλίας και της Ελλάδας.

Δεύτερον, όπως έχει αναφερθεί, δεν περιλήφθηκαν οι δυνατότητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσιες ανεμογεννήτριες, όμως, όμως ένα μεγάλο αιολικό πλεονέκτημα της

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
Δυτικής ομάδας, στην πραγματικότητα, εντοπίζεται στα παράλια του Ατλαντικού. Αναφορικά με τα φωτοβολταϊκά, δεν εντάχθηκαν παράμετροι αποδοτικότητας, παρότι είναι γνωστό πως τα φωτοβολταϊκά λειτουργούν καλύτερα σε μέρη με μεσαίες θερμοκρασίες, όπως η Κεντρική ομάδα, έναντι των υψηλών του Νότου και της Ανατολικής Ομάδας.

Η τρίτη παραδοχή αδυναμίας, είναι η μη συμπερίληψη παραγωγικών οικονομικών συντελεστών, όπως η εμπειρία, η εγγύτητα στην τεχνολογία, το κεφάλαιο προς επένδυση, οι επενδυτικοί κανόνες και οι όροι χρήσης γης κι ανάπτυξης ΑΠΕ. Αυτήν η παραδοχή είναι κρίσιμη, καθότι στην Κεντρική ομάδα έχουμε χώρες με ισχυρή αντίσταση στην ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ και μεγάλη εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα, αποτρέποντας ουσιαστικά κεφάλαια να εισρεύσουν για την αξιοποίηση του δυναμικού τους.

Τέταρτη αδυναμία του υποδείγματος, είναι η μονοπωλιακή προσέγγιση της εκπλήρωσης του στόχου για 50% παραγωγή από ανανεώσιμες. Παρότι έχουμε εξηγήσει τα θετικά της παραδοχής αυτής, εντούτοις εμπεριέχει την αδυναμία της πραγματικής σταθερότητας του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, αφού μία μέρα χωρίς ήλιο στην Ανατολική ομάδα θα σήμαινε ολοκληρωτική απώλεια του δυναμικού της και το αντίστοιχο για τα αιολικά δυναμικά. Συνεπώς, εννοείται πως το υπόδειγμα δεν αποβλέπει στην προτροπή προς αξιοποίηση μίας και μόνης πηγής ανά ομάδα, ακόμη κι αν αυτή είναι η ενδεδειγμένη επιλογή κατά τη θεωρία του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος.

Παρά ταύτα, η έρευνα μας οδηγείται από μία πεποίθηση «κεντρικής στρατηγικής» που θα μπορούσε να μεταβάλλει την ανάπτυξη των ΑΠΕ ανά ομάδα χωρών, με σκοπό την βέλτιστη αξιοποίηση του ενεργειακού και εδαφικού δυναμικού. Πρόκειται για μία οικονομικής φύσεως έρευνα, μεγιστοποίησης οφέλους, όπου εντασσόμενη σε υποδείγματα νομισματικής πολιτικής που ενσωματώνουν τους δείκτες Βιώσιμης Ανάπτυξης, θα μπορούσε να οδηγήσει σε νέες προοπτικές. Τόσο από την εξειδίκευση ανά τεχνολογία ανάπτυξης ΑΠΕ όσο και από επενδύσεις σε καθαρότερα νομικά πλαίσια, ανά χώρα. Είναι κοινώς αποδεκτό πως τα σύγχρονα οικονομικά μοντέλα οφείλουν να εμπεριέχουν τέτοια στοιχεία και να ανασχεδιάζονται με στόχο την διασφάλιση της οικονομίας υπό τις απειλές των κλιματικών και περιβαλλοντικών εξωτερικοτήτων (Economides et al., 2018; Δημαδάμα, 2002).

Σε σχέση, ειδικότερα, με το υπόδειγμά μας, αν και η Ανατολική ομάδα φαίνεται να ωφελείται προς την αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών και παρότι η ανάπτυξή τους θεωρείται ότι επηρεάζει σε μικρότερο βαθμό το περιβάλλον από ότι οι ανεμογεννήτριες, εντούτοις η ανάπτυξή τους είναι πιο δύσκολη έναντι της Δυτικής ομάδας. Ένας παράγοντας που έχει εξεταστεί πολλαπλώς και φαίνεται να έχει καθοριστικό ρόλο, είναι οι διαδικασίες αδειοδότησης, όπως επισημαίνουν οι Reiche και Bechberger στη μελέτη τους (Reiche & Bechberger, 2004). Παρομοίως φαίνεται πως και τα οικονομικά κίνητρα από

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
τα κράτη της Ανατολικής και Κεντρικής ομάδας είναι μικρότερα (Dusonchet & Telaretti, 2010). Αν και έχουν γίνει σημαντικά βήματα από την πρώτη δεκαετία του 2000, εξακολουθούν οι δύο αυτές ομάδες να υπολείπονται σημαντικά της Δυτικής. Επιπλέον, οι κοινωνίες της Ανατολικής και Κεντρικής ομάδας, υστερούν συνεργασιών με επιχειρήσεις ΑΠΕ, κάτι που διαφέρει αρκετά στη Γερμανία και τη Δανία, όπου οι πολίτες είτε καταδεικνύουν στα σχέδια πόλεων τα μέρη προς μελλοντικές αναπτύξεις ΑΠΕ, είτε συμμετέχουν ενεργά στην αξιοποίηση τους (Reiche & Bechberger, 2004).

Παρά τα εμπόδια που αναφέρθηκαν, οι διεθνείς μελέτες, όντως υποδεικνύουν προς την κατεύθυνση που το υπόδειγμά μας παρουσιάζει. Η Κεντρική ομάδα, λόγω του πεπλατυσμένου εδάφους της και του αιολικού δυναμικού της, θεωρείται κατάλληλη για εγκατάσταση ανεμογεννητριών, πολύ περισσότερο από την ενδοχώρα της Γαλλίας, την Ισπανία, την Πορτογαλία και την Ανατολική ομάδα γενικότερα (Enevoldsen et al., 2019). Η Δανία, αν και ανήκει στη Δυτική ομάδα που δεν έχει συγκριτικό πλεονέκτημα σε κανένα τομέα όμως ούτε μειονέκτημα, θεωρείται εξαιρετική περίπτωση για ανεμογεννήτριες (Overland, 2019). Αντιθέτως η κεντρική Γερμανία και η Ισπανία, θεωρούνται ιδανικές περιπτώσεις για την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών (Schmela, 2017). Για τη Γερμανία, το αιολικό δυναμικό της που εντοπίζεται στις ακτές του Ατλαντικού, επιβεβαιώνεται ότι είναι ισχυρό και προς αξιοποίηση αλλά με τουρμπίνες στη θάλασσα, κάτι όμως που εξ αρχής αποδεχτήκαμε ότι δε θα συμπεριληφθεί σαν παράμετρος (Liu et al., 2020b). Συνεπώς, για τη Δυτική ομάδα, οι μελέτες φαίνεται να συμφωνούν, πως μπορούν να λειτουργήσουν σαν «αντιστάθμισμα» του συγκριτικού πλεονεκτήματος των άλλων δύο ομάδων και για τις δύο πηγές ηλεκτροπαραγωγής.

Σχετικά με την Ανατολική, οι περισσότερες μελέτες συμφωνούν πως η Ελλάδα έχει μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης φωτοβολταϊκής ηλεκτροπαραγωγής (Anagnostopoulos et al., 2017; Karteris et al., 2013; Nikas et al., 2020; Vagiona et al., 2021; Zabara, 1986), αν και τα εμπόδια είναι αρκετά, όπως η αλλαγή του νομοθετικού πλαισίου, το βραχώδες και ορεινό τοπίο και τα μη διασυνδεδεμένα νησιά. Εξίσου μεγάλο δυναμικό παρατηρείται για την Κύπρο, την Ιταλία και την Ρουμανία με πολλά οφέλη προς τις χώρες αυτές σε οικονομικούς και παραγωγικούς τομείς (Bompard et al., 2020; Calise et al., 2019; Četković & Buzogány, 2020; Dusonchet & Telaretti, 2010; *Making Sun-Blessed Cyprus a Solar Energy Leader | Research and Innovation*, n.d.). Ειδικότερα για την Ρουμανία και τη Βουλγαρία, θα διαπιστώσουμε μετά πως, τα σχέδια για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών βρίσκονται σε ταχεία εξέλιξη, ακολουθώντας το παράδειγμα της Ελλάδας.

Αναφορικά με την Κεντρική ομάδα, οι μελέτες δίνουν μεικτά αποτελέσματα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός πως χώρες όπως η Πολωνία και η Αυστρία εντάσσονται στις δυτικές ενώ οι Βαλτικές και η Ουγγαρία στις ανατολικές. Όμως, τείνουν να συμφωνούν, πως οι νότιες χώρες της

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο Κεντρικής ομάδας, του υποδείγματός μας (Ουγγαρία, Τσεχία, Σλοβενία, Σλοβακία, Αυστρία), έχουν ένα επαρκές ηλιακό δυναμικό αλλά μέτριες προς θετικές δυνατότητες ανάπτυξης και ανεμογεννητριών. Το αντίθετο συμβαίνει στις βορειότερες χώρες, ειδικότερα στις Βαλτικές όπου οι ανεμογεννήτριες θεωρούνται ιδανικές, όπως και στην Πολωνία (Ćetkoniec & Buzogány, 2020). Επιπλέον, οι συγκεκριμένες, είναι χώρες με μεγάλες εκτάσεις αραιοκατοίκησης, που πλέον δε φαίνεται να αποτελεί πρόβλημα για την εγκατάσταση μεγάλων πάρκων ανεμογεννητριών, σε σχέση με τα εργοστάσια άνθρακα που απαιτούσαν εγγύτητα στις αστικές υποδομές (Fridgen et al., 2020).

Ποια είναι όμως η τρέχουσα συνθήκη και οι μελλοντικές στρατηγικές των χωρών; Μπορούμε να αντλήσουμε συμπεράσματα από τη σύγκριση των υπαρχόντων και υπό ανάπτυξη επενδυτικών σχεδίων, σε σχέση με το υπόδειγμά μας;

Όλες οι μελέτες και οι πολιτικές συμφωνούν πως η παραγωγή ενέργειας από ανεμογεννήτριες θα συνεχίσει να αυξάνει πιο γρήγορα από ότι τα φωτοβολταϊκά, ειδικότερα στη Δυτική και Κεντρική Ευρώπη (Archer & Jacobson, 2005; Ballard, 2022; Petersen, 2017; Ryberg et al., 2019; Welsch, 2017). Συγκεκριμένα, η Γαλλία αν και παραδοσιακά στρέφεται στην πυρηνική ενέργεια (Noreng, 2019), με μεγαλύτερη ένταση πλέον λόγω του πολέμου της Ουκρανίας και της έλλειψης φυσικού αερίου, σκοπεύει να προχωρήσει σε επενδύσεις στη θαλάσσια αιολική ενέργεια¹⁰. Από την άλλη, η Ισπανία θα συνεχίσει την πορεία της στα φωτοβολταϊκά όπως δείχνουν οι επενδύσεις, ενώ η Γερμανία, παρότι κατατάσσεται πρώτη στη ηλιακή ηλεκτροπαραγωγή, θα εντείνει της προσπάθειές της για ανεμογεννήτριες κι εκείνη (Ballard, 2022; Dóci & Gotchev, 2016; Duffy et al., 2020; Liu et al., 2020a; Trinomics B.V, 2019)¹¹. Στο υπάρχον πλαίσιο εντάσσεται και η διαρκής συνεργασία των Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία, Βέλγιο, Λουξεμβούργο μέσω του Πενταμερούς Ενεργειακού Φόρουμ που έχουν συστήσει πάνω από δύο δεκαετίες (Handke, 2018).

Στην Κεντρική ομάδα του υποδείγματος μας, οι αντιστάσεις ακόμη είναι αρκετές για την αποδοχή των Ανανεώσιμων Πηγών ως κεντρική στρατηγική (Baran et al., 2020; Ringel & Knodt, 2018; Szulecki et al., 2016), όμως κάποια βήματα πραγματοποιούνται: στην Πολωνία σταδιακά υιοθετούνται τα φωτοβολταϊκά αλλά κυρίως χαμηλής ισχύος για οικιακή χρήση (Schmela, 2017), αλλά από δημοσιεύεται στον ηλεκτρονικό Τύπο, διαφαίνεται μια στροφή και προς την αιολική ενέργεια, με την εγκατάσταση εργοστασίου παραγωγής ανεμογεννητριών από Δανέζικη εταιρία¹². Παρόμοια ζητήματα

¹⁰ (Energy Crisis: France Bets on Floating Offshore Wind Energy – DW – 11/22/2022, n.d.; France Sends Mixed Messages on Wind Energy Expansion | WindEurope, n.d.; Offshore Wind Power Is on the Rise in France, n.d.)

¹¹ (Europe's Offshore Wind Industry Is Taking off | Euronews, n.d.)

¹² (Danish Firm to Build Wind Turbine Plant on Poland's Baltic Coast | Notes From Poland, n.d.)

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο εντοπίζουμε και στην Ουγγαρία και τη Τσεχία (Europe, 2018; Welsch, 2017), ειδικότερα λόγω της εξάρτησής τους από το φυσικό αέριο και τον άνθρακα ως πηγές ενέργειας (Marin, 2021). Οι γενικότερες όμως μελέτες της αγοράς, αποδεικνύουν τα σταθερά αυξανόμενο ενδιαφέρον για επενδύσεις κι ιδιαίτερα για ανεμογεννήτριες (Ćetković & Buzogány, 2020; Dugstad et al., 2020; Komusanac et al., 2021).

Ολοκληρώνοντας την διερεύνηση της παρούσας συνθήκης, στην Ανατολική ομάδα, τα περισσότερα δημοσιεύματα συμφωνούν πως τα πεδία ανάπτυξης φωτοβολταϊκών είναι μεγάλο κι ακόμα ανεκμετάλλευτο. Από την Κύπρο που έχει τη δυνατότητα, εφόσον διασυνδεθεί με την Ελλάδα, να απεξαρτηθεί σχεδόν πλήρως από το φυσικό αέριο για ηλεκτροπαραγωγή, χάρη στα φωτοβολταϊκά¹³, έως τις συμπράξεις μεταξύ Βουλγαρίας – Ρουμανίας και Ιταλίας για την εγκαθίδρυση των φωτοβολταϊκών πάνελ ως την επόμενη μεγάλη επενδυτική ευκαιρία¹⁴. Στη δε Ρουμανία, εξετάζεται η επιτόπια παραγωγή τους από Ισπανική εταιρία¹⁵, ενώ η ΔΕΗ, φημιολογείται ότι θα αποκτήσει πρόσβαση μέσω εξαγοράς περιουσιακών στοιχείων. Εργοστάσιο φωτοβολταϊκών αναμένεται να δημιουργηθεί και στη Βουλγαρία η οποία σε συνεργασία με την Ελλάδα επιτείνει τις διαδικασίες διασύνδεσης και ανταλλαγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Η Ελλάδα, τα επόμενα 10 χρόνια¹⁶, σχεδιάζει πολλαπλάσιες επενδύσεις στα φωτοβολταϊκά, ενεργοποιώντας προσφάτως και το πρόγραμμα επιδοτήσεων των ιδιωτών για αυτοπαραγωγή. Για παράδειγμα, για το τρέχον έτος, 2022, η Ελλάδα φιλοδοξεί να έχει εξυπηρετήσει το 10% από 8,8% πέρυσι των ηλεκτρικών της αναγκών, καθιστώντας πρώτη στην Ευρώπη. Η πλειοψηφία δε των επενδύσεων είναι από μικρομεσαίες επιχειρήσεις, σημάδι ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην κοινωνική αποδοχή (Τράτσα, 2022). Ταυτοχρόνως η χώρα μας προετοιμάζεται και για τα μέσα αποθήκευσης ενέργειας (Θάνος, 2022), καθώς και για τη διασύνδεση με την Αίγυπτο¹⁷ και την Κύπρο¹⁸.

Παρατηρούμε συνεπώς, μία παράλληλη τάση των αποτελεσμάτων του υποδείγματος που επιλέξαμε και της τρέχουσας κατάστασης, με την επισήμανση ότι οι ανεμογεννήτριες παράγουν περισσότερα MW με λιγότερο έδαφος αλλά τα φωτοβολταϊκά χαίρουν μεγαλύτερης αποδοχής και σταδιακά συγκλίνουν και στις οικονομικές τους προοπτικές. Διακρίνουμε πως η Δυτική ομάδα όντως μοιάζει να ακολουθεί τη «συνταγή» του διπλού μείγματος, ήλιος και αέρας, ενώ η Ανατολική να καταβάλλει

¹³ (Making Sun-Blessed Cyprus a Solar Energy Leader | Research and Innovation, n.d.; The Weekend Read: Solar Reforms Loom, Cyprus Begins to Move – Pv Magazine International, n.d.)

¹⁴ (Bulgaria to Abolish Limitations for Rooftop Solar Panels for Own Use, n.d.; Italian Consortium to Build First Solar Panel Factory in Bulgaria, n.d.)

¹⁵ (Iberdrola Explores Sale of Wind Assets in Romania, Hungary -Sources | Reuters, n.d.)

¹⁶ (Νέα «συμμαχία» Στα Πλαίσια Του REPowerEU Για Την Ενίσχυση Της Ευρωπαϊκής Βιομηχανίας Στον Κλάδο Των Φωτοβολταϊκών | EnergyPress.Gr, n.d.)

¹⁷ (Μανουσάκης Στην COP27: Η Ελλάδα Διάδρομος Πράσινης Ηλεκτρικής Ενέργειας Από Την Αφρική Στην Ευρώπη - Οικονομικός Ταχυδρόμος - Ot.Gr, n.d.)

¹⁸ (Doubling Electricity Interconnection Is the European Peace Project for This Decade – EURACTIV.Com, n.d.; EuroAsia Interconnector Ready for Construction, 'Historic Day', President Says - Energy News - Institute of Energy of South East Europe, n.d.)

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο

μεγάλες επενδυτικές προσπάθειες να αξιοποιήσει τον βέλτιστο πόρο της, την ηλιακή ενέργεια, σε σχέση με την ήδη αναπτυγμένη υποδομή σε ανεμογεννήτριες και ορυκτά καύσιμα. Η ομάδα που προβληματίζει είναι η Κεντρική, με εξαίρεση τις Βαλτικές, καθώς η εύκολη πρόσβαση, έως τώρα, σε ρωσικό φυσικό αέριο, λιγνίτη και πετρέλαιο, δεν επιτρέπει την ενεργειακή μετάβαση να πραγματοποιηθεί με ευκολία αν και υπάρχουν σημάδια περί αξιοποίησης σταδιακής του αιολικού τους πλεονεκτήματος.

Με σχετική βεβαιότητα μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα, πως ένα υπόδειγμα βασισμένο στη θεωρία του Συγκριτικού Πλεονεκτήματος, χρησιμοποιώντας ως «παραγωγικό πόρο» το έδαφος, αγγίζει τα πραγματικά σχέδια των κρατών της ευρωπαϊκής ηπείρου κι αντικατοπτρίζει την αντίληψη της αγοράς, με όρους ανταγωνιστικότητας και ρίσκου. Σε θεωρητική βάση, μπορούμε να διαπιστώσουμε πως η αγορά μάλλον αντιλαμβάνεται την προνομιακή θέση που δύναται να κατέχει η κάθε μορφή ηλεκτροπαραγωγής ανά κράτος, ακόμη κι αν δεν το πράττει βασιζόμενη στα στοιχεία της εξοικονόμησης εδαφικών συντελεστών και διατήρησης της εδαφικής βιωσιμότητας.

Το υπόδειγμά μας, όμως, πέραν από απλή επιβεβαίωση της αγοράς, φέρει κι ένα στοιχείο μελλοντικής εφαρμογής. Ο λόγος που χωρίσαμε εξ αρχής τα κράτη σε ομάδες και τις εξετάσαμε κατά αυτόν τον τρόπο, ήταν για να διαπιστώσουμε (α) αν μπορούν και πως μπορούν να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες τους και (β) αν δύναται η ευρωπαϊκή ήπειρος να λειτουργήσει σαν ενιαίο σύστημα ανταλλαγής ενέργειας, ώστε όταν «έχει συννεφιά» να αντισταθμίζει ο άνεμος κι όταν «δεν φυσά» να αξιοποιούνται οι δυνατότητες των φωτοβολταϊκών.

Στο πρώτο έχουμε απαντήσει ήδη καταφατικά, το δεύτερο σημείο όμως, δύναται να απαντηθεί πλέον, έπειτα από την ανωτέρω σύγκριση, με σχετική βεβαιότητα. Δηλαδή, εφόσον όντως τα κράτη της Ανατολικής επιλέξουν να ενισχύσουν σημαντικά τα φωτοβολταϊκά ως μέθοδο ηλεκτροπαραγωγής, μπορούν να συνεισφέρουν στην πιο αδύναμη περιοχή της Κεντρικής ομάδας, τους θερινούς μήνες, όπως και μέρος της Δυτικής ομάδας, αντίστοιχα με την αντίστροφη πορεία τους χειμερινούς, όπου στην Κεντρική και Δυτική ομάδα έχουμε τους υψηλότερους ανέμους και μικρότερη διάρκεια ημέρας. Αν δε συνδυαστεί με τα προγραμματισμένα έργα διασυνδέσεων και αποθήκευσης ενέργειας, θεωρούμε πως όντως η Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Ένωση μπορεί να επιτευχθεί, λειτουργώντας ως ένα διαρκές σύστημα αποθήκευσης και διαμοιρασμού ενέργειας.

Σε μία παρόμοια αγορά, οι δυνατότητες εξέλιξης για την τιμολογιακή πολιτική της Ένωσης σε σχέση με την ενέργεια, με στόχο την εξάλειψη της ενεργειακής φτώχειας, είναι πολλαπλές. Διότι οι επενδυτές θα λειτουργούν υπό ένα ασφαλέστερο περιβάλλον μέσω της «εξειδικευμένης διαφοροποίησης» ανά «ενεργειακή περιφέρεια», ωθώντας παράλληλα και το νομικό πλαίσιο προς συνεκτικότερες κατευθύνσεις, ίσως ακόμη αναβαθμίζοντας τη θέση του ACER. Τέλος, η αποδοχή των εκάστοτε

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
τεχνολογιών, ίσως επιτευχθεί ταχύτερα, εφόσον η κάθε περιοχή αξιοποιεί τον πόρο που πραγματικά τις
είναι πιο οικείος, σε σχέση με μία πολύπλευρη προσέγγιση, που ίσως φαντάζει κι απειλητική ή σπασμω-
δική.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η ανάπτυξη ενός μοντέλου-υποδείγματος, αξιο-
ποίησης κατά το βέλτιστο δυνατό τρόπο των ενεργειακών δυνατοτήτων τριών ομάδων κρατών της Ε.Ε.
Εστιάζοντας στον παράγοντα του εδάφους, ως στοιχείο της βιώσιμης ανάπτυξης και αξιοποιώντας τους
στόχους της ενεργειακής μετάβασης, δημιουργήσαμε ένα υπόδειγμα ηλεκτροπαραγωγής, είτε από ανε-
μογεννήτριες είτε από φωτοβολταϊκά. Η θεωρία και τα μεθοδολογικά εργαλεία του Συγκριτικού Πλεο-
νεκτήματος αξιοποιήθηκαν για την κατασκευή κι αξιολόγηση της μελέτης μας, καθότι προσφέρει ανα-
λυτικές δυνατότητες αναφορικά με την ανταγωνιστικότητα των ενεργειακών πόρων αλλά και μεταξύ
των τριών ομάδων (Δυτική, Κεντρική, Ανατολική).

Η έρευνα μας κατέδειξε πως η Ανατολική ομάδα φέρει συγκριτικό πλεονέκτημα στην
ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκά έναντι της αντίστοιχης στις άλλες δύο ομάδες, η Κεντρική στην
ηλεκτροπαραγωγή από ανεμογεννήτριες έναντι της αντίστοιχης από τις άλλες δύο, αλλά ταυτοχρόνως η
κάθε μία φέρει συγκριτικό μειονέκτημα για την ηλεκτροπαραγωγή από την άλλη πηγή κι έναντι όλων
των άλλων ομάδων. Η Δυτική ομάδα δε φέρει κανένα συγκριτικό πλεονέκτημα, ούτε και μειονέκτημα,
καθιστώντας την επενδυτικά α-διάφορη αναφορικά με την προτιμητέα τάση προς ανάπτυξη.

Τόσο τα εμπειρικά κι ερευνητικά δεδομένων άλλων μελετών, όσο και η παρούσα ε-
ξέλιξη σε κάθε χώρα, φαίνεται να επιβεβαιώνει σε γενικές γραμμές το ερευνητικό μας έργο, παρότι έχουν
γίνει απλουστευτικές παραδοχές.

Η τάση της αγοράς σήμερα δείχνει το δρόμο προς τις ανεμογεννήτριες για χώρες από
τη Δυτική ομάδα, όπως η Γερμανία και η Δανία, ενώ για φωτοβολταϊκά όπως η Ισπανία και η Πορτογα-
λία. Σε χώρες της Ανατολικής ομάδας, Ελλάδα, Κύπρος, Βουλγαρία, Ρουμανία, η ανάπτυξη των φωτο-
βολταϊκών μοιάζει να επιταχύνεται. Αντίθετα, η Κεντρική ομάδα, με τη Πολωνία και την Ουγγαρία κυ-
ρίως, ακόμη παρουσιάζουν αντίσταση στην υιοθέτηση μίας βιώσιμης ενεργειακής στρατηγικής, παρότι
η αγορά μάλλον αναγνωρίζει τη δυναμική αυτών των περιοχών, εξυπηρετώντας παράλληλα τους στό-
χους της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2035 και 2050.

Στοιχείο που απομένει να ολοκληρώσει το σχέδιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για μία
ενιαία βιώσιμη και δίκαιη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, είναι οι ενεργειακές διασυνδέσεις και ένα προ-
ωθημένο πλαίσιο συνεργασιών. Από τη σημερινή κατάσταση των επενδυτικών πλάνων, ανά χώρα, η

Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
εργασία προτείνει μία εναλλακτική οπτική, συν-αντίληψης των κρατών, σε ενεργειακές περιφέρειες. Ενεργειακές περιφέρειες όπου με εξειδίκευση στο συγκριτικό τους ενεργειακό πλεονέκτημα, θα μπορούν να προσελκύσουν ταχύτερα, ασφαλέστερα και αποδοτικότερα επενδύσεις, ωθώντας την πράσινη ανάπτυξη και παρέχοντας, δυνήτικα, ενεργειακή ασφάλεια αξιοποιώντας την αρχή της Αλληλεγγύης, , μέσω ενεργειακών ανταλλαγών, βασισμένων σε διαφοροποιημένες πηγές.

Στόχος της παρούσας μελέτης, δεν ήταν μία αμιγώς οικονομική ανάλυση, ούτε μια γενική περιγραφή της σημερινής συνθήκης. Η προσπάθεια επικεντρώθηκε στην ενσωμάτωση των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης προς την επίτευξη της ενεργειακής μετάβασης. Είναι δεδομένο, ότι πολλοί παράμετροι που θα μπορούσαν να μελετηθούν και να συμπεριληφθούν στο μέλλον, δεν συμπεριελήφθησαν εδώ. Θα ήταν χρήσιμη, συνεπώς, η περαιτέρω μελέτη επιμέρους στοιχείων αλλά και η συνολική αξιολόγηση, προσφέροντας λεπτομερέστερα αποτελέσματα και εναλλακτικά συμπεράσματα.

Παράρτημα: Συντομογραφίες

1. 1Kw/1Kwp : 1 παραγόμενη κιλοβατώρα ανά 1 πάνελ(p) ισχύος 1 κιλοβατ
2. MW: Μέγα βατ, 1MW=1000 Kw άρα 1MW=1.000.000W και αντίστοιχα 1MW=0,001GW.
3. Acre: μονάδα μέτρησης επιφάνειας εδάφους, 1acre= 4.046.856m² ή 1m²=0.000247acre
4. ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
5. CAP: εγκατεστημένη δυναμική (capacity)
6. Q: ποσότητα (quantity)
7. ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση
8. ITER: International Thermonuclear Experimental Reactor, Διεθνής Πειραματικός Αντιδραστήρας Θερμοπυρηνικής (ενέργειας)
9. RRF: Resilience and Recovery Fund

- Abada, I., de Maere D’Aertrycke, G., Ehrenmann, A., & Smeers, Y. (2019). What models tell us about long-term contracts in times of the energy transition. *Economics of Energy and Environmental Policy*, 8(1), 163–182. <https://doi.org/10.5547/2160-5890.8.1.iaba>
- Abarca, R. M. (2021). Fit for 55 Package – Overview of progress of the “Fit for 55” package of legislative proposals. *Brussels, 22 November 2021 (OR. En), 2021*(November), 2013–2015.
- Acker, R. H., & Kammen, D. M. (1996). The quiet (energy) revolution: Analysing the dissemination of photovoltaic power systems in Kenya. *Energy Policy*, 24(1), 81–111. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(95\)00112-3](https://doi.org/10.1016/0301-4215(95)00112-3)
- Adeh, E. H., Good, S. P., Calaf, M., & Higgins, C. W. (2019). Solar PV Power Potential is Greatest Over Croplands. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-019-47803-3>
- Adelle, C., Hertin, J., & Jordan, A. (2006). Sustainable development “outside” the European Union: What role for impact assessment? *European Environment*, 16(2), 57–72. <https://doi.org/10.1002/EET.405>
- Alola, A. A., & Alola, U. V. (2018). Agricultural land usage and tourism impact on renewable energy consumption among Coastline Mediterranean Countries: <https://doi.org/10.1177/0958305X18779577>, 29(8), 1438–1454. <https://doi.org/10.1177/0958305X18779577>
- Anagnostopoulos, P., Spyridaki, N. A., & Flamos, A. (2017). A “new-deal” for the development of photovoltaic investments in Greece? A parametric techno-economic assessment. *Energies*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/EN10081173>
- Archer, C. L., & Jacobson, M. Z. (2005). Evaluation of global wind power. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D12), 1–20. <https://doi.org/10.1029/2004JD005462>
- Assi, A. F., Zhakanova Isiksal, A., & Tursoy, T. (2020). Highlighting the connection between financial development and consumption of energy in countries with the highest economic freedom. *Energy Policy*, 147(January), 111897. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111897>
- Avilés, L. A. (2014). Sustainable development and environmental legal protection in the european union: A model for Mexican courts to follow? *Mexican Law Review*, 6(2), 251–272. [https://doi.org/10.1016/S1870-0578\(16\)30014-2](https://doi.org/10.1016/S1870-0578(16)30014-2)
- Bachner, G., Mayer, J., & Steininger, K. W. (2019). Costs or benefits? Assessing the economy-wide effects of the electricity sector’s low carbon transition – The role of capital costs, divergent risk perceptions and premiums. *Energy Strategy Reviews*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100373>
- Bahgat, G. (2010). The geopolitics of energy: Europe and North Africa. *The Journal of North African Studies*, 15(1), 39–49. <https://doi.org/10.1080/13629380902731975>
- Baker, S., Kousis, M., Young, S., & Richardson, D. (1997). *The Politics of Sustainable Development: Theory, Policy and Practice Within the European Union*. Routledge. <https://books.google.gr/books?id=eLVvYeHURIC>
- Ballard, M. (2022, May 10). *EU offshore wind: A trade off between density and efficiency | Windpower Monthly*. WINDOWER MONTHLY. <https://www.windpowermonthly.com/article/1755489/eu-offshore-wind-trade-off-density-efficiency>
- Baran, J., Szpor, A., & Witajewski-Baltvilks, J. (2020). Low-carbon transition in a coal-producing country: A labour market perspective. *Energy Policy*, 147(August), 111878. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111878>

- Barron-Gafford, G. A., Minor, R. L., Allen, N. A., Cronin, A. D., Brooks, A. E., & Pavao-Zuckerman, M. A. (2016). The photovoltaic heat island effect: Larger solar power plants increase local temperatures. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/SREP35070>
- Beckman, J., & Xiarchos, I. M. (2013). Why are Californian farmers adopting more (and larger) renewable energy operations? *Renew. Energy*, 55, 322–330. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.10.057>
- Bellantuono, G., & Huhta, K. (2019). The Energy Union in the Next Decade. *Oil, Gas & Energy Law*, 17(3). <https://www.ogel.org/article.asp?key=3824>
- Besant-jones, J. E., Bank, W., Goldemberg, P. J., Universitária, C., Paulo, S., Greening, L. A., Lynch, M., & Rose, A. Z. (2011). Editorial Board. *Energy Policy*, 39(11), IFC. [https://doi.org/10.1016/s0301-4215\(11\)00768-3](https://doi.org/10.1016/s0301-4215(11)00768-3)
- Blazquez, J., Fuentes, R., & Manzano, B. (2020). On some economic principles of the energy transition. *Energy Policy*, 147(July), 111807. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111807>
- Bodansky, D., Brunnne, J., & Rajamani, L. (2017). Introduction to International Climate Change Law. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3000009>
- Boie, I., Kost, C., Bohn, S., Agsten, M., Bretschneider, P., Snigovyi, O., Pudlik, M., Ragwitz, M., Schlegl, T., & Westermann, D. (2016). Opportunities and challenges of high renewable energy deployment and electricity exchange for North Africa and Europe – Scenarios for power sector and transmission infrastructure in 2030 and 2050. *Renewable Energy*, 87, 130–144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.10.008>
- Bompard, E., Botterud, A., Corgnati, S., Huang, T., Jafari, M., Leone, P., Mauro, S., Montesano, G., Papa, C., & Profumo, F. (2020). An electricity triangle for energy transition: Application to Italy. *Applied Energy*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115525>
- Bryant, S. T., Straker, K., & Wrigley, C. (2020). Designing our sustainable energy future: A shock doctrine for energy. *Energy Policy*, 147(August), 111914. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111914>
- Bulgaria to abolish limitations for rooftop solar panels for own use. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://balkangreenenergynews.com/bulgaria-to-abolish-limitations-for-rooftop-solar-panels-for-own-use/>
- Calise, F., Cappiello, F. L., Carteni, A., Dentice d'Accadia, M., & Vicidomini, M. (2019). A novel paradigm for a sustainable mobility based on electric vehicles, photovoltaic panels and electric energy storage systems: Case studies for Naples and Salerno (Italy). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111(May), 97–114. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.022>
- Ćetković, S., & Buzogány, A. (2020). Between markets, politics and path-dependence: Explaining the growth of solar and wind power in six Central and Eastern European countries. *Energy Policy*, 139, 111325. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2020.111325>
- Chiti, E. (2022). Managing the Ecological Transition of the Eu: the European Green Deal as a Regulatory Process. *Common Market Law Review*, 59(1), 19–48. <https://doi.org/10.54648/cola2022003>
- Commission, E., Energy, D.-G. for, & Secretariat-General. (1995). *For a European Union energy policy : Green Paper*. Publications Office. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f3a9af74-f359-4d06-9361-c0b06f0fbe61/language-en/format-PDF/source-272078741>
- Commission on Environment, W. (n.d.). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future Towards Sustainable Development 2. Part II. Common Challenges Population and Human Resources 4*.
- Conrad, B., & Kostka, G. (2017). Chinese investments in Europe's energy sector: Risks and opportunities? *Energy Policy*, 101, 644–648. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2016.12.016>

- Costinot, A. (2009). On the origins of comparative advantage. *Journal of International Economics*, 77(2), 255–264. <https://doi.org/10.1016/J.JINTECO.2009.01.007>
- Danish firm to build wind turbine plant on Poland's Baltic coast | Notes From Poland*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://notesfrompoland.com/2022/10/19/danish-firm-to-build-wind-turbine-plant-on-polands-baltic-coast/>
- Dóci, G., & Gotchev, B. (2016). When energy policy meets community: Rethinking risk perceptions of renewable energy in Germany and the Netherlands. *Energy Research and Social Science*, 22, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.019>
- Dorband, I. I., Jakob, M., & Steckel, J. C. (2020). Unraveling the political economy of coal: Insights from Vietnam. *Energy Policy*, 147(August), 111860. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111860>
- Doubling electricity interconnection is the European peace project for this decade – EURACTIV.com*. (n.d.). Retrieved December 18, 2022, from <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/doubling-electricity-interconnection-is-the-european-peace-project-for-this-decade/>
- Duffy, A., Hand, M., Wiser, R., Lantz, E., Dalla Riva, A., Berkhout, V., Stenkvis, M., Weir, D., & Lacal-Arántegui, R. (2020). Land-based wind energy cost trends in Germany, Denmark, Ireland, Norway, Sweden and the United States. *Applied Energy*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114777>
- Dugstad, A., Grimsrud, K., Kipperberg, G., Lindhjem, H., & Navrud, S. (2020). Acceptance of wind power development and exposure – Not-in-anybody's-backyard. *Energy Policy*, 147(July), 111780. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111780>
- Dusonchet, L., & Telaretti, E. (2010). Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in eastern European Union countries. *Energy Policy*, 38(8), 4011–4020. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2010.03.025>
- Economides, G., Papandreou, A., Sartzetakis, E., & Xepapadeas, A. (2018). The Economics of Climate Change Policies. In *The Economics of Climate Change Policies* (Joan Stefan, Issue June). BANK OF GREECE.
- Eggoh, J. C., Bangake, C., & Rault, C. (2011). Energy consumption and economic growth revisited in African countries. *Energy Policy*, 39(11), 7408–7421. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.007>
- EICHENGREEN, B. (2007). *The European Economy since 1945*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt7rpf5>
- Energy crisis: France bets on floating offshore wind energy – DW – 11/22/2022*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.dw.com/en/energy-crisis-france-bets-on-floating-offshore-wind-energy/a-63831932>
- Energy policy: general principles | Fact Sheets on the European Union | European Parliament*. (n.d.). Retrieved January 27, 2022, from <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/68/energy-policy-general-principles>
- Enevoldsen, P., Permien, F. H., Bakhtaoui, I., Krauland, A. K. von, Jacobson, M. Z., Xydis, G., Sovacool, B. K., Valentine, S. v., Luecht, D., & Oxley, G. (2019). How much wind power potential does europe have? Examining european wind power potential with an enhanced socio-technical atlas. *Energy Policy*, 132, 1092–1100. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2019.06.064>
- EU, C. of the. (2019). *Council Conclusions on the Future of Energy Systems in the Energy Union to ensure the energy transition and the achievement of energy and climate objectives towards 2030 and beyond*. 53(June), 1689–1699.
- EuroAsia Interconnector Ready for Construction, 'Historic Day', President Says - Energy News - Institute of Energy of South East Europe*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.iene.eu/euroasia-interconnector-ready-for-construction-historic-day-president-says-p6818.html>

- Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
- Europe, G. I. (2018). *The benefits and role of LNG in Europe Providing Europe's Energy Today and in the Future*. January.
https://www.gie.eu/download/2018/GIE_Brochure_The_Benefits_and_Role_of_LNG_in_Europe_January2018.pdf
- European Commission. (n.d.). *EU holistic approach to sustainable development* | European Commission. Retrieved February 7, 2022, from https://ec.europa.eu/info/strategy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-holistic-approach-sustainable-development_en
- European Commission. (2015). *Energy Union Package, COM(2015) 80 final*.
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/publication/FOR_WEB_energyunion_with_annex_en.pdf
- European Commission. (2018). *Guidance on Energy Transmission Infrastructure and EU nature legislation*. 129. https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Energy_guidance_and_EU_Nature_legislation.pdf
- European Commission. Statistical Office of the European Union. (n.d.). *Sustainable development in the European Union : monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context : 2021 edition*.
- Europe's offshore wind industry is taking off* | Euronews. (n.d.). Retrieved January 29, 2022, from <https://www.euronews.com/green/2021/05/31/europe-s-offshore-wind-industry-is-taking-off>
- Ewing, J. (2020). Climate Change Could Blow Up the Economy. Banks Aren't Ready. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2020/01/23/business/climate-change-central-banks.html>
- Ford, R., & Hardy, J. (2020). Are we seeing clearly? The need for aligned vision and supporting strategies to deliver net-zero electricity systems. *Energy Policy*, 147(July), 111902.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111902>
- Fouquet, R. (2016a). Historical energy transitions: Speed, prices and system transformation. *Energy Research and Social Science*, 22, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.014>
- Fouquet, R. (2016b). Lessons from energy history for climate policy: Technological change, demand and economic development. *Energy Research and Social Science*, 22, 79–93.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.09.001>
- France sends mixed messages on wind energy expansion* | WindEurope. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://windeurope.org/newsroom/news/france-sends-mixed-messages-on-wind-energy-expansion/>
- Fridgen, G., Keller, R., Körner, M. F., & Schöpf, M. (2020). A holistic view on sector coupling. *Energy Policy*, 147(August). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111913>
- Gehrke, C. (2015). Ricardo's discovery of comparative advantage revisited: a critique of Ruffin's account. *The European Journal of the History of Economic Thought*, 22(5), 791–817.
<https://doi.org/10.1080/09672567.2015.1074714>
- Goetzberger, A., & Zastrow, A. (2007). On the Coexistence of Solar-Energy Conversion and Plant Cultivation. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/01425918208909875*, 1(1), 55–69.
<https://doi.org/10.1080/01425918208909875>
- Grubler, A., Wilson, C., & Nemet, G. (2016). Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research and Social Science*, 22, 18–25.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.015>
- Handke, S. (2018). Renewables and the Core of the Energy Union: How the Pentalateral Forum Facilitates the Energy Transition in Western Europe. *Lecture Notes in Energy*, 61, 277–303.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-67855-9_11
- Harvey, M., & Pilgrim, S. (2011). The new competition for land: Food, energy, and climate change. *Food Policy*, 36(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.11.009>

- Hassler, J., & Krusell, P. (2018). Environmental macroeconomics: The case of climate change. *Handbook of Environmental Economics*, 4, 333–394. <https://doi.org/10.1016/BS.HESENV.2018.08.003>
- Hernandez, R. R., Easter, S. B., Murphy-Mariscal, M. L., Maestre, F. T., Tavassoli, M., Allen, E. B., Barrows, C. W., Belnap, J., Ochoa-Hueso, R., Ravi, S., & Allen, M. F. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 29, 766–779. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.041>
- Hintermayer, M. (2020). A carbon price floor in the reformed EU ETS: Design matters! *Energy Policy*, 147(August), 111905. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111905>
- Holslag, V. U. B. J. (2007). *Chinese Resources and Energy Policy in Sub-Saharan Africa*. European Parliamentary Research Service. <https://policycommons.net/artifacts/1338574/chinese-resources-and-energy-policy-in-sub-saharan-africa/>
- Iberdrola explores sale of wind assets in Romania, Hungary -sources | Reuters. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.reuters.com/business/energy/iberdrola-explores-sale-wind-assets-romania-hungary-sources-2022-10-13/>
- IEA (2020), E. U. 2020. (2020). European Union 2020: Energy Policy Review. *IEA Energy Policy Report*, 50. <https://www.iea.org/reports/european-union-2020>
- IFRI institut francais des relations internationales. (2018). *La transition énergétique face au défis des métaux critiques*.
- International Energy Agency, I.-. (2021). *Security of Clean Energy Transitions*. <https://www.iea.org/reports/security-of-clean-energy-transitions-2>
- IRENA. (2021). *RENEWABLE CAPACITY STATISTICS 2021 STATISTIQUES DE CAPACITÉ RENOUVELABLE 2021 ESTADÍSTICAS DE CAPACIDAD RENOVABLE 2021*. IRENA. www.irena.org
- Italian consortium to build first solar panel factory in Bulgaria. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://balkangreenenergynews.com/italian-consortium-to-build-first-solar-panel-factory-in-bulgaria/>
- Judge, A., & Maltby, T. (2017). European Energy Union? Caught between securitisation and ‘riskification.’ *European Journal of International Security*, 2(2), 179–202. <https://doi.org/10.1017/EIS.2017.3>
- Karageorgou, V. (2021). The interrelation between public participation and access to justice in the EIA context in the face of the increasing use of digital technologies: Comment on the cjeu Judgment in the A.Flausch et al Case (C-280/18). *Journal for European Environmental and Planning Law*, 18(1), 39–55. <https://doi.org/10.1163/18760104-18010004>
- Karteris, M., Slini, T., & Papadopoulos, A. M. (2013). Urban solar energy potential in Greece: A statistical calculation model of suitable built roof areas for photovoltaics. *Energy and Buildings*, 62, 459–468. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2013.03.033>
- Keeble, B. R. (1988). The Brundtland Report: “Our Common Future.” *Medicine and War*, 4(1), 17–25. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- Kern, F., & Rogge, K. S. (2016). The pace of governed energy transitions: Agency, international dynamics and the global Paris agreement accelerating decarbonisation processes? *Energy Research and Social Science*, 22, 13–17. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.016>
- Komusanac, I., Brindley, G., Fraile, D., & Ramirez, L. (2021). *Wind energy in Europe*. <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-in-2020-trends-and-statistics/#interactive-data>
- Krüger, H. (2016). *European Energy Law and Policy*.
- Krzymowski, A. (n.d.). Sustainable Development Goals. *Journal of International Studies*, 13(3), 41–58. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2020/13-3/3>

- Lafferty, W. M. (2004). Governance for Sustainable Development: The Challenge of Adapting Form to Function. In *Governance for Sustainable Development: The Challenge of Adapting Form to Function*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781845421700>
- Lanzi, E., Verdolini, E., & Haščič, I. (2011). Efficiency-improving fossil fuel technologies for electricity generation: Data selection and trends. *Energy Policy*, 39(11), 7000–7014. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.052>
- Liontakis, A., & Tzouramani, I. (2016). Economic Sustainability of Organic Aloe Vera Farming in Greece under Risk and Uncertainty. *Sustainability 2016, Vol. 8, Page 338*, 8(4), 338. <https://doi.org/10.3390/SU8040338>
- Liu, Z., Zhang, Y., Wang, Y., Wei, N., & Gu, C. (2020a). Development of the interconnected power grid in Europe and suggestions for the energy internet in China. *Global Energy Interconnection*, 3(2), 111–119. <https://doi.org/10.1016/J.GLOEI.2020.05.003>
- Liu, Z., Zhang, Y., Wang, Y., Wei, N., & Gu, C. (2020b). Development of the interconnected power grid in Europe and suggestions for the energy internet in China. *Global Energy Interconnection*, 3(2), 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.gloi.2020.05.003>
- Lu, X., McElroy, M. B., & Kiviluoma, J. (2009). Global potential for wind-generated electricity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(27), 10933–10938. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0904101106>
- Making sun-blessed Cyprus a solar energy leader | Research and Innovation*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/projects/success-stories/all/making-sun-blessed-cyprus-solar-energy-leader>
- Marin, C. (2021). Gas pipelines and LNG carriers. *Le Monde Diplomatique - English Edition*, May. <https://mondediplo.com/maps/gas-pipelines>
- Mendoza Beltran, A., den Elzen, M. G. J., Hof, A. F., van Vuuren, D. P., & van Vliet, J. (2011). Exploring the bargaining space within international climate negotiations based on political, economic and environmental considerations. *Energy Policy*, 39(11), 7361–7371. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.065>
- Ngan, S. L., How, B. S., Teng, S. Y., Promentilla, M. A. B., Yatim, P., Er, A. C., & Lam, H. L. (2019). Prioritization of sustainability indicators for promoting the circular economy: The case of developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111(March), 314–331. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.001>
- Nikas, A., Stavrakas, V., Arsenopoulos, A., Doukas, H., Antosiewicz, M., Witajewski-Baltvilks, J., & Flamos, A. (2020). Barriers to and consequences of a solar-based energy transition in Greece. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 383–399. <https://doi.org/10.1016/J.EIST.2018.12.004>
- Noreng, Ø. (2019). EU ENERGY UNION: A CRITICAL VIEW. *The Journal of Energy and Development*, 44(Autumn 2018 and Spring 2019), 197–236. <https://www.jstor.org/stable/26863986>
- OECD. (2016). *OECD Policy Instruments for the Environment (PINE) database*. 1–6. <http://oe.cd/pine>
- Offshore wind power is on the rise in France*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.engie.com/en/news/offshore-wind-france>
- Overland, I. (2019). EU Climate and Energy Policy: New Challenges for Old Energy Suppliers. *New Political Economy of Energy in Europe*, 73–102. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93360-3_4
- Pascaris, A. S., Schelly, C., Burnham, L., & Pearce, J. M. (2021). Integrating solar energy with agriculture: Industry perspectives on the market, community, and socio-political dimensions of agrivoltaics. *Energy Research and Social Science*, 75. <https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2021.102023>

- Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
- PCI transparency platform*. (n.d.). Retrieved December 18, 2022, from https://ec.europa.eu/energy/infrastructure/transparency_platform/map-viewer/main.html
- Petersen, E. L. (2017). In search of the wind energy potential. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 9(5). <https://doi.org/10.1063/1.4999514>
- Pethig, R. (1976). Pollution, welfare, and environmental policy in the theory of Comparative Advantage. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2(3), 160–169. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(76\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0095-0696(76)90031-0)
- Pisani, J. A. du. (2007). *Environmental Sciences Sustainable development-historical roots of the concept Sustainable development-historical roots of the concept*. <https://doi.org/10.1080/15693430600688831>
- Pouikli, K. (2021). Editorial: a short history of the climate change litigation boom across Europe. *ERA Forum*, 22(4), 569–586. <https://doi.org/10.1007/s12027-022-00700-1>
- Rajagopal, D., Sexton, S. E., Roland-Holst, D., & Zilberman, D. (2007). Challenge of biofuel: Filling the tank without emptying the stomach? *Environmental Research Letters*, 2(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/4/044004>
- Reiche, D., & Bechberger, M. (2004). Policy differences in the promotion of renewable energies in the EU member states. *Energy Policy*, 32(7), 843–849. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00343-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00343-9)
- Ricardo, D. (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. John Murray. <https://books.google.gr/books?id=cUBKAAAYAAJ>
- Rifkin, J. (2011). *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*. St. Martin's Publishing Group. <https://books.google.gr/books?id=vbVELATjyEUC>
- Ringel, M., & Knodt, M. (2018). The governance of the European Energy Union: Efficiency, effectiveness and acceptance of the Winter Package 2016. *Energy Policy*, 112, 209–220. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2017.09.047>
- Ryberg, D. S., Caglayan, D. G., Schmitt, S., Linßen, J., Stolten, D., & Robinius, M. (2019). The future of European onshore wind energy potential: Detailed distribution and simulation of advanced turbine designs. *Energy*, 182, 1222–1238. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.06.052>
- Scherba, A., Sailor, D. J., Rosenstiel, T. N., & Wamser, C. C. (2011). Modeling impacts of roof reflectivity, integrated photovoltaic panels and green roof systems on sensible heat flux into the urban environment. *Building and Environment*, 46(12), 2542–2551. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2011.06.012>
- Schlacke, S., Wentzien, H., Thierjung, E.-M., & Köster, M. (2022). Implementing the EU Climate Law via the ‘Fit for 55’ package. *Oxford Open Energy*, 1(January), 1–13. <https://doi.org/10.1093/ooenergy/oiab002>
- Schmela, M. (2017). *JOIN 200 + SolarPower Europe Members*.
- Schumacher, R. (2013). Deconstructing the Theory of Comparative Advantage Deconstructing the Theory of Comparative Advantage 1. In *World Economic Review* (Vol. 2). <https://www.researchgate.net/publication/301477000>
- Seligman, E. R. A., & Hollander, J. H. (1911). Ricardo and Torrens. *The Economic Journal*, 21(83), 448. <https://doi.org/10.2307/2222348>
- Siebert, H. (1974). Comparative Advantage and Environmental Policy: A Note. *Zeitschrift Für Nationalökonomie / Journal of Economics*, 34(3/4), 397–402. <http://www.jstor.org/stable/41797600>
- Sills, E. O., & Jones, K. (2018). Causal inference in environmental conservation: The role of institutions. *Handbook of Environmental Economics*, 4, 395–437. <https://doi.org/10.1016/BS.HESENV.2018.09.001>

- Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
- Simon Hix. (2009). *Το πολιτικό σύστημα της Ευρωπαϊκής Ένωσης* (Ε. Μαρτζούκου, Ed.; 1st ed.). METAIXMIO επιστήμες.
- Smil, V. (2016). Examining energy transitions: A dozen insights based on performance. *Energy Research and Social Science*, 22, 194–197. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.017>
- Sovacool, B. K., & Geels, F. W. (2016). Further reflections on the temporality of energy transitions: A response to critics. *Energy Research and Social Science*, 22, 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.013>
- Szulecki, K., Fischer, S., Gullberg, A. T., & Sartor, O. (2016). Shaping the “Energy Union”: Between national positions and governance innovation in EU energy and climate policy. *Climate Policy*, 16(5), 548–567. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1135100>
- The weekend read: Solar reforms loom, Cyprus begins to move – pv magazine International*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.pv-magazine.com/2022/07/02/the-weekend-read-solar-reforms-loom-cyprus-begins-to-move/>
- Tilman, D., Socolow, R., Foley, J. A., Hill, J., Larson, E., Lynd, L., Pacala, S., Reilly, J., Searchinger, T., Somerville, C., & Williams, R. (2009). Beneficial biofuels - The food, energy, and environment trilemma. *Science*, 325(5938), 270–271. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1177970>
- Trans-European Networks for Energy*. (n.d.). Retrieved December 18, 2022, from https://energy.ec.europa.eu/topics/infrastructure/trans-european-networks-energy_en
- Trinomics B.V. (2019). *A just energy transition, opportunity for EU industries, the role of hydrogen in the future and the example of energy transition in Germany*.
- Trivyza, N. L., Rentizelas, A., Theotokatos, G., & Boulougouris, E. (2022). Decision support methods for sustainable ship energy systems: A state-of-the-art review. In *Energy* (Vol. 239). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122288>
- UN Climate Change Conference. (2021). *The Glasgow*. 28.
- United Nations. (2018). Energy Transition UN Report - Towards the achievement of SDG 7 Net-zero emissions. *IRENA*, 157–166.
- Vagiona, D. G., Łatuszyńska, M., Łatuszyńska, Ł., & Nermend, K. (2021). Comparative Multicriteria Analysis Methods for Ranking Sites for Solar Farm Deployment: A Case Study in Greece. *Energies* 2021, Vol. 14, Page 8371, 14(24), 8371. <https://doi.org/10.3390/EN14248371>
- Valle, B., Simonneau, T., Sourd, F., Pechier, P., Hamard, P., Frisson, T., Ryckewaert, M., & Christophe, A. (2017). Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops. *Applied Energy*, 206, 1495–1507. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2017.09.113>
- Wallace, H., Pollack, M. A., & Young, A. R. (2015). *Policy-making in the European Union*. Oxford University Press. <https://books.google.gr/books?id=w6SbBQAAQBAJ>
- Welsch, M. (2017). Europe’s Energy Transition - Insights for Policy Making. In *IFRI - Institut français des relations internationales*. IFRI - Institut français des relations internationales. <https://www.ifri.org/en/publications/publications-ifri/ouvrages-ifri/europes-energy-transition-insights-policy-making>
- Williams, D. C. (2012). *Global Urban Growth: A Reference Handbook*. ABC-CLIO. <https://books.google.gr/books?id=htD4mmcFhp0C>
- Wu, C., & Zhang, X. P. (2018). Economic analysis of energy interconnection between Europe and China with 100% renewable energy generation. *Global Energy Interconnection*, 1(5), 528–536. <https://doi.org/10.14171/j.2096-5117.gei.2018.05.001>
- Xepapadeas, A. (1997). *Advanced Principles in Environmental Policy*. E. Elgar. <https://books.google.gr/books?id=KZq4AAAAIAAJ>
- Zabara, K. (1986). Estimation of the global solar radiation in Greece. *Solar & Wind Technology*, 3(4), 267–272. [https://doi.org/10.1016/0741-983X\(86\)90005-6](https://doi.org/10.1016/0741-983X(86)90005-6)

- Διπλωματική Εργασία Βιώσιμη Ενεργειακή Μετάβαση στην Ε.Ε. Πάντειο Πανεπιστήμιο
- Δημαδάμα, Ζ. (2002). *Πολιτική και Διαχείριση Περιβάλλοντος : Εφαρμογή των Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης στην Ελλάδα*. ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ.
- Δημαδάμα, Ζ. (2021). *ΒΙΩΣΙΜΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ Η ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ 17 ΣΤΟΧΩΝ ΤΟΥ ΟΗΕ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ* (1st ed.). Εκδόσεις ΠΑΠΑΖΗΣΗ ΑΕΒΕ.
- ΕΠΙΤΡΟΠΗ, Ε. (2018). Καθαρός πλανήτης για όλους Ένα ευρωπαϊκό, στρατηγικό, μακρόπνοο όραμα για μια ευημερούσα, σύγχρονη, ανταγωνιστική και κλιματικά ουδέτερη οικονομία. In *ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ* (Issue COM(2018) 773 final ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ).
- Η Ενεργειακή Ένωση: από όραμα πραγματικότητα*. (2019).
- Θάνος, Β. (2022, December 19). *Στροφή και στην αποθήκευση ενέργειας για το mega φωτοβολταϊκό των Γερμανών στο Δομοκό - Ypodomes.com*. Ypodomes.Gr. <https://ypodomes.com/eisigage-kai-diataxeis-apothikeysis-to-megalo-quot-germaniko-quot-fotovoltaiko-sto-domoko/>
- Μανουσάκης στην COP27: Η Ελλάδα διάδρομος πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας από την Αφρική στην Ευρώπη - Οικονομικός Ταχυδρόμος - ot.gr*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.ot.gr/2022/11/16/green/manousakis-sto-cop27-oi-diipeirotikes-ilektrikes-diasyndeseis-aparaitites-gia-tin-antimetopisi-tis-klimatikis-krisis/>
- Μεταξάς, Α., Καραϊνδρου, Τ., Σπύρου, Σ., & Σταύρακα, Ε. (Eds.). (2017). *ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ*. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΑΚΚΟΥΛΑ Α.Ε.
- Νέα «συμμαχία» στα πλαίσια του REPowerEU για την ενίσχυση της ευρωπαϊκής βιομηχανίας στον κλάδο των φωτοβολταϊκών | energypress.gr*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://energypress.gr/news/nea-symmahia-sta-plaisia-toy-repowereu-gia-tin-enishysi-tis-eyropaikis-viomihantias-ston-klado>
- Πλατιάς, Δ. Χ. (2022a). *ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ*.
- Πλατιάς, Δ. Χ. (2022b). *Περιβαλλοντικά ζητήματα και προκλήσεις πολιτικής & διακυβέρνησης*. 9–12.
- Πλατιάς, Χ. (2020). *Πολιτικές της ΕΕ για το περιβάλλον και τη βιώσιμη ανάπτυξη* (2η). Εκδόσεις Ι. ΣΙΔΕΡΗΣ.
- Τράτσα, Μ. (2022, November 17). *Φωτοβολταϊκά: Πέντε ρεκόρ στην Ελλάδα. Οικονομικός Ταχυδρόμος*. <https://www.ot.gr/2022/11/17/green/fotovoltaika-pente-rekor-stin-ellada/>
- Χρυσόχου, Δ. Ν., Υφαντής, Κ., Τσινισιζέλης, Μ. Ι., Σταυρίδης, Σ., & Ξενάκης, Δ. Κ. (2009). *ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΕΙΑ Η ΤΕΧΝΗ ΤΗΣ ΣΥΝΔΙΑΘΕΣΗΣ* (2nd ed.). Εκδόσεις Σαββάλας.

Δικτυογραφία

- Energy crisis: France bets on floating offshore wind energy – DW – 11/22/2022*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.dw.com/en/energy-crisis-france-bets-on-floating-offshore-wind-energy/a-63831932>
- Energy policy: general principles | Fact Sheets on the European Union | European Parliament*. (n.d.). Retrieved January 27, 2022, from <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/68/energy-policy-general-principles>
- EuroAsia Interconnector Ready for Construction, ‘Historic Day’, President Says - Energy News - Institute of Energy of South East Europe*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.iene.eu/euroasia-interconnector-ready-for-construction-historic-day-president-says-p6818.html>
- Europe’s offshore wind industry is taking off | Euronews*. (n.d.). Retrieved January 29, 2022, from <https://www.euronews.com/green/2021/05/31/europe-s-offshore-wind-industry-is-taking-off>
- France sends mixed messages on wind energy expansion | WindEurope*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://windeurope.org/newsroom/news/france-sends-mixed-messages-on-wind-energy-expansion/>

- Iberdrola explores sale of wind assets in Romania, Hungary -sources* | Reuters. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.reuters.com/business/energy/iberdrola-explores-sale-wind-assets-romania-hungary-sources-2022-10-13/>
- Italian consortium to build first solar panel factory in Bulgaria*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://balkangreenenergynews.com/italian-consortium-to-build-first-solar-panel-factory-in-bulgaria/>
- Making sun-blessed Cyprus a solar energy leader* | Research and Innovation. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/projects/success-stories/all/making-sun-blessed-cyprus-solar-energy-leader>
- PCI transparency platform*. (n.d.). Retrieved December 18, 2022, from https://ec.europa.eu/energy/infrastructure/transparency_platform/map-viewer/main.html
- The weekend read: Solar reforms loom, Cyprus begins to move – pv magazine International*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.pv-magazine.com/2022/07/02/the-weekend-read-solar-reforms-loom-cyprus-begins-to-move/>
- Νέα «συμμαχία» στα πλαίσια του REPowerEU για την ενίσχυση της ευρωπαϊκής βιομηχανίας στον κλάδο των φωτοβολταϊκών* | *energypress.gr*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://energypress.gr/news/nea-symmahia-sta-plaisia-toy-repowereu-gia-tin-enishysi-tis-eyropaikis-viomihantias-ston-klado>

Πρόσθετη Βιβλιογραφία

- Acker, R. H., & Kammen, D. M. (1996). The quiet (energy) revolution: Analysing the dissemination of photovoltaic power systems in Kenya. *Energy Policy*, 24(1), 81–111. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(95\)00112-3](https://doi.org/10.1016/0301-4215(95)00112-3)
- Andal, E. G. T. (2022). Industrialisation, state-related institutions, and the speed of energy substitution: The case in Europe. *Energy*, 239. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122274>
- Avlonitis, G. (2022). *Technical , commercial and Introduction “ The prince of hydrocarbons . ”* 2021–2022.
- Bank of Greece. (2014). *Ελληνικός τουρισμός και κλιματική αλλαγή: πολιτικές προσαρμογής και νέα στρατηγική ανάπτυξης (Greek Tourism and Climate Change: Adaptation policies and development strategy)*.
- Bellantuono, G., & Huhta, K. (2019). The Energy Union in the Next Decade. *Oil, Gas & Energy Law*, 17(3). <https://www.ogel.org/article.asp?key=3824>
- Blum, N. U., Sryantoro Wakeling, R., & Schmidt, T. S. (2013). Rural electrification through village grids—Assessing the cost competitiveness of isolated renewable energy technologies in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 482–496. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2013.01.049>
- Bompard, E., Botterud, A., Corgnati, S., Huang, T., Jafari, M., Leone, P., Mauro, S., Montesano, G., Papa, C., & Profumo, F. (2020). An electricity triangle for energy transition: Application to Italy. *Applied Energy*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115525>
- Bradford, T. (2021). *Οικονομικά της ενέργειας και ενεργειακό σύστημα*. Εκδόσεις Παπαζήση.
- Burheim, O. S. (2022). *Μηχανική διεργασιών αποθήκευσης ενέργειας* (Γ. Μαρνέλλος, Ed.). Τζιόλα.
- Ebbesson, J. (2015). Principle 10: Public Participation. *The Rio Declaration on Environment and Development: A Commentary*, 287–309.
- Entsog. (2012). *the European Natural Gas Network*. 1.
- European Union. (2018). Regulation (EU) 2018/1999 on the Governance of the Energy Union and Climate Action. *Official Journal of the European Union*, 328(1), 1–77. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999&from=EN>
- Eurostat. (n.d.). *Share of energy from renewable sources*. Retrieved January 28, 2022, from https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ren/default/line?lang=en

- Eurostat. (2017). *Energy Statistics 2017 edition*. 4. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/4031688/7772824/KS-06-16-230-EN-N.pdf/536884a4-83c5-4640-b87c-a77a160c0910?t=1481806393000>
- Fischer, R., & Toffolo, A. (2022). Is total system cost minimization fair to all the actors of an energy system? Not according to game theory. *Energy*, 239. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122253>
- Golombek, R., Lind, A., Ringkjøb, H. K., & Seljom, P. (2022). The role of transmission and energy storage in European decarbonization towards 2050. *Energy*, 239. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122159>
- Groissböck, M., & Gusmão, A. (2020). Impact of renewable resource quality on security of supply with high shares of renewable energies. *Applied Energy*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115567>
- Halužan, M., Verbič, M., & Zorić, J. (2020). Performance of alternative electricity price forecasting methods: Findings from the Greek and Hungarian power exchanges. *Applied Energy*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115599>
- IEA. (2021). Energy Efficiency Market Report. *Iea*, 1–12. <https://webstore.iea.org/download/direct/4259>
- IEA (2020), E. U. 2020. (2020). European Union 2020: Energy Policy Review. *IEA Energy Policy Report*, 50. <https://www.iea.org/reports/european-union-2020>
- International Energy Agency. (2021a). *Renewables 2021*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2021>
- International Energy Agency, I.-. (2021b). *Security of Clean Energy Transitions*. <https://www.iea.org/reports/security-of-clean-energy-transitions-2>
- Janko, S., & Johnson, N. G. (2020). Reputation-based competitive pricing negotiation and power trading for grid-connected microgrid networks. *Applied Energy*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115598>
- Komusanac, I., Brindley, G., Fraile, D., & Ramirez, L. (2021). *Wind energy in Europe*. <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-in-2020-trends-and-statistics/#interactive-data>
- Law, E., Academy, E. R. A., & Law, E. (n.d.). *Η δράση της εε για το κλίμα και η ευρωπαϊκή πρασινή συμφωνία*.
- Li, Y., Sheng, H., Cheng, Y., Stroe, D. I., & Teodorescu, R. (2020). State-of-health estimation of lithium-ion batteries based on semi-supervised transfer component analysis. *Applied Energy*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115504>
- Marin, C. (2021). Gas pipelines and LNG carriers. *Le Monde Diplomatique - English Edition*, May. <https://mondediplo.com/maps/gas-pipelines>
- McManus, F. (2010). Environmental law. *Environmental Medicine*, 651–658. <https://doi.org/10.47348/ysal/v1/i1a11>
- Nord, P. E. G., Sud, P. E. G., Tigf, P. E. G., Germany, V. H. P. N., Max, M., Lange, O., Pirineos, V. I. P., North, P. E. G., South, P. E. G., South, P. E. G., Gastransport, O., North, P. E. G., North, P. E. G., North, P. E. G., North, P. E. G., South, P. E. G., & South, P. E. G. (n.d.). *Entsog_Cap_May2015_a0Format*.
- OECD. (2016). *OECD Policy Instruments for the Environment (PINE) database*. 1–6. <http://oe.cd/pine>
- Orlando, E. (2013). *The evolution of eU policy and Law in the environmental Field: achievements and current Challenges*, Transworld Project: Transatlantic Relations and the future of Global Governance (Issue April).
- Popescu, C., Panait, M., Palazzo, M., Siano, A., Popescu, C., Panait, M., Palazzo, M., Siano, · A, & Siano, A. (2022). *Energy Transition in European Union—Challenges and Opportunities*. 289–312. https://doi.org/10.1007/978-981-19-3540-4_11
- Pouikli, K. (2021). Editorial: a short history of the climate change litigation boom across Europe. *ERA Forum*, 22(4), 569–586. <https://doi.org/10.1007/s12027-022-00700-1>
- Ryall, Á. (2015). Case notes: Enforcing EU environmental law against member states: Air pollution, national courts and the rule of law. *European Journal of Risk Regulation*, 6(2), 305–308. <https://doi.org/10.1017/s1867299x00004621>

- Schmela, M., Beauvais, A., Chevillard, N., & Heisz, M. (2020, December). *SolarPower Europe (2020): EU Market Outlook for Solar Power 2020-2024*. <https://www.solarpowereurope.org/european-market-outlook-for-solar-power-2020-2024/>
- Schwarz, M., Auzepy, Q., & Knoeri, C. (2020). Can electricity pricing leverage electric vehicles and battery storage to integrate high shares of solar photovoltaics? *Applied Energy*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115548>
- Αλέξανδρος, Κ. (2019). Η κλιματική αλλαγή ως οικονομική καταστροφή και ως αναπτυξιακή ευκαιρία. *ΤΟ ΒΗΜΑ*, 9–11.
- Γκαράκης, Κ. Χ. (2021, November 16). *Η εφαρμογή AgriSolar σε φωτοβολταϊκούς σταθμούς*. Energypress. <https://energypress.gr/news/i-efarmogi-agrisolar-se-fotovoltaikoys-stathmoys>
- Δρομος, Ο. Μ., Το, Μ., Εκει, Α. Π. Ο., & Παρισι, Σ. Τ. Ο. (2022). *Διεθνή κλιματική πολιτική & διακυβέρνηση*.
- ΕΠΙΤΡΟΠΗ, Ε. (2018). Καθαρός πλανήτης για όλους Ένα ευρωπαϊκό, στρατηγικό, μακρόπνοο όραμα για μια ευημερούσα, σύγχρονη, ανταγωνιστική και κλιματικά ουδέτερη οικονομία. In *ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ* (Issue COM(2018) 773 final ANAKOINΩΣΗ).
- Καΐλης, Α. (2020). *Εξωτερική πολιτική της ΕΕ και η ενσωμάτωση των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης του ΟΗΕ*. Νομική Βιβλιοθήκη.
- Καραγεώργου, Β. (n.d.). *Περιβαλλοντική δημοκρατία και περιβαλλοντικά δικαιώματα*.
- Κοταρέλα, Φ., & Παπανικολάου, Ν. (2021). *Ανάλυση θεσμικού πλαισίου σχεδιασμού σύγχρονων έργων ΑΠΕ*. Τζιόλα.
- Μασσαράς, Π. (n.d.). *Τομέας Ενέργειας Συμβούλιο της ΕΕ*.
- Πλατιάς, Χ. (2020). *Πολιτικές της ΕΕ για το περιβάλλον και τη βιώσιμη ανάπτυξη* (2η). Εκδόσεις Ι. ΣΙΔΕΡΗΣ.
- Πληθάρας, Α., Γιαννακόπουλος, Χρ., Κωστοπούλου, Ε., & Κ., Β. (2009). Το Αύριο Της Ελλάδας: επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον. *WWF Ελλάς, Σεπτέμβριος*.
- Σκαρλάτου, Σ. (2017). *Η Κλιματική Αλλαγή Στην Ελλάδα*. 29.
- Συλλογικό. (2011). *Κοπεγχάγη 2009*. Εκδόσεις Ι. Σιδέρης.
- Χάλκος, Γ. (2013). *Οικονομία και περιβάλλον*. Liberal Books.
- Χάλκος, Γ. (2021). *Οικονομική φυσικών πόρων και περιβάλλοντος*. Δίσιγμα.