



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Πολυκριτήρια Αξιολόγηση στρατηγικών για την προώθηση της συνεργασίας μεταξύ Ευρωπαϊκών και Τρίτων Χωρών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικόλαος-Βικέντιος Δ. Ξένος-Γαβριέλης

Επιβλέπων : Χάρης Δούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2020



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Πολυκριτήρια Αξιολόγηση στρατηγικών για την προώθηση της συνεργασίας μεταξύ Ευρωπαϊκών και Τρίτων Χωρών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικόλαος-Βικέντιος Δ. Ξένος-Γαβριέλης

Επιβλέπων : Χάρης Δούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 22^η Οκτωβρίου 2020.

.....
Χρυσόστομος Δούκας,

Αναπληρωτής καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Δημήτριος Ασκούνης,

Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Ιωάννης Ψαρράς,

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2020

.....

Νικόλαος-Βικέντιος Δ. Ξένος-Γαβριέλης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών
Ε.Μ.Π.

Copyright © **Νικόλαος-Βικέντιος Δ. Ξένος-Γαβριέλης**, 2020
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Πρόλογος

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2019-2020 και την περίοδο Νοεμβρίου 2019-Οκτωβρίου 2020. Το Εργαστήριο υπάγεται στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ). Η εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Χάρη Δούκα, Αναπληρωτή Καθηγητή ΕΜΠ, στην Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, τον οποίο ευχαριστώ ιδιαίτερα για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα.

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την αναγνώριση των διαφόρων προκλήσεων και κινδύνων που σχετίζονται με την διαδικασία χάραξης πολιτικής, από την σκοπιά της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), για την επίτευξη συνεργασίας με τις χώρες της Βορείου Αφρικής για παραγωγή ενέργειας μέσω Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Μέσω ανάλυσης των χωρών αυτών και εφαρμογής της πολυκριτήριας ανάλυσης επιχειρείται η αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο μια τέτοια συνεργασία θα βοηθήσει την ΕΕ να επιτύχει τους μελλοντικούς ενεργειακούς της στόχους, ενώ ταυτόχρονα θα συμβάλλει καθοριστικά στην κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη των χωρών υποδοχής των έργων ΑΠΕ.

Επιθυμώ να ευχαριστήσω θερμά την Κατερίνα Παπαποστόλου, υποψήφια Διδάκτορα του ΕΜΠ, για την ουσιαστική και καθοριστικής σημασίας συμβολή της στην υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας μέσω των εύστοχων παρατηρήσεων και των εποικοδομητικών προτάσεών της. Η καθοδήγησή της συνέβαλε τα μέγιστα στην επιτυχημένη ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες στην οικογένεια και το στενό φιλικό κύκλο μου για την συνεχή συμπαράσταση και στήριξη που μου προσέφεραν, προκειμένου να μπορέσω να αντιμετωπίσω επιτυχώς τα διάφορα προβλήματα, δυσκολίες και προκλήσεις που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

*Νικόλαος-Βικέντιος Ξένος-Γαβριέλης
Οκτώβριος 2020*

Περίληψη

Αναγνωρίζοντας την μεγάλη σημασία του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, καθώς και την ανάγκη μετριασμού του, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει προβεί σε ποικίλες ενέργειες που αποσκοπούν στην αλλαγή της ενεργειακής συμπεριφοράς της, με βασικό άξονα της στρατηγικής της την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) μέσω της αύξησης της συμμετοχής τους στην ηλεκτροπαραγωγή και τον ταυτόχρονο περιορισμό της αλόγιστης χρήσης των συμβατικών μεθόδων. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η ενεργειακή μετάβαση της Ευρώπης προς την αειφόρο ανάπτυξη, τα Κράτη Μέλη της ΕΕ έχουν τη δυνατότητα είτε να αναπτύσσουν συνεργασίες μεταξύ τους, είτε να συνεργάζονται με μια ή περισσότερες γειτονικές χώρες μέσω ανάληψης κοινών έργων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Η αξιολόγηση τόσο του βαθμού στον οποίο η συνεργασία με τις χώρες αυτές θα βοηθήσει την Ευρώπη στο να επιτύχει τους στόχους που έχει θέσει, όσο και των προϋποθέσεων υπό τις οποίες τα έργα αυτά θα δημιουργήσουν συνθήκες αμοιβαίας ωφέλειας για όλα τα εμπλεκόμενα μέρη κρίνεται απολύτως αναγκαία.

Βασικό αντικείμενο της εργασίας είναι η διενέργεια μιας λεπτομερούς και ολοκληρωμένης ανάλυσης και αποτίμησης των πιθανών επιπτώσεων που μπορεί να συνεπάγεται μια τέτοια συνεργασία, τόσο στην επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων γύρω από τις ΑΠΕ, όσο και γενικότερα (π.χ. κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις) για την υπό εξέταση χώρα. Πιο συγκεκριμένα, θα αναπτυχθεί το κατάλληλο μεθοδολογικό πλαίσιο το οποίο αξιοποιεί και εφαρμόζει την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, δεδομένου ότι το συγκεκριμένο πρόβλημα έχει πολυδιάστατο χαρακτήρα, με στόχο να υλοποιηθεί ένα κατάλληλο σχέδιο δράσης για την προώθηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ, την μεταφορά και την χρησιμοποίησή της τόσο από τις χώρες εντός της ΕΕ, αλλά και από τις γειτονικές αναπτυσσόμενες χώρες.

Λέξεις Κλειδιά: Μηχανισμός Συνεργασίας, Χάραξη Πολιτικής, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Βόρειος Αφρική, Πολυκριτήρια Ανάλυση, Fuzzy PROMETHEE.

Abstract

Recognizing the great importance of the phenomenon of climate change, as well as the need to mitigate it, the European Union (EU) has taken a variety of actions aimed at changing its energy behavior, focusing on its strategy to exploit renewable energy sources increasing their participation in electricity generation and at the same time limiting the reckless use of conventional methods. In order to enable Europe's energy transition to sustainable development, EU Member States have the opportunity to either develop co-operation between them or co-operate in one or more neighboring countries through joint ventures to generate electricity from RES. Assessing both the depth at which cooperation in these countries will help Europe achieve its goals and the conditions under which these projects will create conditions of mutual benefit for all involved countries is absolutely necessary.

The main object of the work is to carry out a detailed and comprehensive analysis and assessment of the possible effects that such cooperation may entail, both in achieving European objectives around RES and in general (e.g. social and economic implications for) the country under consideration. More specifically, the appropriate methodological framework will be developed which utilizes and implements the multi-criteria decision analysis, given that this problem has a multidimensional character, with the aim of implementing an appropriate action plan to promote the production of electricity from RES, its use both by countries within the EU and by neighboring developing countries.

Keywords: Cooperation Mechanism, Policy Making, Renewable Energy Sources, North Africa, Multicriteria Decision Aid, Fuzzy PROMETHEE.

Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	17
2	Ενεργειακοί Στόχοι, Μηχανισμοί Συνεργασίας και Διασυνδέσεις	21
	2.1 Ενεργειακοί Στόχοι.....	21
	2.1.1 Ανασκόπηση ενεργειακών στόχων για το 2020.....	21
	2.1.2 Ενεργειακοί στόχοι για την περίοδο 2020-2030	27
	2.1.3 Ενεργειακοί στόχοι για το 2050.....	29
	2.2 Μηχανισμοί Συνεργασίας.....	32
	2.2.1 Είδη Μηχανισμών Συνεργασίας	32
	2.2.2 Οργανισμοί που προάγουν τη συνεργασία μεταξύ χωρών.....	34
	2.2.3 Μηχανισμοί Συνεργασίας με τρίτες χώρες.....	35
	2.2.4 Εμπόδια στους Μηχανισμούς Συνεργασίας	39
	2.3 Παρούσες Διασυνδέσεις.....	44
	2.3.1 Διασυνδέσεις μεταξύ των χωρών της Βόρειας Αφρικής	44
	2.3.2 Διασυνδέσεις μεταξύ Βόρειας Αφρικής και Νότιας Ευρώπης	48
	2.4 Μελλοντικές διασυνδέσεις	48
3	Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Αποφάσεων.....	71
	3.1 Είδη πολυκριτηριακών μεθόδων	71
	3.2 Θεωρία ασαφών συνόλων	75
	3.2.1 Εφαρμογές της ασαφούς λογικής	77
	3.3 Πολυκριτηριακές μέθοδοι για την υποστήριξη αποφάσεων στον τομέα της ενέργειας	77
	3.4 Η πολυκριτηριακή μέθοδος PROMETHEE.....	80
	3.4.1 Η πολυκριτηριακή μέθοδος fuzzy PROMETHEE	81
4	Προτεινόμενη Μεθοδολογία	85
	4.1 Καθορισμός του προβλήματος.....	85
	4.2 Άξονες Αξιολόγησης	87
	4.3 Εναλλακτικές Στρατηγικές Πολιτικές.....	88
	4.4 Κριτήρια Αξιολόγησης	95
	4.5 Επισκόπηση Χωρών.....	95
	4.5.1 Επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης του Μαρόκου.....	95
	4.5.2 Επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης της Αιγύπτου.....	98
5	Εφαρμογή Πολυκριτηριακής Μεθόδου.....	103
	5.1 Εφαρμογή της Μεθόδου Fuzzy PROMETHEE	103
	5.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων	149
6	Συμπεράσματα και Προοπτικές.....	155
	6.1 Συμπεράσματα.....	155
	6.2 Μελλοντικές προοπτικές	157

Πίνακας Περιεχομένων

7 Βιβλιογραφία.....	161
8 Παράρτημα	173
8.1 Κατάλογος Συντομογραφιών	173

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Ανώτατο όριο για το ΣΕΔΕ της ΕΕ, 2013-2020. (Πηγή: EC, 2019e).....	25
Πίνακας 2: Εξαγωγές και εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας στις οκτώ χώρες το 2014. (Πηγή: Zhang et al., 2017)	47
Πίνακας 3: Κόστος επένδυσης για το νέο σύνδεσμο ΜΑΡΤ HVDC.	53
Πίνακας 4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων μεθόδων MCDM. (Πηγή: Kumar et al., 2017; Siksnyte et al., 2018)	73
Πίνακας 5: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας σχετικά με τις μεθόδους MCDM και την εφαρμογή σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Πηγή: Taha & Daim, 2013).	78
Πίνακας 6: Εφαρμογές της πολυκριτηριακής μεθόδου PROMETHEE στον ενεργειακό τομέα.	81
Πίνακας 7: Γλωσσικές μεταβλητές για την κατάταξη των εναλλακτικών.....	103
Πίνακας 8: Γλωσσικές μεταβλητές για την περίπτωση του Μαρόκου	103
Πίνακας 9: Γλωσσικές μεταβλητές για την περίπτωση της Αιγύπτου	110
Πίνακας 10: Ασαφής πίνακας για την περίπτωση του Μαρόκου	119
Πίνακας 11: Πίνακας διαφορών για την περίπτωση του Μαρόκου	120
Πίνακας 12: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο για την περίπτωση του Μαρόκου (1 ^η εκτέλεση)	123
Πίνακας 13: Πίνακας προτίμησης με το κριτήριο τύπου-V για την περίπτωση του Μαρόκου (1 ^η εκτέλεση)	124
Πίνακας 14: Πίνακας ασαφούς σχέσης υπεροχής π για την περίπτωση του Μαρόκου (1 ^η εκτέλεση)	126
Πίνακας 15: Πίνακας με τις ροές εξόδου και εισόδου κάθε εναλλακτικής για την περίπτωση του Μαρόκου (1 ^η εκτέλεση)	128
Πίνακας 16: Πίνακας καθαρών ροών για την περίπτωση του Μαρόκου (1 ^η εκτέλεση)	129
Πίνακας 17: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο για την περίπτωση του Μαρόκου (2 ^η εκτέλεση)	130
Πίνακας 18: Πίνακας προτίμησης με το κριτήριο τύπου-V για την περίπτωση του Μαρόκου (2 ^η εκτέλεση)	130
Πίνακας 19: Πίνακας ασαφούς σχέσης υπεροχής π για την περίπτωση του Μαρόκου (2 ^η εκτέλεση)	132
Πίνακας 20: Πίνακας με τις ροές εξόδου και εισόδου κάθε εναλλακτικής για την περίπτωση του Μαρόκου (2 ^η εκτέλεση)	134

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 21: Πίνακας καθαρών ροών για την περίπτωση του Μαρόκου (2 ^η εκτέλεση)	134
Πίνακας 22: Ασαφής πίνακας για την περίπτωση της Αιγύπτου	135
Πίνακας 23: Πίνακας διαφορών για την περίπτωση της Αιγύπτου	135
Πίνακας 24: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο για την περίπτωση της Αιγύπτου (1 ^η εκτέλεση).....	138
Πίνακας 25: Πίνακας προτίμησης με το κριτήριο τύπου-V για την περίπτωση της Αιγύπτου (1 ^η εκτέλεση)	138
Πίνακας 26: Πίνακας ασαφούς σχέσης υπεροχής π για την περίπτωση της Αιγύπτου (1 ^η εκτέλεση)	141
Πίνακας 27: Πίνακας με τις ροές εξόδου και εισόδου κάθε εναλλακτικής για την περίπτωση της Αιγύπτου (1 ^η εκτέλεση)	142
Πίνακας 28: Πίνακας καθαρών ροών για την περίπτωση της Αιγύπτου (1 ^η εκτέλεση)	143
Πίνακας 29: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο για την περίπτωση της Αιγύπτου (2 ^η εκτέλεση).....	144
Πίνακας 30: Πίνακας προτίμησης με το κριτήριο τύπου-V για την περίπτωση της Αιγύπτου (2 ^η εκτέλεση)	144
Πίνακας 31: Πίνακας ασαφούς σχέσης υπεροχής π για την περίπτωση της Αιγύπτου (2 ^η εκτέλεση)	146
Πίνακας 32: Πίνακας με τις ροές εξόδου και εισόδου κάθε εναλλακτικής για την περίπτωση της Αιγύπτου (2 ^η εκτέλεση)	148
Πίνακας 33: Πίνακας καθαρών ροών για την περίπτωση της Αιγύπτου (2 ^η εκτέλεση)	148

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1: Μεριδίο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (2017)	22
Σχήμα 2: Αλλαγές στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της ΕΕ, στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ (GHG) και στην ένταση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην οικονομία της ΕΕ. (Πηγή: EC, 2019a).....	23
Σχήμα 3: Πραγματικά και προβλεπόμενα μερίδια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για την ΕΕ-28 (2005-2020 %). (Πηγή: Eurostat).....	24
Σχήμα 4: Αλλαγές στην τιμή του άνθρακα στην ευρωπαϊκή αγορά άνθρακα 2005-2018. (Πηγή:EC, 2019a).....	26
Σχήμα 5: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στόχοι για το 2030. (Πηγή: EC, 2018)	28
Σχήμα 6: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως ποσοστό της συνολικής ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ28. (Πηγή: Capros et al., 2018)	29
Σχήμα 7: Μείγμα καυσίμων στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση. (Πηγή: EC, 2018)..	31
Σχήμα 8: Προβλεπόμενα μερίδια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές το 2020 έναντι στόχων της οδηγίας RED για το 2020 και προγραμματισμένων στόχων 2020 (ΕΣΔΑΕ) (%) συμπεριλαμβανομένων μηχανισμών συνεργασίας (κράτη μέλη, %). (Πηγή: EC, 2019c).....	34
Σχήμα 9: Χάρτης της Βόρειας Αφρικής (Μαρόκο, Αλγερία, Τυνησία, Λιβύη, Αίγυπτος). (Πηγή: BETTER project 2015b)	36
Σχήμα 10: Πρωτογενής παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας στη Βόρεια Αφρική (2017) (Δεδομένα από IEA 2017).....	37
Σχήμα 11: Τεχνικές δυνατότητες της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας και τεχνικό δυναμικό του ανέμου στην ξηρά [TWh] (Πηγή: BETTER project 2015b).....	37
Σχήμα 12: Εμπόδια στους μηχανισμούς συνεργασίας. (Πηγή: BETTER Project, 2015a)	40
Σχήμα 13: Παρούσες και μελλοντικές ηλεκτρικές διασυνδέσεις στην περιοχή του Μάγκρεμπ. (Πηγή: Kilani et al., 2019)	45
Σχήμα 14: Η νέα διασύνδεση μεταξύ Μαρόκου-Ισπανίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014b)	50
Σχήμα 15: Εσωτερικές ενισχύσεις στην Ισπανία οι οποίες εξετάστηκαν προκειμένου να προσαρμοστεί η ροή των 1000MW μεταξύ Ισπανίας και Μαρόκου. (Πηγή: Med-TSO, 2014b).....	51
Σχήμα 16: Εσωτερικές ενισχύσεις στην Πορτογαλία που εξετάστηκαν προκειμένου να εξυπηρετήσουν τη ροή 1000MW μεταξύ Πορτογαλίας και Μαρόκου. (Πηγή: Med-TSO, 2014a)	53
Σχήμα 17: Εσωτερικές ενισχύσεις στην Αλγερία, οι οποίες εξετάστηκαν για την εξυπηρέτηση της ροής των 1000 MW μεταξύ Ισπανίας και Αλγερίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014c) .	54
Σχήμα 18: Εσωτερικές ενισχύσεις στην Ισπανία, οι οποίες εξετάστηκαν για την εξυπηρέτηση της ροής 1000MW μεταξύ Αλγερίας και Ισπανίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014c)	55
Σχήμα 19: Χάρτης διασυνδέσεων και ενισχύσεων για τη σύνδεση Αλγερίας-Ιταλίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014d)	56
Σχήμα 20: Χάρτης διασυνδέσεων και ενισχύσεων για το έργο Αλγερίας-Τυνησίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014f).....	57
Σχήμα 21: Η νέα διασύνδεση μεταξύ Τυνησίας-Ιταλίας (Σικελίας). (Πηγή: Med-TSO, 2014e)	58

Σχήμα 22: Η προγραμματιζόμενη διασύνδεση TuNur. (Πηγή: ENTSO-E, 2018b).....	59
Σχήμα 23: Χάρτης των διασυνδέσεων και των ενισχύσεων για το έργο Τυνησία-Λιβύη-Αίγυπτος, λεπτομέρεια της περιοχής διασύνδεσης Τυνησίας-Λιβύης. (Πηγή: Med-TSO, 2014g)	60
Σχήμα 24: Χάρτης των διασυνδέσεων και των ενισχύσεων για το έργο Τυνησία-Λιβύη-Αίγυπτος, λεπτομέρεια της περιοχής διασύνδεσης Λιβύης-Αιγύπτου. (Πηγή: Med-TSO, 2014g)	61
Σχήμα 25: Η προβλεπόμενη διασύνδεση μεταξύ Λιβύης-Ελλάδας. (Πηγή: ENTSO-E, 2018c).....	62
Σχήμα 26: Πλάνο διαδρομής διασύνδεσης EuroAfrica (By S. Yard - http://www.euroafrica-interconnector.com/ , CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=67180339).....	63
Σχήμα 27: Χάρτης των διασυνδέσεων και των ενισχύσεων για το έργο Αίγυπτος-Τουρκία. (Πηγή: Med-TSO, 2014h)	65
Σχήμα 28: Η νέα διασύνδεση Αιγύπτου-Ιορδανίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014i)	66
Σχήμα 29: Χάρτης διασυνδέσεων και ενισχύσεων για το έργο Αίγυπτος-Ιορδανία. (Πηγή: Med-TSO, 2014i).	67
Σχήμα 30: Ιεράρχηση πολυκριτηριακών μεθόδων	72
Σχήμα 31: Κατηγοριοποίηση των πιο δημοφιλών μεθόδων στην πολυκριτηριακή ανάλυση (Πηγή: Büyükköçkan & Gülergüz, 2017)	73
Σχήμα 32: Η συνάρτηση συμμετοχής του τριγωνικού ασαφούς αριθμού (Πηγή: Wang et al. 2018)	76
Σχήμα 33: Τα ποσοστά των μεθόδων MCDM σε προβλήματα λήψης αποφάσεων ενέργειας (Πηγή: Çolak & Kaya, 2017).....	79
Σχήμα 34: Τα ποσοστά ασαφών μεθόδων MCDM σε προβλήματα λήψης αποφάσεων ενέργειας (Πηγή: Çolak & Kaya, 2017).....	79
Σχήμα 35: Προτεινόμενη μεθοδολογία για την αξιολόγηση του μηχανισμού συνεργασίας..	87
Σχήμα 36: Απεικόνιση των καθαρών ροών όλων των εναλλακτικών για το Μαρόκο (1 ^η εκτέλεση)	129
Σχήμα 37: Απεικόνιση των καθαρών ροών όλων των εναλλακτικών για την Αίγυπτο (1 ^η εκτέλεση)	143
Σχήμα 38: Συγκεντρωτικός πίνακας με τις καθарές ροές όλων των περιπτώσεων	149

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1 Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα μείζον πρόβλημα για τη σημερινή κοινωνία το οποίο έχει δημιουργηθεί λόγω των υψηλών ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Η ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας έχει οδηγήσει σε μεγάλη κατανάλωση ενέργειας τόσο σε αναπτυγμένες αλλά όσο και σε αναπτυσσόμενες χώρες. Η χρήση συμβατικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται βοηθώντας ακόμα περισσότερο την εξάπλωση της κλιματικής αλλαγής. Αναγνωρίζοντας την μεγάλη σημασία του ανωτέρω φαινομένου καθώς και την ανάγκη περιορισμού του, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει προβεί σε ορισμένες ενέργειες με απώτερο σκοπό τη μετρίαση του φαινομένου. Κύριο εργαλείο της είναι η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), οι οποίες δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον, ώστε να συμβάλλουν στον περιορισμό χρήσης των συμβατικών μονάδων.

Προκειμένου να καταστεί δυνατή η ενεργειακή μετάβαση της Ευρώπης προς την αειφόρο ανάπτυξη, τα Κράτη Μέλη της ΕΕ έχουν υιοθετήσει ορισμένους δεσμευτικούς στόχους όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα, την αύξηση της συνεισφοράς των ΑΠΕ στο ενεργειακό τους μείγμα, καθώς επίσης και την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Για την επίτευξη των στόχων αυτών τα Κράτη Μέλη έχουν την δυνατότητα είτε να αναπτύξουν συνεργασίες μεταξύ τους, είτε να συνεργάζονται με μια ή περισσότερες από τις τρίτες χώρες μέσω ανάληψης κοινών έργων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ. Συνεπώς, η αξιολόγηση τόσο του βαθμού στον οποίο η συνεργασία με τις τρίτες χώρες θα βοηθήσει την Ευρώπη στο να επιτύχει τους στόχους που έχει θέσει, όσο και των προϋποθέσεων υπό τις οποίες τα έργα αυτά θα δημιουργήσουν συνθήκες αμοιβαίας ωφέλειας για όλα τα εμπλεκόμενα μέρη κρίνεται απολύτως αναγκαία.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η ανάλυση του μηχανισμού συνεργασίας με τρίτες χώρες και συγκεκριμένα με χώρες της Βόρειας Αφρικής. Οι χώρες που θα μελετηθούν για αυτή την πιθανή συνεργασία είναι το Μαρόκο και η Αίγυπτος. Με τη βοήθεια της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων (δεδομένου ότι το συγκεκριμένο πρόβλημα έχει πολυδιάστατο χαρακτήρα) θα αξιολογήσουμε ορισμένες στρατηγικές για την προώθηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ, την μεταφορά και την χρησιμοποίησή της τόσο από τις χώρες εντός της ΕΕ, αλλά και από τις αποκαλούμενες τρίτες χώρες. Για την αξιοποίηση των διαφορετικών πτυχών, αλλά και για τη διαχείριση της αβεβαιότητας που προκύπτει κατά την επίλυση του προβλήματος απόφασης, κατασκευάζεται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης των προτεινόμενων σεναρίων πολιτικής, κάνοντας χρήση της πολυκριτηριακής μεθόδου Fuzzy PROMETHEE που βασίζεται στις αρχές της ασαφούς λογικής. Τα αποτελέσματα που εξάγονται παρέχουν μια ευκρινή εικόνα για τις προτιμητέες εναλλακτικές και τις αλληλεπιδράσεις τους με τα κριτήρια αξιολόγησης, ενώ τα συμπεράσματα εστιάζουν στους συσχετισμούς της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής με το υπάρχον ενεργειακό τοπίο, διερευνώντας τρόπους ενθάρρυνσης της μελλοντικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.

Η εργασία οργανώνεται ως εξής. Στο 2^ο Κεφάλαιο γίνεται αναφορά σχετικά με τους ενεργειακούς στόχους που έχει θέσει η ΕΕ και στην συνέχεια παρουσιάζονται τόσο οι μελλοντικοί ενεργειακοί στόχοι που έχει θέσει η ΕΕ προκειμένου να περιοριστεί το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, όσο και οι δράσεις που έχουν ήδη υλοποιηθεί προς αυτήν την κατεύθυνση. Έπειτα αναλύονται οι μηχανισμοί συνεργασίας μεταξύ των κρατών και τέλος αναφέρονται οι ηλεκτρικές διασυνδέσεις που υπάρχουν αλλά και πρόκειται να κατασκευαστούν στην περιοχή της Βόρειας Αφρικής. Στο 3^ο Κεφάλαιο πραγματοποιείται ανάλυση των πολυκριτηριακών μεθόδων ανάλυσης αποφάσεων, με αναφορά στη θεωρία ασαφών συνόλων και παραδείγματα εφαρμογών πολυκριτηριακών μεθόδων στον τομέα της ενέργειας. Στο 4^ο Κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός του προβλήματος που αφορά την

συνεργασία της ΕΕ με τις χώρες της Βορείου Αφρικής και παρουσιάζεται τόσο η προτεινόμενη μεθοδολογία όσο και τα κριτήρια και οι εναλλακτικές στρατηγικές για την επίτευξη μιας τέτοιας συνεργασίας. Στο 5^ο Κεφάλαιο γίνεται η εφαρμογή της επιλεγόμενης πολυκριτηριακής μεθόδου, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η Fuzzy PROMETHEE, στις χώρες υπό εξέταση και στη συνέχεια εξάγονται τα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα αυτά καθώς και διάφορες ακόμη παρατηρήσεις και συμπεράσματα συμπληρώνουν το Κεφάλαιο 6^ο, στο οποίο προτείνονται πιθανές στρατηγικές για την ορθή εφαρμογή του μηχανισμού συνεργασίας μεταξύ της ΕΕ και των χωρών της Βορείου Αφρικής, καθώς και ορισμένες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ενεργειακοί Στόχοι, Μηχανισμοί Συνεργασίας και Διασυνδέσεις

2 Ενεργειακοί Στόχοι, Μηχανισμοί Συνεργασίας και Διασυνδέσεις

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει εκτενής μελέτη των ενεργειακών στόχων που έχει θέσει η ΕΕ και θα αναλυθούν οι μηχανισμοί συνεργασίας. Τέλος θα αναφερθούμε στις διασυνδέσεις που υπάρχουν μεταξύ της Νότιας Ευρώπης και της Βόρειας Αφρικής καθώς και σε αυτές που πρόκειται να κατασκευαστούν στο μέλλον.

2.1 Ενεργειακοί Στόχοι

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται οι ενεργειακοί στόχοι της Ευρώπης, τόσο για την περίοδο μέχρι το 2020 όσο και για την περίοδο 2020-2030 καλύπτοντας και το χρονικό διάστημα έως και το 2050.

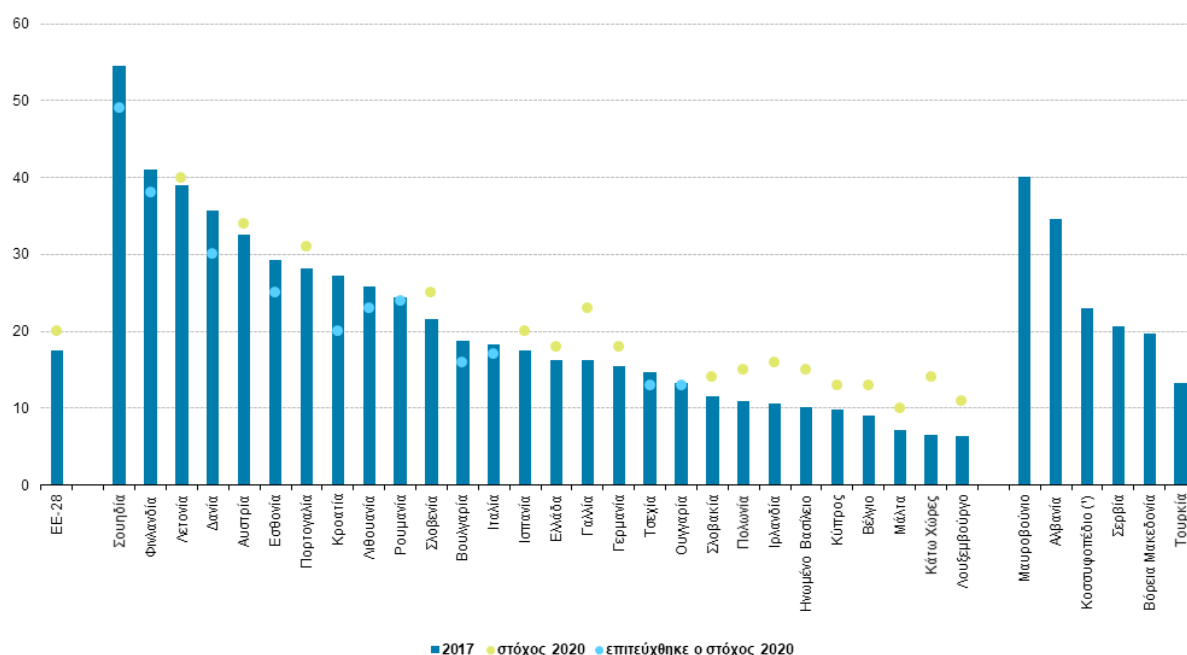
2.1.1 Ανασκόπηση ενεργειακών στόχων για το 2020

Το 2007 σηματοδότησε μία καμπή στην πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το κλίμα και την ενέργεια. Η Ευρώπη απέδειξε ότι είναι έτοιμη να ηγηθεί παγκοσμίως όσον αφορά τα εξής θέματα: την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, την αντιμετώπιση της πρόκλησης για ασφαλή, αειφόρο και ανταγωνιστική ενέργεια και τη μετατροπή της ευρωπαϊκής οικονομίας σε πρότυπο αειφόρου ανάπτυξης τον 21ο αιώνα. Η απόφαση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου, τον Μάρτιο του 2007, να θέσει ακριβείς, νομικά δεσμευτικούς στόχους αποτέλεσε σύμβολο της αποφασιστικότητας της Ευρώπης. (EC, 2008). Το 2009 θεσπίστηκαν οι στόχοι οι οποίοι θα έπρεπε να επιτευχθούν μέχρι το 2020, οι οποίοι είναι οι εξής:

- Μείωση κατά 20% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της ΕΕ από εκείνες του 1990
- Αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της ΕΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 20%
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της ΕΕ σε 20%

Ο στόχος της ΕΕ να εξοικονομήσει το 20% της κατανάλωσης ενέργειας έως το 2020 με την ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί σημαντικό μέρος της προσπάθειας. Θα εξοικονομήσει περίπου 100 δισεκατομμύρια ευρώ για την ΕΕ και θα περιορίσει τις εκπομπές σχεδόν κατά 800 εκατομμύρια τόνους ανά έτος. Πρόκειται για έναν από τους βασικούς τρόπους με τους οποίους μπορεί να πραγματοποιηθεί η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) (EC, 2008).

Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 2017
(% επί της ακαθάριστης τελικής ενεργειακής κατανάλωσης)



(*) Η ονομασία αυτή χρησιμοποιείται με επιφύλαξη των θέσεων ως προς το καθεστώς και συνάδει με την απόφαση 1244(1999) του Συμβουλίου Ασφαλείας των Ηνωμένων Εθνών και τη γνώμη του Διεθνούς Δικαστηρίου σχετικά με τη διακήρυξη της ανεξαρτησίας του Κοσσυφοπεδίου.

Πηγή: Eurostat (επιγραμμικός κωδικός δεδομένων: nrg_ind_gen)

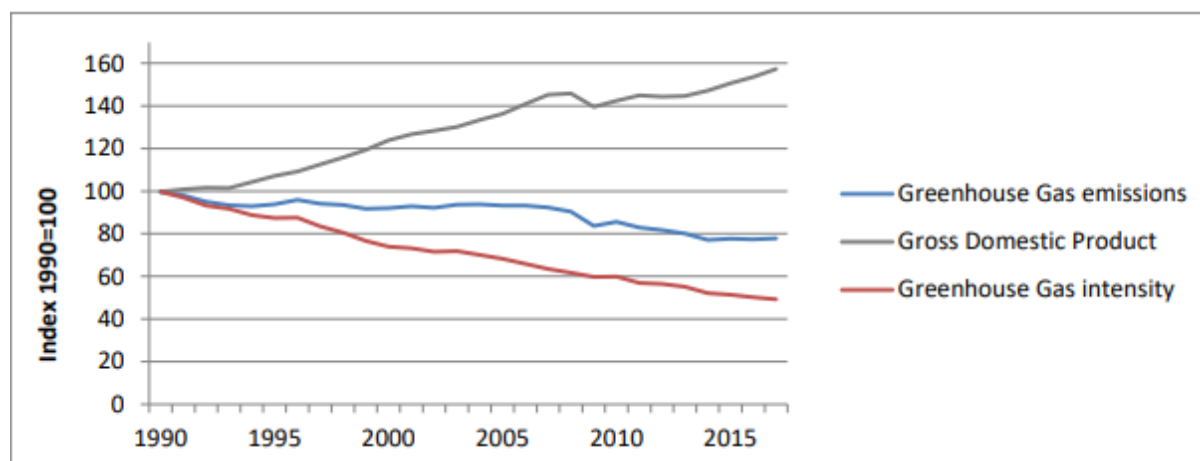
eurostat 

Σχήμα 1: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (2017)

Συμφωνία των Παρισίων

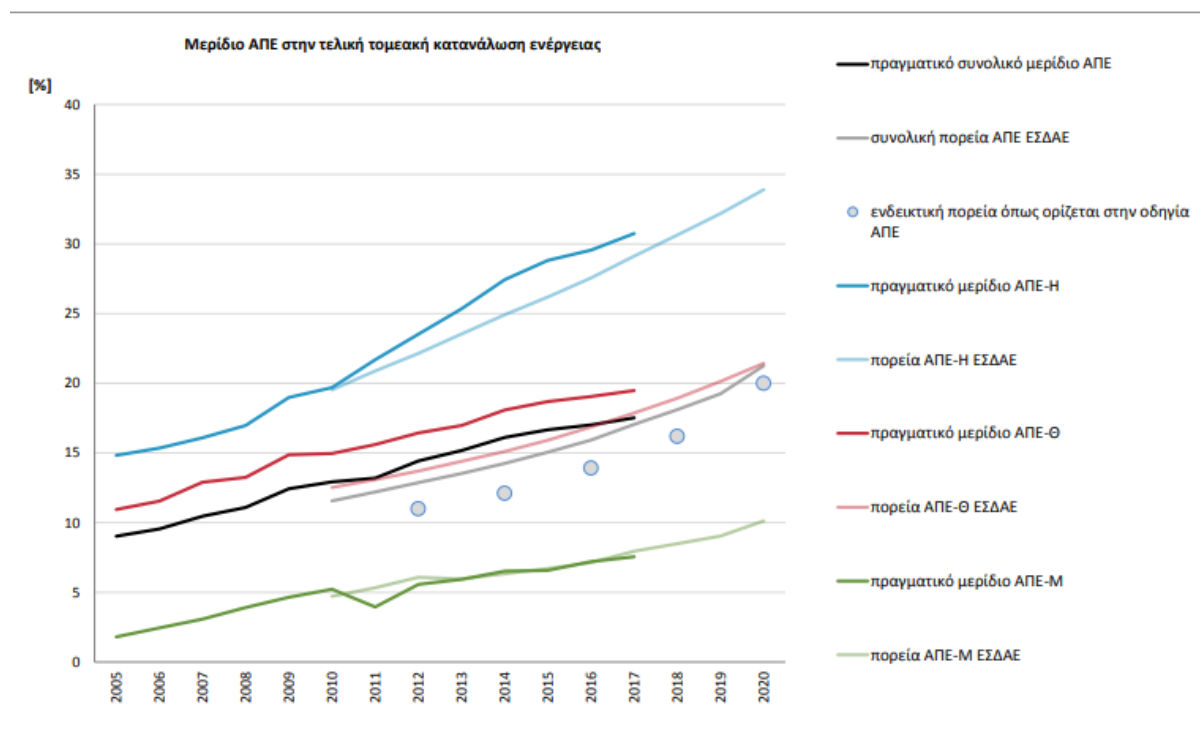
Η ΕΕ βρίσκεται στην πρώτη γραμμή των προσπαθειών για την αντιμετώπιση των βαθύτερων αιτιών της κλιματικής αλλαγής και την ενίσχυση μιας συντονισμένης διεθνούς απάντησης στο πλαίσιο της συμφωνίας του Παρισιού. Η συμφωνία του Παρισιού, η οποία έχει επικυρωθεί από 181 μέρη, απαιτεί δυναμική και ταχεία δράση σε παγκόσμιο επίπεδο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με στόχο η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη να συγκρατηθεί αρκετά κάτω από τους 2 °C (σε σχέση με την προ βιομηχανική περίοδο) και να καταβληθούν προσπάθειες για να περιοριστεί στον 1,5 °C. Σκοπός της είναι, επίσης, η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ των εκπομπών από πηγές και των απορροφήσεων από καταβόθρες αερίων του θερμοκηπίου σε παγκόσμιο επίπεδο κατά το δεύτερο μισό του αιώνα που διανύουμε (EC, 2018). Η συμφωνία επίσης αναγνωρίζει τη σημασία της αποτροπής, ελαχιστοποίησης των ζημιών που συνδέονται με τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και ομολογεί την ανάγκη συνεργασίας και ενίσχυσης της κατανόησης, της δράσης και της υποστήριξης σε διάφορους τομείς, όπως συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, ετοιμότητα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και ασφάλιση κινδύνου. Επιπλέον Οι κυβερνήσεις συμφώνησαν να συναντιούνται κάθε 5 χρόνια για να θέσουν πιο φιλόδοξους στόχους όπως απαιτεί η επιστήμη να γνωστοποιούν η μία στην άλλη και στο κοινό σχετικά με το πόσο καλά οδεύουν για την υλοποίηση των στόχων τους και να παρακολουθούν την πρόοδο προς την επίτευξη του μακροπρόθεσμου στόχου μέσω ενός ισχυρού συστήματος διαφάνειας και λογοδοσίας (EC, 2015). Μετά την αιχμή των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της ΕΕ το 1979, οι πολιτικές για την ενεργειακή απόδοση, τις εναλλαγές καυσίμων και τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μείωσαν σημαντικά τις εκπομπές. Κατά συνέπεια, μεταξύ 1990 και 2016, η κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε σχεδόν κατά 2%, οι

εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά 22%, ενώ το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) αυξήθηκε κατά 54% (EC, 2018).



Σχήμα 2: Αλλαγές στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της ΕΕ, στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ (GHG) και στην ένταση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην οικονομία της ΕΕ. (Πηγή: EC, 2019a)

Σε πραγματικά δεδομένα η κατανάλωση τελικής ενέργειας στην ΕΕ μειώθηκε κατά 5,9 %, από 1193 εκατ. ΤΙΠ το 2005 σε 1122 εκατ. ΤΙΠ το 2017. Υπερέβη δηλαδή κατά 3,3 % τον στόχο κατανάλωσης τελικής ενέργειας των 1086 εκατ. ΤΙΠ που έχει τεθεί για το 2020 (EC, 2019b). Το 2017 παρατηρήθηκε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας κυρίως στον τομέα των μεταφορών (+2,5 % ετήσια αύξηση) και της βιομηχανίας (+1,6 %). Η κατανάλωση ενέργειας δεν παρουσίασε μεταβολές στον τομέα των υπηρεσιών, ενώ παρουσίασε μείωση στον οικιακό τομέα (-0,5 %) (EC, 2019b). Επιπλέον, στο ίδιο έτος, το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές επί της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ ανήλθε σε 17,52 %, έναντι στόχου 20 % για το 2020, το οποίο υπερβαίνει την ενδεικτική πορεία του 16 % για την περίοδο 2017/2018. Ωστόσο, ο ρυθμός αύξησης του μεριδίου ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έχει υποχωρήσει από το 2014. Σε σύγκριση με το μερίδιο του 16,19 % το 2014, η μέση αύξηση κατά την περίοδο 2014-2017 ανερχόταν μόλις σε 0,44 εκατοστιαίες μονάδες ετησίως, μικρότερη της μέσης ετήσιας αύξησης των 0,83 εκατοστιαίων μονάδων ετησίως που απαιτούνται για την επίτευξη του μεριδίου του 20 % το 2020. (EC, 2019b). Οι τεχνολογικές αλλαγές μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των κλιματικών στόχων που έχουν τεθεί από την ΕΕ και μπορούν να κάνουν τη διαφορά ως προς το αν οι στόχοι αυτοί πληρούνται ή όχι. Έτσι, η επέκταση αυτών των πολιτικών και η δημιουργία πρόσθετων κινήτρων για την εισαγωγή καινοτομιών θα συνέβαλαν στην τοποθέτηση της ΕΕ σε μονοπάτι χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, οι πολιτικές όπως το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ) της ΕΕ φαίνεται να ενθαρρύνουν τη χρήση νέων τεχνολογιών. Αυτό είναι πολύ σαφές εάν συγκρίνουμε τις επιπτώσεις της τεχνολογίας μετριασμού της κλιματικής αλλαγής στον τομέα της ενέργειας, η οποία υπόκειται άμεσα στην πολιτική, και τις επιπτώσεις της σε επιχειρήσεις που δεν καλύπτονται από αυτήν, όπως αυτές στον τομέα των μεταφορών (Bel & Joseph, 2018). Εάν εντός των προσεχών ετών συνεχιστεί η ανοδική τάση στην κατανάλωση ενέργειας που παρατηρείται από το 2014, είναι πιθανό να μην επιτευχθεί ο στόχος για το 2020 όσον αφορά τόσο την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας όσο και την κατανάλωση τελικής ενέργειας. Επομένως, χρειάζεται να καταβληθούν περισσότερες προσπάθειες για να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας βραχυπρόθεσμα (EC, 2019a).



Σχήμα 3: Πραγματικά και προβλεπόμενα μερίδια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για την ΕΕ-28 (2005-2020 %). (Πηγή: Eurostat)

Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών

Το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών της ΕΕ δημιουργήθηκε το 2005 και αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της πολιτικής της ΕΕ για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και το βασικό εργαλείο της για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου με αποδοτικό τρόπο. Είναι η πρώτη σημαντική αγορά άνθρακα στον κόσμο και παραμένει η μεγαλύτερη. Το ΣΕΔΕ της ΕΕ λειτουργεί στις 31 χώρες του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου (ΕΟΧ). Περιορίζει εκπομπές από σχεδόν 11.000 σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και εγκαταστάσεις παραγωγής καθώς και πάνω από 500 αερομεταφορείς που εκτελούν πτήσεις μεταξύ των αερολιμένων του ΕΟΧ. Καλύπτει το 39% των εκπομπών των GHG της ΕΕ (EC, 2019e).

Το ΣΕΔΕ χωρίζεται σε φάσεις. Η πρώτη φάση καλύπτει την περίοδο 2005-2007 και τα κύρια χαρακτηριστικά της ήταν πως κάλυπτε μόνο τις εκπομπές CO₂ από παραγωγούς ηλεκτρική ενέργειας και βιομηχανίες έντασης ενέργειας, όλες οι αποζημιώσεις δόθηκαν στις επιχειρήσεις δωρεάν και η κύρωση για μη συμμόρφωση ήταν 40 ευρώ ανα τόνο CO₂. Με το πέρας της φάσης κατάφερε να καθιερώσει:

- Μια ενιαία τιμή για τον άνθρακα
- Ελεύθερο εμπόριο δικαιωμάτων εκπομπής σε ολόκληρη την ΕΕ
- Την υποδομή που απαιτείται για την παρακολούθηση, την αναφορά και την επαλήθευση των εκπομπών από τις καλυπτόμενες επιχειρήσεις.

Η δεύτερη φάση καλύπτει την περίοδο 2008-2012 και τα κύρια χαρακτηριστικά της ήταν:

- Καθιέρωση κατώτατου ορίου στα δικαιώματα (περίπου 6,5% χαμηλότερο σε σύγκριση με το 2005)
- Αρκετές χώρες διεξήγαγαν δημοπρασίες
- Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου από την παραγωγή νιτρικού οξέος περιλαμβάνονται από ορισμένες χώρες
- Η ποινή για μη συμμόρφωση αυξήθηκε σε 100 ευρώ ανά τόνο CO₂
- Επιτράπηκε στις επιχειρήσεις να αγοράσουν διεθνείς πιστώσεις συνολικού ύψους περίπου 1,4 δισεκατομμυρίων τόνων ισοδύναμου CO₂

Σήμερα βρισκόμαστε στην τρίτη φάση του ΣΕΔΕ (2013-2020) όπου οι τομείς με σταθερές εγκαταστάσεις που ρυθμίζονται από αυτό είναι βιομηχανίες υψηλής έντασης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και άλλης καύσης με θερμική ονομαστική ισχύ >20MW (EC, 2019e). Επιπλέον, το πεδίο εφαρμογής του περιορίστηκε στις πτήσεις εντός του ΕΟΧ κατά την περίοδο 2013-2016, εν αναμονή της υιοθέτησης μιας συνολικής προσέγγισης από τον Οργανισμό Διεθνούς Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO). Η τρέχουσα απόδοση του ΣΕΔΕ της ΕΕ χαρακτηρίζεται από ένα μεγάλο επιτρεπόμενο όριο, το οποίο τροφοδοτείται από τη δεύτερη φάση και από μια χαμηλή τιμή άνθρακα (Hu et al. , 2014).

Το ανώτατο όριο είναι η απόλυτη ποσότητα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η οποία μπορεί να εκπέμπεται από τις καλυπτόμενες οντότητες ώστε να εξασφαλίζει ότι ο στόχος μείωσης των εκπομπών επιτυγχάνεται και ότι αντιστοιχεί στον αριθμό των δικαιωμάτων που τίθενται σε κυκλοφορία κατά τη διάρκεια μιας περιόδου εμπορίας. Το ανώτατο όριο για το 2013 για εκπομπές από σταθερές εγκαταστάσεις καθορίστηκε σε 2 084 301 856 επιδόματα. Αυτό το ανώτατο όριο μειώνεται κάθε έτος με συντελεστή γραμμικής μείωσης 1,74% της μέσης συνολική ποσότητας των δικαιωμάτων που εκδίδονται ετησίως κατά την περίοδο 2008-2012, εξασφαλίζοντας έτσι ότι ο αριθμός των δικαιωμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από σταθερές εγκαταστάσεις θα είναι χαμηλότερος κατά 21% το 2020 σε σχέση με το 2005 (EC, 2019e).

Πίνακας 1: Ανώτατο όριο για το ΣΕΔΕ της ΕΕ, 2013-2020. (Πηγή: EC, 2019e)

Έτος	Ετήσιο ανώτατο όριο (εγκαταστάσεις)	Δικαιώματα του κλάδου των αεροπορικών μεταφορών που τίθενται σε κυκλοφορία ετησίως
2013	2 084 301 856	32 455 296
2014	2 046 037 610	41 866 834
2015	2 007 773 364	50 669 024
2016	1 969 509 118	38 879 316
2017	1 931 244 873	38 711 651

2018	1 892 980 627	38 909 625
2019	1 854 716 381	35 172 897
2020	1 816 452 135	Δεν έχουν οριστεί ακόμα τα δικαιώματα

Το νομοθετικό πλαίσιο του ΣΕΔΕ της ΕΕ για την επόμενη περίοδο εμπορίας (φάση 4) αναθεωρήθηκε στις αρχές του 2018 για να μπορέσει να επιτύχει τους στόχους της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών κατά 2030 σύμφωνα με το πλαίσιο πολιτικής για το κλίμα και την ενεργειακή πολιτική του 2030.

Η αναθεώρηση επικεντρώνεται στα εξής:

- Ενίσχυση του συστήματος εμπορίας εκπομπών της ΕΕ ως οδηγού επενδύσεων με αύξηση του ρυθμού ετήσιας μείωσης των δικαιωμάτων σε 2,2% από το 2021 και ενίσχυση του αποθεματικού σταθερότητας της αγοράς (ο μηχανισμός που θέσπισε η ΕΕ το 2015 για τη μείωση του πλεονάσματος των δικαιωμάτων εκπομπής στην αγορά άνθρακα για να βελτιωθεί η ανθεκτικότητα του ΣΕΔΕ σε μελλοντικές διαταραχές)
- Συνέχιση της δωρεάν κατανομής των δικαιωμάτων ως μέσου διασφάλισης της διεθνούς ανταγωνιστικότητας των βιομηχανικών τομέων που κινδυνεύουν από διαρροή άνθρακα, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι οι κανόνες για τον καθορισμό της δωρεάν κατανομής εστιάζονται και αντικατοπτρίζουν την τεχνολογική πρόοδο
- Βοήθεια στη βιομηχανία και τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας να ανταποκριθούν στις καινοτομικές και επενδυτικές προκλήσεις της μετάβασης με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μέσω διάφορων μηχανισμών χρηματοδότησης χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Αξίζει να σημειωθεί πως με την έναρξη της λειτουργίας του Ταμείου Σταθεροποίησης Αγοράς Δικαιωμάτων (EC, 2019a) οι τιμές άνθρακα έχουν αρχίσει να έχουν μια ανοδική πορεία τα τελευταία 2 χρόνια, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4, με αποτέλεσμα να γίνονται πιο ελκυστικές οι πράσινες μορφές ενέργειας.



Σχήμα 4: Αλλαγές στην τιμή του άνθρακα στην ευρωπαϊκή αγορά άνθρακα 2005-2018. (Πηγή:EC, 2019a)

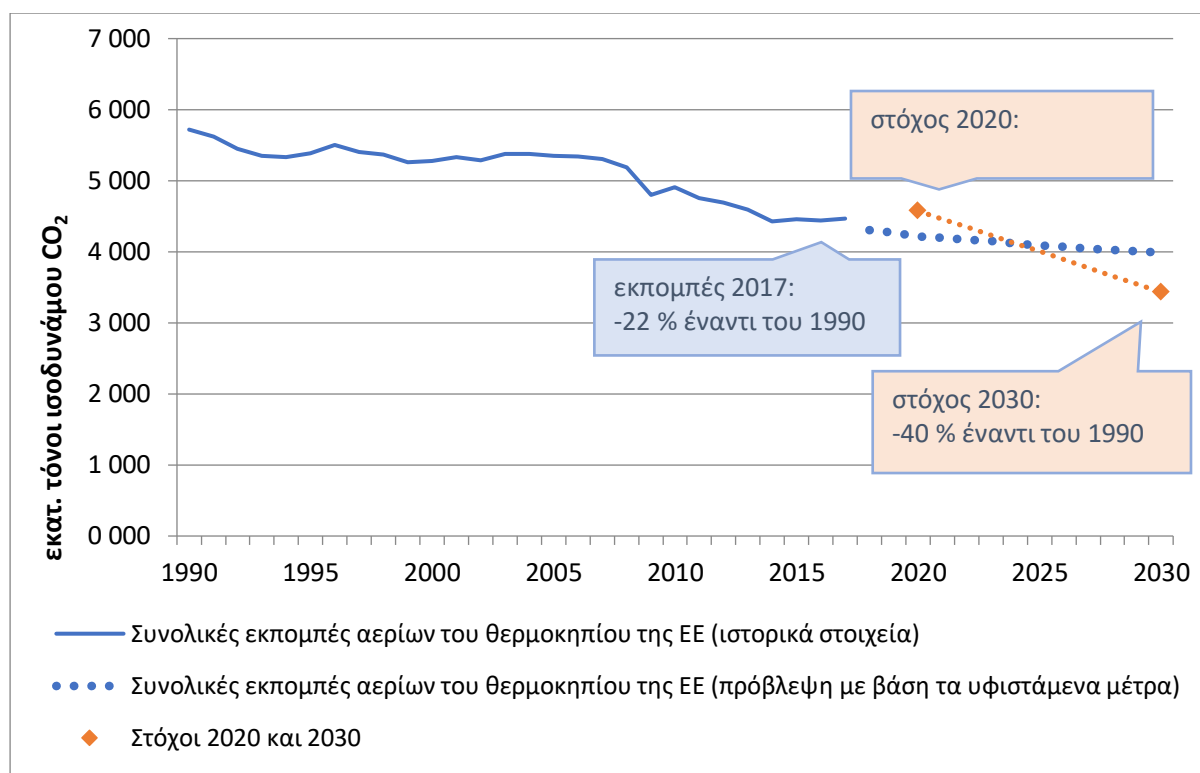
2.1.2 Ενεργειακοί στόχοι για την περίοδο 2020-2030

Τον Οκτώβριο του 2014 Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο συμφώνησε για ένα νέο Πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια του 2030, συμπεριλαμβανομένων των στόχων και των πολιτικών για ολοκλήρωση την ΕΕ για την περίοδο μεταξύ 2020 και 2030.

Οι στόχοι που δρομολογήθηκαν μέχρι το τέλος του 2030 είναι οι εξής:

- Μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 40% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.
- Τουλάχιστον μερίδιο 32% της κατανάλωσης ανανεώσιμης ενέργειας, με ρήτρα ανοδικών αναθεωρήσεων για το 2023.
- Ενδεικτικό στόχο για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε επίπεδο ΕΕ τουλάχιστον κατά 32,5%, σε συνέχεια του ισχύοντος στόχου του 20% για το 2020.
- Υποστήριξη για την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας με την επίτευξη του υφιστάμενου στόχου διασύνδεσης ηλεκτρικής ενέργειας ύψους 10% μέχρι το 2020, με στόχο την επίτευξη του 15% έως το 2030.

Όλα τα κράτη μέλη έχουν καταρτίσει Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ). Έχουν εργαστεί για να σπάσουν τα σιλό - σε όλες τις πολιτικές και τους τομείς, σε όλες τις κυβερνητικές υπηρεσίες, με τα ενδιαφερόμενα μέρη και το κοινό, και διασυντορικά - να ορίσουν μια πορεία προς τους στόχους 2030. Η στρατηγική της Ενεργειακής Ένωσης βασίζεται στην αρχή της «ενεργειακής απόδοσης». Ωστόσο, οι στόχοι ενεργειακής απόδοσης του 2020 βρίσκονται σε κίνδυνο λόγω της αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας τα τελευταία χρόνια. Με βάση τις εθνικές συνεισφορές, που υποβλήθηκαν στα σχέδια ΕΣΕΚ, μόνο λίγα κράτη μέλη πρότειναν ένα επαρκές επίπεδο συνεισφορών για το 2030. Πρόκειται κυρίως για την Ιταλία, το Λουξεμβούργο και την Ισπανία (κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και τελική κατανάλωση ενέργειας), τις Κάτω Χώρες (για την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας) και τη Γαλλία για τελική κατανάλωση ενέργειας). Ορισμένα κράτη μέλη πρέπει ακόμη να υποβάλουν εθνική συνεισφορά. Η συνολική αξιολόγηση δείχνει ένα σημαντικό χάσμα με τα επίπεδα στόχου της Ένωσης πρωτογενούς και τελικής κατανάλωσης ενέργειας τουλάχιστον 32,5% έως το 2030. Για την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας το χάσμα κυμαίνεται από 118 έως 43 Mtoe (με το σημαντικό εύρος ανάλογα με το αν γίνονται πιο συντηρητικές ή πιο φιλόδοξες υποθέσεις για τις χώρες που έχουν δεν έχουν υποβληθεί εθνική συνεισφορά), που αντιστοιχούν σε 26,3% έως 30,2%, ενώ για την τελική κατανάλωση ενέργειας το χάσμα κυμαίνεται από 85 έως 26 Mtoe, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 26,5% έως 30,7% (EC, 2019d).



Σχήμα 5: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στόχοι για το 2030. (Πηγή: EC, 2018)

Πιο συγκεκριμένα τα στοιχεία πολιτικής που καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναλύονται παρακάτω (EC, 2014a):

Ο στόχος για τη μείωση των εκπομπών κατά 40% κάτω από το επίπεδο του 1990, ο οποίος αποτελεί βασικό στοιχείο της ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενέργεια και το κλίμα για το 2030, μπορεί να επιτευχθεί μόνο με εγχώρια μέτρα. Η ετήσια μείωση του «ανώτατου ορίου» σχετικά με τις εκπομπές από τομείς υπαγόμενους στο σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ θα αυξηθεί από 1,74 % που είναι σήμερα σε 2,2 % μετά το 2020. Οι εκπομπές από τομείς που δεν υπάγονται στο σύστημα εμπορίας εκπομπών θα πρέπει να μειωθούν κατά 30% κάτω από το επίπεδο του 2005 και η προσπάθεια αυτή θα καταναμηθεί δίκαια μεταξύ των κρατών μελών. Η Επιτροπή καλεί το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο να συμφωνήσουν, έως το τέλος του 2014, ότι η ΕΕ θα πρέπει να δεσμευθεί για τη μείωση κατά 40% στις αρχές του 2015 στο πλαίσιο των διεθνών διαπραγματεύσεων για τη σύναψη νέας παγκόσμιας συμφωνίας για το κλίμα, οι οποίες πρόκειται να ολοκληρωθούν στο Παρίσι, στο τέλος του 2015.

Η ανανεώσιμη ενέργεια θα διαδραματίσει βασικό ρόλο στη μετάβαση προς ένα ανταγωνιστικό, ασφαλές και βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Λόγω μιας προσέγγισης περισσότερο προσανατολισμένης προς την αγορά με διευκόλυνση των συνθηκών για τις αναδυόμενες τεχνολογίες, ένας δεσμευτικός στόχος σε επίπεδο ΕΕ για τη χρήση ανανεώσιμων ενεργειών τουλάχιστον κατά 27 % το 2030 παρουσιάζει σημαντικά οφέλη για το ενεργειακό ισοζύγιο εμπορικών συναλλαγών, τον εφοδιασμό από εγχώριες πηγές ενέργειας, την απασχόληση και την ανάπτυξη.

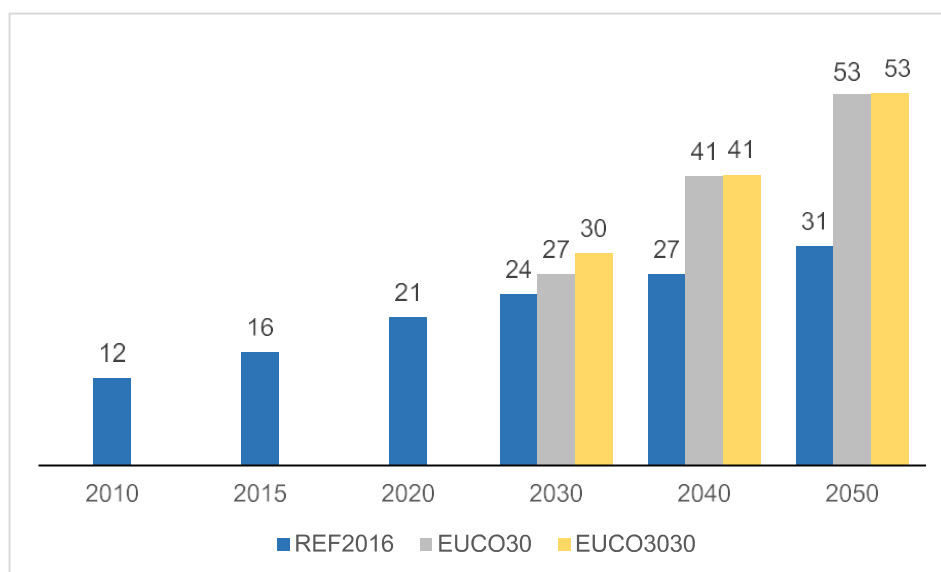
Η Επιτροπή προτείνει να θεσπίσει ένα αποθεματικό για τη σταθερότητα της αγοράς στην αρχή της επόμενης περιόδου εμπορίας του συστήματος εμπορίας εκπομπών το 2021. Το αποθεματικό θα αντιμετωπίσει το πλεόνασμα δικαιωμάτων εκπομπών που συγκεντρώθηκαν τα τελευταία χρόνια και θα βελτιώσει την ανθεκτικότητα του συστήματος σε μείζονες

κλυδωνισμούς με την αυτόματη προσαρμογή της προσφοράς των δικαιωμάτων που τίθενται σε πλειστηριασμό. Η δημιουργία του εν λόγω αποθεματικού –εκτός από την πρόσφατα συμφωνηθείσα καθυστέρηση όσον αφορά τη δημοπράτηση των 900 εκατ. δικαιωμάτων έως την περίοδο 2019-2020 («αναδρομική χρηματοδότηση»)– υποστηρίζεται από ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερόμενων φορέων. Σύμφωνα με τη νομοθεσία που προτείνεται σήμερα, το αποθεματικό θα λειτουργεί τηρώντας πλήρως προκαθορισμένους κανόνες, οι οποίοι δεν θα αφήνουν κανένα περιθώριο διακριτικής ευχέρειας στην Επιτροπή ή στα κράτη μέλη για την εφαρμογή του.

Προτείνει μια σειρά βασικών δεικτών για να αξιολογεί τη σταδιακή πρόοδο και να παρέχει μια πραγματολογική βάση δεδομένων για πιθανή θέσπιση πολιτικής. Οι δείκτες αυτοί αφορούν, για παράδειγμα, τις διαφορές τιμών ενέργειας με σημαντικούς εμπορικούς εταίρους, τη διαφοροποίηση στην προμήθεια και την εξάρτηση από εγχώριες πηγές ενέργειας, καθώς και την ικανότητα διασύνδεσης μεταξύ των κρατών μελών. Μέσω αυτών των δεικτών, οι πολιτικές θα εξασφαλίσουν ένα ανταγωνιστικό και ασφαλές ενεργειακό σύστημα έως το 2030, η οποία θα συνεχίσει να παρακολουθεί την ολοκλήρωση της αγοράς, τη διαφοροποίηση στην προμήθεια, τον ενισχυμένο ανταγωνισμό, την ανάπτυξη των ενδογενών ενεργειακών πόρων, καθώς και την υποστήριξη της έρευνας, της ανάπτυξης και της καινοτομίας.

2.1.3 Ενεργειακοί στόχοι για το 2050

Το 2016 δρομολογήθηκαν δύο σενάρια πολιτικής, τα EUCO27 και EUCO30, τα οποία απεικονίζουν μοντέλα για στόχο ενεργειακής απόδοσης 27% και 30%, αντίστοιχα, τους στόχους που είχαν συμφωνηθεί προηγουμένως από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο το 2014. Τα σενάρια EUCO+, τα οποία υποδείκνυαν την επίτευξη στόχων ενεργειακής απόδοσης άνω του 30% το 2030, και η ανάλυση ευαισθησίας EUCO3030, η οποία συνδύασε μερίδιο 30% ανανεώσιμης ενέργειας το 2030 με στόχο ενεργειακής απόδοσης 30%, προετοιμάστηκαν επίσης το 2016 (Capros et al., 2018). Σύμφωνα με τα παραπάνω σενάρια, παρουσιάζεται ένα διάγραμμα που δείχνει τους στόχους μέχρι και το 2050.



Σχήμα 6: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως ποσοστό της συνολικής ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ28. (Πηγή: Capros et al., 2018)

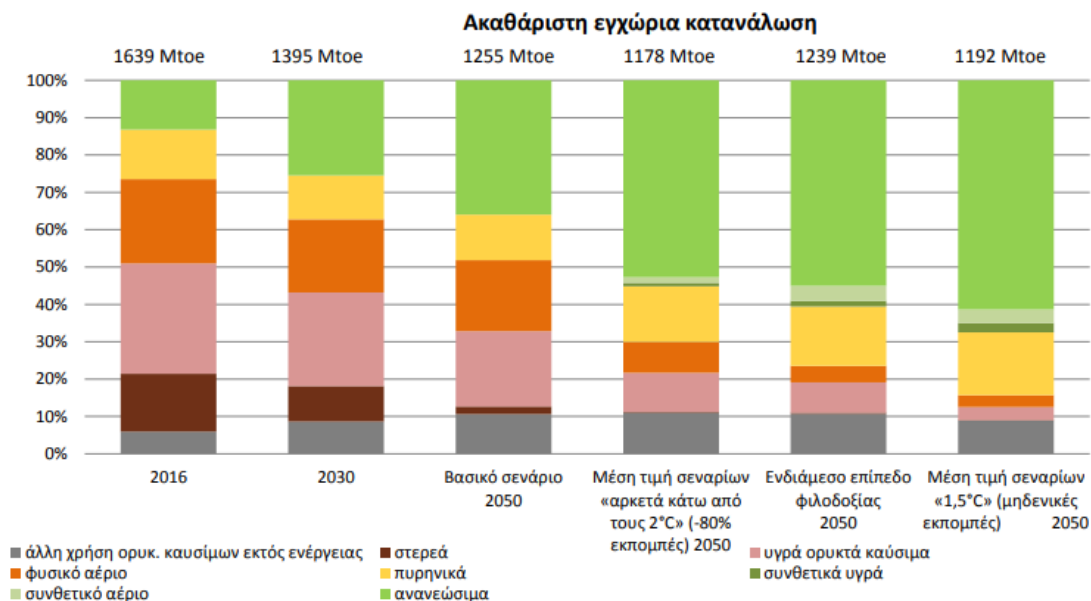
Τον Νοέμβριο του 2018, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε ένα μακροπρόθεσμο στρατηγικό όραμα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG), δείχνοντας πώς μπορεί η Ευρώπη να ηγηθεί της ουδετερότητας του κλίματος - μια οικονομία με μηδενικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Προκειμένου να περιοριστεί η αύξηση της θερμοκρασίας σε 1,5 ° C, πρέπει να επιτευχθούν μηδενικές εκπομπές CO₂ σε παγκόσμιο επίπεδο γύρω στο 2050 και ουδετερότητα για όλα τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου κάπως αργότερα τον αιώνα (EC, 2018).

Σήμερα το μεγαλύτερο μέρος του ενεργειακού συστήματος βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα. Όλα τα σενάρια που αξιολογούνται υποδηλώνουν ότι μέχρι τα μέσα του αιώνα αυτό θα αλλάξει ριζικά με την ηλεκτροκίνηση μεγάλης κλίμακας του ενεργειακού συστήματος με την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είτε στο επίπεδο των τελικών χρηστών είτε για την παραγωγή καυσίμων χωρίς άνθρακα και πρώτης ύλης για την βιομηχανία. Τα μέτρα πολιτικής, όπως ο οικολογικός σχεδιασμός και η σήμανση για την ενέργεια, έχουν ήδη συμβάλει στη θέσπιση σταθερών προτύπων, τα οποία αποτέλεσαν βασική κινητήρια δύναμη για την καινοτομία εντός της ΕΕ και είχαν επίσης αντίκτυπο στην ενεργειακή απόδοση πέρα από την ΕΕ. Άλλες εξελισσόμενες τεχνολογίες, όπως η ψηφιοποίηση και ο αυτοματισμός στο σπίτι, θα είναι επίσης καθοριστικές για την επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων. Ενώ η ενεργειακή απόδοση θα διαδραματίσει κεντρικό ρόλο στη μείωση των βιομηχανικών διεργασιών, σημαντική μείωση της συνολικής ενεργειακής ζήτησης θα προκύψει από τη χρήση ενέργειας στα κτίρια. Τα κτίρια κατοικιών και υπηρεσιών αντιπροσωπεύουν σήμερα το 40% της ενεργειακής κατανάλωσης της ΕΕ - με το 75% αυτών των κτιρίων να χτίζονται πριν από την ύπαρξη προτύπων ενεργειακής απόδοσης (EC, 2018).

Το μεγαλύτερο μέρος του αποθέματος κατοικιών του 2050 υπάρχει ήδη και θα πρέπει να ανανεωθεί. Οι πρόσθετες προσπάθειες περιλαμβάνουν τη μετάβαση σε βιώσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για θέρμανση, αποδοτικά προϊόντα και συσκευές όπως αντλίες θερμότητας, έξυπνα συστήματα διαχείρισης κτιρίων / συσκευών και καλύτερα μονωτικά υλικά. Η ανακαίνιση των κτιρίων της Ευρώπης θα απαιτήσει χρηματοπιστωτικά μέσα για να ξεπεραστούν οι υφιστάμενες αποτυχίες της αγοράς και ένα εργατικό δυναμικό με τα κατάλληλα προσόντα για να εξασφαλίσει την οικονομικά προσιτή στέγαση φιλική προς το κλίμα. Συνεπώς, είναι απαραίτητη μια ολοκληρωμένη προσέγγιση σε όλες τις σχετικές πολιτικές, σε συνδυασμό με την εμπλοκή των καταναλωτών, για τον εκσυγχρονισμό του δομημένου περιβάλλοντος και του κτιρίου (EC, 2018). Η εξάρτηση από τις εισαγωγές ενέργειας ανέρχεται σήμερα σε περίπου 55% και προβλέπεται να μειωθεί στο 20% το 2050 με τη μετατροπή σε μια οικονομία ουδέτερη για το κλίμα. Οι δαπάνες για εισαγωγές ορυκτών καυσίμων θα μειωθούν από τα σημερινά 266 δισεκ. Ευρώ, με τη σειρά τους να βελτιωθεί η εμπορική και γεωπολιτική θέση της ΕΕ. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι δαπάνες για εισαγωγές θα μπορούσαν να μειωθούν κατά 70% και να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση 2-3 τρισεκατομμυρίων ευρώ μεταξύ του 2031 και του 2050.

Το όραμα της ΕΕ βασίζεται σε μια λεπτομερή ανάλυση οκτώ μεθόδων για μια πιθανή μελλοντική οικονομία της ΕΕ. Αυτές οι μέθοδοι:

- Επιτυγχάνουν μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ 80% και 100% σε σχέση με το 1990, οι οποίες αντιπροσωπεύουν μια κλιματική ουδέτερη οικονομία έως το 2050.
- Βασίζονται σε θετικές επιλογές, όπως η ισχυρή χρήση της ενεργειακής απόδοσης και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά και η ένταση της εφαρμογής της ηλεκτροδότησης, του υδρογόνου και των ηλεκτρονικών καυσίμων, καθώς και η ενεργειακή απόδοση των τελικών χρηστών και ο ρόλος της κυκλικής οικονομίας.
- Δείχνουν ότι μια δυναμική οικονομία της ΕΕ μπορεί να συνδυαστεί με φιλόδοξους στόχους πολιτικής για το κλίμα, ακόμη και με τις υπάρχουσες τεχνολογίες.



Σχήμα 7: Μείγμα καυσίμων στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση. (Πηγή: EC, 2018)

Τα πέντε πρώτα σενάρια στοχεύουν στην επίτευξη ποσοστού μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου πάνω από 80 % έως το 2050, σε σύγκριση με το 1990. Στόχος είναι να κατανοήσουμε καλύτερα ποιες είναι οι διαθέσιμες επιλογές για τη μείωση των εκπομπών και να δούμε πώς θα αλλάξουν τους τομείς της οικονομίας μας με διαφορετικούς τρόπους. Το σενάριο που συνδυάζει και τα πέντε σενάρια, αλλά σε χαμηλότερα επίπεδα, φτάνει καθαρές μειώσεις εκπομπών αερίων θερμοκηπίου έως και 90% (συμπεριλαμβανομένης της χρήσης γης και της δεξαμενής δασών). Ωστόσο, το σενάριο αυτό δεν επιτυγχάνει ουδετερότητα ως προς τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ορισμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου θα παραμείνουν, ιδίως στον τομέα της γεωργίας. Οι τομείς της γεωργίας και της δασοκομίας είναι μοναδικοί, καθώς μπορούν επίσης να απομακρύνουν το CO₂ από την ατμόσφαιρα. Αυτές οι ετήσιες απομακρύνσεις σήμερα είναι σημαντικές, με αποτέλεσμα την απορρόφηση περίπου 300 εκατομμυρίων τόνων CO₂ στην ΕΕ. Αλλά αυτό δεν είναι αρκετά μεγάλο για να αντισταθμίσει τις υπόλοιπες εκπομπές χωρίς πρόσθετα μέτρα που ενισχύουν το ρόλο της γης μας. Συνεπώς, πρέπει να διερευνηθούν πρόσθετες ενέργειες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η βιομάζα μπορεί να παραδοθεί με βιώσιμο τρόπο, ενισχύοντας παράλληλα τη φυσική μας απορροή ή σε συνδυασμό με τη δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα που μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένες αρνητικές εκπομπές. Το έκτο σενάριο συνδυάζει τις οικονομικά αποδοτικές δυνατότητες μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που ορίζονται στα προηγούμενα πέντε σενάρια, επιτυγχάνοντας μείωση των εκπομπών αυτών έως και 90 %. Το έβδομο και το όγδοο σενάριο αξιολογούν τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί μηδενικό ισοζύγιο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050. Πώς δηλαδή θα επιτευχθεί η κλιματική ουδετερότητα, εξετάζοντας επίσης τον ρόλο του καθαρού αρνητικού ισοζυγίου εκπομπών, για την επίτευξη μηδενικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050. Το έβδομο σενάριο πιέζει τους φορείς ενέργειας με μηδενικές εκπομπές άνθρακα και στηρίζεται στις τεχνολογίες απομάκρυνσης του CO₂ και, ειδικότερα, στη βιοενέργεια σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες CCS, για την αντιστάθμιση των εκπομπών. Αντιθέτως, το όγδοο σενάριο επικεντρώνεται περισσότερο στον αντίκτυπο της κυκλικής οικονομίας, σε έναν κόσμο όπου οι επιλογές των πελατών απομακρύνονται όλο και περισσότερο από τον άνθρακα. Διερευνά επίσης τρόπους

για την ενίσχυση της χρήσης γης ως καταβόθρας και της ανάγκης να στηρίζεται λιγότερο στις τεχνολογίες απομάκρυνσης του CO₂ για την αντιστάθμιση των υπολειπόμενων εκπομπών. Η επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας θα βασίζεται σε έναν συνδυασμό κινητήριων δυνάμεων για την ανάπτυξη όλων των επιλογών που συμβάλλουν στην επίτευξη αυτού του φιλόδοξου οράματος (EC, 2018).

2.2 Μηχανισμοί Συνεργασίας

Σε αυτή την ενότητα αναλύεται η έννοια των μηχανισμών συνεργασίας και παρουσιάζονται παραδείγματα αλλά και εμπόδια αυτών.

2.2.1 Είδη Μηχανισμών Συνεργασίας

Ενώ όλες οι χώρες της ΕΕ διαθέτουν εγχώριους ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους για να εκμεταλλευτούν, ορισμένες περιοχές της Ευρώπης έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από άλλες. Για παράδειγμα, ορισμένες χώρες ενδέχεται να έχουν περισσότερα ποτάμια κατάλληλα για υδροηλεκτρική ενέργεια, ενώ άλλα μπορεί να έχουν περισσότερη ετήσια ηλιοφάνεια καλύτερα κατάλληλη για ηλιακή ενέργεια. Η δημιουργία της εσωτερικής αγοράς ενέργειας στην Ευρώπη δημιουργεί μεγάλες ευκαιρίες στις χώρες να συνεργαστούν για την εκμετάλλευση αυτών των ανανεώσιμων πόρων και για την επίτευξη των στόχων τους για την ανανεώσιμη ενέργεια το 2020 (EC, 2014b).

Η Οδηγία 2009/28/EK σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, η οποία ακολούθως ονομάστηκε "Οδηγία ΑΠΕ", εισήγαγε ένα σταθερό νομοθετικό πλαίσιο, καθορίζοντας ατομικούς υποχρεωτικούς στόχους για το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας Κατάσταση. Επιτρέπει στα κράτη μέλη να αποφασίζουν για την τεχνολογική πορεία και το σχέδιο στήριξης για την επίτευξη των στόχων που ταιριάζουν καλύτερα στη σχετική κατάσταση της αγοράς και στις εθνικές προτιμήσεις της (EC, 2014c). Οι μηχανισμοί συνεργασίας βασίζονται στα άρθρα 6 έως 11 της οδηγίας RED I. Περιλαμβάνουν διάφορους μηχανισμούς μέσω των οποίων τα κράτη μέλη μπορούν να συνεργάζονται στον τομέα της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως στατιστικές μεταβιβάσεις, κοινά έργα και κοινά καθεστώτα στήριξης (EC, 2019b).

✓ ΚΟΙΝΑ ΕΡΓΑ ΜΕΤΑΞΥ ΚΡΑΤΩΝ ΜΕΛΩΝ

Δύο ή περισσότερες χώρες της ΕΕ μπορούν να συγχρηματοδοτήσουν ένα έργο ανανεώσιμης ενέργειας στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας ή της θέρμανσης και της ψύξης και να μοιραστούν την προκύπτουσα ανανεώσιμη ενέργεια με σκοπό την επίτευξη των στόχων τους. Αυτά τα έργα μπορούν, αλλά δεν χρειάζεται να περιλαμβάνουν τη φυσική μεταφορά ενέργειας από τη μια χώρα στην άλλη.

Οι χώρες της ΕΕ μπορούν επίσης να συνάπτουν κοινά σχέδια με τρίτες χώρες. Η προκύπτουσα ενέργεια θα υπολογιστεί για τους εθνικούς στόχους εάν το έργο περιλαμβάνει:

- Παραγωγή ηλεκτρισμού
- Τις φυσικές ροές ενέργειας στην ΕΕ (προκειμένου να διασφαλιστεί ότι το έργο έχει πραγματικό αντίκτυπο στην ποσότητα ανανεώσιμης ενέργειας που καταναλώνεται στην ΕΕ)

✓ ΚΟΙΝΑ ΚΑΘΕΣΤΩΣΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Δύο ή περισσότερες χώρες της ΕΕ μπορούν να συγχρηματοδοτήσουν ένα κοινό καθεστώς στήριξης για την προώθηση της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας σε ένα ή και στα δύο

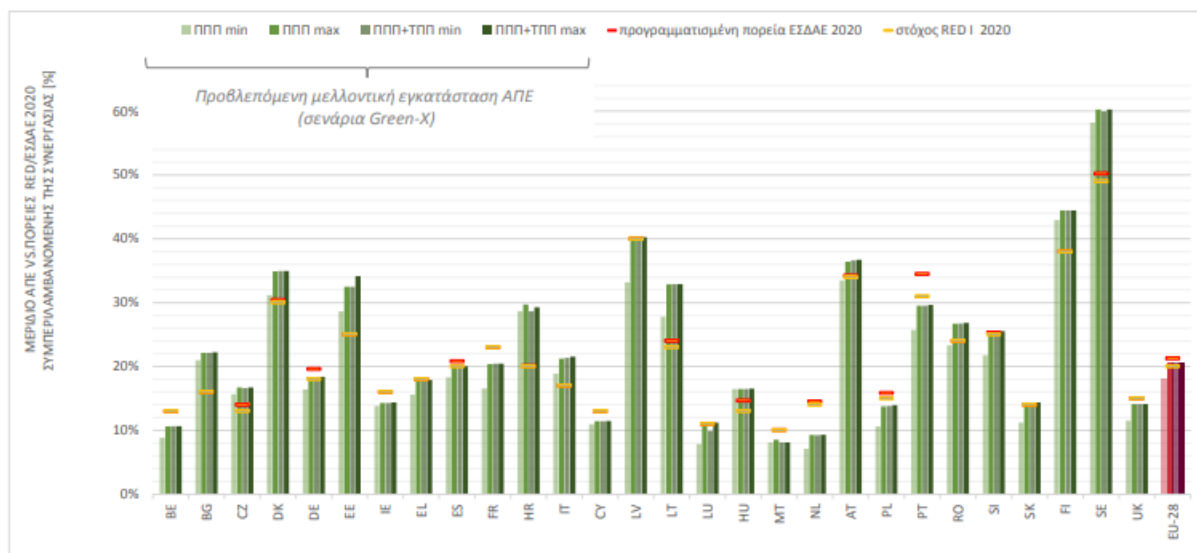
εδάφη τους για την επίτευξη των εθνικών στόχων της εκάστοτε χώρας. Αυτή η μορφή συνεργασίας μπορεί να περιλαμβάνει μέτρα όπως ένα κοινό τροφοδοτικό τέλος ή ένα κοινό καθεστώς ποσοτώσεων και εμπορικών συναλλαγών πιστοποιητικών.

✓ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΚΡΑΤΩΝ ΜΕΛΩΝ

Οι στατιστικές μεταβιβάσεις έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη διευκόλυνση της επίτευξης στόχων, καθώς τα κράτη μέλη που έχουν εξασφαλίσει υψηλότερο από τον εθνικό τους στόχο μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές αποκτούν τη δυνατότητα να μεταβιβάσουν το πλεόνασμά τους σε άλλα κράτη μέλη. Επί του παρόντος έχουν συναφθεί δύο συμφωνίες για τη χρήση αυτών των στατιστικών μεταβιβάσεων, μεταξύ του Λουξεμβούργου και της Λιθουανίας και μεταξύ του Λουξεμβούργου και της Εσθονίας. Και στις δύο περιπτώσεις, οι συμφωνίες προβλέπουν ότι το Λουξεμβούργο θα λάβει στατιστικές μεταβιβάσεις για την περίοδο 2018 - 2020 (EC, 2019b).

Η συμφωνία μεταξύ Λιθουανίας και Λουξεμβούργου είναι η πρώτη φορά που δύο κράτη μέλη της ΕΕ συμφώνησαν να μεταφέρουν στατιστικά ποσά ανανεώσιμης ενέργειας. Η συμφωνία προβλέπει ότι η Λιθουανία θα μεταφέρει ένα ορισμένο ποσό μεταξύ του 2018 και του 2020 για να βοηθήσει το Λουξεμβούργο να εκπληρώσει τον εθνικό στόχο για την ανανεώσιμη ενέργεια το 2020 (EC, 2017a). Ο στόχος της Λιθουανίας για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι 23%. Το 2015, η Λιθουανία πέτυχε ποσοστό 25,75% ανανεώσιμης ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (EC, 2017a). Αντίθετα ο εθνικός στόχος του Λουξεμβούργου για ανανεώσιμη ενέργεια για το 2020 είναι 11%. Το Λουξεμβούργο πέτυχε μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας κατά 5% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας το 2015 (EC, 2017b). Λίγες εβδομάδες αργότερα, στις 13 Νοεμβρίου 2017, υπογράφεται και η δεύτερη συμφωνία συνεργασίας μεταξύ Λουξεμβούργου και Εσθονίας. Η συμφωνία προβλέπει ότι η Εσθονία θα μεταφέρει έναν ελάχιστο όγκο στόχων για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το 2018 και το 2020 για να βοηθήσει το Λουξεμβούργο να εκπληρώσει τον εθνικό στόχο για την ανανεώσιμη ενέργεια το 2020. Η συμφωνία περιλαμβάνει τη δυνατότητα για πρόσθετες μεταφορές στο μέλλον. Τα έσοδα που εισπράττει η Εσθονία από το Λουξεμβούργο θα χρησιμοποιηθούν για τη χρηματοδότηση έργων στους τομείς της ανανεώσιμης ενέργειας ή της ενεργειακής απόδοσης (EC, 2017b). Ο εθνικός στόχος της Εσθονίας για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για το 2020 είναι 25%. Το 2015, η Εσθονία πέτυχε ποσοστό ανανεώσιμης ενέργειας 28,6% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας.

Για 7 κράτη μέλη (Αυστρία, Γερμανία, Λετονία, Ρουμανία, Σλοβενία, Σλοβακία και Ισπανία) υπάρχει ένας βαθμός αβεβαιότητας όσον αφορά την επίτευξη του στόχου ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές του 2020. Η ικανότητά τους να επιτύχουν τους οικείους εθνικούς δεσμευτικούς στόχους για το 2020 θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τα επίπεδα ζήτησης ενέργειας, σε περίπτωση που σημειωθεί σημαντική αύξηση της ζήτησης ενέργειας που θα επαναφέρει την κατανάλωση ενέργειας σε επίπεδα που συνάδουν με την αρχική τάση που προβλέπεται στο τελευταίο σενάριο αναφοράς της ΕΕ. Λαμβανομένων υπόψη των συμφωνηθέντων μηχανισμών συνεργασίας για το Λουξεμβούργο, την Εσθονία και τη Λιθουανία, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα (NOYMEPO) (EC, 2019c).



Σχήμα 8: Προβλεπόμενα μερίδια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές το 2020 έναντι στόχων της οδηγίας RED για το 2020 και προγραμματισμένων στόχων 2020 (ΕΣΔΑΕ) (%) συμπεριλαμβανομένων μηχανισμών συνεργασίας (κράτη μέλη, %). (Πηγή: EC, 2019c)

2.2.2 Οργανισμοί που προάγουν τη συνεργασία μεταξύ χωρών

ΕΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ

Η πολιτική συνεργασία μεταξύ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των χωρών της Μεσογείου λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο της Ένωσης για τη Μεσόγειο (Ένωση για τη Μεσόγειο). Η Ένωση για τη Μεσόγειο προάγει την οικονομική ολοκλήρωση σε 15 γειτονικές χώρες προς τον Νότο της ΕΕ στη Βόρεια Αφρική, τη Μέση Ανατολή και την περιοχή των Βαλκανίων. Οι άμεσοι γείτονες της ΕΕ και μέλη της θάλασσας της ΕγΜ είναι η Αλγερία, η Αίγυπτος, το Ισραήλ, ο Λίβανος, το Μαρόκο και η Τυνησία. Η συνεργασία αυτή έχει σημαντικές δυνατότητες να συμβάλει στην οικονομική και πολιτική σταθερότητα της περιοχής. Η συνεργασία στους τομείς της ενέργειας και του κλίματος αποτελεί μείζον στοιχείο της ευρωμεσογειακής εταιρικής σχέσης προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής στην περιοχή, προωθώντας ταυτόχρονα ασφαλέστερα και βιώσιμα ενεργειακά μοντέλα. Η τελευταία υπουργική διάσκεψη για την ενέργεια τον Δεκέμβριο του 2016 υπογράμμισε την ανάγκη να επικεντρωθούν μεταξύ άλλων οι εργασίες της ΕγΜ για τη διευκόλυνση του σχεδιασμού και της ανάπτυξης των διασυνδέσεων, μεταξύ άλλων μέσω της προώθησης και της ανταλλαγής πληροφοριών, αποθήκευσης ενέργειας και άλλων υποδομών, καθώς και μέσω της αξιολόγησης της ενέργειας αγορές και διαφορετικές προκλήσεις ζήτησης και προσφοράς. Επιπλέον, η ενίσχυση των διασυνδέσεων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που είναι απαραίτητες για την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας της ΕΕ, προκειμένου να διευκολυνθεί η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, να ενισχυθεί η ενεργειακή ασφάλεια στην περιοχή της ΕγΜ και να προωθηθεί η ανάπτυξη των διασυνδέσεων σε περιφερειακό και ευρωμεσογειακό επίπεδο (EC, 2019f).

ENTSO-E

Το ENTSO-E, το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Διαχειριστών Συστημάτων Μεταφοράς, αντιπροσωπεύει 43 φορείς εκμετάλλευσης συστημάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από 36 χώρες σε ολόκληρη την Ευρώπη, επεκτείνοντας έτσι τα σύνορα της ΕΕ. Οι Διαχειριστές Συστημάτων Μεταφοράς (ΔΣΜ) είναι υπεύθυνοι για τη μαζική μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας στα κύρια ηλεκτρικά δίκτυα υψηλής τάσης. Οι ΔΣΜ παρέχουν πρόσβαση στο δίκτυο στους φορείς της

αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (δηλ. Οι εταιρείες παραγωγής, οι έμποροι, οι προμηθευτές, οι διανομείς και οι άμεσα συνδεδεμένοι πελάτες) σύμφωνα με κανόνες που δεν εισάγουν διακρίσεις και είναι διαφανείς. Σε πολλές χώρες, οι ΔΣΜ είναι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη της υποδομής του δικτύου. Το ENTSO-E ιδρύθηκε και έλαβε νομικές εντολές από την τρίτη δέσμη μέτρων της ΕΕ για την εσωτερική αγορά ενέργειας το 2009, η οποία στοχεύει στην περαιτέρω ελευθέρωση των αγορών φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ. Το ENTSO-E προωθεί στενότερη συνεργασία μεταξύ των ευρωπαϊκών ΔΣΜ για να στηρίξει την εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ και να επιτύχει τους στόχους της ευρωπαϊκής πολιτικής στον τομέα της ενέργειας και του κλίματος, οι οποίοι αλλάζουν την ίδια τη φύση του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Οι κύριοι στόχοι του ENTSO-E είναι να επικεντρωθούν στην ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, και η ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας (ΙΕΜ), η οποία έχει κεντρική σημασία για την επίτευξη της ενεργειακής απόδοσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης τους στόχους της πολιτικής για την οικονομική προσιτότητα, τη βιωσιμότητα και την ασφάλεια του εφοδιασμού (Wikipedia, 2019b).

Med-TSO

Η Med-TSO είναι η εθελοντική ένωση μεσογειακών Διαχειριστών Συστημάτων Μεταφοράς (ΔΣΜ), η οποία συστάθηκε στις 19 Απριλίου 2012 στη Ρώμη. Αρχικά αποτελούμενο από εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας από 15 χώρες της Μεσογείου, αποτελείται από 20 μέλη από 18 χώρες. Το 2013 η Med-TSO ξεκίνησε τις επιχειρησιακές του δραστηριότητες, με την πρώτη του πρωτοβουλία να βασίζεται σε μια διαδικασία πολυμερούς συνεργασίας για τον συντονισμένο σχεδιασμό των διασυνδέσεων και των εσωτερικών δικτύων ανάπτυξης κάθε χώρας, η οποία παρήγαγε το Γενικό Σχέδιο των Μεσογειακών Διασυνδέσεων. Στόχος του είναι η εκπόνηση ενός κοινού συνόλου κανόνων για ένα μεσογειακό σύστημα ενέργειας, του οποίου ο τελικός στόχος είναι η ανάπτυξη ενός κοινού σχεδίου βασικών κωδίκων δικτύου ή κανόνων που ισχύουν για τα συστήματα ισχύος των χωρών μελών της Med-TSO. Η συνεργασία με το ENTSO-E αξίζει ιδιαίτερη μνεία. Διάφοροι παράγοντες ενισχύουν τη συνεργασία με το ENTSO-E (Med-TSO, 2014):

- ✓ Ένα μεγάλο μέρος των μελών του Med-TSO είναι επίσης μέλη του ENTSO-E. Διαφορετικές προσεγγίσεις στην ανάπτυξη των ίδιων δικτύων θα ήταν αναποτελεσματική
- ✓ Οι ίδιοι ΔΣΜ πρέπει να συμμορφώνονται με τη νομοθεσία και τους κανονισμούς της ΕΕ. Το ENTSO, ως θεσμικό όργανο, παίζει ρόλο στο πλαίσιο αυτό
- ✓ Το ENTSO-E απέκτησε εμπειρία ως Ένωση στην αυξανόμενη συναίνεση σε θέματα εναρμόνισης. Θα ήταν αναποτελεσματικό να αγνοήσουμε αυτά τα γεγονότα και να ξαναρχίσουμε από το μηδέν
- ✓ Το ENTSO-E και το Med-TSO συμμερίζονται τον ίδιο στόχο για τη θέσπιση ρυθμίσεων για τη σταθερότητα του στον ενεργειακό τομέα και προς όφελος της κοινωνίας.

Ωστόσο, η Med-TSO έχει διαφορετικό υπόβαθρο διακυβέρνησης και η εναρμόνιση δεν συνεπάγεται απαραίτητα την επιβολή των ίδιων κανόνων. Στο πλαίσιο αυτό, η ομοφωνία είναι ένας σημαντικός τρόπος επίτευξης συναίνεσης για κοινές αρχές.

2.2.3 Μηχανισμοί Συνεργασίας με τρίτες χώρες

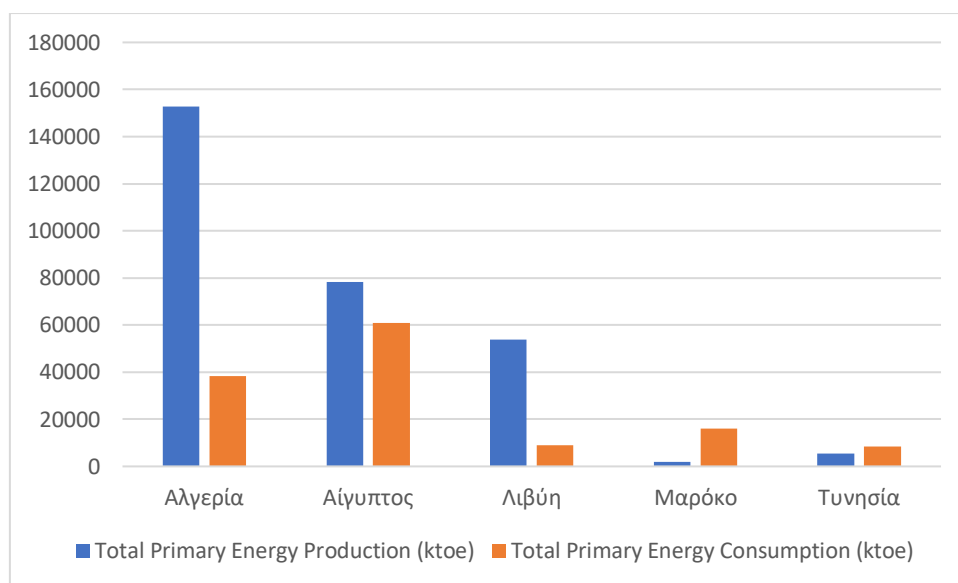
Η έννοια του «κοινού έργου με τρίτες χώρες» σύμφωνα με το άρθρο 9 της οδηγίας επιτρέπει σε ένα ή περισσότερα κράτη μέλη να συνεργάζονται με μια τρίτη χώρα, υποστηρίζοντας ένα έργο ανανεώσιμης ενέργειας εκτός του εδάφους των κρατών μελών της ΕΕ, με αποτέλεσμα μέρος της παραγωγής ενέργειας που αντιπροσώπευαν τους στόχους των κρατών μελών για

το 2020. Η κεντρική πρόσθετη προϋπόθεση σε σχέση με την ενδοευρωπαϊκή συνεργασία είναι ότι μόνο ηλεκτρικά έργα είναι επιλέξιμα και ότι η φυσική εισαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ είναι επιτακτική. Η οδηγία απαιτεί κατανάλωση στην ΕΕ (EC, 2013). Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα επικεντρωθούμε σε αυτόν τον μηχανισμό συνεργασίας.



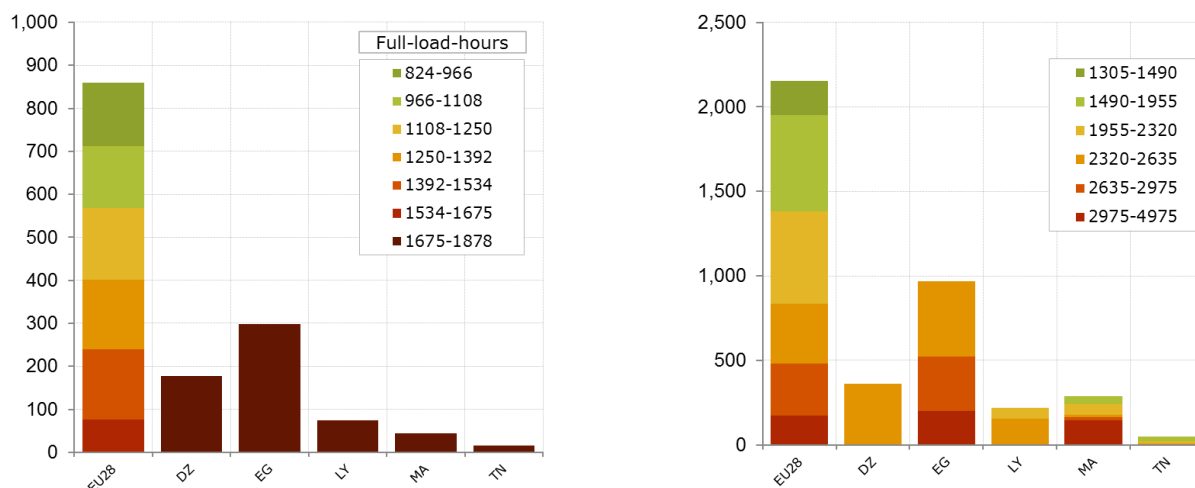
Σχήμα 9: Χάρτης της Βόρειας Αφρικής (Μαρόκο, Αλγερία, Τυνησία, Λιβύη, Αίγυπτος). (Πηγή: BETTER project 2015b)

Οι χώρες της Βόρειας Αφρικής αντιπροσωπεύουν διαφορετικές αφετηρίες όσον αφορά τη διαθεσιμότητα πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου του δυναμικού για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Όλες οι χώρες της περιοχής διαθέτουν επαρκές δυναμικό ΑΠΕ για την κάλυψη σχεδόν όλων των αναγκών της τρέχουσας και μακροπρόθεσμης προσωρινής ζήτησης, ιδίως των διαφόρων υπηρεσιών που παρέχονται από την ηλεκτρική ενέργεια (φωτισμός, κλιματισμός, θέρμανση, τηλεπικοινωνίες, μεταφορές, ηλεκτρικοί σιδηρόδρομοι, κλπ.). Η ηλιακή ενέργεια είναι η μεγαλύτερη φυσική πηγή. Μακροπρόθεσμα, αυτή η μορφή ενέργειας αναμένεται να αποκτήσει δεσπόζουσα θέση ως ενεργειακός εφοδιασμός στην περιοχή της Βόρειας Αφρικής και πιθανότατα στις περισσότερες άλλες περιοχές της αφρικανικής ηπείρου. Αυτό ενισχύεται από τη συγκριτική ικανότητα των διαφόρων πηγών, τεχνολογικών εξελίξεων και επιτευγμάτων, έργων και προγραμμάτων που βρίσκονται σε εξέλιξη (BETTER project, 2015b). Η τρίτη χώρα θα επωφεληθεί δυνητικά από τις άμεσες ξένες επενδύσεις μέσω του έργου που συνεπάγεται μια σειρά από κοινά οφέλη, όπως η δημιουργία θέσεων εργασίας και δυνητικά πρόσθετες επιχειρήσεις στην αλυσίδα αξίας. Σε περίπτωση μερικής οικιακής χρήσης κατανάλωσης, το έργο θα αποφέρει επίσης περιβαλλοντικά οφέλη και συμβολή για την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας (EC, 2013).



Σχήμα 10: Πρωτογενής παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας στη Βόρεια Αφρική (2017) (Δεδομένα από IEA 2017)

Παρακάτω απεικονίζονται οι τεχνικές δυνατότητες για την ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια και τη χερσαία αιολική ενέργεια για καθεμία από τις πέντε χώρες. Προκειμένου να ληφθεί μια ιδέα σχετικά με τις σχετικές αναλογίες των διαθέσιμων δυνατοτήτων, για παράδειγμα, των ηλιακών φωτοβολταϊκών και χερσαίων αιολικών πάρκων στην περιοχή της Βόρειας Αφρικής, αθροίσαμε το συνολικό διαθέσιμο δυναμικό της ΕΕ-28 συνολικά και σε σύγκριση με τις δυνατότητες καθεμίας από τις πέντε χώρες της Βόρειας Αφρικής (BETTER project 2015b).



Σχήμα 11: Τεχνικές δυνατότητες της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας και τεχνικό δυναμικό του ανέμου στην ξηρά [TWh] (Πηγή: BETTER project 2015b)

Το αριστερό διάγραμμα δείχνει ότι οι χώρες της Βόρειας Αφρικής διαδραματίζουν στον δικό τους σύνδεσμο όσον αφορά τις διαθέσιμες πλήρεις ώρες, οι οποίες είναι όλες πάνω από τις 1675 ώρες/έτος, κάτι που δεν είναι διαθέσιμο καθόλου στην ΕΕ. Οι μεγαλύτερες διαθέσιμες δυνατότητες εντοπίζονται στην Αλγερία και την Αίγυπτο. Οι διαθέσιμες δυνατότητες για ηλιακά φωτοβολταϊκά εντός της Λιβύης είναι στο μέγεθος των καλύτερων θέσεων στην Ισπανία, την Ιταλία και την Πορτογαλία συνδυασμένα (BETTER project, 2015b).

Τα δεξιό διάγραμμα δείχνει την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα στην ΕΕ-28 κερσαίων ανέμων σε σύγκριση με τις πέντε χώρες της Βόρειας Αφρικής. Το διαθέσιμο δυναμικό με άριστες συνθήκες ανέμου στην Αίγυπτο είναι στο μέγεθος όλων των διαθέσιμων χώρων της ίδιας ποιότητας εντός της ΕΕ των 28. Σε σύγκριση με την ΕΕ των 28, η Αλγερία, η Λιβύη και το Μαρόκο κατέχουν έναν σημαντικό όγκο καλών εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας. Αν και δεν φαίνεται από το μέγεθος, λόγω του μεγέθους της, η Τυνησία φαίνεται λιγότερο σημαντική, αλλά με 51 TWh στην ίδια κατηγορία με την Ολλανδία (BETTER project, 2015b). Η υδροηλεκτρική ενέργεια στη Βόρεια Αφρική είναι διαθέσιμη σε μικρό μόνο βαθμό και δεν θα συμβάλει σημαντικά σε ένα μελλοντικό βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Επομένως δε θα πραγματοποιηθεί ανάλυση της συγκεκριμένης πηγής στα πλαίσια της συνεργασίας ΕΕ με ΑΠΕ.

Ιδίως από μελέτη περιπτώσεων, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι, επί του παρόντος, το Μαρόκο είναι η πλέον ελκυστική χώρα για τις επενδύσεις της ΗΕ-ΑΠΕ στη Βόρεια Αφρική, με αρκετά καλές υποδομές, μια καλά διαφοροποιημένη οικονομία, έναν καλά αναπτυγμένο τραπεζικό τομέα, σχετικά σταθερούς όρους πολιτικής και ισχυρή αύξηση του ΑΕΠ. Επιπλέον, η πολιτική και το κανονιστικό πλαίσιο στον τομέα της ΗΕ-ΑΠΕ στο Μαρόκο μπορούν να χρησιμεύσουν ως καλό παράδειγμα για άλλες χώρες για την επιτυχή ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην περιοχή. Ειδικότερα, το 2019 ήταν μέχρι στιγμής ένας καλός χρόνος για τις σχέσεις ΕΕ-Μαρόκου. Τον Φεβρουάριο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε τροποποιήσεις στις συμφωνίες σύνδεσης και αλιείας μεταξύ ΕΕ και Μαρόκου, εξετάζοντας τη διαμάχη σχετικά με τη συμπερίληψη της Δυτικής Σαχάρας στο πεδίο εφαρμογής αυτών των συμφωνιών. Αυτό βοήθησε να ανοίξει ο δρόμος για μια κοινή δήλωση στο επιτυχημένο Συμβούλιο Σύνδεσης τον Ιούνιο του 2019, το οποίο θέτει, μεταξύ άλλων, ορισμένους φιλόδοξους στόχους για την ασφάλεια, τη διαχείριση της μετανάστευσης, το κλίμα, το εμπόριο και την ανάπτυξη (BETTER project, 2015b; Moran, 2019).

Η ΕΕ έχει σημαντικά εμπορικά συμφέροντα στο Μαρόκο, με μεγάλα αποθέματα ευρωπαϊκών επενδύσεων, ιδίως στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Για το Μαρόκο, η ΕΕ είναι μακράν ο μεγαλύτερος οικονομικός της εταίρος, αντιπροσωπεύοντας πάνω από το ήμισυ του εμπορίου και των επενδύσεών της. Έχει επίσης σημαντικούς δεσμούς με την Ευρώπη μέσω των σημαντικών κοινοτήτων του Μαρόκου στην Ισπανία, τη Γαλλία και αλλού, οι οποίες παράγουν σημαντικά εμβάσματα και τουρισμό. Ωστόσο, τα ανθρώπινα δικαιώματα και η δημοκρατία παραμένουν θέματα αμφισβήτησης και υπήρξαν πολλές διαδηλώσεις διαμαρτυρίας τα τελευταία χρόνια, αρκετές από τις οποίες σχετιζόνταν με ανισότητες εισοδήματος και διαφθορά, αν και σε σχέση με πολλές άλλες χώρες της Μέσης Ανατολής και της Βόρειας Αφρικής, το Μαρόκο έχει δείξει πρόοδο στην προώθηση της πολιτικής ένταξης, κυρίως των κυριότερων ισλαμικών κομμάτων στην κυβέρνηση, και της λογοδοσίας, ενός χώρου στον οποίο ο βασιλιάς Μωάμεθ του Έκτου έχει δείξει ισχυρή ηγεσία (Moran, 2019).

Η σκηνή θα μπορούσε τώρα να τεθεί για μια νέα φάση στις σχέσεις ΕΕ-Μαρόκου. Είναι πιθανό η νέα ηγεσία της ΕΕ, μόλις επιβεβαιωθεί, θα κατανοήσει γρήγορα τις δυνατότητες για μεγαλύτερη συνεργασία. Επιστροφή στις συνομιλίες σχετικά με μια εταιρική σχέση κινητικότητας, στην οποία το βασικό εμπόδιο θα συνεπάγεται τη διευκόλυνση της νόμιμης μετανάστευσης από την ΕΕ για επιχειρηματίες, φοιτητές και νέους εργαζόμενους, με αντάλλαγμα το Μαρόκο να εντείνει περαιτέρω τη συνεργασία για τον έλεγχο της παράνομης μετανάστευσης, σχετικά με την επιστροφή. Η ισχυρή δέσμευση των δύο μερών για τη συμφωνία του Παρισιού συνεπάγεται ότι η συνεργασία για την κλιματική αλλαγή είναι ένας χώρος όπου θα μπορούσαν να υπάρξουν πολλές συμφωνίες: το Μαρόκο είναι ήδη ηγέτης στην περιοχή του στην ανανεώσιμη ενέργεια (είναι κάτοχος της μεγαλύτερης μονάδας συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας στον κόσμο). Η ΕΕ και το Μαρόκο έχουν δεσμευτεί να ξαναρχίσουν διαπραγματεύσεις για μια βαθιά και συνολική συμφωνία ελευθέρων συναλλαγών (DCFTA), όπου οι συνομιλίες έχουν σταματήσει από το 2014. Αυτή η πολιτική

δέσμευση θα απαιτήσει μια νέα προσφορά από την ΕΕ, εάν πρόκειται να ξεκινήσουν ουσιαστικές συνομιλίες. Ορισμένες ομάδες επιχειρήσεων και κοινωνίας των πολιτών δεν έχουν ακόμη πειστεί και θα χρειαστούν προσεκτική καλλιέργεια. Το Μέτωπο Polisario πρόβαλε νομική αμφισβήτηση στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο στην απόφαση της ΕΕ να επεκτείνει τις συμφωνίες ώστε να περιλάβει τη Δυτική Σαχάρα στο πεδίο εφαρμογής τους (Moran, 2019).

Όλα τα παραπάνω, δείχνουν πως η συνεργασία με μια τέτοια χώρα, παρόλο που μπορεί να μην είναι εύκολη, θα φέρει μια λύση στα προβλήματα της ΕΕ με τη Βόρεια Αφρική και θα δημιουργηθεί ένα νέο μονοπάτι αλληλεγγύης μεταξύ των εμπλεκόμενων χωρών.

2.2.4 Εμπόδια στους Μηχανισμούς Συνεργασίας

Όπως γίνεται φανερό τέτοιου είδους συνεργασίες δεν είναι εύκολα επιτεύξιμες. Ένα θεμελιώδες προαπαιτούμενο για την πραγματοποίηση των εξαγωγών ΗΕ-ΑΠΕ από τη Βόρεια Αφρική στην Ευρώπη είναι ένα πειστικό επιχείρημα τόσο για τη Βόρεια Αφρική όσο και για την ΕΕ, δηλαδή για την επίτευξη αμοιβαίων οφελών. Η Βόρεια Αφρική δεν θα μπορούσε να επωφεληθεί από μια στρατηγική που θα εξάγει τις φθηνότερες ενεργειακές επιλογές της σε άλλα μέρη, αφήνοντας την περιοχή πίσω στην κάλυψη της δικής της ζήτησης με τις πιο δαπανηρές επιλογές (BETTER project, 2015b). Ο μηχανισμός συνεργασίας για κοινά έργα μεταξύ της ΕΕ και τρίτων χωρών περιλαμβάνει την ανεπαρκή υποδομή δικτύου (προκειμένου να μεταφερθεί η ενέργεια στην Κοινότητα), τις γεωπολιτικές αναταραχές, τους κινδύνους περιορισμένης δημόσιας αποδοχής, τους υφιστάμενους νομικούς περιορισμούς και τα σύνθετα συστήματα χρηματοδότησης. Ωστόσο, και παρά τις δυνητικές δυσκολίες που αντιμετωπίζει η εφαρμογή του μηχανισμού, δεδομένου ότι ένα τέτοιο σχέδιο πρέπει να είναι σε θέση να προσελκύσει ιδιωτική χρηματοδότηση, υπάρχουν σημαντικά οφέλη (Papapostolou et al. , 2017). Τους φραγμούς που εμποδίζουν τους μηχανισμούς συνεργασίας, μπορούμε να τους χωρίσουμε σε 3 επίπεδα:

- Μακροοικονομικό επίπεδο
- Μικροοικονομικό επίπεδο
- Εμπόδια στη δημόσια συζήτηση



Σχήμα 12: Εμπόδια στους μηχανισμούς συνεργασίας. (Πηγή: BETTER Project, 2015a)

Μακροοικονομικό Επίπεδο

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το άρθρο 9 περιλαμβάνει την προϋπόθεση ότι η ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές μεταφέρεται υλικώς στην ΕΕ. Όπως και για κάθε κοινό σχέδιο, θα πρέπει να διεξαχθεί μια υγιής ανάλυση κόστους-οφέλους. Η μόνη σημαντική διαφορά στην ανάλυση του κόστους και των οφελών ενός κοινού έργου με τρίτες χώρες σε σύγκριση με ένα κοινό έργο εντός της ΕΕ είναι το κόστος της πρόσθετης υποδομής μεταφοράς που μπορεί να είναι απαραίτητη για να επιτρέψει τη φυσική ροή της ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ. Σε περιπτώσεις που υπάρχει επαρκής δυναμικότητα διασύνδεσης, η συνολική ανάλυση κόστους-οφέλους θα διαφέρει μόνο από την ανάλυση άλλου κοινού έργου όσον αφορά τη συμβολή (σε μεγάλο βαθμό μη ποσοτικοποιήσιμη) στην επίτευξη πολιτικών στόχων, ιδίως στους τομείς της αναπτυξιακής πολιτικής και της ευρύτερης εξωτερικής πολιτικής (EC, 2013). Σε περιπτώσεις, όμως, όπου η διασύνδεση δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμα, το διασυνοριακό εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές θα χρειαστεί νέες ή πρόσθετες δυνατότητες διασυνδέσεων, που διαφορετικά θα λειτουργούσε ως σημαντικό εμπόδιο για τη συνεργασία. Παράλληλα με τις σημαντικές επενδυτικές απαιτήσεις, θα προκύψουν ζητήματα σχετικά με τη διαχείριση της συμφόρησης, την προτεραιότητα αποστολής, τους κανόνες εξισορρόπησης και την πρόσβαση στη διασύνδεση (BETTER project, 2015a).

Μία από τις προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση αυτού του εμποδίου είναι να καταστεί δυνατή η πρόσβαση στις χώρες που είναι αποδέκτες έργων κοινών έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (γειτονικές χώρες όπως η περιοχή της Βόρειας Αφρικής, τα Δυτικά Βαλκάνια και η Τουρκία) στον Ευρωπαϊκό Οικονομικό Χώρο για τους σκοπούς της οδηγίας RED, μετά τη συμμόρφωση με τις υποχρεώσεις που επιβάλλει στις χώρες για τη μεταφορά της εν λόγω οδηγίας στο εθνικό τους δίκαιο. Στη συνέχεια, μπορεί να ανακληθεί ο όρος της φυσικής

παράδοσης ΑΠΕ στην ΕΕ. Είναι, ωστόσο, σημαντικό να σημειωθεί ότι για την εφαρμογή του ΕΟΧ, μια χώρα πρέπει να πληροί τα πρότυπα διακυβέρνησης της ΕΕ, όπως η χρηστή διοίκηση, το κράτος δικαίου κ.λπ. (BETTER project, 2015a). Συνεπώς αυτή η προσέγγιση δεν είναι εύκολα επιτεύξιμη για το βραχυπρόθεσμο μέλλον και θα χρειαστούμε ένα χρονικό πλαίσιο πέρα του 2020.

Μια άλλη προσέγγιση είναι η πρόσβασή τους στη Συνθήκη για την Ενεργειακή Κοινότητα και, ως εκ τούτου, η προσήλωσή τους στο κεκτημένο της ΕΕ στον τομέα της ενέργειας. Τα συμβαλλόμενα μέρη της Ενεργειακής Κοινότητας μπορούν να συμμετέχουν αφ' εαυτού σε όλους τους μηχανισμούς συνεργασίας. Οι στατιστικές μεταβιβάσεις για τους σκοπούς της επίτευξης του στόχου είναι δυνατές ανεξάρτητα από τη φυσική ροή της ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, οι στατιστικές μεταβιβάσεις υπόκεινται σε ορισμένες προϋποθέσεις και σε προηγούμενη συμφωνία από το Συμβούλιο Υπουργών. Για να είναι επιλέξιμα, τα συμβαλλόμενα μέρη πρέπει να εφαρμόζουν την οδηγία 2009/28/ΕΚ, όπως προσαρμόστηκε από το Συμβούλιο Υπουργών, να υπερβαίνουν την ενδεικτική πορεία και να καταρτίζουν στατιστικές για την ενέργεια σύμφωνα με το κεκτημένο (BETTER project, 2015a).

Μια τρίτη προσέγγιση, είναι μέσω διμερών συμφωνιών, για να καταστεί δυνατή βραχυπρόθεσμα η στατιστική μεταβίβαση και να διασφαλιστεί η θέσπιση όλων των πλαισίων – από τις αναγκαίες αναβαθμίσεις του δικτύου και τις κανονιστικές τροποποιήσεις για τη δημιουργία ενός χρηματοδοτικού καθεστώτος για την αναβάθμιση των υποδομών διασύνδεσης, ώστε να εξασφαλιστεί μακροπρόθεσμα η μεταφορά. Για τον σκοπό αυτό, οι χώρες υποδοχής θα πρέπει να καθορίσουν τα εθνικά τους σχέδια δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που παρουσιάζουν τους στόχους τους για το 2020 και το 2030. Τυχόν πλεόνασμα που υπερβαίνει αυτούς τους στόχους θα μπορούσε να συνυπολογιστεί από στατιστική άποψη για την επίτευξη των στόχων της ΕΕ. εν τω μεταξύ, θα πρέπει να αναβαθμιστούν όλες οι απαραίτητες βαθμίδες και οι διασυνδέσεις τόσο στις χώρες αποδοχής όσο και στην ΕΕ, ώστε να επιτευχθούν οι δύο τρόποι ροής πέραν του 2030 (BETTER project, 2015a).

Πρέπει να δοθεί η δέουσα προσοχή στην ανάγκη εξασφάλισης επαρκών μακροπρόθεσμων δικαιωμάτων για τη χρήση της δυναμικότητας μεταφοράς σε σχετικές γραμμές διασύνδεσης από τη χώρα υποδοχής στη χώρα αποδοχής. Κατ' αρχήν, τα μακροπρόθεσμα δικαιώματα μεταφοράς έρχονται σε αντίθεση με το πνεύμα του μοντέλου-στόχου για τις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι τα εν λόγω δικαιώματα ενδέχεται να μειώσουν τον ανταγωνισμό για την απόκτηση δικαιωμάτων μεταφοράς σε σύντομο χρονικό διάστημα και, ως εκ τούτου, τη λειτουργία της αγοράς. Τα μακροπρόθεσμα δικαιώματα μεταφοράς θα διαδραματίσουν καίριο ρόλο για τους κοινούς προγραμματιστές έργων ΑΠΕ για τη διασφάλιση της πρόσβασης στην αγορά καθ' όλη τη διάρκεια του έργου τους και θα παρέχουν ασφαλή πηγή εσόδων για τη χρηματοδότηση νέων υποδομών μεταφοράς. Εν προκειμένω, πρέπει να χαραχθεί και να εγκριθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μια αποδεκτή συμβιβαστική λύση (BETTER project, 2015a).

Κατά την ανάπτυξη ενός διεθνούς νομικού πλαισίου, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι τομείς (BETTER project, 2015a):

- Σαφής προσδιορισμός των οφελών της πιθανής συμφωνίας για τις επιχειρήσεις (αύξηση της δυνατότητας πρόβλεψης της δράσης της χώρας υποδοχής και των σχετικών απαντήσεων των επενδυτών), χώρα (-ές) υποδοχής (κατοχύρωση του δικαιώματος ρύθμισης εντός των παραδοσιακών ορίων, προσέλκυση περισσότερων ιδιωτικών επενδύσεων) και οργανώσεων της κοινωνίας των πολιτών, ώστε οι διαπραγματεύσεις να έχουν ευρεία και ισχυρή στήριξη.
- Να είναι όσο το δυνατόν διαφανέστερη μέσα και γύρω από τις διαπραγματεύσεις, συμπεριλαμβανομένης της προβολής σε ευρύ φάσμα ενδιαφερόμενων φορέων τόσο

στις επιχειρήσεις όσο και στην κοινωνία των πολιτών.

- Να περιλαμβάνει σαφείς ορισμούς των «επενδύσεων», του «επενδυτή» και της «απαλλοτρίωσης», ώστε τα μέρη της συμφωνίας να μπορούν να κατανοήσουν την ισορροπία που δημιουργείται μεταξύ ιδιωτικών και δημόσιων συμφερόντων.

Μικροοικονομικό Επίπεδο

Μία από τις πρώτες απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή των κοινών έργων ΑΠΕ είναι η νομική και οικονομική δυνατότητα επενδύσεων σε αγορές ενέργειας τρίτων χωρών. Όταν η νομοθεσία της χώρας υποδοχής για τις άμεσες ξένες επενδύσεις περιορίζει ή επιβάλλει κόστος στις ξένες επενδύσεις, ή η έγκριση άμεσων ξένων επενδύσεων μπορεί να αποτελεί προϋπόθεση για τις συμβάσεις που θεσπίζουν τα κοινά έργα, ο κίνδυνος τέτοιων παρεμβάσεων ενδέχεται να επιβαρύνει τα κοινά έργα ΑΠΕ. Για παράδειγμα (BETTER project, 2015a):

i. Οι ξένες επενδύσεις ενδέχεται να απαιτούν κυβερνητική έγκριση, η οποία μπορεί να μην είναι πάντοτε δυνατή. απαιτείται προηγούμενη έγκριση από την κυβέρνηση, για παράδειγμα, στην Τυνησία.

ii. Ενδέχεται να ισχύουν περιορισμοί στην ξένη ιδιοκτησία περιουσιακών στοιχείων (ιδίως οικοπέδων). Σε ορισμένες χώρες, οι επενδύσεις περιορίζονται σε ένα ορισμένο επίπεδο ιδίων κεφαλαίων στο πλαίσιο ενός έργου, ενώ σε άλλες οι κοινές επιχειρήσεις πρέπει να κατέχουν τουλάχιστον το 50 % της τοπικής ιδιοκτησίας. Ρυθμίσεις κυριότητας που σχετίζονται με την πρόσβαση σε γη, την ιδιοκτησία του δικτύου και, τέλος, ζητήματα ιδιοκτησίας που σχετίζονται με την (τις) εγκατάσταση (-εις) είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την πρόσβαση σε επαρκή ίδια κεφάλαια και πρέπει να προγραμματίζονται σε πρώιμο στάδιο της διαδικασίας, ώστε να εξαλείφονται οι κίνδυνοι που συνδέονται με την ιδιοκτησία. Η απόκτηση γης για έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μπορεί να είναι περίπλοκη, λόγω του κατακερματισμού της ιδιοκτησίας γης, των παρωχημένων πληροφοριών στο κτηματολόγιο, και των διφορούμενων δικαιωμάτων ιδιοκτησίας. Οι κατασκευαστές πρέπει να λαμβάνουν άδειες από όλους τους ιδιοκτήτες μικρών εκτάσεων για την ανάπτυξη υποδομών που μεταφέρουν τη γη τους. Πολλές ιδιοκτησίες σε απομακρυσμένες περιοχές δεν είναι καταχωρημένες στο κτηματολόγιο, με αποτέλεσμα οι ιδιοκτήτες να στερούνται επίσημων εγγράφων ιδιοκτησίας.

Παράλληλα, τα υψηλά γραφειοκρατικά εμπόδια, οι αδιαφανείς διοικητικές διαδικασίες, με χρονοβόρες, πολύπλοκες και επαχθείς διαδικασίες αδειοδότησης για τα νέα έργα ΑΠΕ, μπορούν να αποτελέσουν εμπόδιο για τους φορείς ανάπτυξης έργων. Συχνά απαιτούνται πολλές διαφορετικές άδειες και εμπλέκονται πολλά ιδρύματα. Οι διαδικασίες αδειοδότησης δεν λαμβάνουν πάντα υπόψη το μέγεθος των έργων με ουσιαστικό τρόπο που οδηγεί σε περιττούς περιορισμούς για μικρής κλίμακας έργα. Επίσης, η έλλειψη προδραστικού χωροταξικού σχεδιασμού για ενεργειακούς σκοπούς μπορεί να οδηγήσει σε εκτενείς διαδικασίες ανακατανομής σε ζώνες. Για τις γειτονικές χώρες που υπέγραψαν τη « Συνθήκη για τον Χάρτη Ενέργειας», ένα διεθνές σύστημα συνθηκών που ισχύει από το 1998, το οποίο σχεδιάστηκε για την ενίσχυση του διεθνούς κράτους δικαίου σε θέματα ενέργειας, με τη δημιουργία κοινών αρχών ρύθμισης της ενέργειας για όλες τις συμμετέχουσες κυβερνήσεις, και την ανάπτυξη των συμπληρωματικών ρυθμιστικών συστημάτων που απαιτούνται για τη στήριξη του έργου ΑΠΕ (Energy Charter, 2019), θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό βήμα για την ελαχιστοποίηση ορισμένων από τα νομικά ζητήματα που αφορούν την ενέργεια. Μέχρι σήμερα, η συνθήκη έχει υπογραφεί ή κυρωθεί από 53 κράτη (Energy Charter, 2019). Καμία κυβέρνηση στη Βόρεια Αφρική δεν έχει υπογράψει τη συνθήκη και μόνο η Συρία, η Ιορδανία και το Μαρόκο υπέγραψαν τον χάρτη του 1991 που ήταν πρόδρομος της συμφωνίας (BETTER project, 2015a).

Όπως αναφέρεται στο μακροπροληπτικό επίπεδο, απουσία ή ανεπαρκής δυναμικότητα μεταφοράς μεταξύ της χώρας υποδοχής και της χώρας εκτός της εν λόγω χώρας μπορεί να σταθεί εμπόδιο στα κοινά έργα ΑΠΕ. Ακόμη και αν τα οφέλη ενός από τα κοινά έργα ΑΠΕ καθιστούν δυνατή την ανάπτυξη νέων δυνατοτήτων διασύνδεσης για τον ξενιστή και τη χώρα εκτός της εν λόγω χώρας, αυτό ενδέχεται να μην ισχύει απαραίτητως για μια χώρα διαμετακόμισης. Επομένως, η ανεπαρκής δυναμικότητα του δικτύου μεταφοράς σε χώρα διαμετακόμισης θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό εμπόδιο για τα κοινά έργα ΑΠΕ. αν και ένα τιμολόγιο πρόσβασης που λαμβάνεται από τον ΔΣΜ διαμετακόμισης δεν επαρκεί για την πραγματοποίηση επενδύσεων στην αναβάθμιση της παραγωγικής ικανότητας ή/ και σε νέες γραμμές μεταφοράς, αυτό το σημείο συμφόρησης μπορεί να αντιμετωπιστεί με δύο τρόπους (BETTER project, 2015a):

- Η χώρα διαμετακόμισης να λαμβάνει ένα ορισμένο μερίδιο της ΗΕ-ΑΠΕ που πρέπει να συνυπολογίζεται για τον δικό της στόχο, ποσοστό που επαρκεί για την αντιστάθμιση του κόστους που σχετίζεται με αναβαθμίσεις του δικτύου
- Οι δαπάνες που συνδέονται άμεσα με το εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές να είναι κοινές για τις χώρες της χώρας υποδοχής και της χώρας εκτός έδρας. Αυτό, ωστόσο, θα μπορούσε να είναι αρκετά προβληματικό, καθώς υπάρχει το ζήτημα της χρήσης των ίδιων γραμμών μεταφοράς για την γκρίζα ηλεκτρική ενέργεια

Από τη στιγμή που επιλύεται η δυναμικότητα διασύνδεσης και τα ζητήματα προτιμησιακής πρόσβασης, η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που παράγεται από τη χώρα υποδοχής στη χώρα αποδοχής πρέπει να ορίζεται αυστηρά ως προς την κατανομή δυναμικότητας διασύνδεσης από όλους τους αρμόδιους ΔΣΜ, από τον φορέα υποδοχής, από τη χώρα διέλευσης και από τις χώρες αναχώρησης (BETTER project, 2015a). Επιπλέον, πολλά είναι και τα εμπόδια σχετικά με τα επενδυτικά πλαίσια, τον κίνδυνο χώρας και την πρόσβαση σε κεφάλαια (BETTER project, 2015b). Οι χαμηλές και επιδοτούμενες τιμές της ενέργειας και η επιδοτούμενη ηλεκτρική ενέργεια από ορυκτά καύσιμα δημιουργούν στρεβλώσεις της αγοράς και αποθαρρύνουν τις επενδύσεις σε ΑΠΕ, εφόσον οι τεχνολογίες ΗΕ-ΑΠΕ δεν επιδοτούνται εξίσου. Έλλειψη κεφαλαίων για τη χρηματοδότηση νέων έργων παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, π.χ. στην Αίγυπτο. Πρέπει να ξεπεραστούν τα εμπόδια αυτά με την ενθάρρυνση των ιδιωτικών επενδύσεων στον τομέα. Υπάρχουν πολλοί περιορισμοί για τους ξένους επενδυτές σε έργα ΗΕ-ΑΠΕ, για παράδειγμα στην Αλγερία, όπου υπάρχει απαίτηση υποχρεωτικής σύνδεσης με εθνικούς εταίρους που κατέχουν το 51 % της επένδυσης. Επικρατεί αβεβαιότητα και κίνδυνοι που σχετίζονται με το προβλεπόμενο εισόδημα, τις καθυστερήσεις στην υλοποίηση, τις διοικητικές διαδικασίες, τις άδειες τεχνικής φύσεως και τις μελέτες σκοπιμότητας. Τέλος, το υψηλό αρχικό κόστος και οι μακροπρόθεσμες επενδύσεις που απαιτούνται για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, δεν ελκύνουν πολλούς επενδυτές (BETTER project, 2015b).

Εμπόδια στη δημόσια συζήτηση

Η εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές από τρίτες χώρες στην ΕΕ μπορεί να έχει θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στους ανθρώπους και στο περιβάλλον. Όταν οι πολίτες ή η κοινωνία των πολιτών εκφράζουν ανησυχίες σχετικά με αρνητικές ή άδικες συνέπειες, θα μπορούσαν να έχουν την εξουσία και να παρεμποδίζουν την υλοποίηση τέτοιων έργων. Οι πιθανές ανησυχίες σχετικά με τη χώρα υποδοχής, διέλευσης ή εκτός της κομητείας συνοψίζονται κατωτέρω (BETTER project, 2015a):

- Ενδέχεται να δημιουργηθούν σημαντικές θέσεις εργασίας στις χώρες υποδοχής λόγω των κοινών έργων και των σχετικών κλάδων προηγούμενου και επόμενου σταδίου. Αυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό ως πιθανή απώλεια θέσεων εργασίας στην εκτός της ΕΕ χώρα και η αντιπολίτευση μπορεί να εμφανιστεί

- Εικαζόμενες αρνητικές επιπτώσεις των νέων εγκαταστάσεων ΑΠΕ ή των γραμμών μεταφοράς στο κοινό.
- Υπάρχει κίνδυνος οι επενδυτές και οι οντότητες του ιδιωτικού τομέα να αναζητήσουν χώρες και περιοχές με τις πλέον κερδοφόρες επενδυτικές συνθήκες και να περιλαμβάνουν λιγότερο αυστηρά περιβαλλοντικά και κοινωνικά πρότυπα για την ανάπτυξη έργων. Ο ανταγωνισμός για την προσέλκυση ξένων άμεσων επενδύσεων θα μπορούσε να οδηγήσει σε λιγότερο αυστηρά πρότυπα. Αρκετά προηγούμενα σχέδια που αναπτύχθηκαν με μηχανισμούς χρηματοδότησης για το κλίμα (π.χ. ο CDM) κατέδειξαν ότι οι χώρες υποδοχής τείνουν να αποδυναμώνουν τα κριτήρια βιώσιμης ανάπτυξης. Ένας τρόπος για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας στο άρθρο9 θα ήταν η ενσωμάτωση κοινωνικών και περιβαλλοντικών διασφαλίσεων βάσει διεθνών συμβάσεων, εθνικών νομοθεσιών, και η πλέον σύγχρονη έρευνα αξιολόγησης του αντικτύπου, στο πλαίσιο του συνολικού πλαισίου για τη βιωσιμότητα, στην αξιοποίηση των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης των έργων
- Σε περιόδους υψηλής εσωτερικής τροφοδοσίας ανανεώσιμης ενέργειας και, ως εκ τούτου, χαμηλών τιμών ηλεκτρικής ενέργειας στις αγορές των κρατών μελών της ΕΕ, οι επιδοτήσεις για την ισχύ των ΑΠΕ από κοινά έργα μπορεί να οδηγήσουν σε αντίθεση τους καταναλωτές και τις εγχώριες βιομηχανίες ενέργειας
- Το διεθνές εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας από τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι μια νέα ευκαιρία στην αγορά που μπορεί να εγείρει ζητήματα εθνικού ενδιαφέροντος και εθνικής κυριαρχίας. Με βάση τις εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας από τρίτες χώρες ή, εάν η προοπτική αντιστραφεί, η εξάρτηση από τις πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στα κράτη μέλη προκαλεί εξάρτηση η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί απειλή
- Ανησυχίες σχετικά με τη δικαιοσύνη μπορούν να δημιουργηθούν σχετικά με την κατεύθυνση της κατανομής των οικονομικών οφελών, την κατεύθυνση της κατανομής αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και προς την παρατηρούμενη ανισορροπία μεταξύ κόστους και οφέλους για τη μία πλευρά.

Η βασική προσέγγιση για την προώθηση της αποδοχής είναι η συμμετοχή σε πραγματικό διάλογο μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών σχετικά με το έργο, τον σχεδιασμό και τις συνθήκες του, προκειμένου να βρεθεί ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα το οποίο μπορεί να υποστηριχθεί από όλους. Οι διαφανείς πληροφορίες, που θεωρούνται αμερόληπτες, σχετικά με τα οφέλη και το κόστος για τις οικείες συνεργαζόμενες χώρες, πρέπει να κοινοποιούνται αποτελεσματικά. Πρέπει να σχεδιαστούν και να τηρηθούν διαφανείς διαδικασίες διαβούλευσης σε όλες τις εμπλεκόμενες χώρες (χώρες υποδοχής, διέλευσης και αποδοχής). Μόλις οι επιχειρηματικές υποθέσεις καθοριστούν από τους φορείς υλοποίησης του έργου, τα οφέλη, οι κίνδυνοι, το κόστος και οι πιθανές λύσεις πρέπει να κοινοποιούνται μέσω συμμετοχικής διαδικασίας. Αυτό αποτελεί το θεμέλιο για την επικοινωνία προκειμένου να επιτευχθεί ευρεία αποδοχή του σχεδίου (BETTER project, 2015a).

2.3 Παρούσες Διασυνδέσεις

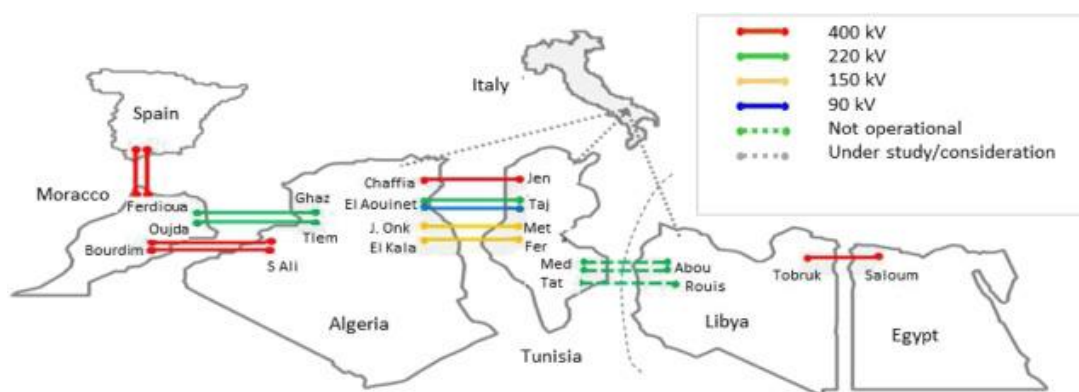
2.3.1 Διασυνδέσεις μεταξύ των χωρών της Βόρειας Αφρικής

Ηλεκτρικές διασυνδέσεις στην περιοχή του Μάγκρεμπ

Η περιφερειακή διασύνδεση του Μαγκρέμπ, η οποία περιλαμβάνει το Μαρόκο, την Αλγερία και την Τυνησία, ξεκίνησε τη δεκαετία του 1950 και εξελίχθηκε σε πολλαπλές διασυνδέσεις υψηλής τάσης μεταξύ των τριών χωρών (Kilani et al., 2019). Το δίκτυο του Μαγκρέμπ έχει ήδη συγχρονιστεί με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της Ευρώπης και η διασύνδεση της ενέργειας έχει αναβαθμιστεί σε πολλαπλές διασυνδέσεις υψηλής τάσης στην περιοχή (Zhang

et al., 2017). Παρόλο που οι ηλεκτρικές διασυνδέσεις του Μαγκρέμπ υπήρξαν εδώ και αρκετό καιρό και ενισχύθηκαν σε ισχύ, το εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των χωρών παρέμεινε σε μέτρια επίπεδα. Για παράδειγμα, αν και η Τυνησία συνδέεται με την Αλγερία μέσω 5 γραμμών μεταφοράς ισχύος συνολικού ύψους 1760 MW, επιτρέπεται μόνο η ανταλλαγή 200 MW. Η ανταλλαγή ενέργειας απλώς άλλαξε κατά τη διάρκεια αυτών των ετών, αυξήθηκε το 2014 σε τιμές πολύ χαμηλότερες από την καθαρή ικανότητα μεταφοράς της διασύνδεσης. Οι αδύναμες συναλλαγές μεταξύ χωρών σχετίζονται με τα περιορισμένα περιθώρια αποθεμάτων παραγωγής, την απουσία εναρμονισμένου κανονιστικού πλαισίου με σαφείς κανόνες που διέπουν το εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας και τις θεσμικές αδυναμίες τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο (Kilani et al., 2019).

Το Μαρόκο και η Αλγερία διασυνδέονται μέσω μίας μόνο γραμμής 400kV και δύο 220kV γραμμών με ικανότητα σύνδεσης ισοζυγίου 1.500MW (Shen et al., 2018)



Σχήμα 13: Παρούσες και μελλοντικές ηλεκτρικές διασυνδέσεις στην περιοχή του Μάγκρεμπ. (Πηγή: Kilani et al., 2019)

Το τυνησιακό σύστημα διασυνδέεται με το δίκτυο της Αλγερίας με δύο γραμμές 90 kV, μία γραμμή 150 kV και δύο γραμμές 225 kV. Μια νέα διασύνδεση 400 kV βρίσκεται σε εξέλιξη. Δύο διασυνδέσεις 225 kV με το δίκτυο της Λιβύης είναι χτισμένες και επί του παρόντος δεν λειτουργούν (Balghouthi et al., 2016). Η διασύνδεση HVAC της Τυνησίας-Λιβύης, αν και χτίστηκε από το 2002, δεν λειτουργεί προς το παρόν. Οι δοκιμές συγχρονισμού με την Ένωση Συντονισμού της Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (UCTE) δεν έχουν ολοκληρωθεί μέχρι σήμερα, με την τελευταία δοκιμή να διεξάγεται τον Απρίλιο του 2010 (Kilani et al., 2019). Ο συγχρονισμός με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ δείχνει ένα αξιοπρεπές επίπεδο διασύνδεσης ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή. Ωστόσο, η διασυνοριακή διασύνδεση με την περιοχή των Οκτώ Χωρών βρίσκεται σε χαμηλό επίπεδο, γεγονός που περιορίζει την ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας με αυτήν την περιοχή. Κατά συνέπεια, συνιστάται να κατασκευαστεί ένα μονοκυλινδρικό κύκλωμα 400 kV για σύνδεση της Τυνησίας και της Λιβύης. Το έργο αυτό αναμένεται να τεθεί σε λειτουργία το 2022 (Zhang et al., 2017).

Ηλεκτρική διασύνδεση των οκτώ χωρών Αιγύπτου-Ιράκ-Ιορδανίας-Λιβύης-Λιβάνου-Παλαιστίνης-Συρίας-Τουρκίας

Η περιφερειακή αγορά EIJLLPST βρίσκεται κατά μήκος του ανατολικού μισού της περιοχής της Μέσης Ανατολής και της Βόρειας Αφρικής (MENA). Περιλαμβάνει την Αίγυπτο, το Ιράκ, την Ιορδανία, τη Λιβύη, το Λίβανο, την Παλαιστίνη και τη Συρία. Οι χώρες EIJLLPST έχουν υπογράψει μια ολοκληρωμένη συμφωνία διασύνδεσης και έχουν ξεκινήσει πολυάριθμα περιφερειακά έργα και πρωτοβουλίες για την ενίσχυση της συνεργασίας και της ανάπτυξης στο πλαίσιο του EIJLLPST καθώς και σε ολόκληρη την περιοχή. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε στην περιοχή EIJLLPST τα τελευταία χρόνια, με την αιχμή της ζήτησης

να αυξάνεται από 19.040 MW το 1990 σε 51.452 MW το 2010 - αύξηση κατά 170%. Η αιχμή της ζήτησης αναμένεται να αυξηθεί περισσότερο από 4% ετησίως έως το 2030. Η διασύνδεση EIJLLPST ξεκίνησε το 1988 με συμφωνία πέντε χωρών μεταξύ Αιγύπτου, Ιράκ, Ιορδανίας, Συρίας και Τουρκίας και από τότε έχει αναπτυχθεί σε Λιβύη, Λίβανο και Παλαιστίνη. Μέσω της συμφωνίας, κάθε χώρα δεσμεύτηκε να αναβαθμίσει το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα ελάχιστο επίπεδο. Τον Οκτώβριο του 1992, οι αρχικές πέντε χώρες υπέγραψαν μια γενική εμπορική συμφωνία που τεκμηριώνει τη δέσμευσή τους να συνεργαστούν πλήρως στη διασύνδεση, να παράσχουν αμοιβαία συνδρομή και να μοιραστούν τα οφέλη, να βελτιώσουν την αξιοπιστία του εφοδιασμού και να βελτιώσουν τις οικονομίες της περιοχής μέσω της ανταλλαγής πλεονάζουσας ισχύος (Zhang et al., 2017). Η συμφωνία αυτή συνεχίστηκε το 1996 με μια συνολική συμφωνία που περιγράφει τους όρους και τις προϋποθέσεις χρήσης της διασύνδεσης, μεταξύ των οποίων (The World Bank, 2013):

- ✓ Ανταλλαγή αποθεμάτων σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης
- ✓ Συναλλαγές δυναμικότητας
- ✓ Ανταλλαγή πλεονάζουσας ισχύος και ενέργειας
- ✓ Ρύθμιση των ενεργειακών ροών για τη διατήρηση των χρονοδιαγραμμάτων
- ✓ Ρύθμιση ροών αέργου ισχύος
- ✓ Υπηρεσίες μετάδοσης, καθιστώντας διαθέσιμες τις εγκαταστάσεις μεταφοράς κάθε χώρας με σκοπό τη μετάδοση ισχύος και ενέργειας σε άλλα μέρη
- ✓ Λειτουργικά αποθεματικά, συμπεριλαμβανομένης της διατήρησης ελάχιστων επιπέδων αποθεμάτων και της κατανομής τους μεταξύ των χωρών
- ✓ Συντονισμός των προγραμμάτων συντήρησης
- ✓ Συντονισμός του σχεδιασμού ώστε να αυξηθεί η αξιοπιστία και να μεγιστοποιηθεί η αξία της διασύνδεσης

Τον Απρίλιο του 2015, το ηλεκτρικό δίκτυο της Τουρκίας συγχρονίστηκε με επιτυχία με το ευρωπαϊκό δίκτυο, το οποίο θα αυξήσει σίγουρα τη διαδικασία συγχρονισμού του ηλεκτρικού δικτύου στην περιφερειακή ενεργειακή διασύνδεση των Οκτώ Χωρών (Zhang et al., 2017). Ένα από τα σημαντικά εμπόδια στην ανάπτυξη νέας παραγωγικής ικανότητας στην περιοχή EIJLLPST είναι η παροχή καυσίμων. Η περιοχή εξαρτιόταν στο παρελθόν από το πετρέλαιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η εξάρτηση μειώθηκε ουσιαστικά καθώς το αέριο έγινε επιθυμητό υποκατάστατο λόγω των οικονομικών και περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών του. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η διαθεσιμότητα φυσικού αερίου έχει μετατραπεί σε σοβαρό ζήτημα, καθώς χώρες όπως η Συρία και η Ιορδανία συνειδητοποίησαν ότι η εγχώρια παραγωγή φυσικού αερίου και οι υπάρχουσες συμβάσεις εισαγωγής φυσικού αερίου δεν επαρκούν για την κάλυψη των αναγκών παραγωγής τους. Αυτό οδήγησε σε αναζήτηση πηγών εισαγόμενου αερίου ή ηλεκτρισμού (The World Bank, 2013).

Παρά τη συμφωνία διασύνδεσης, το εμπόριο μεταξύ των χωρών του EIJLLPST ήταν περιορισμένο. Οι επιτροπές δεν φαίνεται να είναι πλήρως λειτουργικές. Πρωταρχικά εμπόδια στο εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας είναι η στενή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η έλλειψη εναρμονισμένου κανονιστικού πλαισίου, η περιορισμένη πρόσβαση στα εθνικά δίκτυα μεταφοράς και το γεγονός ότι το εμπόριο περιορίζεται γενικά σε μια ενιαία κρατική οντότητα σε κάθε χώρα. Επιπλέον, τα διασυνδεδεμένα συστήματα συχνά δεν συγχρονίζονται, πράγμα που σημαίνει ότι ένα μέρος ενός εθνικού δικτύου πρέπει να απομονωθεί από το κύριο δίκτυο για να δέχεται τις εισαγωγές από άλλη χώρα. Επιπλέον, η έλλειψη πλεονάζουσας παραγωγικής ικανότητας και η παραγωγή καυσίμων στις διασυνδεδεμένες χώρες σημαίνει ότι συχνά δεν διαθέτουν εφεδρική ενέργεια για το εμπόριο. Επιπλέον, σε ορισμένες περιοχές το σύστημα μετάδοσης δεν συγχρονίζεται, γεγονός που απαιτεί απομονωμένη παραγωγή για τη διευκόλυνση του εμπορίου (The World Bank, 2013). Η ενεργειακή διασύνδεση 400 kV της Συρίας-Τουρκίας, λειτουργεί σε νησιωτική λειτουργία λόγω του προβλήματος συγχρονισμού (Zhang et al., 2017). Επίσης, όταν η Συρία εξάγει ενέργεια στον Λίβανο, μέρος του λιβανέζικου δικτύου πρέπει να αποσυνδεθεί από το κύριο

εθνικό δίκτυο (The World Bank, 2013). Η λεπτομερής ανταλλαγή ισχύος στην περιοχή των Οκτώ Χωρών παρουσιάζεται στο στον Πίνακα 2. Παρατηρείται πως το Ιράκ, η Λιβύη, το Λίβανο, η Παλαιστίνη και η Συρία δεν εξαγωγή καθόλου ηλεκτρική ενέργεια.

Πίνακας 2: Εξαγωγές και εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας στις οκτώ χώρες το 2014. (Πηγή: Zhang et al., 2017)

Χώρα	Εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (GWh)	Εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (GWh)
Αίγυπτος	470	81
Ιράκ	-	12251
Ιορδανία	64	435
Λιβύη	-	88
Λίβανο	-	136
Παλαιστίνη	-	470
Συρία	-	120
Τουρκία	2696	7953

Η πλειονότητα των εισαγωγών στην περιοχή των οκτώ χωρών, επικεντρώθηκε κυρίως στο Ιράκ και στην Τουρκία. Ωστόσο, η ισχύς που εισάγεται στο Ιράκ προέρχεται κατά ένα μεγάλο μέρος από το Ιράν και το Ιράν εξακολουθεί να μην είναι στην περιοχή αυτή. Η ισχύς που εισάγεται στην Τουρκία είναι επίσης από την Ευρώπη. Ανεξάρτητα από αυτό, η διασύνδεση ενέργειας των Οκτώ χωρών έχει αποφέρει οφέλη. Ευκαιρίες για βραχυπρόθεσμες διμερείς συναλλαγές έχουν επίσης πραγματοποιηθεί μέσω της ποικιλίας της ζήτησης. Ο συγχρονισμός των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας της Τουρκίας με την Ευρώπη προωθεί επίσης τη διαδικασία συγχρονισμού μεταξύ ολόκληρης της περιοχής και παρέχει μεγαλύτερη παραγωγική ικανότητα. Ωστόσο, η επέκταση της παραγωγικής ικανότητας θα μπορούσε να αποτελέσει τον κύριο στόχο για την ανάπτυξη της εξουσίας κάθε χώρας και την περιφερειακή ενεργειακή διασύνδεση. Διαφορετικά με τη διασύνδεση του Μαγκρέμπ, η ενίσχυση της εσωτερικής διασύνδεσης του δικτύου θα μπορούσε να αποτελέσει το επίκεντρο της κατασκευής ηλεκτρικής τροφοδοσίας. Ένα δεύτερο κύκλωμα 400 kV AC συνιστάται να κατασκευαστεί προκειμένου να ενισχυθεί η σύνδεση μεταξύ της Αιγύπτου και της Ιορδανίας. Η σύσταση αυτή ισχύει και για τη σύνδεση μεταξύ της Συρίας και της Ιορδανίας. Και τα δύο έργα αναμένεται να τεθούν σε λειτουργία το 2021 (Zhang et al., 2017). Ανεξάρτητα από αυτό, η διασύνδεση EIJLLPST έχει αποφέρει σημαντικά οφέλη. Για παράδειγμα, η Ιορδανία μπορεί να βασίζεται στις διασυνδέσεις της με την Αίγυπτο και τη Συρία για χωρητικότητα περίπου 250 MW σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης του συστήματος. Το 2007 το αποθεματικό περιθώριο της Ιορδανίας ήταν αρνητικό 130 MW. Ελλείψει των διασυνδέσεων της, η αναμενόμενη απώλεια φορτίου της Ιορδανίας ήταν 53 ώρες, περισσότερο από το τριπλάσιο του επιδιωκόμενου επιπέδου των 15 ωρών. Συνεπώς, οι διασυνδέσεις επέτρεψαν στην Ιορδανία να αποφύγει σημαντική απόρριψη φορτίου το 2007. Επιπλέον, η Ιορδανία, η Αίγυπτος και η Συρία έχουν κοινά αποθέματα. Με την ελαχιστοποίηση των αποθεματικών νηματοποίησης με αυτόν τον τρόπο, η παραγωγή λειτουργεί πιο κοντά στο βέλτιστο επίπεδο παραγωγής, βελτιώνοντας έτσι την αποδοτικότητα και μειώνοντας το κόστος καυσίμων και συντήρησης. Οι ευκαιρίες για βραχυπρόθεσμες συναλλαγές έχουν επίσης πραγματοποιηθεί μέσω της ποικιλίας της ζήτησης. Η Συρία έχει τη μεγαλύτερη ζήτηση ενέργειας το χειμώνα, ενώ η Αίγυπτος και η Ιορδανία την καλοκαιρινή περίοδο. Η Συρία μπορεί να πραγματοποιήσει πωλήσεις στην Αίγυπτο και την Ιορδανία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όταν έχει πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα, ενώ η Ιορδανία και η Αίγυπτος μπορούν να πραγματοποιήσουν πωλήσεις στη Συρία το χειμώνα, όταν έχουν πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα. Αυτές οι κλιμακωτές πωλήσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές όταν υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογίες παραγωγής στις χώρες. Συνολικά, η αξία της διασύνδεσης EIJLLPST είναι επί του παρόντος υποβέλτιστη. Χρησιμοποιείται κυρίως για παρεπόμενες

υπηρεσίες, όπως ο καταμερισμός των αποθεμάτων, ενώ οι ενεργειακές συναλλαγές για να επωφεληθούν από τις διαφορές στο κόστος παραγωγής είναι περιορισμένες (The World Bank, 2013).

2.3.2 Διασυνδέσεις μεταξύ Βόρειας Αφρικής και Νότιας Ευρώπης

➤ Μαρόκο-Ισπανία

Το Μαρόκο είναι η μόνη χώρα της Βόρειας Αφρικής που συνδέεται με ρηχή ενσωμάτωση στο ευρωπαϊκό δίκτυο μέσω δύο υπόγειων καλωδίων μετάδοσης κάτω από το Στενό του Γιβραλτάρ (Moore, 2017).

Το Μαρόκο διασυνδέεται με την Ισπανία μέσω δύο υποβρυχίων καλωδίων 400kV με δυναμικότητα σύνδεσης 1,400 MW (Shen et al., 2018). Ο εφοδιασμός με ηλεκτρικό ρεύμα του Μαρόκου εισάγεται κυρίως από την Ισπανία. Μέχρι πρόσφατα, σχεδόν όλες οι ροές ηλεκτρικής ενέργειας προέρχονται από την Ισπανία, βοηθώντας το Μαρόκο να καλύψει την αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (EC, 2019g). Η πρώτη διασύνδεση πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο του 1997, όταν ολοκληρώθηκε η σύνδεση εναλλασσόμενου αγωγού AC 400 MW μεταξύ Μαρόκου και Ισπανίας από την Ταρίφα (Ισπανία) και τη Ferdiousa (Μαρόκο). Με την υλοποίηση αυτή, τα ολοκληρωμένα δίκτυα του Μαρόκου, της Αλγερίας και της Τυνησίας στην περιοχή του Μαγκρέμπ τέθηκαν σε σύγχρονη λειτουργία με το σύστημα UCTE. Τον Ιούλιο του 2006 τέθηκε σε λειτουργία ένας δεύτερος υποθαλάσσιος σύνδεσμος AC μεταξύ Ισπανίας και Μαρόκου, αυξάνοντας το TTC στα 1400 MW και μέγιστη καθαρή ικανότητα μεταφοράς έως 700 MVA. Ο σύνδεσμος αποτελείται από δύο κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος 400 kV εναλλασσόμενου ρεύματος (700 MW το καθένα) με ένα σύνολο μήκος 31 χλμ. έκαστο, εκ των οποίων 28,5 υποβρύχιο καλώδιο.

Από την άλλη πλευρά, παρόλο που ο ΘΣΠ απεικονίζει ένα τεράστιο αναπτυξιακό χώρο για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην περιοχή του Δυτικού Μαγκρέμπ, η έλλειψη ηλεκτρικής ενέργειας εξακολουθεί να αποτελεί μεγάλο πρόβλημα βραχυπρόθεσμα. Επί του παρόντος, περίπου το 20% του εφοδιασμού με ηλεκτρισμό του Μαρόκου προέρχεται από την Ισπανία. Λόγω των πλεονεκτημάτων της διασύνδεσης του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, οι χώρες αυτές είναι ακόμη πιο επείγουσες για την ενίσχυση της διασύνδεσης του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, ιδίως της σύνδεσης μεταξύ Πορτογαλίας και Μαρόκου. Τόσο το Μαρόκο όσο και η Πορτογαλία ελπίζουν ότι τα οφέλη διασύνδεσης θα έχουν άμεση πρόσβαση μέσω της διασύνδεσης και ότι οι συναλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας θα έχουν διαφοροποιημένα χαρακτηριστικά. Εάν δημιουργηθούν τα σχέδια διασύνδεσης, θα μειωθεί η εξάρτηση του Μαρόκου από τις συναλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ Ισπανίας και Αλγερίας και θα αυξηθεί η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού του Μαρόκου (Shen et al., 2018).

2.4 Μελλοντικές διασυνδέσεις

Για την ικανοποίηση της διασύνδεσης μεγάλων δικτύων ηλεκτροπαραγωγής και της μεγάλης κλίμακας κεντρικής ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί επίσης να προκύψουν νέες αλλαγές και προβλήματα για τη λειτουργία του συστήματος, όπως η συχνή αναστροφή της ροής ισχύος. Επιπλέον, με την ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας ηλεκτρονικών ισχύος και της σύγχρονης τεχνολογίας ελέγχου, η ελαφριά τεχνολογία συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης (high voltage direct current-HVDC) που βασίζεται στον μετατροπέα τάσης (Voltage Source Converter-VSC) αυξάνεται με ταχύ ρυθμό (Shen et al., 2018). Οι διασυνδέσεις HVDC μεταξύ Ευρώπης και Βόρειας Αφρικής όχι μόνο θα λειτουργήσουν ως ρυθμιστικό στοιχείο μεταξύ των δύο συστημάτων ενάντια στα προβλήματα αστάθειας και κατάρρευσης της

τάσης, αλλά είναι επίσης πιθανόν να είναι το κλειδί για τη βελτίωση τόσο της ασφάλειας όσο και της αποτελεσματικότητας του ευρωπαϊκού διασυνδεδεμένου συστήματος, με τη μείωση των μαζικών εισαγωγών ενέργειας από τις βόρειες χώρες. Οι ροές ισχύος μέσω των συνδέσεων HVDC ελέγχονται απευθείας από τους χειριστές διασυνδέσεων τους. Ως εκ τούτου, είναι ουσιαστικά ανεξάρτητα από τη διαφορά γωνίας φάσης των τάσεων στα δύο άκρα του συνδέσμου. Επομένως, οι συνδέσεις HVDC δεν θα υποστούν απρόβλεπτες αυξήσεις της ροής ισχύος λόγω της διακοπής των εξαρτημάτων του συστήματος. Θα συνεχίσουν να παρέχουν ισχύ και να παρέχουν πολύτιμη υποστήριξη για τις περιοχές του Νότου (Benasla et al., 2018). Εξάλλου, τα υποθαλάσσια καλώδια επέτρεψαν στις γραμμές διασύνδεσης να φθάσουν σε βάθος 1.650 μέτρων στο πάτωμα της θάλασσας, υπερβαίνοντας το όριο βάθους 1.500 μέτρων για την Πορτογαλία και τη μαροκινή διασύνδεση. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για την επίτευξη της παραπάνω δυνατότητας μετάδοσης διασύνδεσης, ως εξής (Shen et al., 2018):

- Χρησιμοποιώντας υπάρχον ή νέο καλώδιο AC.
- Μετασχηματισμός μέρους των υφιστάμενων γραμμών σε συμβατικά ή ελαφρά συστήματα μετάδοσης HVDC.
- Κατασκευή ενός νέου συμβατικού ή ελαφρού συστήματος μετάδοσης HVDC.

➤ **Μαρόκο-Ισπανία**

Η Ισπανία και το Μαρόκο υπέγραψαν μνημόνιο συμφωνίας για την κατασκευή ενός τρίτου ηλεκτρικού καλωδίου διασύνδεσης μεταξύ των δύο χωρών. Η συμφωνία αναθέτει στην Red Eléctrica de España (REE) και στον μαροκινό ομόλογο της ONEE τη μελέτη και ανάλυση του έργου, η θέση του οποίου θα πρέπει να είναι έτοιμη πριν από το 2026. Σύμφωνα με τις τεχνικές μελέτες που πραγματοποίησε η Red Eléctrica de España, αυτή η σύνδεση θα ήταν ανάλογη με εκείνες που χρησιμοποιούνται σήμερα, εναλλασσόμενο ρεύμα 400kV με τεχνική δυναμικότητα 700 MW η καθεμία και η εμπορική δυναμικότητα, η οποία πρέπει να μετρηθεί συνολικά, θα ανερχόταν σε 1.500 MW, δεδομένου ότι είναι αναγκαίο να αφαιρεθεί από την τάξη των 600 MW περιθωρίου στήριξης (Navarro, 2019). Η διασύνδεση HVAC θα έχει χωρητικότητα 1000MW και συνολικό μήκος περίπου 60 χλμ, εκ των οποίων τα 30 χλμ. θα είναι με υποθαλάσσιο καλώδιο και τα άλλα 30 με εναέρια γραμμή (Med-TSO, 2014b). Η κατασκευή αυτής της τρίτης σύνδεσης μεταξύ Ισπανίας και Μαρόκου είναι η φυσική ενίσχυση που ζητά η μετάβαση στην ενέργεια για τη σύνδεση της Ευρώπης με την Αφρική, δεδομένου ότι θα επιτρέψει την ενσωμάτωση στο ευρωπαϊκό σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κυρίως φωτοβολταϊκών, από το φιλόδοξο σχέδιο ανάπτυξης της ηλιακής ενέργειας που έχει το Μαρόκο, γεγονός που θα προκαλέσει την επακόλουθη μείωση της οριακής τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας στην ισπανική αγορά (Navarro, 2019).



Σχήμα 14: Η νέα διασύνδεση μεταξύ Μαρόκου-Ισπανίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014b)

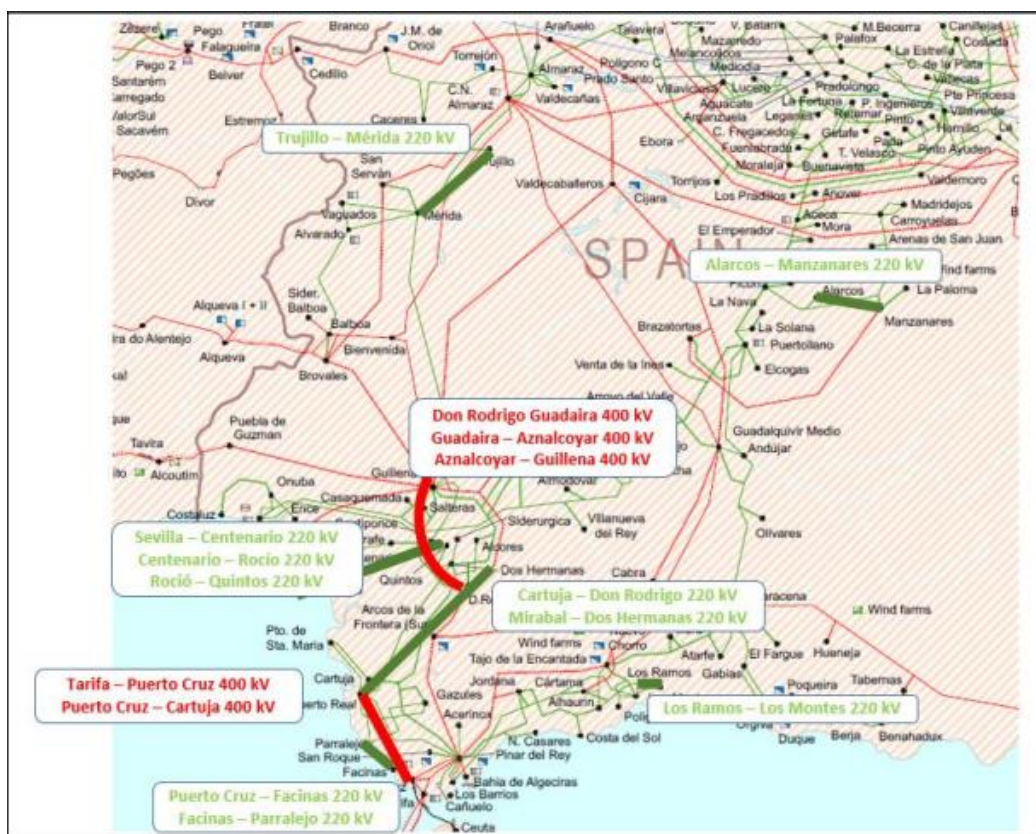
Το μαροκινό σύστημα επηρεάζεται σημαντικά από το έργο Μαρόκο-Ισπανία. Η ανάλυση ασφαλείας είχε ως αποτέλεσμα τις εξής ενισχύσεις (Med-TSO, 2014b):

- Δύο νέες εναέρια γραμμές 400kV 220xλμ μεταξύ των υποσταθμών BNI HARCHANE και SEHOUL
- Μια νέα εναέρια γραμμή 400kV 20xλμ μεταξύ των υποσταθμών BNI HARCHANE και MELOUSSA
- Μια νέα εναέρια γραμμή 225kV 19xλμ μεταξύ των υποσταθμών MELOUSSA και TANGER
- Ένας νέος μετασχηματιστής 600MVA σε υποσταθμούς SEHOUL και η αναβάθμιση των δύο υφιστάμενων από 450MVA σε 600MVA

Η εκτίμηση για το συνολικό επενδυτικό κόστος στο δίκτυο του Μαρόκου είναι 70 εκατ. Ευρώ. Το ισπανικό σύστημα επηρεάζεται από το έργο MAES στο δίκτυο 220kV και 400kV. Η νέα διασύνδεση εναλλασσόμενου ρεύματος θα απομακρυνθεί από το νέο υποσταθμό TARIFA2 των 400kV που συνδέεται με τον υποσταθμό PTO. CRUZ μέσω διπλής εναέριας γραμμής 10xλμ. Εντοπίστηκαν επίσης οι ακόλουθες ενισχύσεις:

- Δύο νέοι υποσταθμοί 400kV: GUADAIRA και AZNALCOYAR
- Δύο νέοι 600 MVA μετασχηματιστές 400kV / 220kV στο CARTUJA
- Νέα διπλή εναέρια γραμμή 400kV 10xλμ μεταξύ TARIFA και PTO. CRUZ
- Νέα διπλή εναέρια γραμμή 400kV 90 xλμ μεταξύ CARTUJA και PTO. CRUZ
- Νέα διπλή εναέρια γραμμή 400kV 20xλμ μεταξύ Δ. Ροδρίγκο και GUADAIRA
- Νέα διπλή εναέρια γραμμή 220kV 33xλμ μεταξύ FACINAS και PARRALEJO
- Νέα ενιαία εναέρια γραμμή 220kV 16 xλμ μεταξύ FACINAS και PTO. CRUZ
- Νέα ενιαία εναέρια γραμμή 400kV 45xλμ μεταξύ GUADAIRA και AZNALCOYAR
- Νέα ενιαία εναέρια γραμμή 400kV 20xλμ μεταξύ AZNALCOYAR και GUILLENA

Η εκτίμηση του συνολικού επενδυτικού κόστους στην Ισπανία λόγω του έργου Μαρόκου-Ισπανίας από την REE είναι 194εκ €



Σχήμα 15: Εσωτερικές ενισχύσεις στην Ισπανία οι οποίες εξετάστηκαν προκειμένου να προσαρμοστεί η ροή των 1000MW μεταξύ Ισπανίας και Μαρόκου. (Πηγή: Med-TSO, 2014b)

Η νέα σύνδεση HVAC μεταξύ Ισπανίας και Μαρόκου αποτελείται από μια διαμόρφωση δύο τριφασικών καλωδίων AC. Το συνολικό μήκος της νέας ζεύξης είναι 60 χιλιόμετρα, από τα οποία 30 χιλιόμετρα είναι καλώδιο (υποθαλάσσιο) και 30 χιλιόμετρα εναέρια γραμμή. Η εκτίμηση του υποθαλάσσιου κόστους καλωδίου εναλλασσόμενου ρεύματος είναι 3,8 εκατ. Ευρώ / χλμ., Συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης, ενώ η εκτίμηση για την εναέρια γραμμή είναι 0,5 εκατ. € / χλμ. Έτσι, η εκτίμηση για το συνολικό κόστος των αγωγών είναι 129 εκατ. €. Σε κάθε υποσταθμό (TARIFA2 και BNI HARCHANE) είναι απαραίτητο να εγκατασταθούν δύο ζυγοί AIS συνολικού ύψους 3M €. Οι αντιδραστήρες διακλάδωσης 360Mvar προβλέπεται επίσης να εγκατασταθούν σε κάθε υποσταθμό για να αντισταθμίσουν την άεργο ισχύ που παράγεται από την χωρητικότητα των καλωδίων. Το κόστος των αντιδραστήρων παρακώλυσης είναι 13 εκατ. €. Από την ισπανική πλευρά, η νέα διασύνδεση εναλλασσόμενου ρεύματος θα αποχωρεί από έναν νέο υποσταθμό 400kV, ο οποίος ονομάζεται TARIFA2, ο οποίος συνδέεται με τον σταθμό PTO.CRUZ μέσω μιας διπλής εναέριας γραμμής 10 χλμ., με εκτιμώμενο επενδυτικό κόστος 5 εκατομμυρίων €. Τέλος, η εκτίμηση για το συνολικό επενδυτικό κόστος στη νέα διασύνδεση HVAC μεταξύ Ισπανίας και Μαρόκου είναι 150 εκατ. Ευρώ (Med-TSO, 2014b).

➤ Μαρόκο-Πορτογαλία

Το έργο MAPT συνίσταται στη δημιουργία μιας νέας διασύνδεσης μεταξύ Πορτογαλίας και Μαρόκου μέσω ενός υποβρυχίου καλωδίου HVDC. Το έργο υποστηρίζεται από τις δύο κυβερνήσεις, οι οποίες έχουν ξεκινήσει αρκετές μελέτες σχετικά με αυτή την πιθανή διασύνδεση. Η διασύνδεση HVDC θα έχει χωρητικότητα 1000MW και συνολικό μήκος περίπου 265km, εκ των οποίων περίπου 220km είναι υποβρύχιο καλώδιο. Η διασύνδεση HVDC εξετάζει τη διαμόρφωση των 2 κυκλωμάτων (διπολικός μετατροπέας) 500MW το καθένα,

μεταξύ του υποσταθμού 400kV TAVIRA στην Πορτογαλία και του υποσταθμού 400kV BEN HARCHAN στο Μαρόκο. Ο στόχος των μελετών δικτύου που αναπτύχθηκαν είναι η αξιολόγηση των εσωτερικών ενισχύσεων του δικτύου που απαιτούνται για την εξυπηρέτηση των 1000MW ανταλλαγής και στις δύο κατευθύνσεις μεταξύ Μαρόκου και Πορτογαλίας, καθώς και να καθορίσει τις καλύτερες τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτή τη διασύνδεση. Γενικά, τα συμπληρωματικά χαρακτηριστικά των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και των οικονομικών συνθηκών στις μεσογειακές χώρες μπορούν να προσφέρουν επιπρόσθετα οφέλη για τις χώρες της νότιας και βόρειας Μεσογείου και ακόμη και της βόρειας Ευρώπης (Med-TSO, 2014a).

Η ανάλυση ασφαλείας από την πλευρά του Μαρόκο είχε ως αποτέλεσμα τις εξής ενισχύσεις:

- Δύο νέες εναέρια γραμμές 400kV 220χλμ μεταξύ των υποσταθμών BNI HARCHANE και SEHOUL
- Μια νέα εναέρια γραμμή 400kV 20χλμ μεταξύ των υποσταθμών BNI HARCHANE και MELOUSSA
- Μια νέα εναέρια γραμμή 225kV 19χλμ μεταξύ των υποσταθμών MELOUSSA και TANGER
- Ένας νέος μετασχηματιστής 600MVA σε υποσταθμούς SEHOUL και η αναβάθμιση των δύο υφιστάμενων από 450MVA σε 600MVA

Η εκτίμηση για το συνολικό επενδυτικό κόστος στο δίκτυο του Μαρόκου είναι 70 εκατ. Ευρώ. Οι ακόλουθες εσωτερικές ενισχύσεις στην Πορτογαλία εντοπίστηκαν προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι ροές ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ Πορτογαλίας και Μαρόκου (1000MW). Ως εκ τούτου, πρέπει να ενισχυθούν δύο βασικοί διάδρομοι για να αντιμετωπιστεί μια τέτοια διέλευση, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

α) Αναβάθμιση για διπλό κύκλωμα εναέριας γραμμής F.ALENTEJO - TAVIRA (400kV + 150kV): επί του παρόντος, αυτός ο διάδρομος περιέχει μόνο μια εναέρια γραμμή 150kV. Έτσι, οι ενισχύσεις περιλαμβάνουν την αναβάθμιση αυτού του πραγματικού διαδρόμου σε γραμμή διπλού κυκλώματος 400kV + 150kV.

β) 2ο κύκλωμα διπλής εναέριας γραμμής TAVIRA (PT) - PUEBLA DE GUZMAN (ES): αυτό το διπλό κύκλωμα εναέριας γραμμής περιλαμβάνει σήμερα μόνο ένα κύκλωμα και χρειάζεται αναβάθμιση σε πλήρη γραμμή διπλού κυκλώματος (εγκατάσταση του 2ου κυκλώματος σε αυτή τη διασύνδεση) .



Σχήμα 16: Εσωτερικές ενισχύσεις στην Πορτογαλία που εξετάστηκαν προκειμένου να εξυπηρετήσουν τη ροή 1000MW μεταξύ Πορτογαλίας και Μαρόκου. (Πηγή: Med-TSO, 2014a)

Το συνολικό επενδυτικό κόστος του δικτύου στο πορτογαλικό δίκτυο είναι περίπου 69 εκατ. ευρώ.

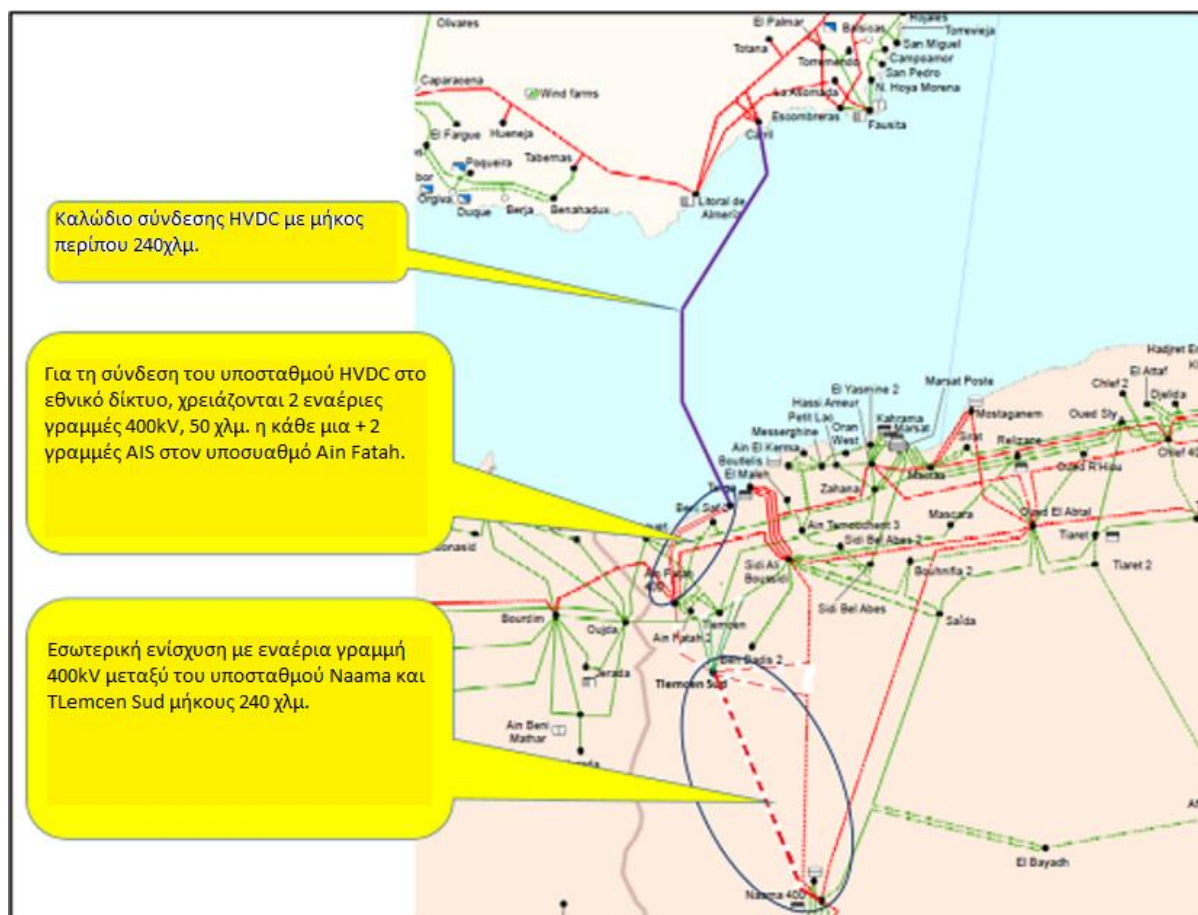
Πίνακας 3: Κόστος επένδυσης για το νέο σύνδεσμο MAPT HVDC.

Τεχνολογία	Εναέρια γραμμή (εκατ.€/ χλμ.)	Υποθαλάσσιο καλώδιο (εκατ. €/ χλμ.)	Μετατροπείς (εκατ. €)	Σύνολο (εκατ. €)
Διπολική LCC 2 X 500 MW	0.25	1.24	208	492.05
Διπολική VSC 2 X 500 MW	0.25	1.24	268	552.05

➤ Αλγερία-Ισπανία

Το έργο DZES συνίσταται στη δημιουργία μιας νέας διασύνδεσης μεταξύ Αλγερίας και Ισπανίας μέσω ενός υποβρυχίου καλωδίου HVDC. Η διασύνδεση HVDC θα έχει χωρητικότητα 1000MW και συνολικό μήκος περίπου 240km. Το μέγιστο βάθος για την εγκατάσταση του υποθαλάσσιου καλωδίου είναι 2000m (Med-TSO, 2014c).

Το σύστημα της Αλγερίας επηρεάζεται από το έργο DZES κυρίως στο δίκτυο των 400kV. Υπολογίστηκε πως χρειάζεται εσωτερική ενίσχυση μεταξύ υποσταθμών NAAMA 400kV και TLEMSEN SUD 400kV.

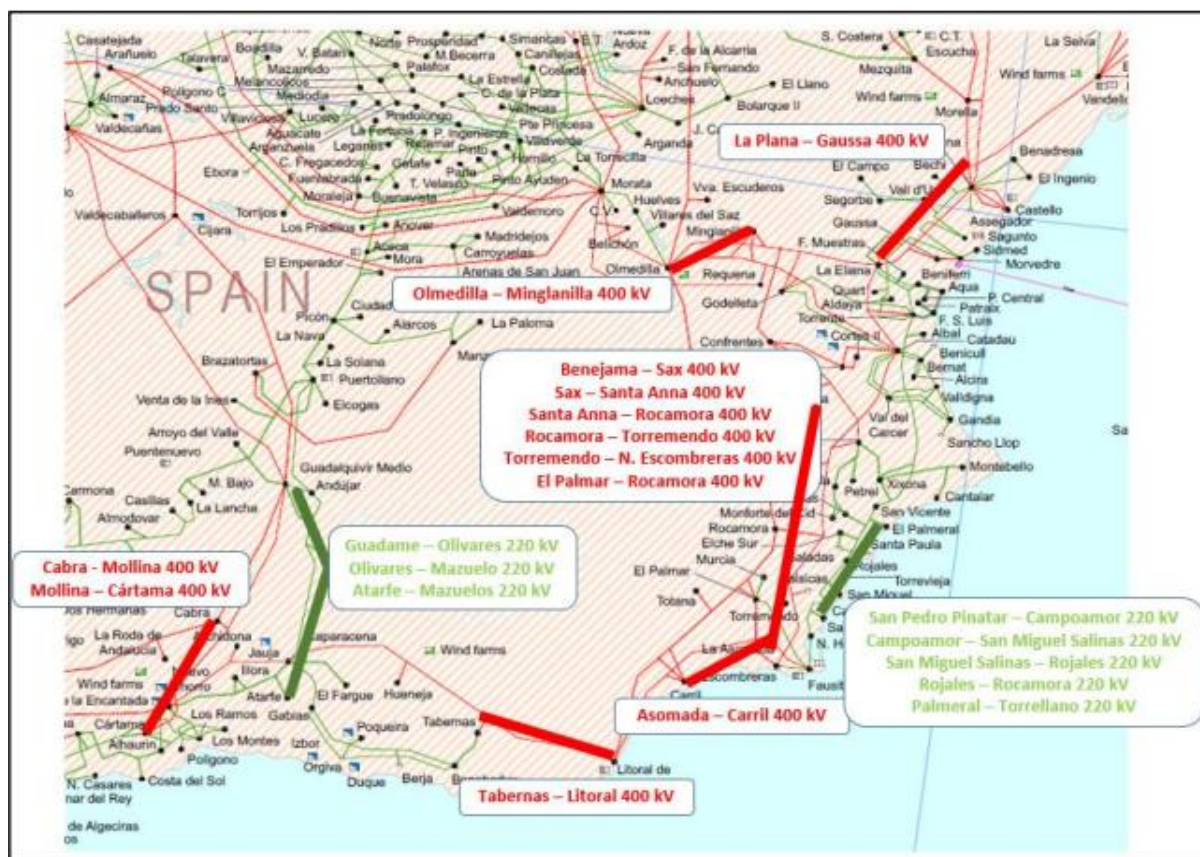


Σχήμα 17: Εσωτερικές ενισχύσεις στην Αλγερία, οι οποίες εξετάστηκαν για την εξυπηρέτηση της ροής των 1000 MW μεταξύ Ισπανίας και Αλγερίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014c)

Το συνολικό κόστος για τις εσωτερικές ενισχύσεις στην Αλγερία ανέρχεται σε 74,6 εκατ. ευρώ.

Το ισπανικό σύστημα επηρεάζεται από το έργο DZES στο δίκτυο των 220kV και 400kV. Η νέα διασύνδεση DC θα αναχωρεί από το νέο υποσταθμό CARRIL2 των 400kV που συνδέεται με τον υποσταθμό CARRIL μέσω μιας διπλής εναέριας γραμμής 10χλμ. Οι ακόλουθες ενισχύσεις προτάθηκαν και προσομοιώθηκαν:

- ✓ Αναβάθμιση της εναέριας γραμμής 220kV 99 χλμ. μεταξύ ATARFE - MAZUELOS - OLIVARES έως 360MVA
- ✓ Μια νέα εναέρια γραμμή 400 kV 38 km μεταξύ του TABERNAS - LITORAL de ALMERIA



Σχήμα 18: Εσωτερικές ενισχύσεις στην Ισπανία, οι οποίες εξετάστηκαν για την εξυπηρέτηση της ροής 1000MW μεταξύ Αλγερίας και Ισπανίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014c)

Η εκτίμηση του συνολικού επενδυτικού κόστους εσωτερικών ενισχύσεων στην Ισπανία λόγω του έργου DZES είναι γύρω στα 178 εκατ. €. Το συνολικό κόστος της νέας διασύνδεσης HVDC εκτιμάται στα 1326.6 εκατ. Ευρώ. Το συγκεκριμένο έργο είναι μακροπρόθεσμο με έναρξη λειτουργίας μετά το 2030 (Med-TSO, 2014c).

➤ Αλγερία-Ιταλία

Το έργο συνίσταται στη δημιουργία μιας νέας διασύνδεσης μεταξύ Αλγερίας και Σαρδηνίας μέσω ενός υποβρυχίου καλωδίου HVDC, ισχύος 1000 MW.

Όσον αφορά το σχέδιο διασύνδεσης μεταξύ Αλγερίας και Ιταλίας, δεν διαπιστώθηκε σοβαρή υπερφόρτωση λόγω της νέας διασύνδεσης ούτε για τα ιταλικά ούτε για τα τυνησιακά συστήματα. Επομένως, δεν καθορίστηκαν ενισχύσεις για κανένα από αυτά. Στην περίπτωση του αλγερινού συστήματος, εντοπίζονται ορισμένες υπερφορτώσεις στην περιοχή μεταξύ των υποσταθμών Ramdane Djamel και Berrahl. Αυτές οι υπερφορτώσεις εμφανίζονται στο δίκτυο 220 kV κάτω από την διακοπή των κυκλωμάτων 400 kV RDN - BRH. Για την επίλυση αυτής της κατάστασης, έχει οριστεί μια ενιαία ενίσχυση που πρέπει να αναλυθεί. Αυτή η ενίσχυση αποτελείται από το διπλασιασμό του κυκλώματος 400 kV 65 χλμ. μεταξύ BRH3111 (Berrahal) και RDN3112 (Ramdana). Το επόμενο σχήμα δείχνει το χάρτη της προβαλλόμενης διασύνδεσης (γραμμή ιώδους) και των αντίστοιχων ενισχύσεων (κόκκινη γραμμή) (Med-TSO, 2014d).



Σχήμα 19: Χάρτης διασυνδέσεων και ενισχύσεων για τη σύνδεση Αλγερίας-Ιταλίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014d)

Ο νέος σύνδεσμος HVDC μεταξύ Αλγερίας και Ιταλίας αποτελείται από 350 χλμ. διπολικού υποθαλάσσιου καλωδίου VSC. Χρησιμοποιώντας 1,50 εκατ. € / χλμ. για το κόστος των καλωδίων, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης, η εκτίμηση για το κόστος καλωδίου είναι 525 εκατ. €. Το εκτιμώμενο κόστος για τους δύο μετατροπείς είναι 270 εκατ. Ευρώ. Για να συνδεθεί ο υποσταθμός HVDC με το αλγερινό δίκτυο, χρειάζονται δύο εναέριες γραμμές 400 χιλιομέτρων, 44 χλμ. ο καθένας και δύο γραμμές AIS στον υποσταθμό Kouidiet, με συνολικό κόστος 32,6 εκατομμυρίων ευρώ. Τέλος, το συνολικό επενδυτικό κόστος στη νέα διασύνδεση HVDC είναι 828 εκατ. €, ενώ το κόστος των εσωτερικών ενισχύσεων της Αλγερίας εκτιμάται στα 21 εκατ. Ευρώ. Όπως και στην περίπτωση του έργου Αλγερίας-Ισπανίας, η έναρξη λειτουργίας του δε θα είναι νωρίτερα από το 2030 (Med-TSO, 2014d).

Η Αλγερία σχεδιάζει την περαιτέρω υλοποίηση των έργων καλωδίων προς την Ευρώπη (Ισπανία και Ιταλία) το 2050. Για τη δημιουργία και τη διατήρηση ενός τέτοιου διακρατικού δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας HVDC, θα χρειαστεί ισχυρή πολιτική υποστήριξη. Η Αλγερία θα μπορούσε μία μέρα να εξάγει ηλιακή ενέργεια σε αγορές στην Ευρώπη, μόλις συνδεθεί με τα ευρωπαϊκά ενεργειακά δίκτυα (Saïah & Stambouli, 2017).

➤ Αλγερία-Τυνησία

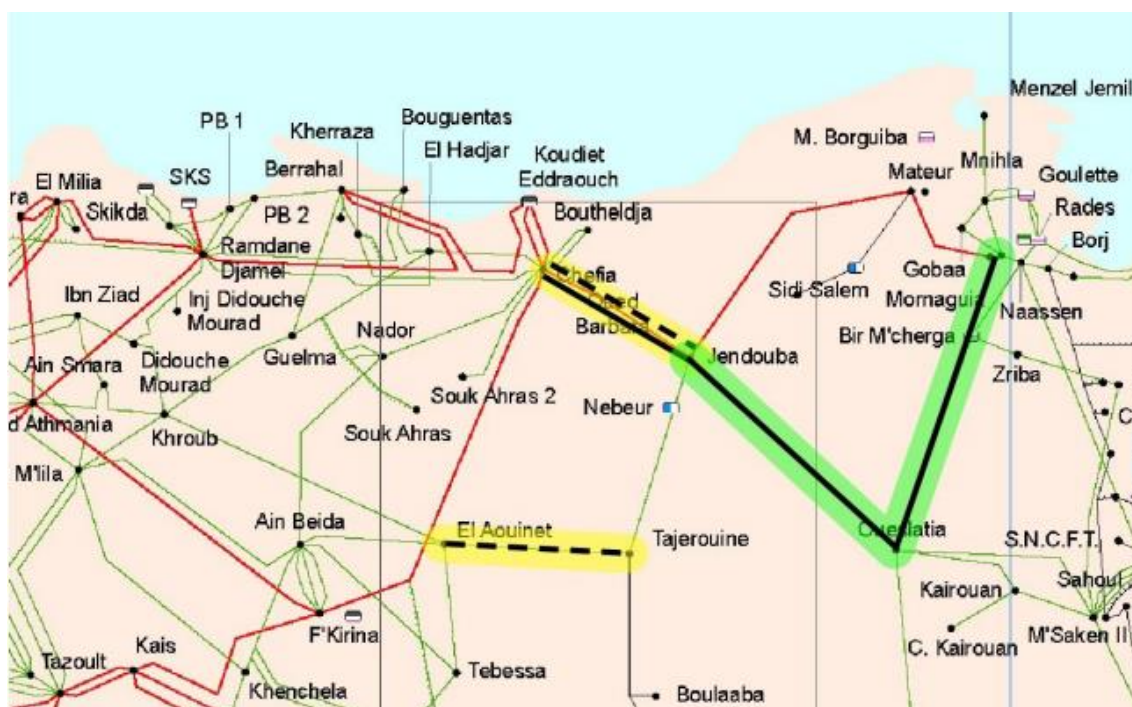
Το έργο συνίσταται σε μια νέα διασύνδεση μεταξύ Αλγερίας και Τυνησίας, με χωρητικότητα 700 MW. Λόγω των σημαντικών ωρών κορεσμού που εντοπίστηκαν στις προκαταρκτικές προσομοιώσεις της αγοράς, προστέθηκε αυτό το σύμπλεγμα. Συνίσταται σε μια δεύτερη εναέρια γραμμή 400 kV από τον υποσταθμό Jendouba στην Τυνησία στον υποσταθμό Chefia στην Αλγερία (Med-TSO, 2014f).

Η ενεργειακή ανταλλαγή με την Αλγερία μέσω της υπάρχουσας και της προβλεπόμενης διασύνδεσης υφίσταται ορισμένες υπερφορτώσεις στο δίκτυο 220 kV. Για να ξεπεραστεί αυτό, ανοίγει η υφιστάμενη διασύνδεση 220 kV μεταξύ Αλγερίας και Τυνησίας, με αποτέλεσμα η ενέργεια να τείνει να διασχίζει το υποδίκτυο των 400 kV. Για να ενισχυθεί, εξετάζονται οι επόμενες νέες τεχνικές:

- Νέο κύκλωμα 400 kV Oueslatia - Mornaguia (140 χλμ.)
- Δύο (2) νέοι μετασχηματιστές 400 MVA, 220/400 kV στο υποσταθμό Oueslatia.

Επιπλέον, απαιτείται ενίσχυση για την εκκένωση της ισχύος στο υποσταθμό Jendouba. Έχουν εξεταστεί δύο διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις: 1) ένα νέο κύκλωμα 400 kV μεταξύ υποσταθμών Jendouba και Oueslatia ή 2) ένα νέο κύκλωμα 400 kV μεταξύ των υποσταθμών Jendouba και Mornaguia. Και οι δύο εναλλακτικές λύσεις παρέχουν ένα νέο διάδρομο 400 kV για την ενέργεια της διασύνδεσης και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση ασφάλειας είναι αρκετά παρόμοια, επιλύοντας το μεγαλύτερο μέρος των υπερφορτώσεων λόγω της νέας διασύνδεσης. Συγκρίνοντας τα, η πρώτη εναλλακτική λύση (400 kV Jendouba - Oueslatia) φαίνεται να είναι λίγο πιο αποτελεσματική.

Η επόμενη εικόνα δείχνει τους χάρτες των διασυνδέσεων, τόσο την υφιστάμενη (διακεκομμένη-κίτρινη γραμμή) όσο και την προγραμματισμένη (κίτρινη γραμμή) και τις αντίστοιχες ενισχύσεις (πράσινη γραμμή).



Σχήμα 20: Χάρτης διασυνδέσεων και ενισχύσεων για το έργο Αλγερίας-Τυνησίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014f)

Ο νέος σύνδεσμος AC μεταξύ Αλγερίας και Τυνησίας αποτελείται από 82 χιλιόμετρα εναέριας γραμμής AC. Χρησιμοποιώντας 0,3 εκατ. € / km για το μέσο κόστος των καλωδίων εναλλασσόμενου ρεύματος, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης, η εκτίμηση για το κόστος καλωδίου είναι 24 εκατ. Ευρώ. Το κόστος των τελικών υποσταθμών εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 3,3 εκατ. Ευρώ και για τους δύο, συμπεριλαμβανομένου ενός κόμβου AIS. Τέλος, το συνολικό επενδυτικό κόστος στη νέα διασύνδεση εναλλασσόμενου ρεύματος είναι 27 εκατ. Ευρώ, ενώ το κόστος των εσωτερικών ενισχύσεων της Τυνησίας ανέρχεται στα 128

εκατ. ευρώ (Med-TSO, 2014f).

➤ Τυνησία-Ιταλία

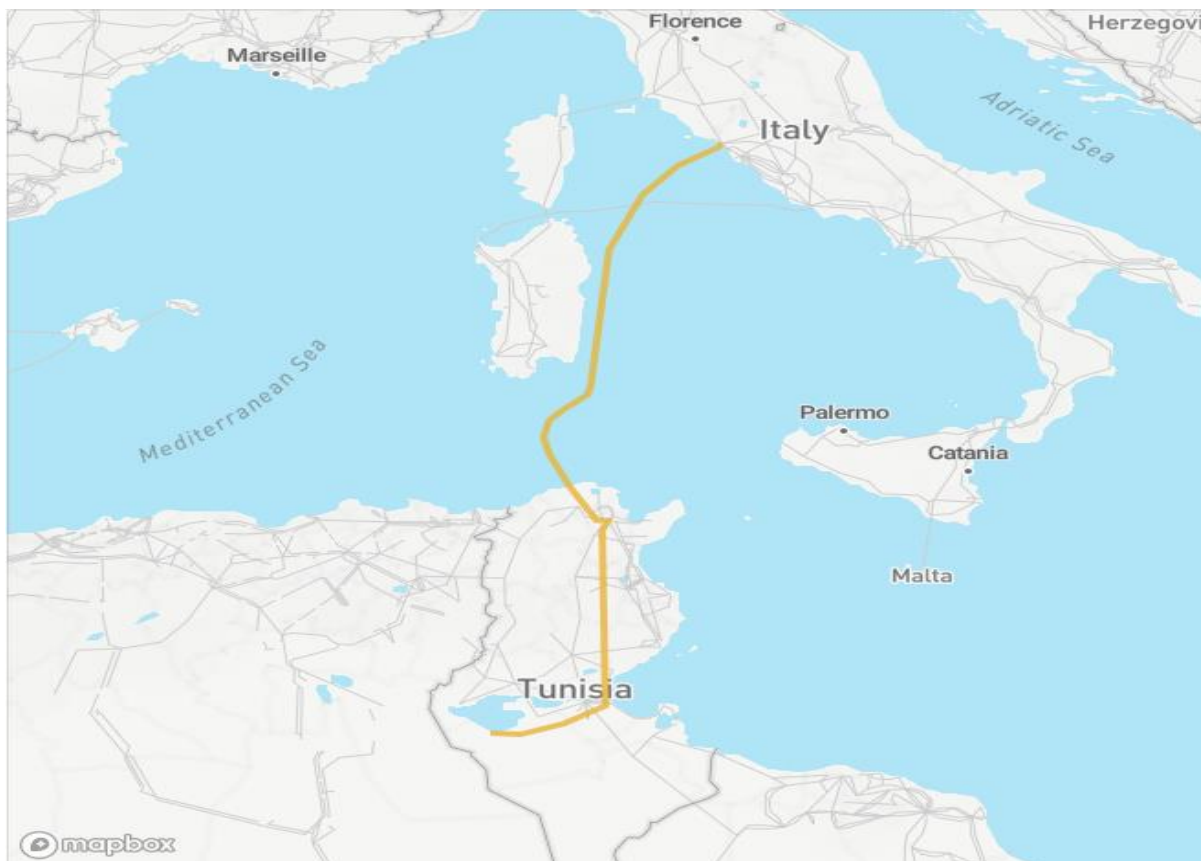
Προβλέπονται δύο σχέδια για την αύξηση της δυναμικότητας διασύνδεσης του ευρωμεσογειακού συστήματος στην Τυνησία και την ενίσχυση της ολοκλήρωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και του εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας. Μία κοινοπραξία μεταξύ της εταιρείας ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου στην Τυνησία "STEG" και της ιταλικής εταιρείας μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας έχει προγραμματίσει τη δημιουργία μιας γραμμής διασύνδεσης μεταξύ της Ιταλίας (Σικελία) και της Τυνησίας, γνωστή σήμερα ως ELMED, θα είναι ένα υποβρύχιο καλώδιο HVDC, μήκους 200 χλμ. που θα επιτρέπει εξαγωγές, ιδίως από ανανεώσιμες πηγές, από την Ιταλία στην Τυνησία. Το έργο, το οποίο έχει τη δυνατότητα να συμβάλει στη δημιουργία ενός ευρωμεσογειακού δικτύου, υπόκειται σε λεπτομερή μελέτη σκοπιμότητας. Η ELMED θα είναι η πρώτη διασύνδεση ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέει την Ιταλία με τη Βόρεια Αφρική (ENTSO-E, 2018a). Ο νέος σύνδεσμος HVDC μεταξύ Τυνησίας και Ιταλίας θα αποτελείται από 200 χλμ. διπολικού υποθαλάσσιου καλωδίου VSC. Χρησιμοποιώντας 1,24 εκατ. € / χλμ. για το κόστος των καλωδίων, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης, η εκτίμηση του κόστους καλωδίων είναι 248 εκατ. €. Το εκτιμώμενο κόστος για τους δύο μετατροπείς είναι 270 εκατ. Ευρώ. Τέλος, το συνολικό επενδυτικό κόστος στη νέα διασύνδεση HVDC εκτιμάται στα 518 εκατ. €. (Med-TSO, 2014e). Η συγκεκριμένη διασύνδεση έχει άδεια κατασκευής και η εκτιμώμενη έναρξη λειτουργίας της είναι το 2027.



Σχήμα 21: Η νέα διασύνδεση μεταξύ Τυνησίας-Ιταλίας (Σικελίας). (Πηγή: Med-TSO, 2014e)

Μια άλλη προγραμματισμένη γραμμή διασύνδεσης μεταξύ της Ιταλίας (σημείο σύνδεσης στο Montalto do Castro, Βόρεια της Ρώμης) και της Τυνησίας, γνωστή σήμερα ως TuNur, αποσκοπεί στη σύνδεση ενός συγκεντρωμένου ηλιακού σταθμού με ένα αποθηκευτικό χώρο στο Rejim Maatoug, Kebili, Τυνησία στο ευρωπαϊκό δίκτυο. Το έργο μεταφοράς θα περιλαμβάνει όχι μόνο το υποβρύχιο καλώδιο HVDC αλλά και σταθμούς μετατροπής και τις αναγκαίες γραμμές ενίσχυσης στην Τυνησία. Η ηλεκτρική διασύνδεση μεταξύ Τυνησίας και Ιταλίας θα περιλαμβάνει τη βελτίωση της αξιοπιστίας του περιφερειακού συστήματος ενέργειας και τη συμβολή στη δημιουργία μιας περιφερειακής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

και μιας αγοράς πράσινης ενέργειας (Balghouthi et al. , 2016; EC, 2019). Το έργο μεταφοράς θα περιλαμβάνει: +/- 500 kV DC εναέριες γραμμές στην Τυνησία από το εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως το σημείο τοποθέτησης, υποθαλάσσια καλώδια από τη Βόρεια ακτή της Τυνησίας έως το Montalto di Castro, VSC HVDC σταθμούς μετατροπής στα δύο τερματικά σημεία, καλυμμένα 400 kV Καλώδια AC από τον μετατροπέα HVDC στο Montalto έως τον σταθμό Terna 400 kV στο Monalto. Επιπλέον, το έργο θα συμβάλει στη μείωση, υπό συγκεκριμένες συνθήκες, των παρόντων και των μελλοντικών περιορισμών στις ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας στα σύνορα της Βόρειας Ιταλίας με τη Γαλλία, την Ελβετία, την Αυστρία και τη Σλοβενία και συνεπώς θα επιτρέψει τη σημαντική αύξηση της μεταφορικής ικανότητας και της εκμετάλλευσής της τουλάχιστον 500 MW σε αυτό το όριο (ENTSO-E, 2018b).



Σχήμα 22: Η προγραμματιζόμενη διασύνδεση TuNur. (Πηγή: ENTSO-E, 2018b)

Η κατασκευή της γραμμής TuNur έχει καθυστερήσει λόγω του ότι το ρυθμιστικό πλαίσιο της Τυνησίας τακτοποιήθηκε πρόσφατα και αυτό καθυστέρησε τη διαδικασία γενικών αδειών. Ωστόσο, η εκτιμώμενη έναρξη λειτουργίας της διασύνδεσης είναι το 2025, με συνολικό κόστος 2696 εκατ. Ευρώ (ENTSO-E, 2018b).

➤ Τυνησία-Λιβύη-Αίγυπτος

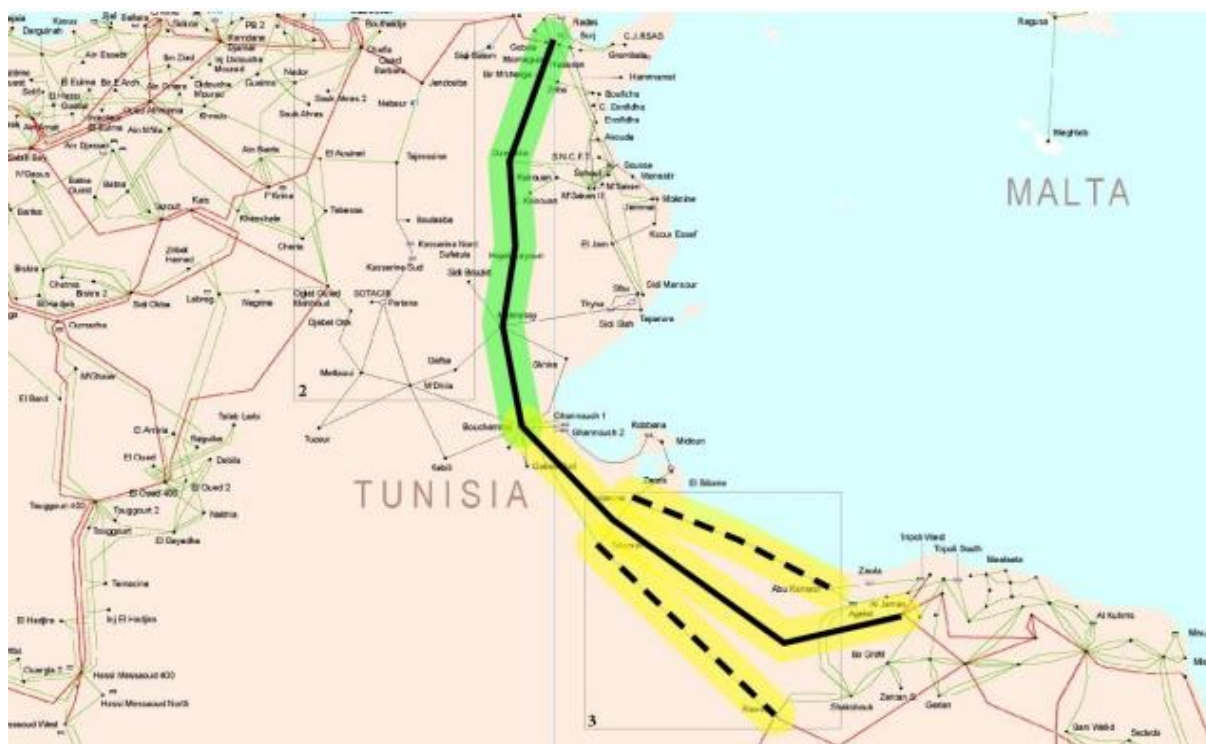
Το έργο TNLYEY αποτελείται από νέες διασυνδέσεις μεταξύ Τυνησίας και Λιβύης (+1000 MW AC) και μεταξύ Λιβύης και Αιγύπτου (+1000 MW AC).

Για την Τυνησία η ενεργειακή ανταλλαγή με τη Λιβύη μέσω της προβλεπόμενης διασύνδεσης 400 kV οδηγείται στο δίκτυο 220 kV στο υποσταθμό Bou Chema. Το γεγονός αυτό μπορεί να υποστεί ορισμένες υπερφορτώσεις στο δίκτυο 220 kV. Για να ξεπεραστεί αυτό, προβλέπεται

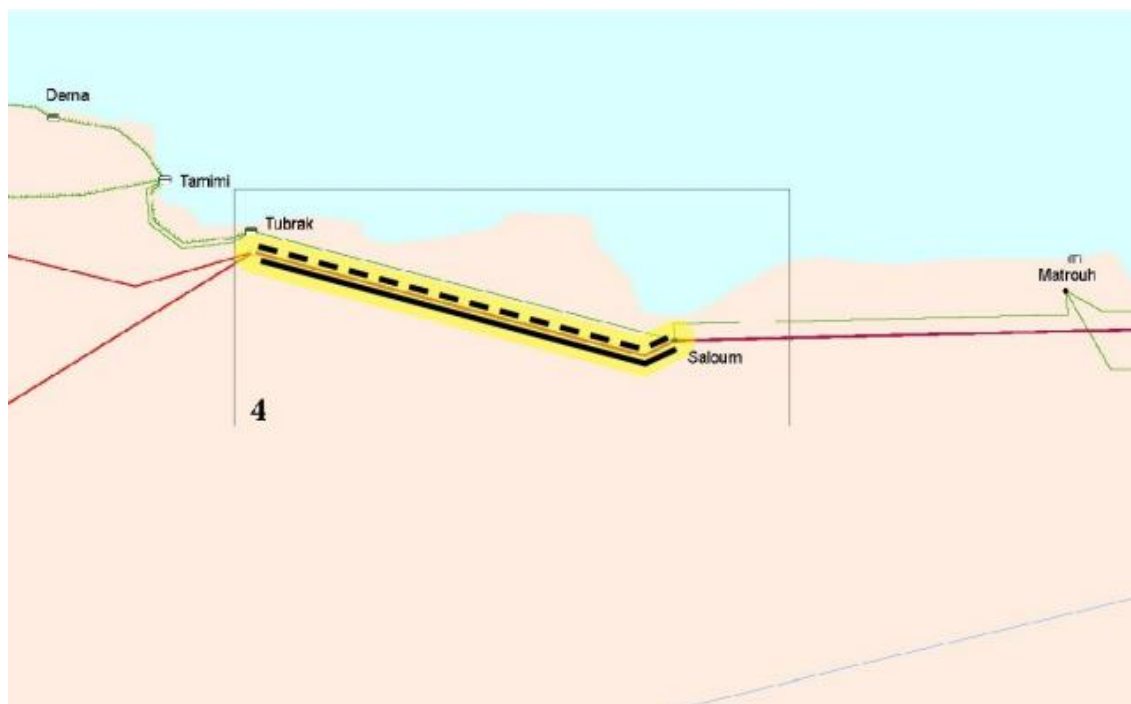
να συμπεριληφθούν νέα κυκλώματα 400 kV που παίρνουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που ανταλλάσσεται μεταξύ του βορρά και του νότου (Med-TSO, 2014g) Ενισχύσεις που εξετάζονται είναι:

- Νέο κύκλωμα 400 kV μεταξύ Bou Chema και Oueslatia.
- Νέο κύκλωμα 400 kV μεταξύ Oueslatia και Mornaguia.
- Τρεις (3) νέοι μετασχηματιστές 400 MVA, 220/400 kV στον υποσταθμό της Oueslatia.
- Τρεις (3) νέοι μετασχηματιστές 400 MVA, 220/400 kV στο υποσταθμό Bou Chema.

Οι σχετικές υπερφορτώσεις που ανιχνεύονται στο δίκτυο 220 kV της Λιβύης οφείλονται στο γεγονός ότι τα καλώδια αυτά δεν έχουν επαρκή αντοχή. Για να ξεπεραστεί αυτό, η κύρια ενίσχυση που εντοπίστηκε βρίσκεται στην εναέρια γραμμή των 84 χλμ. από το Tubros μέχρι το Saloum. Οι επόμενες εικόνες δείχνουν τους χάρτες των διασυνδέσεων, τόσο την υφιστάμενη (διακεκομμένη-κίτρινη γραμμή) όσο και την προγραμματισμένη (κίτρινη γραμμή), και αντίστοιχες ενισχύσεις (πράσινη γραμμή).



Σχήμα 23: Χάρτης των διασυνδέσεων και των ενισχύσεων για το έργο Τυνησία-Λιβύη-Αίγυπτος, λεπτομέρεια της περιοχής διασύνδεσης Τυνησίας-Λιβύης. (Πηγή: Med-TSO, 2014g)



Σχήμα 24: Χάρτης των διασυνδέσεων και των ενισχύσεων για το έργο Τυνησία-Λιβύη-Αίγυπτος, λεπτομέρεια της περιοχής διασύνδεσης Λιβύης-Αιγύπτου. (Πηγή: Med-TSO, 2014g)

Ο νέος σύνδεσμος AC μεταξύ Τυνησίας και Λιβύης αποτελείται από 300 χιλιόμετρα εναέριας γραμμής AC. Χρησιμοποιώντας 0,5 εκατ. € / χλμ. για το κόστος των καλωδίων εναλλασσόμενου ρεύματος, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης, η εκτίμηση για το κόστος καλωδίου είναι 150 εκατ. €. Το κόστος των τελικών υποσταθμών εκτιμάται ότι είναι 1,5 εκατ. Ευρώ, το καθένα από τα οποία περιλαμβάνει ένα AIS ζυγό. Τέλος, το συνολικό επενδυτικό κόστος στη νέα διασύνδεση AC είναι 153 εκατ. Ευρώ. Ο νέος σύνδεσμος AC μεταξύ Λιβύης και Αιγύπτου αποτελείται από 350 χλμ. εναέριας γραμμής AC. Χρησιμοποιώντας 0,5 εκατ. € / χλμ. για το κόστος των καλωδίων εναλλασσόμενου ρεύματος, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης, η εκτίμηση για το κόστος καλωδίου είναι 175 εκατ. Ευρώ. Το κόστος των τελικών υποσταθμών εκτιμάται ότι είναι 1,5 εκατ. €, και ο καθένας περιλαμβάνει ένα AIS ζυγό. Τέλος, το συνολικό επενδυτικό κόστος στη νέα διασύνδεση εναλλασσόμενου ρεύματος είναι 178 εκατ. Ευρώ, ενώ το κόστος των εσωτερικών ενισχύσεων εκτιμάται στα 209 εκατ. ευρώ (Med-TSO, 2014g).

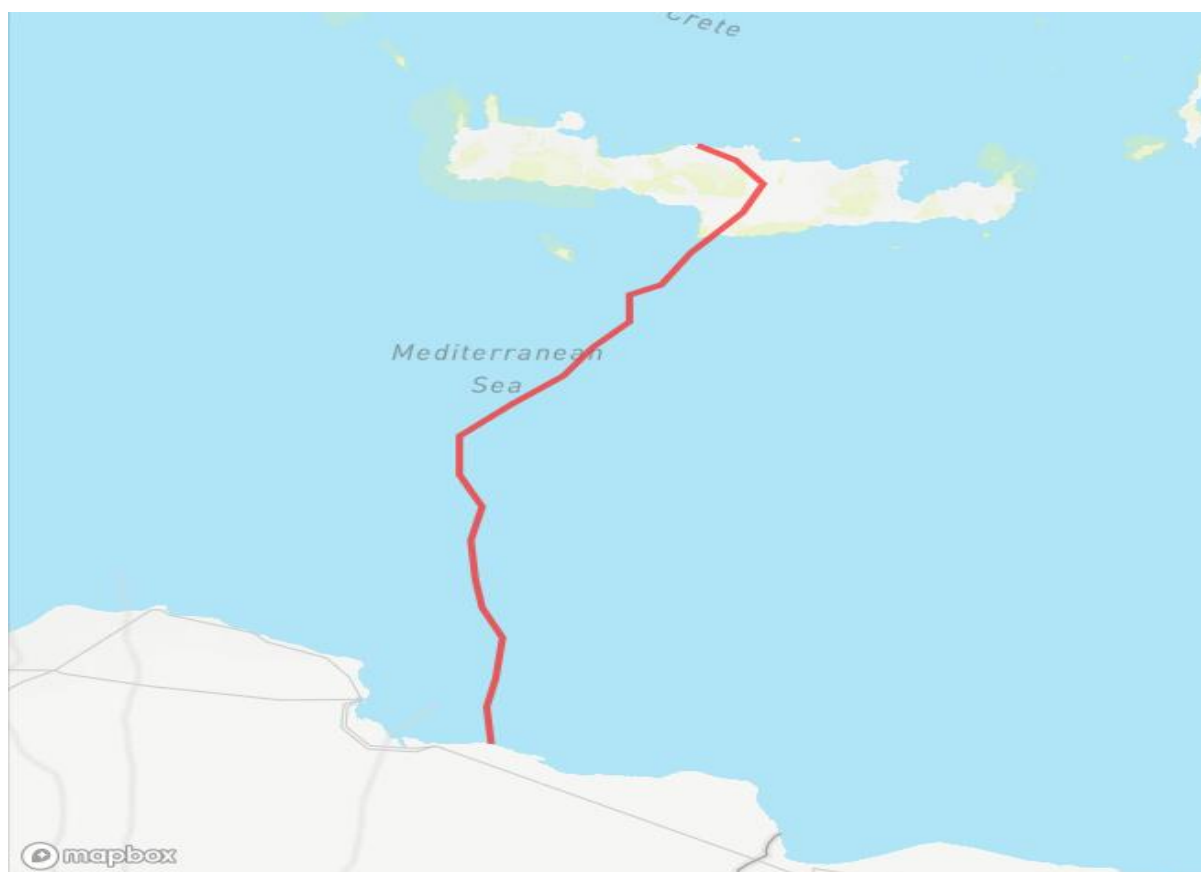
➤ Λιβύη-Ελλάδα

Η προγραμματισμένη διασύνδεση μεταξύ της Ελλάδας (Κρήτη) και της Λιβύης, γνωστή σήμερα ως LEG1, θα επιτρέψει την ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ της Ευρώπης και των χωρών της Νοτιοανατολικής Μεσογείου. Είναι μέρος ενός μεγαλύτερου έργου που θα περιλαμβάνει επίσης την ανάπτυξη και λειτουργία ενός μεγάλου εργοστασίου παραγωγής ηλιακής ενέργειας στο Tobrouk της Λιβύης (EC, 2019).

Το LEG1 είναι ένα υποθαλάσσιο έργο διασύνδεσης ισχύος HVDC, το οποίο περιλαμβάνει μια ηλιακή μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, επιτρέποντας τη διμερή ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ της Ευρώπης και των χωρών της Νοτιοανατολικής Μεσογείου. Η αμφίδρομη διασύνδεση θα συνδέει τη Λιβύη (Tobruk) με την Ελλάδα (Λινοπεράματα, Κρήτη). Το LEG1 επιτρέπει την ανταλλαγή σημαντικής ποσότητας ενέργειας και ικανοποιεί τις αιχμές αιχμής, όπως καταδεικνύεται στην ανάλυση κόστους / ωφέλειας του ENTSOE. Το LEG1 επηρεάζει περαιτέρω τη διαφοροποίηση, τις χαμηλότερες εκπομπές CO₂, τους στόχους

ασφάλειας του εφοδιασμού (ENTSO-E, 2018c).

Για την υλοποίηση του αγωγού διασύνδεσης ισχύος 2 000 MW, ονομαστικής από 400 kV έως 500 kV, η GreenPower2020 εντόπισε 2 διάδρομους που αντιπροσωπεύουν είτε 347 χλμ. είτε 305 χλμ. σε υποθαλάσσια απόσταση, φθάνοντας σε βάθος 2 500 m ή 2 700 m αντίστοιχα. Το τεχνικό προσωπικό του LEG1 έχει προσδιορίσει ένα διεξοδικό αναπτυξιακό πρόγραμμα που περιλαμβάνει μια ισχυρή φάση πιστοποίησης για την αποφυγή εκτέλεσης του έργου. Όλοι οι φορείς καινοτομίας είναι εταιρείες παγκόσμιας κλάσης με εκτεταμένη υποθαλάσσια εμπειρία. Η προβλεπόμενη τεχνολογία μετατροπεία είναι ο τύπος VSC, η οποία είναι ασφαλής και προσαρμόσιμη (ENTSO-E, 2018c).



Σχήμα 25: Η προβλεπόμενη διασύνδεση μεταξύ Λιβύης-Ελλάδας. (Πηγή: ENTSO-E, 2018c)

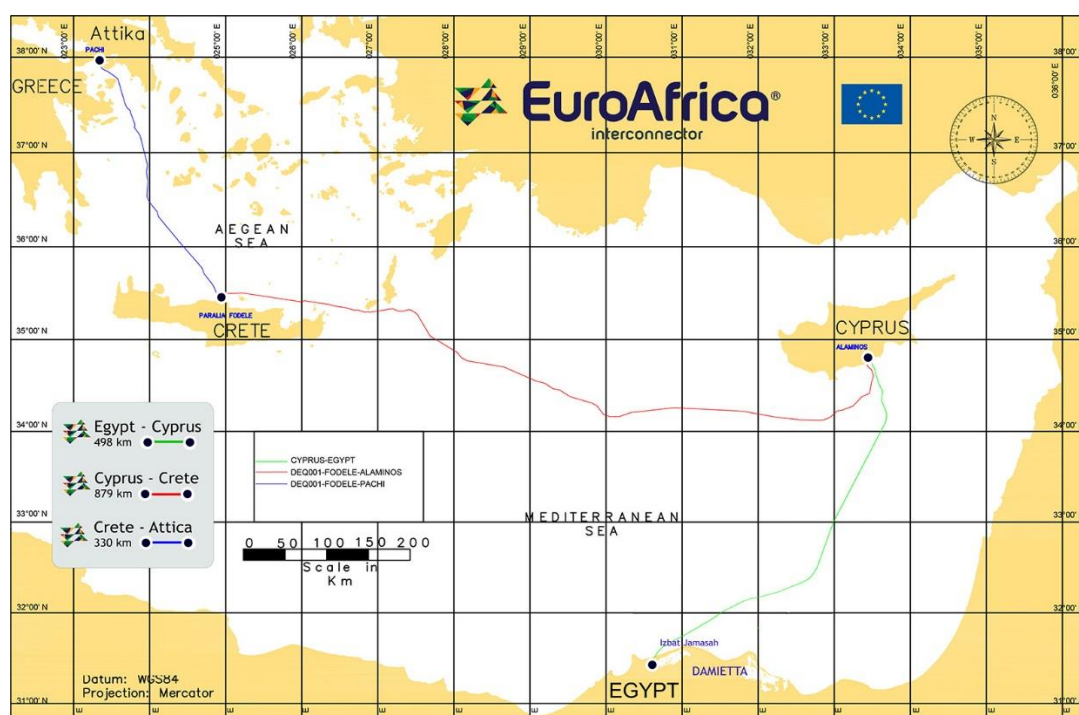
Η εγκατάσταση παραγωγής ηλιακής ενέργειας έχει διαστασιοποιηθεί στα 150 MW, επιτρέποντας την ανάληψη δράσεων πριν από την ανάπτυξη 2 εγκαταστάσεων ωφέλιμης κλίμακας 1 000 MW η καθεμία συνολικού ύψους 2 GW ηλιακής ενέργειας. 3 τεχνολογίες θα αξιολογηθούν για να επιλέξετε τον βέλτιστο συνδυασμό ικανό να τροφοδοτεί 24/7 όλο το χρόνο. Η διαδικασία επιλογής θα λαμβάνει υπόψη πολλούς παράγοντες όπως: συντελεστής δυναμικότητας, αποθήκευση ενέργειας, συμπεριφορά εξοπλισμού σε τοπικές περιβαλλοντικές και μετεωρολογικές συνθήκες, απαιτούμενη συντήρηση κ.λπ. Η παρούσα κατάσταση του έργου είναι προβλεπόμενη αλλά μη επιτρεπτή ακόμα με προγραμματιζόμενη έναρξη λειτουργίας το 2025 και συνολικό κόστος 1500 εκατ. ευρώ (ENTSO-E, 2018c).

Το LEG1 αξιολογείται επί του παρόντος τόσο από τις ελληνικές όσο και από τις βουλγαρικές αρχές για την πρόβλεψη μιας ομαδοποίησης με ένα υπάρχον σχέδιο διασύνδεσης PCI Ελλάδας-Βουλγαρίας. Συμβάλλει επίσης στον περιορισμό της ροής της μετανάστευσης προς την Ευρώπη μέσω της υλοποίησης εγκαταστάσεων και της ανάγκης για εργασία σε μια γνωστή μεταναστευτική διαδρομή, βοηθώντας στην ύπαρξη ενέργειας σε χώρες που την

χρειάζονται απεγνωσμένα για την ανάπτυξή τους (ENTSO-E, 2018c).

➤ Αίγυπτος-Ελλάδα-Κύπρος

Η διασύνδεση EuroAfrica είναι μια προγραμματισμένη διασύνδεση μεταξύ των ελληνικών, κυπριακών και αιγυπτιακών δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας μέσω υποβρυχίου καλωδίου ισχύος. Θα έχει την ικανότητα να μεταδίδει 2.000 MW ηλεκτρικής ενέργειας προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Η διασύνδεση EuroAfrica θα συνδέσει την Αίγυπτο με κυπριακά και ελληνικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της νήσου Κρήτης με υποβρύχιο καλώδιο ισχύος συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης μήκους περίπου 1.707 χιλιομέτρων. Η Αίγυπτος θα συνδεθεί με την Κύπρο με καλώδιο μήκους 498 χιλιομέτρων. Η Κύπρος θα συνδεθεί με το ελληνικό νησί της Κρήτης με καλώδιο μήκους 879 χιλιομέτρων. Η Κρήτη θα συνδεθεί με την Αττική στην Ελλάδα με καλώδιο μήκους 330 χιλιομέτρων που θα παρέχει σύνδεση με το πανευρωπαϊκό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το βάθος τοποθέτησης του καλωδίου θα είναι μέχρι 3.000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας σε κάποια περιοχή μεταξύ Κρήτης και Κύπρου (Wikipedia, 2019a).



Σχήμα 26: Πλάνο διαδρομής διασύνδεσης EuroAfrica (By S. Yard - <http://www.euroafrica-interconnector.com/>, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=67180339>)

Τα κύρια εξαρτήματα διασύνδεσης είναι:

- 4 Σταθμοί μετατροπής HVDC τύπου VVC σε διπολικές ρυθμίσεις (στην Αίγυπτο, την Κύπρο, την Κρήτη και την Αττική). Οι σταθμοί μετατροπής είναι διπολικοί και μπορούν να λειτουργούν αμφίδρομα, επιτρέποντας την εισαγωγή ή εξαγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ανάλογα με τη ζήτηση.
- υποθαλάσσια και χερσαία καλώδια συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης (HVDC) που θα διασυνδέσουν σταθμούς μετατροπής στην Αίγυπτο, την Κύπρο, την Κρήτη και την Αττική. Καλώδια θα λειτουργούν σε ζεύγη με τάση 500kV.
- θαλάσσια ηλεκτρόδια και καλώδια συνεχούς ρεύματος μέσης τάσης που θα συνδεθούν με σταθμούς μετατροπών

- εναλλασσόμενου ρεύματος διακόπτη που θα συνδέει τους σταθμούς μετατροπής με το δίκτυο σε τέσσερις διαφορετικές θέσεις.

Στο πρώτο στάδιο θα έχει χωρητικότητα 1000 MW. Αναμένεται να κοστίζει 3,5 δισεκατομμύρια ευρώ και ότι η πρώτη διασύνδεση μεταξύ του Φόδελε στην Κρήτη και την Αττική στην Ελλάδα θα ολοκληρωθεί το 2020. Η δεύτερη διασύνδεση μεταξύ του εργοστασίου φυσικού αερίου Burgullus στην Αίγυπτο και του Κοφίνου στην Κύπρο θα ολοκληρωθεί το 2021. Η μεγαλύτερη διασύνδεση μεταξύ της Κοφίνου στην Κύπρο και του Φόδελε στην Κρήτη θα παραδοθεί το 2021 (Wikipedia, 2019a).

➤ Αίγυπτος-Τουρκία

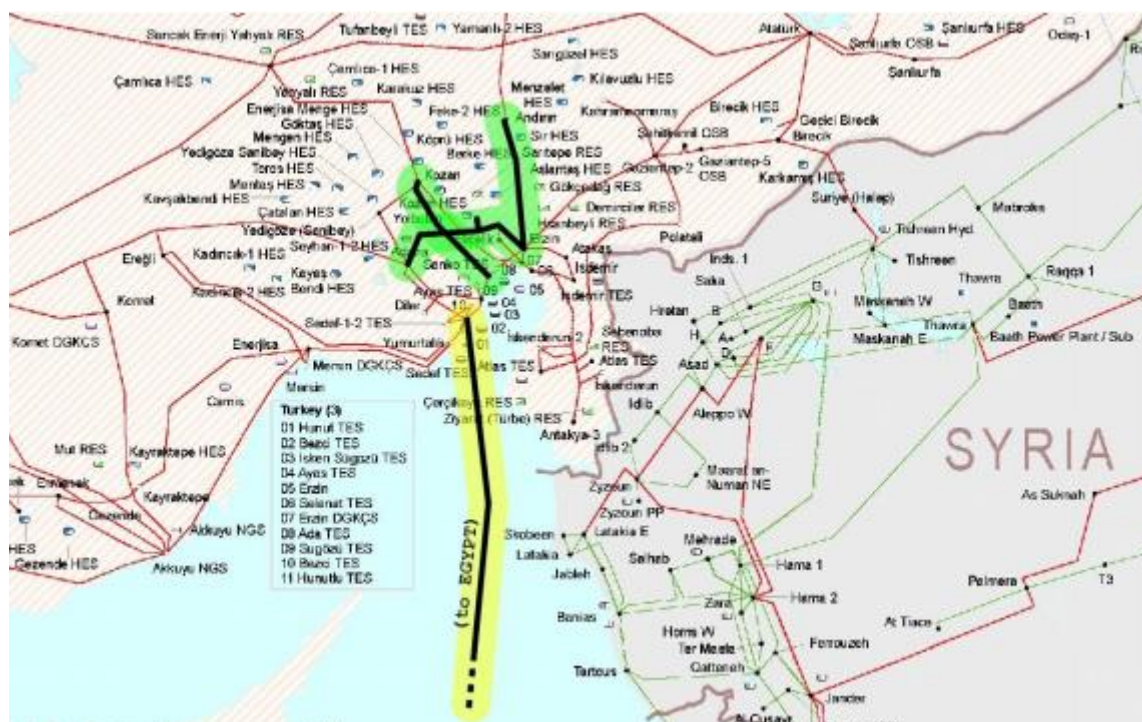
Μια νέα διασύνδεση μεταξύ της Τουρκίας και της Αιγύπτου θα πραγματοποιηθεί μέσω ενός υποθαλάσσιου συνδέσμου HVDC των 3000 MW. Για το έργο αυτό, μόνο το τουρκικό σύστημα θεωρείται ότι αντιπροσωπεύεται πλήρως από το μοντέλο του δικτύου μεταφοράς. Τα οριακά συστήματα, δηλαδή η Ελλάδα, η Βουλγαρία και η Συρία θεωρούνται εξωτερικοί ζυγοί με φορτία για την προσομοίωση των ενεργειακών κόμβων (Med-TSO, 2014h).

Οι ενισχύσεις που απαιτούνται για την εξασφάλιση της λειτουργίας του τουρκικού δικτύου με το έργο διασύνδεσης TREY αναφέρονται σε δύο κατηγορίες: 1. αναβάθμιση υπάρχουσας εναέριας γραμμής και 2. προσθήκη νέων εναέριων γραμμών / προσθήκη νέου σημείου σύνδεσης σε υπάρχουσες εναέριες γραμμές. Με το έργο διασύνδεσης TREY, τα 2-πακέτα εναέριων γραμμών που απαιτείται να αναβαθμιστούν παρατίθενται παρακάτω:

- 400 kV Adana - Bastug εναέρια γραμμή - 2bundle Cardinal, 59χλμ
- 400 kV Toscelik - Bastug εναέρια γραμμή - 2bundle Cardinal, 4 χλμ
- 400 kV Erzin - Toscelik εναέρια γραμμή - 2bundle Cardinal, 13χλμ
- 400 kV Erzin - Andirin εναέρια γραμμή - 2bundle Cardinal, 73χλμ

Για να ενισχυθεί το τουρκικό δίκτυο κοντά στο σημείο σύνδεσης του έργου TREY, θα πρέπει να τροποποιηθεί η σύνδεση της σχεδιαζόμενης εναέριας γραμμής Kokan-Sanko TES 400kV (τριπλή δέσμη Pheasant, 75km) συνδέοντας την εν λόγω γραμμή με τον υποσταθμό Misis OSB (γεωγραφικά μεταξύ των υποσταθμών TES Kozan και Sanko) με προσθήκη 25 χιλιομέτρων νέας εναέριας γραμμής. Μετά τη διαδικασία τροποποίησης, η Kozan - Sanko TES γραμμή θα λειτουργεί ως 400kV Kozan - Misis OSB (τριπλή δέσμη 60km phasor OHL) και 400kV Misis OSB - Sanko TES (τριπλή δέσμη 40km phasor OHL).

Οι σχετικές υπερφορτώσεις επιλύθηκαν με επιλεγμένες ενισχύσεις. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται ο χάρτης των νέων διασυνδέσεων (κίτρινη γραμμή) και οι σχετικές εσωτερικές ενισχύσεις που απαιτούνται (πράσινη γραμμή).



Σχήμα 27: Χάρτης των διασυνδέσεων και των ενισχύσεων για το έργο Αίγυπτος-Τουρκία. (Πηγή: Med-TSO, 2014h)

Το συνολικό κόστος όλου του έργου υπολογίζεται στα 2,9 δισεκατομμύρια Ευρώ περίπου, από τα οποία τα 2,8 δισεκατομμύρια θα είναι για την υλοποίηση των νέων διασυνδέσεων και τα υπόλοιπα για τις εσωτερικές ενισχύσεις. Ωστόσο, δεν γνωρίζουμε την έναρξη λειτουργίας του έργου, καθώς βρίσκεται ακόμα υπό επεξεργασία (Med-TSO, 2014h).

➤ Αίγυπτος-Ιορδανία

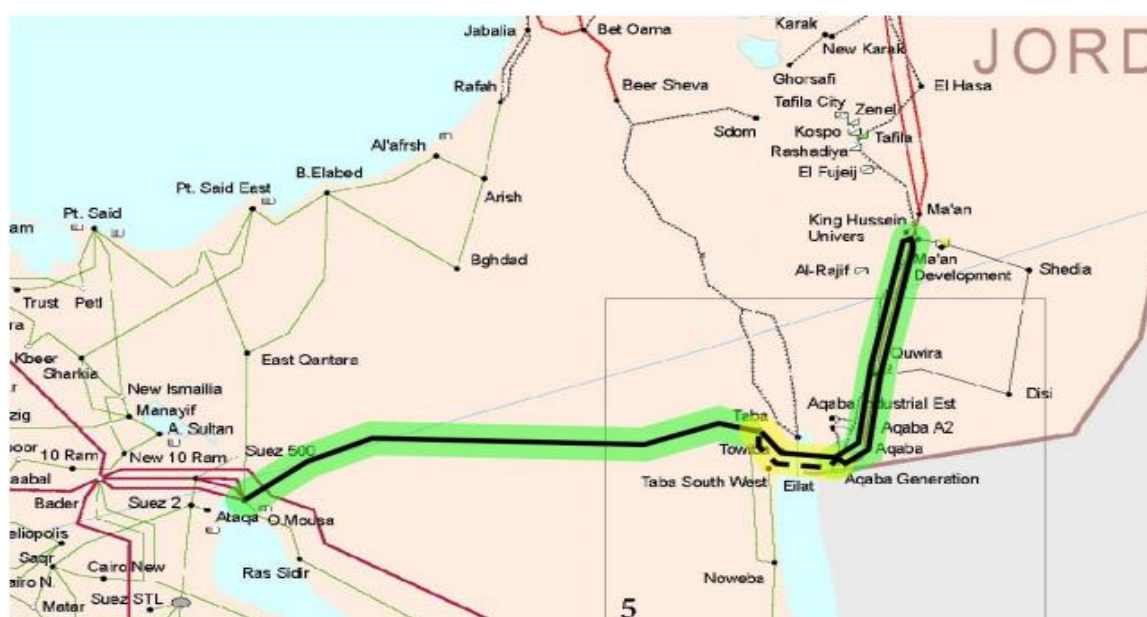
Η Αίγυπτος και η Ιορδανία αποτελούν μέρος της διασύνδεσης των 8 χωρών, η οποία αποτελείται από την Συρία, το Λίβανο, την Τουρκία, το Ιράκ, την Παλαιστίνη και τη Λιβύη. Το νέο μακροπρόθεσμο έργο σχετίζεται με την προσθήκη μιας νέας διασύνδεσης η οποία θα οδηγήσει σε διπλασιασμό της τρέχουσας χωρητικότητας μεταξύ Αιγύπτου-Ιορδανίας σε 1100 MW. Αυτό θα επιτρέψει την αύξηση της διείσδυσης της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη σταθεροποίηση του δικτύου, βοηθώντας και τις δύο χώρες να καλύψουν τη ζήτηση φορτίου που θα έχει ως αποτέλεσμα την αναβολή των επενδύσεων τόσο στη παραγωγή όσο και στη μετάδοση (Med-TSO, 2014i).



Σχήμα 28: Η νέα διασύνδεση Αιγύπτου-Ιορδανίας. (Πηγή: Med-TSO, 2014i)

Για την Ιορδανία, λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή υπερφόρτωση της διαδρομής διασύνδεσης, αναλύθηκε μια νέα ενίσχυση. Ο σύνδεσμος MAAN - AQABA, ο οποίος συνιστά ένα διπλό κύκλωμα 400 kV, πρόκειται να διπλασιαστεί, δηλαδή θα υπάρχουν τέσσερα κυκλώματα μεταξύ MAAN και AQABA (Med-TSO, 2014i).

Για την περίπτωση της Αιγύπτου, λαμβάνοντας κι εδώ υπόψη την πιθανή υπερφόρτωση στην πορεία της διασύνδεσης, αναλύθηκε μια νέα ενίσχυση. Η ενίσχυση αποτελείται από το διπλασιασμό του κυκλώματος 500 kV μεταξύ του O-MOUSA-TABA και του μετασχηματιστή 500/400 kV στον υποσταθμό TABA. Οι σχετικές υπερφορτώσεις επιλύθηκαν με επιλεγμένες ενισχύσεις. Στη συνέχεια απεικονίζεται ο χάρτης των διασυνδέσεων, τόσο της υφιστάμενης (διακεκομμένης κίτρινης γραμμής) όσο και της προβαλλόμενης (κίτρινης γραμμής) και σχετικών εσωτερικών ενισχύσεων που προσδιορίστηκαν στην ανάλυση ασφαλείας (πράσινη γραμμή) (Med-TSO, 2014i).



Σχήμα 29: Χάρτης διασυνδέσεων και ενισχύσεων για το έργο Αίγυπτος-Ιορδανία. (Πηγή: Med-TSO, 2014i).

Το συνολικό κόστος όλου του έργου υπολογίζεται στα 198 εκατ. Ευρώ, από τα οποία τα 62 εκατ. Ευρώ θα είναι για την υλοποίηση των νέων διασυνδέσεων και τα 136 εκατ. Ευρώ για τις εσωτερικές ενισχύσεις (Med-TSO, 2014i).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Αποφάσεων

3 Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Αποφάσεων

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθεται μια γενική περιγραφή της Πολυκριτηριακής Μεθόδου Λήψης Αποφάσεων, ενώ αναφέρονται ορισμένοι τομείς στους οποίους βρίσκει εφαρμογή. Ειδική αναφορά γίνεται στις εφαρμογές της μεθόδου αυτής στον ενεργειακό τομέα.

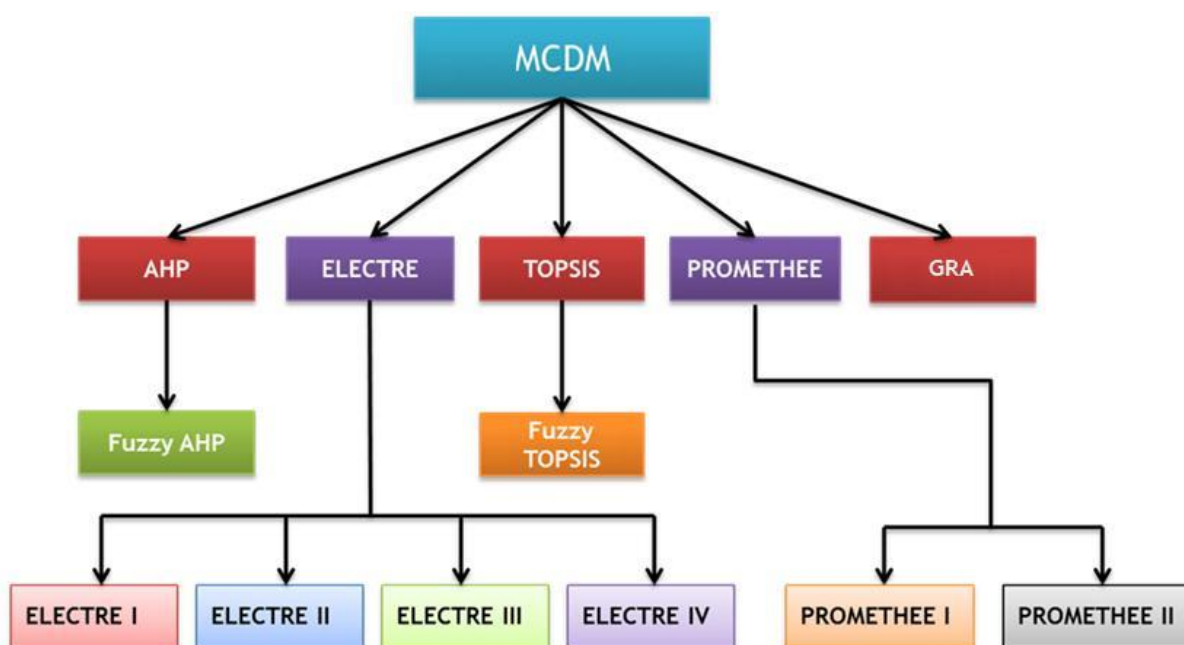
3.1 Είδη πολυκριτηριακών μεθόδων

Η πολυκριτηριακή μέθοδος αποφάσεων (MultiCriteria Decision Making-MCDM) είναι ένας κλάδος των ερευνητικών μοντέλων λειτουργίας και ένας πολύ γνωστός τομέας λήψης αποφάσεων. Αυτές οι μέθοδοι μπορούν να χειριστούν τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά κριτήρια και να αναλύσουν τις συγκρούσεις στα κριτήρια και τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων. Υπάρχουν πολλές ταξινομήσεις και κατηγοριοποιήσεις αλλά γενικά αυτές οι μέθοδοι μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: τη λήψη πολλών αντικειμενικών αποφάσεων (Multi-Objective Decision-Making-MODM) και τη λήψη αποφάσεων πολλαπλών χαρακτηριστικών (Multi-Attribute Decision-Making-MADM). Στο μοντέλο MODM, το πρόβλημα της απόφασης χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πολλαπλών και ανταγωνιστικών στόχων που θα πρέπει να βελτιστοποιηθούν έναντι ενός συνόλου εφικτών και διαθέσιμων περιορισμών, σε αντίθεση με το μοντέλο MADM, όπου η αξιολόγηση ενός συνόλου εναλλακτικών λύσεων πραγματοποιείται σε σχέση με ένα σύνολο κριτηρίων. Η MADM είναι μία από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους MCDM που υιοθετείται για την επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με διαφορετικές προοπτικές (Taha & Daim, 2013).

Μια περιγραφική περίληψη των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων πολυκριτηριακών μεθόδων λήψης αποφάσεων παρουσιάζεται παρακάτω (Taha & Daim, 2013):

- Analytic Hierarchy Process (AHP): Μια μέθοδος MADM που εισήχθη για πρώτη φορά από τον Saaty. Στην AHP, το πρόβλημα κατασκευάζεται ως ιεραρχία διασπώντας την απόφαση από πάνω προς τα κάτω. Ο στόχος είναι στο ανώτατο επίπεδο, τα κριτήρια και τα δευτερεύοντα κριτήρια είναι στα μεσαία επίπεδα και οι εναλλακτικές λύσεις βρίσκονται στο κατώτατο επίπεδο της ιεραρχίας. Η εισαγωγή εμπειρογνομόνων και φορέων λήψης αποφάσεων θεωρείται ως σύγκριση με ζεύγη και η καλύτερη εναλλακτική λύση μπορεί να επιλεγεί σύμφωνα με την υψηλότερη κατάταξη μεταξύ εναλλακτικών επιλογών.
- Analytic Network Process (ANP): Η μεθοδολογία ANP είναι μια γενική μορφή της AHP. Παρόλο που η AHP είναι εύκολη στη χρήση και εφαρμογή, το μονοσήμαντο χαρακτηριστικό σχέσης της δεν μπορεί να χειριστεί την πολυπλοκότητα πολλών προβλημάτων. Ωστόσο, η ANP αντιμετωπίζει το πρόβλημα ως ένα δίκτυο σύνθετων σχέσεων μεταξύ εναλλακτικών λύσεων και κριτηρίων όπου όλα τα στοιχεία μπορούν να συνδεθούν.
- Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation (PROMETHEE): Η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται από ευκολία χρήσης και μειωμένη πολυπλοκότητα. Χρησιμοποιεί την αρχή της υπεροχής για να ταξινομήσει τις εναλλακτικές λύσεις και να πραγματοποιήσει μια σύγκριση ζευγών των εναλλακτικών λύσεων προκειμένου να τα ταξινομήσει σε σχέση με ορισμένα κριτήρια. Μέχρι τώρα, η οικογένεια της PROMETHEE έχει συμπεριλάβει τα PROMETHEE I & II.
- ELimination Et Choix Traduisant la REalité (ELECTRE): Αυτή η μέθοδος είναι ικανή να χειρίζεται διακριτά κριτήρια τόσο ποσοτικής όσο και ποιοτικής φύσης και παρέχει πλήρη διάταξη των εναλλακτικών λύσεων. Η ανάλυση επικεντρώνεται στις σχέσεις κυριαρχίας μεταξύ εναλλακτικών λύσεων. Βασίζεται στις σχέσεις υπεροχής και στις έννοιες εκμετάλλευσης των συμφωνιών. Η μέθοδος υπεροχής χρησιμοποιεί τη σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Η οικογένεια ELECTRE περιλαμβάνει ELECTRE I, II, III, IV.

- The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions (TOPSIS): Η βασική ιδέα αυτής της μεθόδου είναι ότι η επιλεγμένη εναλλακτική είναι αυτή που έχει την καλύτερη τιμή για όλα τα κριτήρια, π.χ. έχει τη μικρότερη απόσταση από την αρνητική ιδανική λύση.
- Grey Relational Analysis (GRA): Η μέθοδος GRA χρησιμοποιεί μια συγκεκριμένη έννοια πληροφοριών. Καθορίζει καταστάσεις χωρίς πληροφορίες ως μαύρες και εκείνες με πλήρεις πληροφορίες ως άσπρες. Με αυτόν τον ορισμό, η ποσότητα και η ποιότητα της πληροφορίας αποτελούν μια συνέχεια από τη συνολική έλλειψη πληροφοριών έως την πλήρη πληροφόρηση - από το μαύρο έως το γκρίζο στο λευκό. Δεδομένου ότι η αβεβαιότητα υπάρχει πάντα, η απάντηση είναι πάντα κάπου στη μέση, κάπου ανάμεσα στα άκρα, κάπου στην γκρίζα περιοχή. Η GRA έρχεται στη συνέχεια σε ένα σαφές σύνολο δηλώσεων σχετικά με τις λύσεις του συστήματος.
- Multi-Attribute Utility Theory (MAUT): Αυτή είναι μία από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους MCDM. Η θεωρία λαμβάνει υπόψη τις προτιμήσεις του υπεύθυνου λήψης αποφάσεων με τη μορφή της συνάρτησης χρησιμότητας που ορίζεται σε ένα σύνολο χαρακτηριστικών, όπου η χρησιμότητα κάθε χαρακτηριστικού ή κριτηρίου δεν χρειάζεται να είναι γραμμική.

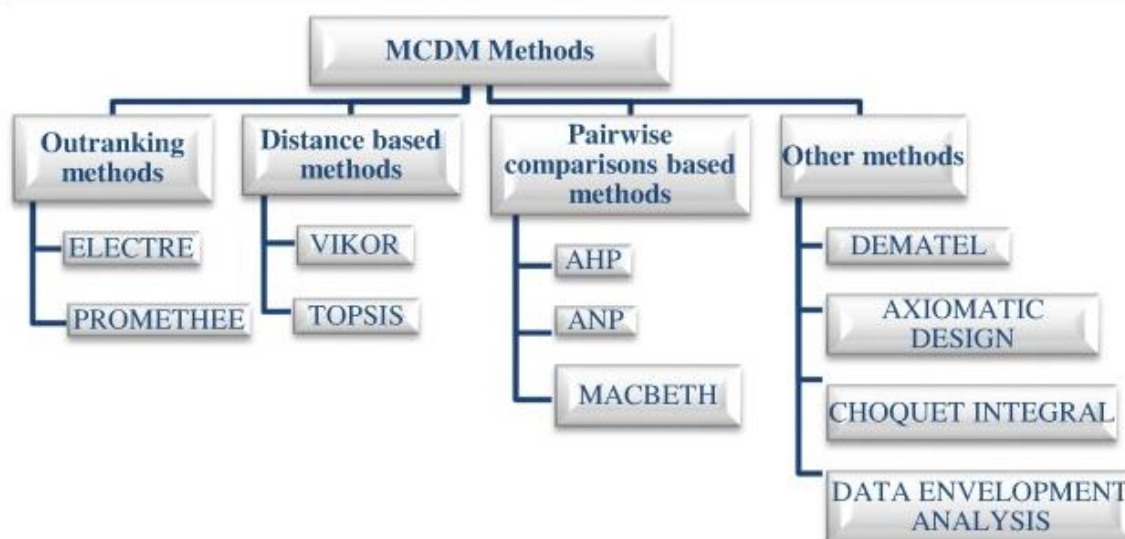


Σχήμα 30: Ιεράρχηση πολυκριτηριακών μεθόδων

Επιπλέον, μπορούμε να κατατάξουμε τις πολυκριτηριακές μεθόδους σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους:

- Μέθοδοι Σχέσεων Υπεροχής (Outranking Relations Methods),
- Μέθοδοι που βασίζονται στον υπολογισμό αποστάσεων (Distance Based Methods),
- Μέθοδοι που βασίζονται στις ζευγαρωτές συγκρίσεις (Pair-Wise Comparisons Based Methods), και
- Άλλες Μέθοδοι (Other Methods).

Οι προαναφερθείσες κατηγορίες απεικονίζονται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 31: Κατηγοριοποίηση των πιο δημοφιλών μεθόδων στην πολυκριτηριακή ανάλυση (Πηγή: Büyükközkan & Gülergüz, 2017)

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των πιο συχνά χρησιμοποιημένων μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Πίνακας 4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων μεθόδων MCDM. (Πηγή: Kumar et al., 2017; Siksnelyte et al., 2018)

Μέθοδος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
AHP, ANP	<ul style="list-style-type: none"> Μια από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους, συχνά συνδυάζεται με άλλες μεθόδους Ταχύτερη σύγκριση σε σχέση με άλλες πολυκριτηριακές μεθόδους Έχει κατανοητή λογική Χρησιμοποιείται ευρέως για την επίλυση των ενεργειακών πολιτικών / επιλογών έργων Εφαρμόζεται ευρέως για την αξιολόγηση της τεχνολογίας και την επιλογή τύπου 	<ul style="list-style-type: none"> Απαιτείται περαιτέρω ανάλυση για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων Η αλληλεξάρτηση μεταξύ στόχων και εναλλακτικών οδηγεί σε επικίνδυνα αποτελέσματα. Όταν ο αριθμός των επιπέδων στην ιεραρχία αυξάνεται, ο αριθμός των συγκρίσεων ζευγών αυξάνεται επίσης, με αποτέλεσμα η κατασκευή του μοντέλου AHP να απαιτεί πολύ περισσότερο χρόνο και κόπο.
	<ul style="list-style-type: none"> Παρέχει μια λύση για τον χειρισμό υποκειμενικών αβέβαιων δεδομένων Δεν υπάρχει όριο 	<ul style="list-style-type: none"> Χρειάζεται περαιτέρω

Fuzzy Sets	<p>κριτηρίων</p> <ul style="list-style-type: none"> • Καθιστά την πληρότητα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων ισχυρότερη • Συχνά συνδυάζεται με άλλες μεθόδους 	<p>μέτρο, απαιτεί περαιτέρω υπολογισμούς</p>
TOPSIS	<ul style="list-style-type: none"> • Η μέθοδος έχει κατανοητή λογική, η οποία απεικονίζεται σε μια απλή μαθηματική μορφή • Η διαδικασία υπολογισμού είναι απλή • Μία από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές MCDM χάρη στην εύκολη εφαρμογή της • Πιο γρήγορη σε σύγκριση με άλλες μεθόδους MCDM • Συχνά συνδυάζεται με άλλες μεθόδους • Εφαρμόζεται συνήθως στην αξιολόγηση ενεργειακών τεχνολογιών 	<ul style="list-style-type: none"> • Μη παρατηρήσιμη • Λειτουργεί με βάση την ευκλείδεια απόσταση και έτσι δεν λαμβάνει υπόψη καμία διαφορά μεταξύ αρνητικών και θετικών τιμών.
PROMETHEE, PROMETHEE II	<ul style="list-style-type: none"> • Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν υπάρχουν δύσκολες προς συσχέτιση εναλλακτικές λύσεις <ul style="list-style-type: none"> • Η μέθοδος εφαρμόζεται συνήθως στην αξιολόγηση της ενεργειακής τεχνολογίας και στον προγραμματισμό του ενεργειακού τομέα σε εθνικό επίπεδο • Η μέθοδος υπολογίζει το επίπεδο διαφοράς μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών 	<ul style="list-style-type: none"> • Αρκετά μεγάλη διαδικασία υπολογισμού σε σύγκριση με άλλες μεθόδους MCDM • Η ανάθεση βαρών εξαρτάται από τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων
ELECTRE, ELECTRE III	<ul style="list-style-type: none"> • Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν υπάρχουν δύσκολες προς συσχέτιση εναλλακτικές λύσεις 	<ul style="list-style-type: none"> • Αρκετά μεγάλη διαδικασία υπολογισμού σε σύγκριση με άλλες μεθόδους MCDM • η μέθοδος εφιστά την προσοχή μόνο στην προτίμηση και αγνοεί το επίπεδο διαφοράς μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών

		<ul style="list-style-type: none"> • Απαιτείται περαιτέρω ανάλυση για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων • Στενή εφαρμογή και εμπειρία στον τομέα της ενέργειας
--	--	---

3.2 Θεωρία ασαφών συνόλων

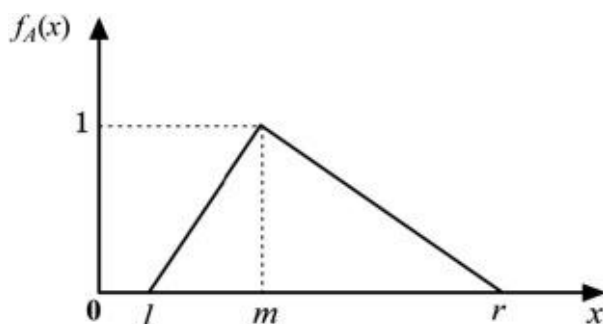
Η θεωρία ασαφών συνόλων (Fuzzy Set Theory), που προτάθηκε από τον Zadeh (1965), ξεκίνησε μια επιστημονική επανάσταση βασισμένη στην παραδοχή ότι τα βασικά σημεία της ανθρώπινης σκέψης δεν είναι αριθμοί, αλλά γλωσσικοί όροι. Οι ασαφείς μηχανισμοί λήψης αποφάσεων προσφέρουν μεγάλη ευελιξία, ιδίως για τις διαδικασίες που βασίζονται στις ανακριβείς και αόριστες πληροφορίες, όπως την κρίση των φορέων λήψης αποφάσεων (Meghanathan et al., 2010). Λόγω της διαθεσιμότητας και της αβεβαιότητας των πληροφοριών καθώς και της ασάφειας του ανθρώπινου αισθήματος και αναγνώρισης, είναι σχετικά δύσκολο να παρασχεθούν ακριβείς αριθμητικές τιμές για τα κριτήρια και να γίνει ακριβής αξιολόγηση και να μεταδοθεί η αίσθηση και η αναγνώριση αντικειμένων για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων. Επομένως, οι περισσότερες παράμετροι επιλογής δεν μπορούν να δοθούν με ακρίβεια και τα δεδομένα αξιολόγησης της καταλληλότητας των εναλλακτικών λύσεων για διάφορα υποκειμενικά κριτήρια και οι συντελεστές στάθμισης των κριτηρίων εκφράζονται συνήθως από γλωσσικούς όρους από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων. Η μετάβαση από την ασάφεια που παρέχεται από γλωσσικές αξίες όπως "πολύ χαμηλή", "χαμηλή", "μέτρια", "υψηλή", "πολύ υψηλή" κλπ. στην ποσοτικοποίηση πραγματοποιείται εφαρμόζοντας τη θεωρία ασαφών συνόλων (Fuzzy Set Theory) (Kaya & Kahraman, 2011).

Συγκεκριμένα, ένα ασαφές υποσύνολο A ορίζεται από μια συνάρτηση συμμετοχής (membership function) $f_A(x)$, η οποία δείχνει το βαθμό του x στο A . Ο βαθμός στον οποίο ένα στοιχείο ανήκει σε ένα σύνολο ορίζεται από την τιμή μεταξύ 0 και 1. Εάν ένα στοιχείο x ανήκει πλήρως σε A , $f_A(x) = 1$, και αν δεν ανήκει καθόλου, $f_A(x) = 0$. Όσο υψηλότερη η τιμή $f_A(x)$, τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός συμμετοχής για το x στο A (Wang et al. 2018). Υπάρχουν πολλά είδη λειτουργιών συμμετοχής με διαφορετικά σχήματα, ωστόσο στην παρούσα διπλωματική θα χρησιμοποιήσουμε τον ορισμό της τριγωνικής ασαφούς παραμέτρου. Ένας τριγωνικός ασαφής αριθμός είναι μια ειδική έκδοση ενός τραπεζοειδούς ασαφούς αριθμού.

Ο τριγωνικός ασαφής αριθμός ορίζεται ως εξής:

$$f_A(x) = \begin{cases} 1 & x = m \\ \frac{(x-l)}{(m-l)} & l \leq x < m \\ \frac{(r-x)}{(r-m)} & m < x \leq r \\ 0 & \text{σε άλλη περίπτωση} \end{cases},$$

Όπου $m \in [l, r]$, ενώ τα l και r υποδεικνύουν το κάτω και το άνω όριο αντίστοιχα. Ο βαθμός συμμετοχής είναι μηδενικός για διαστήματα εκτός του $[l, r]$, ενώ στο σημείο m , ο βαθμός συμμετοχής παίρνει τη μέγιστη τιμή του.



Σχήμα 32: Η συνάρτηση συμμετοχής του τριγωνικού ασαφούς αριθμού (Πηγή: Wang et al. 2018)

Παίρνοντας 2 τυχαίους τριγωνικούς αριθμούς $A=(l_1, m_1, u_1)$ και $B=(l_2, m_2, u_2)$, ορίζονται οι παρακάτω αλγεβρικές ιδιότητες:

1. Πρόσθεση δύο τριγωνικών ασαφών αριθμών

$$\tilde{A} (+) \tilde{B} = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0$$

2. Πολλαπλασιασμός δύο τριγωνικών ασαφών αριθμών

$$\tilde{A} (x) \tilde{B} = (l_1 x l_2, m_1 x m_2, u_1 x u_2), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0$$

3. Αφαίρεση δύο τριγωνικών ασαφών αριθμών

$$\tilde{A} (-) \tilde{B} = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0$$

4. Διαίρεση δύο τριγωνικών ασαφών αριθμών

$$\tilde{A} (\div) \tilde{B} = (l_1 \div l_2, m_1 \div m_2, u_1 \div u_2), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0$$

5. Αναστροφή ενός τριγωνικού ασαφούς αριθμού

$$\tilde{A}^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \geq 0$$

6. Πολλαπλασιασμός ενός τριγωνικού ασαφούς αριθμού με μία σταθερά

$$k x \tilde{A} = (k x l_1, k x m_1, k x u_1), l_1 \geq 0, k \geq 0$$

7. Διαίρεση ενός τριγωνικού ασαφούς αριθμού με μία σταθερά

$$\frac{\tilde{A}}{k} = \left(\frac{l_1}{k}, \frac{m_1}{k}, \frac{u_1}{k} \right), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0$$

Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να χρησιμοποιήσουν ασαφείς μεθόδους MCDM όπως TOPSIS και AHP για προβλήματα επιλογής. Η TOPSIS είναι μια ευρέως αποδεκτή τεχνική λήψης αποφάσεων πολλαπλών χαρακτηριστικών λόγω της ταυτόχρονης εξέτασης των ιδανικών και αντι-ιδανικών λύσεων και της ευκολίας της στον προγραμματισμό. Σε fuzzy TOPSIS, οι γλωσσικές προτιμήσεις μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε ασαφείς αριθμούς που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν στους υπολογισμούς. Για τον προσδιορισμό της σχετικής σημασίας των κριτηρίων επιλογής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί fuzzy AHP, διότι βασίζεται σε συγκρίσεις ανά ζεύγη και επιτρέπει τη χρήση γλωσσικών μεταβλητών και παρακολουθεί την ασυνέπεια των φορέων λήψης αποφάσεων (Kaya & Kahraman, 2011). Με την εξέταση της

Βιβλιογραφίας, φαίνεται ότι προτιμώνται οι ασαφείς μέθοδοι MCDM που επιτρέπουν την αντιμετώπιση της ασάφειας σε σύγκριση με την ιστορία τα τελευταία χρόνια. Οι ερευνητές εφαρμόζουν επίσης ολοκληρωμένες μεθοδολογίες που συνδυάζουν δύο ή περισσότερες μεθόδους για να επιτύχουν πιο αποδοτικά αποτελέσματα. (Çolak & Kaya, 2017).

3.2.1 Εφαρμογές της ασαφούς λογικής

Από την καθιέρωσή της το 1965, η θεωρία των ασαφών συνόλων έχει αναπτυχθεί ποικιλοτρόπως και χρησιμοποιείται ευρέως σε επιστημονικούς τομείς. Οι (Falak et al., 2020) χρησιμοποίησαν Fuzzy-AHP και Fuzzy-VIKOR για την αξιολόγηση των τεχνικών συνεχούς βελτίωσης με βάση έξι κριτήρια αξιολόγησης. Οι (Karatas, 2019) χρησιμοποίησε Fuzzy AHP για επιλογή στρατηγικού επιπέδου προβλήματος αποθήκευσης ενέργειας υδρογόνου για την Τουρκία. Οι (Ligus & Peternek, 2018) χρησιμοποίησαν συνδυασμένη μέθοδο fuzzy AHP-TOPSIS για τον προσδιορισμό της καταλληλότερης ανάπτυξης ενεργειακών τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών στην Πολωνία. Οι (Si et al., 2020) χρησιμοποίησαν την fuzzy AHP για αξιολόγηση ενεργειακής απόδοσης για μονάδες που καίνε άνθρακα. Οι (Cavallaro & Ciraolo, 2013) χρησιμοποίησαν τη μέθοδο fuzzy PROMETHEE για να κάνουν σύγκριση μεταξύ μιας ομάδας τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας.

3.3 Πολυκριτηριακές μέθοδοι για την υποστήριξη αποφάσεων στον τομέα της ενέργειας

Με την αύξηση της πολυπλοκότητας και της πολλαπλότητας του προβλήματος του ενεργειακού σχεδιασμού, η μονοδιάστατη βελτιστοποίηση / ανάλυση αντικειμένων δεν είναι πλέον μια επικρατούσα προσέγγιση (Kumar et al., 2017). Δεδομένου ότι υπάρχει μεγάλη ανησυχία για το περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή, ο τομέας της ενέργειας έχει καταστεί ένας από τους κύριους τομείς στους οποίους αναζητούνται αλλαγές με τη χρήση διαφόρων στρατηγικών και διεθνών συμφωνιών. Ως εκ τούτου, τα ζητήματα της βιώσιμης ενέργειας επιλύονται όλο και περισσότερο σε επιστημονικό επίπεδο, επιδιώκοντας τις πιο ακριβείς και προηγμένες μεθοδολογίες προκειμένου να λάβουν λογικές αποφάσεις για την ανάπτυξη οικονομίας χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η χρήση μεθόδων MCDM για την αντιμετώπιση ζητημάτων αιεφόρου ενεργειακής ανάπτυξης γίνεται όλο και πιο δημοφιλής στις μέρες μας και τέτοιου είδους μελέτες τα τελευταία τρία χρόνια αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το ήμισυ όλων των μελετών που διεξάγονται σε αυτόν τον τομέα (Siksnelyte et al., 2018). Η υιοθέτηση και επιλογή εναλλακτικών πηγών ενέργειας είναι μια πολυδιάστατη διαδικασία λήψης αποφάσεων που περιλαμβάνει διάφορα χαρακτηριστικά σε διάφορα επίπεδα: οικονομικά, τεχνικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Από αυτή την άποψη, η πολυκριτηριακή ανάλυση φαίνεται να είναι ένα κατάλληλο εργαλείο για τη συγχώνευση και ανάλυση όλων των προοπτικών που σχετίζονται με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, δημιουργώντας μια σχέση μεταξύ όλων των εναλλακτικών επιλογών και των παραγόντων που επηρεάζουν την απόφαση. Μπορεί να παράσχει ένα εργαλείο τεχνικής και επιστημονικής υποστήριξης λήψης αποφάσεων ικανό να δικαιολογήσει τις επιλογές του με σαφήνεια και συνέπεια στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Taha & Daim, 2013). Είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε ότι δεδομένου ότι θα υπάρξουν αντικρουόμενες απόψεις και διαφορετικές υποθετικές λύσεις, η "καλύτερη" επιλογή που θα προκύψει από την εφαρμογή μεθόδων MCDM θα είναι η καλύτερη λύση που έχει επιτευχθεί μέσω διαπραγματεύσεων και όχι ρητά η βέλτιστη λύση.

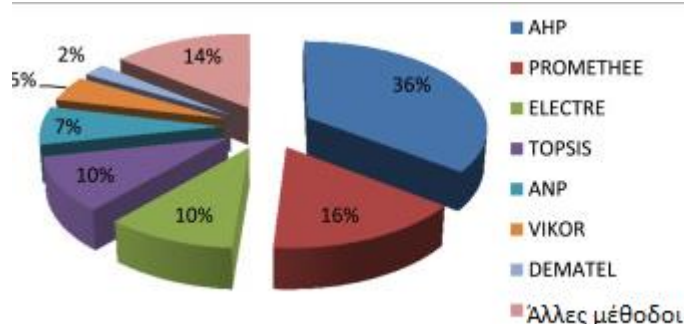
Ο τομέας εφαρμογής της MCDM στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χωρίστηκε σε τέσσερις κατηγορίες: σχεδιασμός και πολιτική ΑΠΕ, εκτίμηση και αξιολόγηση των ΑΠΕ, τεχνολογία και επιλογή έργων και θέματα του περιβάλλοντος (Πίνακας 1). Ο σχεδιασμός και η πολιτική για την ανανεώσιμη ενέργεια αφορούν την εκτίμηση ενός εφικτού ενεργειακού

σχεδίου ή / και τη διάχυση διαφορετικών επιλογών ανανεώσιμης ενέργειας. Οι βασικοί παράγοντες είναι: η υιοθέτηση για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου εθνικού στόχου, οι παράγοντες απόφασης, ο εθνικός σχεδιασμός και οι δείκτες του συστήματος. Η αξιολόγηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αφορά την αξιολόγηση διαφορετικών εναλλακτικών μορφών ενέργειας ή ενεργειακών τεχνολογιών. Η επιλογή μεταξύ εναλλακτικών λύσεων θα μπορούσε να είναι η αξιολόγηση της «καλύτερης» ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί στην ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια ή σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα. Η επιλογή και η κατανομή των έργων αφορούν την επιλογή τόπου, την επιλογή τεχνολογίας και τη στήριξη λήψης αποφάσεων σε έργα ανανεώσιμης ενέργειας. Το περιβάλλον ασχολείται με τη βιβλιογραφία που συζητά τις εναλλακτικές τεχνολογίες από περιβαλλοντική άποψη και κλιματικά ζητήματα.

Πίνακας 5: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας σχετικά με τις μεθόδους MCDM και την εφαρμογή σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Πηγή: Taha & Daim, 2013).

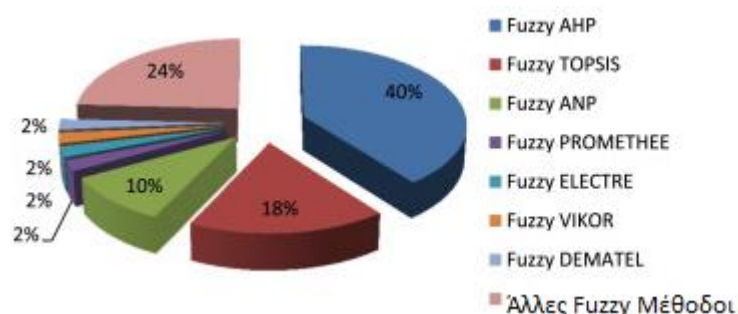
Τομέας Εφαρμογής	AHP/ANP	ELECTRE	PROMETHEE	Fuzzy Sets	Άλλες
Σχεδιασμός & Πολιτικές ΑΠΕ	Hamalainen (1992) Kablan (2004) Kone et al. (2007) Lee (2007; 2008)	Beccali et al. (1998) Georgopoulou et al. (1997)	Kowalski et al. (2009) Topcu et al. (2004)	Beccali et al. (1998) Borges et al. (2003) Kahraman et al. (2010) Lee et al. (2008)	Afgan et al. (2002) San Cristobal JR (2001) Hobbs et al. (1997) Diakoulaki et al. (1999)
Αξιολόγηση ΑΠΕ	Chatzimouratidis & Pilavachi (2009) Nigim et al. (2004) Pilavachi et al. (2009) Tzeng et al. (2005)	Beccali et al. (2003) Siskos et al. (1983)	Haralambopoulos et al. (2003) Oberschmidt et al. (2010)	Siskos et al. (1983) Cai et al. (2009) Kahraman et al. (2009)	Tzeng et al. (2005) Burton et al. (2007) Cavallaro et al. (2005) Polatidis et al. (2004)
Επιλογή Επενδυτικών Σχεδίων	Aras et al. (2004) Cheng et al. (2005) Kaya & Kahraman (2010) Meade & Presley (2005)	Goletsis et al. (2003) Cavalalro (2010)	Goletsis et al. (2003) Goumas et al. (2000) Mohamadabadi et al. (2009) Cavallaro (2009)	Kaya et al. (2010) Salah et al. (2008) Cavallaro (2010) Mohanty et al. (2005)	Begic et al. (2007) Cherni et al. (2007) Espie et al. (2003) Goumas et al. (1999)
Περιβάλλον	Chatzimouratidis & Pilavachi (2007) Jianjian et al. (2009)	Salminen et al. (1998)	Salminen et al. (1998)	Huang et al. (2013) Greco et al. (2012)	Zhou et al. (2006) Greening et al. (2004)

Στον τομέα της ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί πληθώρα τύπων πολυκριτηριακής ανάλυσης. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει ότι η μέθοδος AHP είναι η πιο κοινή τεχνική MCDM στον ενεργειακό τομέα. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται τόσο για την ταξινόμηση εναλλακτικών λύσεων όσο και για τον υπολογισμό του βάρους των κριτηρίων. Η μέθοδος AHP ακολουθείται από τις μεθόδους PROMETHEE, ELECTRE, TOPSIS και ANP αντίστοιχα. Θεωρείται ότι η μέθοδος VIKOR χρησιμοποιείται σπάνια και μπορεί να προταθεί η εφαρμογή αυτής της μεθόδου σε μελλοντικές μελέτες.



Σχήμα 33: Τα ποσοστά των μεθόδων MCDM σε προβλήματα λήψης αποφάσεων ενέργειας (Πηγή: Çolak & Kaya, 2017)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τα ασαφή σύνολα βοηθούν τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να χειριστούν τις αβεβαιότητες στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Επομένως, εφαρμόζονται διαφορετικές επεκτάσεις ασαφών συνόλων με μεθόδους MCDM για την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων ενέργειας (Çolak & Kaya, 2017). Το διάγραμμα δείχνει ότι η fuzzy AHP είναι η πιο κοινή τεχνική MCDM για την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων στον ενεργειακό τομέα. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κατά το 40% των ασαφών μελετών MCDM. Η fuzzy AHP ακολουθείται από fuzzy TOPSIS και fuzzy ANP.



Σχήμα 34: Τα ποσοστά ασαφών μεθόδων MCDM σε προβλήματα λήψης αποφάσεων ενέργειας (Πηγή: Çolak & Kaya, 2017)

Η λεπτομερής ανάλυση των επιστημονικών άρθρων και η ομαδοποίηση άρθρων με μεθόδους και προβληματικούς τομείς έδειξε ότι οι μέθοδοι MCDM χρησιμοποιούνται γενικά για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που σχετίζονται με την επιλογή τεχνολογίας, την επιλογή έργων, την ενεργειακή πολιτική και τον ενεργειακό σχεδιασμό σε εθνικό επίπεδο. Οι μέθοδοι AHP και ANP χρησιμοποιούνται συνήθως για θέματα ενεργειακής πολιτικής / επιλογής έργων. Άλλες μέθοδοι χρησιμοποιούνται επίσης σε μεγάλο αριθμό μελετών. Οι μέθοδοι AHP, ANP και Fuzzy Sets χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανάλυση των επιπτώσεων. Οι μέθοδοι Fuzzy Sets, AHP, ANP, TOPSIS και PROMETHEE χρησιμοποιούνται συνήθως για την αξιολόγηση της τεχνολογίας. Οι μέθοδοι AHP, ANP είναι δημοφιλείς για τον περιφερειακό προγραμματισμό. Οι μέθοδοι AHP, ANP και Fuzzy εφαρμόζονται επίσης για την επιλογή του καλύτερου χώρου για την παραγωγή ενέργειας. Εν τω μεταξύ, οι μέθοδοι AHP, ANP, Fuzzy και PROMETHEE χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προγραμματισμό του ενεργειακού τομέα σε εθνικό επίπεδο. Τέλος, έχει αποδειχθεί πως η Fuzzy Set Theory είναι πιο αποτελεσματική όταν συνδυάζεται με τις μεθόδους AHP και TOPSIS (Siksnelyte et al., 2018).

Γενικά, η ενεργειακή πολιτική και τα προβλήματα λήψης αποφάσεων περιλαμβάνουν αρκετά αντικρουόμενα κριτήρια και προκαλούν μεγαλύτερη πολυπλοκότητα σε αυτά τα προβλήματα

(Kaya et al., 2019). Επιπλέον, η αξιολόγηση των ενεργειακών συστημάτων είναι μια πολύπλοκη ανάλυση που μπορεί να οριστεί ως πολυδιάστατος χώρος διαφορετικών δεικτών και στόχων. Η χρήση τεχνικών πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων (MCDM) παρέχει αξιόπιστη μεθοδολογία για την ταξινόμηση εναλλακτικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τεχνολογιών και έργων με την παρουσία διαφορετικών στόχων και περιορισμών. Ακόμη και με τον μεγάλο αριθμό διαθέσιμων μεθόδων MCDM, κανένα από αυτά δεν θεωρείται το καλύτερο για κάθε είδους λήψη αποφάσεων. Οι διαφορετικές μέθοδοι συχνά παράγουν διαφορετικά αποτελέσματα ακόμα και όταν εφαρμόζονται στο ίδιο πρόβλημα χρησιμοποιώντας τα ίδια δεδομένα. Δεν υπάρχει καλύτερη ή χειρότερη μέθοδος αλλά μόνο μια τεχνική που ταιριάζει καλύτερα σε μια συγκεκριμένη κατάσταση (Taha & Diam, 2013). Παρατηρείται ότι η AHP είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία όλων των μεθόδων MCDM. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην απλή του δομή και στην ικανότητα ενός αναλυτή να διαπραγματευτεί αποτελέσματα έως ότου επιτευχθεί συνέπεια, προσφέροντας σχεδόν συναίνεση στην κρίση. Μέθοδοι σχέσεων υπεροχής όπως ELECTRE III και PROMETHEE είναι επίσης δημοφιλείς. Αλλά κανένα μοντέλο MCDM δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως το καλύτερο ή το χειρότερο. Κάθε μέθοδος έχει τη δική της δύναμη και αδυναμία ανάλογα με την εφαρμογή της σε όλες τις συνέπειες και τους στόχους του σχεδιασμού. Έτσι αναπτύσσονται υβριδικές τεχνικές για την αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων (Kumar et al., 2017).

3.4 Η πολυκριτηριακή μέθοδος PROMETHEE

Η PROMETHEE, η οποία παρουσιάστηκε από τους Brans και επεκτάθηκε από τους Brans και Vincke, είναι ένα πολύ γνωστό μοντέλο λήψης αποφάσεων σχέσεων υπεροχής για την αντιμετώπιση προβλημάτων MCDA. Συγκεκριμένα, οι μέθοδοι PROMETHEE προσφέρουν διάφορες χρήσιμες λειτουργίες προτίμησης για επιλογή. Σημαντική προσπάθεια έχει δαπανηθεί για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας PROMETHEE, όπως PROMETHEE IVI και PROMETHEE Cluster. Στην PROMETHEE, διάφορες λειτουργίες προτιμήσεων μπορούν να επιλεγούν σύμφωνα με τις μεμονωμένες ιδιότητες των κριτηρίων. Η δομή προτιμήσεων της μεθόδου PROMETHEE βασίζεται σε ζευγαρωτές συγκρίσεις. Αυτό σημαίνει ότι μια ξεχωριστή συνάρτηση προτίμησης για κάθε κριτήριο πρέπει να οριστεί για όλα τα ζεύγη εναλλακτικών, αντικατοπτρίζοντας το βαθμό προτίμησης για μια εναλλακτική α έναντι β (Andreopoulou et al., 2018). Οι Vincke και Brans (1985) πρότειναν έξι συγκεκριμένους τύπους συναρτήσεων προτιμήσεων: το συνηθισμένο κριτήριο, το οιονεί κριτήριο (ονομάζεται επίσης κριτήριο σχήματος U), το κριτήριο με γραμμική προτίμηση (ονομάζεται επίσης κριτήριο σχήματος V), το κριτήριο επιπέδου, το κριτήριο με γραμμική προτίμηση και περιοχή αδιαφορίας (ονομάζεται επίσης το σχήμα V με κριτήριο αδιαφορίας), και το κριτήριο Gauss. Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων μπορούν να εκχωρήσουν μια κατάλληλη συνάρτηση προτίμησης σε κάθε κριτήριο ανάλογα με τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά των κριτηρίων (Chen, 2019). Η PROMETHEE χρειάζεται κυρίως δύο τύπους πληροφοριών (α) τη σχετική σημασία (βάρη) των εξεταζόμενων κριτηρίων και (β) πληροφορίες σχετικά με τις προτιμήσεις των υπευθύνων λήψης αποφάσεων που συμμετέχουν στην ανάλυση (Gul et al., 2018).

Οι μέθοδοι PROMETHEE και ασαφείς PROMETHEE έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στη βιβλιογραφία σε πολλούς τομείς σπουδών λόγω των ακόλουθων πλεονεκτημάτων (Digalwar, 2016):

- είναι μια φιλική προς τον χρήστη μέθοδο κατάταξης
- έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε προβλήματα πραγματικής ζωής
- ευκολία εφαρμογής, αποτελεσματικότητα και διαδραστικότητα - έχει μια διαφανή επίδραση κάθε κριτηρίου και βάρους στη λύση
- βασίζεται στη σημασία μιας διαφοράς απόδοσης μεταξύ δύο λύσεων που περιγράφει καλύτερα εάν μια λύση πρέπει να προτιμάται από μια άλλη
- είναι μια μέθοδος κατάταξης αρκετά απλή στη σύλληψη και την εφαρμογή σε

- σύγκριση με άλλες MCDM μεθόδους
- είναι καλά προσαρμοσμένη σε προβλήματα όπου ένας πεπερασμένος αριθμός εναλλακτικών ενεργειών μπορεί να ταξινομηθεί
- ενσωματώνει εύκολα ποιοτικά δεδομένα και γλωσσικές μεταβλητές

Προκειμένου να δείξει τις διαφορές μεταξύ των χαρακτηριστικών κατά τη λήψη αποφάσεων, οι Brans και Vincke (1985) πρότειναν πρώτα τη μέθοδο PROMETHEE το 1985. Βάσει της αρχής της μερικής κατάταξης και της πλήρους κατάταξης, η PROMETHEE έχει λάβει μεγάλη προσοχή. Οι (Zhao et al., 2019) έθεσε τη σκέψη για μια μέθοδο κατάταξης ανωτερότητας και κατωτερότητας με την PROMETHEE και την εφάρμοσε σε μια αξιολόγηση βιώσιμης ενεργειακής τεχνολογίας. Οι (Wu et al., 2017) χρησιμοποίησαν την PROMETHEE για να κάνουν μια αξιολόγηση κοινωνικής βιωσιμότητας του σχεδίου υδροηλεκτρικής ενέργειας και παρέιχαν μια καινοτόμο προοπτική για τη λήψη πιο επιστημονικών αποφάσεων. Λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές μεταξύ οικονομίας, τεχνικής, περιβάλλοντος και κοινωνίας, οι (Strantzali et al., 2017) χρησιμοποίησαν την PROMETHEE για να καθορίσει το βέλτιστο μείγμα καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί στη Λέσβο.

Πίνακας 6: Εφαρμογές της πολυκριτηριακής μεθόδου PROMETHEE στον ενεργειακό τομέα.

Συγγραφείς	Θεματολογία
Wu et al., 2020	Πλαίσιο απόφασης για την επιλογή τοποθεσίας υπεράκτιου σταθμού αιολικής ενέργειας
Wu et al., 2017	Αξιολόγηση κοινωνικής βιωσιμότητας μικρής υδροηλεκτρικής ενέργειας
Gu et al., 2018	Επιλογή καταλληλότερου υλικού για διαφορετικές εφαρμογές εφαρμοσμένης μηχανικής
Wu et al., 2018	Επιλογή εγκαταστάσεων μετατροπής αποβλήτων σε ενέργεια βάσει προοπτικής βιωσιμότητας
Strantzali et al., 2017	Επιλογή του καλύτερου μίγματος καυσίμων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ελληνικό νησί
Kangas et al., 2001	Υποστήριξη στρατηγικού σχεδιασμού φυσικών πόρων με fuzzy PROMETHEE
Wu et al., 2019	Βέλτιστη επιλογή τοποθεσίας για Παραβολικό Σταθμό Συγκέντρωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

3.4.1 Η πολυκριτηριακή μέθοδος fuzzy PROMETHEE

Η εφαρμογή της μεθόδου PROMETHEE με γλωσσικές μεταβλητές αντί για ευκρινείς τιμές αποτελεί την ασαφή μέθοδο PROMETHEE. Αυτή η τροποποίηση της αρχικής μεθόδου έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε πολλά προβλήματα λήψης αποφάσεων για την κατάταξη και την επιλογή μεταξύ εναλλακτικών λύσεων και το ασαφές PROMETHEE έχει επίσης εφαρμοστεί σε μελέτες στον τομέα της ενεργειακής πολιτικής (Papapostolou et al., 2019).

Οι (Goumas & Lygerou, 2000) εφάρμοσαν τη μέθοδο PROMETHEE, την οποία τροφοδότησαν με ασαφή δεδομένα εισόδου για αξιολόγηση και κατάταξη τεσσάρων εναλλακτικών συστημάτων εκμετάλλευσης για το γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας. Οι (Cavallaro & Ciraolo, 2013) χρησιμοποίησαν ασαφή μέθοδο PROMETHEE για να κάνουν σύγκριση μεταξύ

μιας ομάδας τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας. Οι (Wiguna et al., 2016) ανέπτυξαν μια εργαλειοθήκη που χρησιμοποιεί την PROMETHEE σε συνδυασμό με τη Fuzzy AHP για την κατάταξη εναλλακτικών ηλιακών εκμεταλλεύσεων στο λογισμικό ArcGIS. Οι (Tabaraee et al., 2017) χρησιμοποίησαν δύο ασαφείς μεθόδους MCDM για την αξιολόγηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας. Σταθμίστηκαν τα κριτήρια αξιολόγησης μέσω της μεθόδου ANP και, στη συνέχεια, ταξινόμησαν εναλλακτικές λύσεις χρησιμοποιώντας μεθόδους Fuzzy PROMETHEE II και Fuzzy TOPSIS. Επιπλέον, συνέκριναν τα ληφθέντα αποτελέσματα αυτών των μεθόδων μέσω ανάλυσης συσχέτισης.

Κεφάλαιο 4

Προτεινόμενη Μεθοδολογία

4 Προτεινόμενη Μεθοδολογία

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται και αναλύεται η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την αξιολόγηση των χωρών της Βορείου Αφρικής, στο πλαίσιο που ορίζει ο μηχανισμός συνεργασίας. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης των επιλεγμένων χωρών της Βορείου Αφρικής, ώστε να αξιολογηθεί ο βαθμός στον οποίο είναι δυνατή η εφαρμογή του Μηχανισμού Συνεργασίας στις χώρες αυτές στο πλαίσιο των ΑΠΕ.

4.1 Καθορισμός του προβλήματος

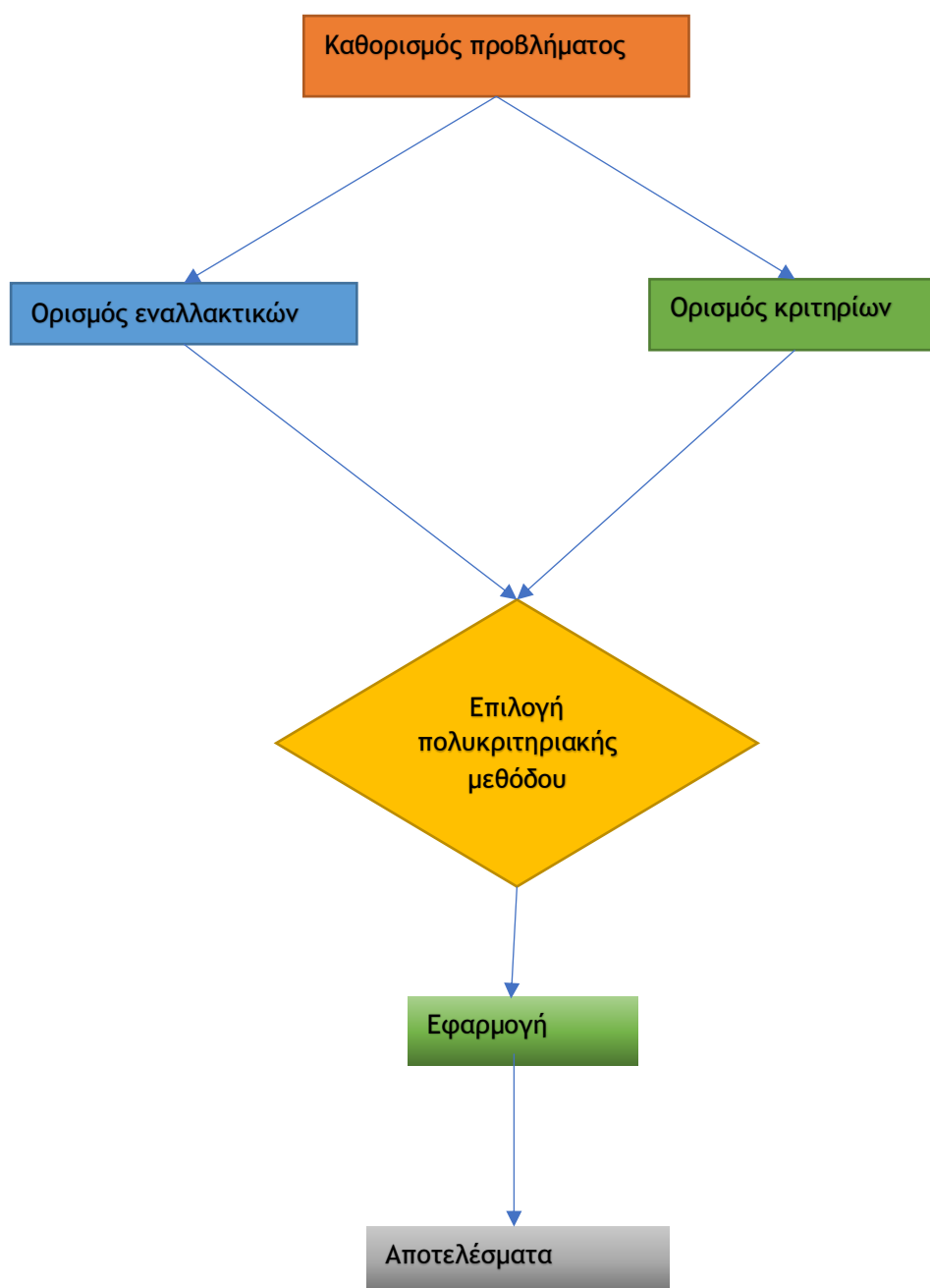
Ο «γενικός στόχος» της οδηγίας 2009/28/ΕΚ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι να επιτευχθεί έως το 2020 τουλάχιστον 20% ακαθάριστη τελική κατανάλωση από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ. Για να επιτευχθεί αυτό, η οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατανέμει εθνικούς δεσμευτικούς στόχους των κρατών μελών της, τα οποία πρέπει να επιτευχθούν έως το τέλος του 2020, προβλέποντας παράλληλα πρόσθετους ενδιάμεσους στόχους μέσω μιας ενδεικτικής πορείας που πρέπει να τηρείται σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Η οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προβλέπει την απαίτηση για τα κράτη μέλη να υιοθετήσουν «υποχρεωτικούς εθνικούς γενικούς στόχους». Αυτοί οι υποχρεωτικοί εθνικοί γενικοί στόχοι είναι «συνεπείς» με το μερίδιο στόχου 20% της «ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές» της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ το 2020.² Η ακαθάριστη τελική κατανάλωση ανανεώσιμης ενέργειας δείχνει το συνολικό μερίδιο της ενέργειας που καταναλώνεται πραγματικά από κάθε κράτος μέλος από τους διάφορους τομείς της ενέργειας (π.χ. θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρική ενέργεια και βιοκαύσιμα / βιορευστά). Εκτός από τους εθνικούς γενικούς στόχους, κάθε κράτος μέλος υποχρεούται να καταρτίσει ένα «Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (NREAP) το οποίο να δείχνει πώς σχεδιάζει το κράτος μέλος να επιτύχει τους δεσμευτικούς εθνικούς στόχους. Αυτό περιλαμβάνει την κατανομή των μεριδίων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τους διάφορους τομείς (δηλαδή τις μεταφορές, την ηλεκτρική ενέργεια, τη θέρμανση και την ψύξη) και τον καθορισμό στόχων για κάθε τομέα (Wyns et al. , 2014). Στη συνέχεια σχηματίστηκε το Πλαίσιο Κλίματος και Ενέργειας 2030, αναθεωρώντας την Οδηγία Ενεργειακής Απόδοσης (2012/27/EU), δίνοντας έμφαση στη σημασία της ταχείας ανάπτυξης των βασικών στοιχείων του πλαισίου και προσβλέποντας σε τρόπους συμβολής στην ενεργειακή αποδοτικότητα (Gaventa, 2013).

Ενώ η εφαρμογή της ισχύουσας οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη, άρχισαν οι προετοιμασίες για το πλαίσιο της ΕΕ για το κλίμα και την ενέργεια μετά το 2020. Στις 22 Ιανουαρίου 2014, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε την ανακοίνωσή της σχετικά με ένα πλαίσιο πολιτικής για το κλίμα και την ενέργεια κατά την περίοδο από το 2020 έως το 2030. Η ανακοίνωση πρότεινε στόχο τουλάχιστον 40% (εγχώρια) μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε όλη την ΕΕ έως το 2030, καθώς και στόχος ανανεώσιμης ενέργειας τουλάχιστον 27% έως το 2030, ο οποίος θα είναι δεσμευτικός σε επίπεδο ΕΕ. Ωστόσο, τα τελευταία δεν θα μεταφραστούν σε δεσμευτικούς εθνικούς στόχους. Η συλλογιστική της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την εγκατάλειψη εθνικών δεσμευτικών στόχων για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ότι θα παράσχει στα κράτη μέλη μεγαλύτερη ευελιξία όσον αφορά την επίτευξη του στόχου τους σύμφωνα με τις ειδικές περιστάσεις, τα ενεργειακά μείγματα και τις δυνατότητες παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας. Τα κράτη μέλη αναμένεται να αποφασίσουν και να προτείνουν τις «σαφείς δεσμεύσεις» τους, οι οποίες θα πρέπει «να στηριχθούν» στις τρέχουσες προσπάθειές τους για την επίτευξη του ορίου του 20% έως το 2020 (Wyns et al. , 2014).

Ένα μέσο για να επιτευχθούν οι προαναφερθέντες στόχοι τόσο για το 2020 όσο και για αργότερα, είναι οι μηχανισμοί συνεργασίας με τρίτες χώρες. Με αυτόν τον τρόπο προωθείται

η υλοποίηση κοινών έργων για την αξιοποίηση των ΑΠΕ, μέσω των οποίων επωφελούνται τόσο η ΕΕ όσο και οι τρίτες χώρες. Επομένως, κρίνεται αναγκαία η αξιολόγηση της πιθανότητας συνεργασίας των χωρών της ΕΕ με τις τρίτες χώρες, καθώς μια επιτυχημένη συνεργασία θα συνεπάγεται σημαντικότερα κέρδη για όλα τα εμπλεκόμενα μέρη.

Επομένως στην παρούσα διπλωματική, θα εξετάσουμε την κατάσταση των τρίτων χωρών. Θα αναλύσουμε το υφιστάμενο πλαίσιο κάθε χώρας της Βόρειας Αφρικής, από το νομοθετικό κανονιστικό πλαίσιο για παραγωγή ΗΕ-ΑΠΕ μέχρι και την δημόσια αποδοχή για τέτοιου είδους παρεμβάσεις. Αυτό θα γίνει επιλέγοντας κατάλληλες στρατηγικές και στη συνέχεια ευάρμοστα κριτήρια, τα οποία θα αξιολογούν όσο το δυνατόν καλύτερα με τις επιλεγμένες στρατηγικές. Έπειτα, θα επιλέξουμε την καταλληλότερη πολυκριτηριακή μέθοδο που αρμόζει στο συγκεκριμένο πρόβλημα και τέλος θα εξετάσουμε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν. Με αυτόν τον τρόπο, θα μπορέσουμε να δούμε κατά πόσο είναι έτοιμες οι χώρες της Βορείου Αφρικής για την υλοποίηση κοινών έργων. Στο σχήμα 35 φαίνεται συνοπτικά η διαδικασία που θα ακολουθήσουμε.



Σχήμα 35: Προτεινόμενη μεθοδολογία για την αξιολόγηση του μηχανισμού συνεργασίας

4.2 Άξονες Αξιολόγησης

Αναλογιζόμενοι τις διάφορες πτυχές που πρέπει να αναλυθούν προκειμένου να μελετηθεί η πιθανότητα συνεργασίας και να αναπτυχθεί η καταλληλότερη στρατηγική προς αυτήν την κατεύθυνση, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι υπάρχουν τρία διαφορετικά επίπεδα για κάθε

χώρα, τα οποία χαρακτηρίζουν το πλαίσιο αξιολόγησης αυτής της συνεργασίας:

1. Το Ενεργειακό Προφίλ,
2. Το Επενδυτικό Προφίλ, και
3. Το Κοινωνικό/Περιβαλλοντικό προφίλ

Κατ' αρχάς κάθε χώρα αναλύεται με βάση το ενεργειακό της προφίλ. Πραγματοποιείται μια ανασκόπηση της υφιστάμενης ενεργειακής κατάστασης κάθε χώρας και παρουσιάζονται στοιχεία για τους μελλοντικούς ενεργειακούς στόχους αυτών. Έπειτα περνάμε στο επενδυτικό προφίλ κάθε χώρας στο οποίο γίνεται ανάλυση γύρω από τους επενδυτικούς παράγοντες, ώστε να αποφανθούμε σχετικά με το αν η επένδυση στη χώρα θα είναι κερδοφόρα. Τέλος, αξιολογούμε τις χώρες με βάση την κοινωνική και περιβαλλοντική κατάσταση τους και μελετάμε τις κοινωνικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρα γύρω από τις ΑΠΕ. Η αποδοχή ενός έργου ΑΠΕ από το κοινωνικό σύνολο της χώρας στην οποία αυτό υλοποιείται έχει ιδιαίτερη σημασία για την επιτυχή συνεργασία των χωρών της Βορείου Αφρικής με τις χώρες της Ευρώπης.

4.3 Εναλλακτικές Στρατηγικές Πολιτικές

Οι δυνατότητες ΗΕ-ΑΠΕ στη Βόρεια Αφρική είναι τεράστιες. Λαμβάνοντας υπόψη τις διασυνδέσεις καθορίζονται προτεινόμενες στρατηγικές που θα μπορούσαν να αναληφθούν από τις χώρες της Βόρειας Αφρικής βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα έως μακροπρόθεσμα, προκειμένου να αξιοποιηθούν οι ευκαιρίες συνεργασίας ΗΕ-ΑΠΕ με την ΕΕ. Οι στρατηγικές που επιλέχθηκαν για την παρούσα ανάλυση είναι οι ακόλουθες:

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ 1: Διευκόλυνση της επέκτασης της ΗΕ-ΑΠΕ στη Βόρεια Αφρική

- Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Εξασφάλιση ενός καλού σχεδιασμένου νομοθετικού και κανονιστικού πλαισίου σε εθνικό επίπεδο
- Βραχυπρόθεσμη δράση 2: Εξασφάλιση αποτελεσματικών αρχών για τις ΑΠΕ
- Μεσοπρόθεσμη δράση 1: Βελτίωση του ενδοπεριφερειακού πλαισίου για περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ 2: Δημιουργία επιχειρηματικών ευκαιριών για συνεργασία ΗΕ-ΑΠΕ

- Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Εντοπισμός συγκεκριμένων οφελών της συνεργασίας ΑΠΕ προς υλοποίηση από τις χώρες της Βόρειας Αφρικής
- Βραχυπρόθεσμη δράση 2: Εκπόνηση προκαταρκτικών μελετών σκοπιμότητας για την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών ΑΠΕ
- Βραχυπρόθεσμη δράση 3: Ανάπτυξη ενός εγκάρσιου μείγματος πολιτικής για την αξιοποίηση των κοινωνικοοικονομικών οφελών
- Βραχυπρόθεσμη δράση 4: Αντιμετώπιση των επενδυτικών κινδύνων με σκοπό την προσέλκυση χρηματοδότησης
- Βραχυπρόθεσμη δράση 5: Ενίσχυση του πλαισίου για τον ιδιωτικό τομέα και τις συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για την επέκταση/εξαγωγή της ΗΕ-ΑΠΕ

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ 3: Κινητοποίηση της κοινωνικής αποδοχής

- Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε σχέδια επέκτασης των ΗΕ-ΑΠΕ
- Μεσοπρόθεσμη δράση 1: Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε σχέδια συνεργασίας ΗΕ-ΑΠΕ

Κάτω από καθεμία από τις τρεις στρατηγικές, ένα σύνολο ενεργειών ενεργοποίησης καθορίζεται και διαφοροποιείται από το χρονικό πλαίσιο, δηλαδή βραχυπρόθεσμες δράσεις (κυρίως στο χρονικό πλαίσιο έως το 2020) και μεσοπρόθεσμες δράσεις (από το 2020 και μετά).

4.3.1 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ 1: Διευκόλυνση της επέκτασης της ΗΕ-ΑΠΕ στη Βόρεια Αφρική

Βραχυπρόθεσμη δράση 1:Εξασφάλιση ενός καλού σχεδιασμένου νομοθετικού και κανονιστικού πλαισίου σε εθνικό επίπεδο

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Η νομοθετική και κανονιστική βεβαιότητα αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχή ανάπτυξη των έργων ΗΕ-ΑΠΕ. Οι πέντε χώρες της Βόρειας Αφρικής έχουν λάβει σημαντικά μέτρα για τη βελτίωση του νομικού και ρυθμιστικού πλαισίου τους για την ανάπτυξη των ΑΠΕ/ΗΕ-ΑΠΕ, δηλαδή έχουν εγκριθεί νόμοι που καλύπτουν την προώθηση των ΑΠΕ, και νομικά ζητήματα σχετικά με την ανάπτυξη έργων και τη χρηματοδότηση έργων, όπως η σύναψη συμβάσεων με τον δημόσιο τομέα, τα δικαιώματα χρήσης γης, οι συμβάσεις Πιστοποιητικών Ενεργειακών Επιδόσεων (Energy Performance Certificate-EPC), τα δικαιώματα επιδότησης και οι συμβάσεις αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η προστασία των επενδύσεων και η επίλυση διαφορών. Ωστόσο, σε όλες τις χώρες, η νομοθεσία και οι κανονισμοί περί ενοικίου εξακολουθούν να μην παρέχουν επαρκή επενδυτική ασφάλεια για την προσέλκυση (ξένων) επενδύσεων σε νέα παραγωγή ΗΕ-ΑΠΕ, και απαιτούνται ακόμη πρόσθετες προσπάθειες για την εξασφάλιση καλά σχεδιασμένων και λειτουργικών πλαισίων.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Βελτιωμένο πλαίσιο για τις εγχώριες (και τις ξένες) επενδύσεις ΗΕ-ΑΠΕ, το οποίο προβλέπει τη μείωση των κινδύνων για τη χώρα και το έργο.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Οι ρόλοι και οι αρμοδιότητες στο ενεργειακό σύστημα, ιδίως σε σχέση με την ένταξη της ΗΕ-ΑΠΕ, πρέπει να είναι σαφείς, διαφανείς και θεμελιωμένες στην εθνική νομοθεσία.

ΘΈΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Οι χώρες της Βόρειας Αφρικής βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης κατάλληλων πλαισίων και αναζητούνται διάφορες λύσεις προσαρμοσμένες στις εθνικές ιδιαιτερότητες. Πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ των χωρών εξαγωγής ενέργειας (όπως οι υδρογονάνθρακες) και των χωρών εισαγωγής ενέργειας στη Βόρεια Αφρική. Ορισμένες χώρες της Βόρειας Αφρικής επιθυμούν να διαθέτουν ένα πλαίσιο με μεγάλη δημόσια ιδιοκτησία· άλλες χώρες ανοίγουν τον τομέα για τους ανεξάρτητους παραγωγούς ενέργειας. Ο βασικός παράγοντας είναι η παροχή ενός κατάλληλου πλαισίου όπου η αποδοτικότητα είναι εγγυημένη κατά τη διάρκεια ζωής του έργου.

Βραχυπρόθεσμη δράση 2:Εξασφάλιση αποτελεσματικών αρχών για τις ΑΠΕ

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Τα τελευταία χρόνια, οι χώρες της Βόρειας Αφρικής έχουν επίσης σημειώσει πρόοδο στον καθορισμό των αρχών που είναι επιφορτισμένες με την εφαρμογή πολιτικών και μέτρων που προορίζονται για την προώθηση της ΗΕ-ΑΠΕ. Έχει μεγάλη σημασία οι εν λόγω ειδικές αρχές να διαθέτουν επαρκείς πόρους για την αποτελεσματική εκτέλεση της εντολής τους. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η έλλειψη επαρκών ικανοτήτων και γνώσεων παρεμποδίζει την ικανότητα των αρχών να παρέχουν τις απαραίτητες υπηρεσίες για την κλιμάκωση της ανάπτυξης ΗΕ-ΑΠΕ.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αρχές που λειτουργούν εύρυθμα και έχουν εντολή να εφαρμόσουν πολιτικές και μέτρα για την επέκταση της παραγωγής ΗΕ-ΑΠΕ.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Οι ευθύνες για την παραγωγή και την επέκταση της ΗΕ-ΑΠΕ θα πρέπει να αποδοθούν σαφώς στις ειδικές αρχές. Θα απαιτείται επαρκής ικανότητα και γνώση εντός των εν λόγω αρχών, προκειμένου να υποστηριχθεί η βελτίωση των επενδυτικών πλαισίων και να διευκολυνθεί η ανάπτυξη και η υλοποίηση έργων στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει περιορισμό των διοικητικών προσπαθειών για τα εμπλεκόμενα μέρη, όπως είναι οι αποτελεσματικές διαδικασίες αδειοδότησης.

ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Να θέσουν σε εφαρμογή στοχευμένους μηχανισμούς δημιουργίας ικανοτήτων και να αξιοποιήσουν τα προγράμματα στήριξης/διεθνής συνεργασίας για τη θεσμική ενίσχυση.

Μεσοπρόθεσμη δράση 1:Βελτίωση του ενδοπεριφερειακού πλαισίου για περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ**ΣΚΕΠΤΙΚΟ**

Οι χώρες της Βόρειας Αφρικής δεν είναι επαρκώς διασυνδεδεμένες και υπάρχουν δυνητικά οφέλη από την καλύτερη εξισορρόπηση της παραγωγής και του φορτίου στην περιοχή. Όπου είναι σκόπιμο, θα πρέπει να επιδιώκεται η καλύτερη εναρμόνιση των εθνικών πλαισίων. Το αυξημένο εμπόριο ΗΕ-ΑΠΕ μεταξύ των χωρών της Βόρειας Αφρικής σε συνδυασμό με τους στόχους για την επέκταση των ΗΕ-ΑΠΕ θα πρέπει να συμβαδίζουν με την καλύτερη ευθυγράμμιση της ζήτησης και της προσφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη την περιοχή. Αυτό θα μπορούσε επίσης να μειώσει τις συνολικές εξαρτήσεις από τις εισαγωγές ενέργειας (σε καθαρές χώρες εισαγωγής) και να αποτελέσει επίσης μια σημαντική βάση για τη συνεργασία με την ΕΕ όσον αφορά τη δημιουργία πλεονασμάτων ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για τις εξαγωγές, μεταξύ άλλων μέσω δίκαιων και διαφανών τιμολογιακών καθεστώτων.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Βελτίωση της διασύνδεσης μεταξύ των χωρών της Βόρειας Αφρικής και πλαίσιο για την περιφερειακή εξισορρόπηση φορτίου και ηλεκτροπαραγωγής, καθώς και για το εμπόριο ΗΕ-ΑΠΕ.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

—

ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ορισμένες χώρες της Βόρειας Αφρικής δεν επιλέγουν λύσεις «αγοράς» και ότι ο τομέας της ενέργειας θα παραμείνει στη δημόσια ιδιοκτησία

4.3.2 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ 2: Δημιουργία επιχειρηματικών ευκαιριών για συνεργασία ΗΕ-ΑΠΕ

Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Εντοπισμός συγκεκριμένων οφελών της συνεργασίας ΑΠΕ προς υλοποίηση από τις χώρες της Βόρειας Αφρικής

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Θα πρέπει να αναζητηθούν αμοιβαία οφέλη τόσο για τις χώρες παραγωγής ΗΕ-ΑΠΕ (στη Βόρεια Αφρική) όσο και για τις χώρες υποδοχής (στην ΕΕ), δηλαδή για τις εξαγωγές ΗΕ-ΑΠΕ από χώρες της Βόρειας Αφρικής, οι χώρες απορρόφησης στην ΕΕ θα πρέπει να είναι πρόθυμες να παράσχουν μια δίκαιη τιμή για την παραγωγή ΗΕ-ΑΠΕ στην ΕΕ. Πρέπει να ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις, όπως η δημιουργία θέσεων εργασίας ή η πιθανή επέκταση των τοπικών βιομηχανιών, αλλά και οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις, για παράδειγμα στο περιβάλλον, και η δημόσια αποδοχή των έργων εξαγωγής.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πλαίσιο για τη δίκαιη τιμολόγηση των εξαγόμενων ΗΕ-ΑΠΕ από τη Βόρεια Αφρική στην ΕΕ. Δημιουργία καλά χρηματοδοτούμενης βάσης αποφάσεων για τον προσδιορισμό των επιλογών συνεργασίας της ΗΕ-ΑΠΕ.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Προσδιορισμός ειδικών εθνικών δαπανών και οφελών από πιθανές περιπτώσεις συνεργασίας.

ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Αυτό μπορεί να είναι πιο εύκολα επιτεύξιμο μέσω της ενσωμάτωσης των διαφόρων ομάδων ενδιαφερομένων και των συμφερόντων τους.

Βραχυπρόθεσμη δράση 2: Εκπόνηση προκαταρκτικών μελετών σκοπιμότητας για την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών ΑΠΕ

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Δεδομένης της δυνατότητας εξαγωγής ΗΕ-ΑΠΕ στην ΕΕ, καθώς και των απαιτήσεων και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν τα εν λόγω έργα σε σύγκριση με τις «πρότυπες» επενδύσεις ΗΕ-ΑΠΕ, θα πρέπει να διεξαχθούν σε βάθος (προ-) μελέτες σκοπιμότητας για τον προσδιορισμό των πλέον εφικτών και κατάλληλων τεχνολογιών για τα εν λόγω έργα. Ειδικότερα, πρέπει να αντιμετωπιστούν οι υψηλές τεχνικές και οικονομικές προκλήσεις, όταν πρόκειται για σημαντική επέκταση του δικτύου ή για την κατασκευή γραμμών μεταφοράς από σημείο σε σημείο. Μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα οι εξαγωγές ΗΕ-ΑΠΕ είναι πιθανό να αποτελούνται από

μεταβλητές ΗΕ-ΑΠΕ (μεγάλης κλίμακας συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας (Concentrating solar power-CSP)). Ενώ οι συνθήκες και τα πλαίσια για τους δύο αυτούς διαφορετικούς τύπους εξαγωγών ΗΕ-ΑΠΕ είναι πιθανό να ποικίλλουν, απαιτείται ένα πλαίσιο που θα δημιουργεί επενδυτικές ευκαιρίες και για τα δύο.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εντοπισμός των κατάλληλων επιλογών για τις εξαγωγές ΗΕ-ΑΠΕ στην ΕΕ. Την πολιτική απόφαση για τη συνέχιση ή μη ενός τέτοιου έργου.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Να αξιολογήσει λεπτομερώς την οικονομική, νομική/κανονιστική και την τεχνική κατάσταση και τις απαιτήσεις για ένα τέτοιο έργο σε όλες τις εμπλεκόμενες χώρες. Επιπλέον, οι ρόλοι και οι ευθύνες των εμπλεκόμενων φορέων ενδέχεται να πρέπει ήδη να αποσαφηνιστούν, ιδίως όταν αυτό έχει επιπτώσεις στις δομές χρηματοδότησης.

ΘΈΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Να αποκτήσουν, ενδεχομένως από κοινού με τους διεθνείς εταίρους, επαρκή εμπειρογνωμοσύνη για την εκπόνηση μελετών.

Βραχυπρόθεσμη δράση 3: Ανάπτυξη ενός εγκάρσιου μείγματος πολιτικής για την αξιοποίηση των κοινωνικοοικονομικών οφελών

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Οι κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις της επέκτασης των ΑΠΕ είναι εξαιρετικά σημαντικές. Η αύξηση της οικονομικής δραστηριότητας και η δημιουργία θέσεων εργασίας στις χώρες της Βόρειας Αφρικής λόγω της επέκτασης της ΗΕ-ΑΠΕ θα εξαρτηθεί από τις συνθήκες του πλαισίου του τομέα ΑΠΕ/ΗΕ-ΑΠΕ στη χώρα και από τη διαθεσιμότητα του εργατικού δυναμικού, η οποία εξαρτάται επίσης από την εκπαίδευση και την κατάρτιση.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Να αναπτύξει ένα εγκάρσιο μείγμα πολιτικής σε κάθε μία από τις χώρες της Βόρειας Αφρικής (που περιλαμβάνει βιομηχανικές, εκπαιδευτικές και ενεργειακές πολιτικές), ώστε να μεγιστοποιηθεί η δημιουργία αξίας για την ανάπτυξη ΗΕ-ΑΠΕ και το εμπόριο, καθώς και με τις ιδιαιτερότητες και τις ανάγκες της κάθε χώρας.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Να αξιολογηθεί ο αντίκτυπος που μπορεί να έχει η ανάπτυξη της ΗΕ-ΑΠΕ για τις εξαγωγές ΗΕ-ΑΠΕ στη δημιουργία αξίας, ώστε να λαμβάνονται τεκμηριωμένες αποφάσεις πολιτικής. Η ανάλυση θα πρέπει να διεξάγεται κατά μήκος των διαφόρων τμημάτων της αλυσίδας αξίας.

ΘΈΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Το μείγμα πολιτικής διασφαλίζει ότι δεν συνεπάγεται πρόσθετη επιβάρυνση για τους φορολογούμενους, ενώ τα οφέλη είναι περιορισμένα. Παράλληλα, δεν θα πρέπει να εμποδίζει τον ανταγωνισμό ούτε να αντιτίθεται στον ανταγωνισμό του ΠΟΕ και στην ελεύθερη κυκλοφορία των εμπορευμάτων.

Βραχυπρόθεσμη δράση 4: Αντιμετώπιση των επενδυτικών κινδύνων με σκοπό την προσέλκυση χρηματοδότησης

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

(Μεγάλης κλίμακας) Οι εξαγωγές της ΗΕ-ΑΠΕ στην ΕΕ θα απαιτούσαν σημαντική αύξηση των επενδύσεων και οι ανάγκες για επενδύσεις κεφαλαίου για επέκταση της Η-ΑΠΕ στη Βόρεια Αφρική. Η ανάγκη για διασυνδέσεις μεταξύ της Βόρειας Αφρικής και της ΕΕ θα διαδραματίσει καίριο ρόλο στην αύξηση αυτών των επενδυτικών δαπανών. Η χρήση κρατικών εγγυήσεων αποτελεί μία από τις διάφορες επιλογές για τη μείωση του κινδύνου (ανά χώρα και/ή έργο), αλλά η χρήση των κρατικών εγγυήσεων αποτελεί τη βάση των διεθνών περιορισμών (π.χ. περιορισμός των εγγυήσεων από το ΔΝΤ σε σχέση με το ΑΕΠ), και επιβαρύνει τις κυβερνήσεις και εξαρτάται από την υψηλή διαβάθμιση των κρατικών εγγυήσεων. Ως εκ τούτου, οι χώρες θα πρέπει να εξετάσουν άλλα μέσα για τη μείωση του κινδύνου χώρας και έργου, ιδίως με σκοπό τη μείωση του κόστους κεφαλαίου και την προσέλκυση χρηματοδότησης. Η συνολική συλλογιστική είναι παρόμοια με τη μείωση των κινδύνων για τα εγχώρια έργα εφοδιασμού, αλλά οι επενδύσεις είναι πιθανόν να είναι υψηλότερες και συμμετέχουν περισσότεροι παράγοντες. Παρά το γεγονός ότι αυτό αυξάνει την πολυπλοκότητα, θα πρέπει να αναληφθεί από τους (ευρωπαϊούς) εταίρους συνεργασίας μέρος του βάρους της μείωσης του κινδύνου.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μείωση των κινδύνων ανά χώρα και έργων για την επέκταση της ΗΕ-ΑΠΕ (και των διασυνδέσεων για εξαγωγή στην ΕΕ).

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Να αναπτύξει μέσα για την άρση των κινδύνων σε συνεργασία με τις πολυμερείς τράπεζες, όπως η KfW, η Παγκόσμια Τράπεζα, η AfDB, η ΕΤΕπ και η ΕΤΑΑ.

ΘΈΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

—

Βραχυπρόθεσμη δράση 5: Ενίσχυση του πλαισίου για τον ιδιωτικό τομέα και τις συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για την επέκταση/εξαγωγή της ΗΕ-ΑΠΕ

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Όπως αναφέρθηκε στο πλαίσιο της βραχυπρόθεσμης δράσης 4 ανωτέρω, η μεγάλης κλίμακας επέκταση των ΗΕ-ΑΠΕ προς εξαγωγή στην ΕΕ θα οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των επενδύσεων και των αναγκών σε επενδύσεις κεφαλαίου. Η ανάγκη για διασυνδέσεις μεταξύ της Βόρειας Αφρικής και της ΕΕ θα διαδραματίσει καίριο ρόλο στην αύξηση του επενδυτικού κόστους. Για ορισμένες χώρες της Βόρειας Αφρικής, οι επενδύσεις στην ΗΕ-ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας μπορεί να βασίζονται σε συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα/επενδύσεις.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πολιτική και πλαίσιο για την προσέλκυση επενδύσεων από τον ιδιωτικό τομέα σε έργα εξαγωγών ΗΕ-ΑΠΕ.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

–
ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
–

4.3.3 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ 3: Κινητοποίηση της κοινωνικής αποδοχής

Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε σχέδια επέκτασης των ΗΕ-ΑΠΕ

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Η δημόσια αποδοχή μπορεί να αυξηθεί εάν η κοινωνία των πολιτών συμμετέχει άμεσα σε έργα ΗΕ-ΑΠΕ και η συνεκτίμηση των συμφερόντων διαφορετικών ομάδων ενδιαφερομένων μπορεί να επιτρέψει να αποφευχθούν παγίδες και αντοχή σε μεταγενέστερο στάδιο. Θα συμβάλει επίσης στη διευκόλυνση του εκδημοκρατισμού της αγοράς ενέργειας, καθώς οι τοπικές κοινότητες είναι πιθανότερο να δημιουργήσουν ενεργειακούς συνεταιρισμούς όταν τους δοθεί η ευκαιρία να συμμετάσχουν.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Διαβούλευση με την κοινωνία των πολιτών όσον αφορά την ανάπτυξη έργων ΗΕ-ΑΠΕ, π.χ. μέσω κοινοτήτων ενέργειας ή συνεταιρισμών, και διαθέτει σημαντική ισχύ στην αγορά ενέργειας μέσω αυτού.

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Ευαισθητοποίηση σχετικά με τα οφέλη της Η-ΑΠΕ μεταξύ της κοινωνίας των πολιτών και επίτευξη συμμετοχής της κοινωνίας των πολιτών στις διαδικασίες σχεδιασμού και εφαρμογής.

ΘΕΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ενδέχεται να είναι δύσκολο να εμπλακεί η κοινωνία των πολιτών σε έργα ΗΕ-ΑΠΕ με τη χρηματοδοτική στήριξη του έργου (π.χ. μέσω συνεταιρισμών), επομένως πρέπει να ληφθούν επίσης υπόψη διάφορα είδη δεσμεύσεων.

Μεσοπρόθεσμη δράση 1: Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε σχέδια συνεργασίας ΗΕ-ΑΠΕ

ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Οι νέες πολιτικές/καθεστώτα στήριξης που καθορίζουν τις εξαγωγές ΗΕ-ΑΠΕ από τη Βόρεια Αφρική προς την ΕΕ χρειάζονται πολιτική στήριξη στις σχετικές χώρες για την επιτυχή εφαρμογή τους. Τα συγκεκριμένα έργα χρειάζονται διαφανείς και συμμετοχικές διαδικασίες σχεδιασμού για τα ενδιαφερόμενα μέρη, ώστε να εξασφαλίζεται η αποδοχή σε τοπικό επίπεδο.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η δημόσια στήριξη για πολιτικές και έργα αυξάνει τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της

συνεργασίας (πολιτικές) και αυξάνει την πιθανότητα για περαιτέρω συνεργασία/σχέδια.

4.4 Κριτήρια Αξιολόγησης

Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται η επιλογή των κριτηρίων με τα οποία θα αξιολογήσουμε κάθε πιθανή στρατηγική. Θα χρησιμοποιήσουμε ορισμένα κριτήρια τα οποία θα συνοψίζουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα δεδομένα για κάθε χώρα ως προς την πιθανότητα εφαρμογής του μηχανισμού συνεργασίας που περιγράφεται στο Άρθρο 9 της Οδηγίας για το 2020. Τα κριτήρια αυτά είναι τα εξής:

(C₁) Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ

Αυτό το κριτήριο αξιολογεί την επάρκεια του ρυθμιστικού και κανονιστικού πλαισίου για υποστήριξη και διασφάλιση της εφαρμογής των δράσεων και των πολιτικών που προτείνει κάθε στρατηγική. Όσο μεγαλύτερη η συνάφεια, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση της συγκεκριμένης στρατηγικής στο κριτήριο αυτό.

(C₂) Συνεισφορά στην απασχόληση

Δεδομένων των τεράστιων αναπτυξιακών προκλήσεων της ανεργίας και των βιομηχανικών ελλειμμάτων, η δημιουργία θέσεων εργασίας είναι ένας από τους ρητούς στόχους πολιτικής. Αντικατοπτρίζει τον αντίκτυπο των εναλλακτικών τεχνολογιών στο κοινωνικό περιβάλλον, όσον αφορά τα ποσοστά απασχόλησης, δηλαδή στην αύξηση της προσφοράς εργασίας.

(C₃) Συμβατότητα με την αγορά

Αυτό το κριτήριο αξιολογεί το βαθμό στον οποίο κάθε στρατηγική είναι συμβατή με την τρέχουσα κατάσταση ή αν αντιτίθεται στην αγορά κάθε εξεταζόμενης χώρας, σύμφωνα με τους κανόνες που διέπουν την αγορά, την δυνατότητα δραστηριοποίησης σε αυτήν, την δυνατότητα εξαγωγής ενέργειας από αυτήν καθώς και τον βαθμό απελευθέρωσής της. Όσο πιο ώριμη και ανοικτή είναι η αγορά τόσο μεγαλύτερη τιμή θα έχει το κριτήριο για κάθε στρατηγική.

(C₄) Εφαρμοσιμότητα

Μια στρατηγική θα πρέπει να έχει εφικτή υλοποίηση και να είναι μετρήσιμη ως προς τα αποτελέσματά της. Με αυτό το κριτήριο μετράμε κατά πόσο εφαρμόσιμη είναι μια στρατηγική με τα τωρινά δεδομένα της εξεταζόμενης χώρας.

4.5 Επισκόπηση Χωρών

Σε αυτή την ενότητα γίνεται ανάλυση των χωρών η οποία βασίζεται στα 3 προαναφερθέντα επίπεδα, τα οποία είναι το ενεργειακό προφίλ, το επενδυτικό προφίλ και το κοινωνικό/περιβαλλοντικό προφίλ.

4.5.1 Επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης του Μαρόκου

Ενεργειακό προφίλ

Ο ενεργειακός τομέας του Μαρόκου χαρακτηρίζεται από πολλές εισαγωγές ορυκτών

καυσίμων, γεγονός που κάνει τη χώρα να εξαρτάται πλήρως από άλλες για να καλύψει τις εγχώριες ενεργειακές ανάγκες. Όλα τα προϊόντα πετρελαίου εισάγονται μετά από το κλείσιμο του μοναδικού διυλιστηρίου της χώρας το 2015. Οι εισαγωγές προϊόντων πετρελαίου αυξήθηκαν ραγδαία από το 2015 (11% / έτος). Η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας λόγω του αυξανόμενου πληθυσμού (εκτιμάται αύξηση κατά 8-8% της ζήτησης κατά την τελευταία δεκαετία), σε συνδυασμό με την έλλειψη πρωτογενούς ενεργειακού πλούτου, οδήγησαν τη χώρα σε ενεργειακή ανισορροπία. Ενώ τα περιθώρια δυναμικότητας είναι ισχυρά στο 10%, το σύστημα ισχύος πρέπει να αντέχει στις εποχιακές ξηρασίες και την αυξανόμενη μέγιστη ζήτηση το καλοκαίρι (IEA, 2019). Θα πρέπει να σημειωθεί ξεχωριστά ότι οι προβλέψεις ζήτησης υποδηλώνουν ότι το Μαρόκο πρέπει να διπλασιάσει τη συνολική εγκατεστημένη χωρητικότητά του έως το 2020 και να το διπλασιάσει ξανά έως το 2030, για να καλύψει τη ζήτηση, γεγονός που δείχνει την τρέχουσα ενεργειακή κρίση στη χώρα (OECD, 2018). Για να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις, η κυβέρνηση της χώρας υιοθέτησε μια φιλόδοξη ενεργειακή πολιτική σε σχέση με τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία περιλαμβάνει στόχους για την αύξηση της συμμετοχής τους στην εγχώρια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (Moore, 2017). Η χώρα έχει αξιοποιήσει τις καλύτερες διαθέσιμες τεχνολογίες στα έργα μεγάλης κλίμακας συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (CSP) και πρωτοπορεί καινοτόμων υβριδικών λύσεων, με φωτοβολταϊκή και θερμική ηλιακή αποθήκευση (IEA, 2019). Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εθνικό μείγμα ηλεκτρικής ενέργειας έφτασε το 35% στα τέλη του 2018 (Naji, 2019). Ενώ το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτρική ενέργεια προχωρά γρήγορα, το μερίδιό του στη συνολική τελική κατανάλωση (Total Final Consumption-TFC) μειώθηκε σημαντικά κατά την τελευταία δεκαετία, δεδομένης της αυξανόμενης ενεργειακής ζήτησης (IEA, 2019).

Αν και η χώρα έχει μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης ΑΠΕ, η συμμετοχή τους στο ενεργειακό μείγμα παραμένει αμελητέα μέχρι σήμερα (περίπου 5%). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προσφέρουν μια εξαιρετική ευκαιρία τόσο για την αποκατάσταση της χώρας από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, όσο και για την προοπτική εξαγωγών πράσινης ενέργειας προς την Ευρώπη. Αντίθετα, η συνεχής χρήση συμβατικών πόρων είναι άμεση συνέπεια της αύξησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, το οποίο αποτελεί μείζον εγχώριο πρόβλημα. Οι τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας παραμένουν αρκετά χαμηλές σε σχέση με το κόστος παραγωγής και μεταφοράς, ενώ, επιπλέον, πρέπει να επιλυθούν ζητήματα σταθερότητας και εξισορρόπησης των προβλημάτων δικτύου και ενεργειακού εφοδιασμού προκειμένου να καταστεί δυνατή η επιτυχής διείσδυση των ΑΠΕ στον ενεργειακό τομέα της χώρας (Schinke & Klawitter, 2016). Οι άνθρωποι και οικονομικοί πόροι και ο καλός συντονισμός μεταξύ κυβερνήσεων θα είναι κρίσιμοι για την παρακολούθηση της προόδου, την υλοποίηση της εθνικής στρατηγικής και τη διασφάλιση της επιτυχίας της ενεργειακής μετάβασης του Μαρόκου (IEA, 2019).

Επενδυτικό προφίλ

Σε ένα όλο και πιο ασταθές διεθνές οικονομικό περιβάλλον, η οικονομία στο Μαρόκο παραμένει ισχυρή, καθώς κατάφερε να αντισταθεί στην ευρύτερη οικονομική κρίση των τελευταίων ετών (Schwerhoff & Sy, 2017). Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας είναι σχεδόν πλήρως απελευθερωμένη, η οποία μπορεί να ενισχύσει μια πιθανή συνεργασία με τις ευρωπαϊκές χώρες στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ, ταυτόχρονα, η ενθάρρυνση και η προσέλκυση ξένων επενδύσεων αποτελεί βασικό περιεχόμενο της στρατηγικής της χώρας (National Energy Strategy-NES). Πιο συγκεκριμένα, τον Φεβρουάριο του 2019, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε τροποποιήσεις στις συμφωνίες σύνδεσης και αλιείας ΕΕ-Μαρόκου, αντιμετωπίζοντας τη διαφορά σχετικά με την ένταξη της Δυτικής Σαχάρας στο πεδίο εφαρμογής αυτών των συμφωνιών. Για το Μαρόκο, η ΕΕ είναι μακράν ο μεγαλύτερος οικονομικός της εταίρος, που αντιπροσωπεύει πάνω από το ήμισυ του εμπορίου και των επενδύσεων της (Moran, 2019). Ως αποτέλεσμα, τον Δεκέμβριο του 2018, υπεγράφη ένα σχέδιο που αντιπροσωπεύει ένα βιώσιμο σύστημα εμπορίας ενέργειας μεταξύ του

Μαρόκου, της Γερμανίας, της Γαλλίας, της Ισπανίας και της Πορτογαλίας. Επιπλέον, το Μαρόκο ξεκίνησε ένα τεράστιο πρόγραμμα προγράμματος οικονομικού εκσυγχρονισμού (Industrial Acceleration Plan 2014-2020) για να προσελκύσει περισσότερες άμεσες ξένες επενδύσεις (ΑΞΕ) (Nordea, 2020). Ωστόσο, εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο Μαρόκο αντιμετωπίζουν πολλά εμπόδια. Οι πρακτικές των ανταγωνιστών στον ανεπίσημο τομέα εμφανίστηκαν ως ο βασικός περιορισμός της επιχειρηματικής δραστηριότητας στο Μαρόκο. Αυτές οι εταιρείες προσφέρουν τα προϊόντα τους κάτω από την τιμή κόστους, καθώς δεν πληρώνουν φόρους και κοινωνική ασφάλιση, παρέχουν εργασία χωρίς συμβάσεις εργασίας και πληρώνουν υπαλλήλους κάτω από τον επίσημο ελάχιστο μισθό. Το μερίδιο των εταιρειών που ανέφεραν ότι ανταγωνίζονται εταιρείες στον ανεπίσημο τομέα ήταν 47,3%. Ο ανεπίσημος τομέας στο Μαρόκο είναι μεγάλος, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 40% του επίσημου εκτιμώμενου ΑΕΠ (RVO, 2018).

Οι επενδύσεις στον ενεργειακό τομέα αναμένεται να φτάσουν τα 30 δισεκατομμύρια δολάρια για έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γεγονός που αντιπροσωπεύει μεγάλες ευκαιρίες για τον εθνικό, περιφερειακό και διεθνή ιδιωτικό τομέα (Naji, 2019). Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος τόσο σε θεσμικό όσο και σε νομοθετικό επίπεδο, ενώ οι προσπάθειες μεταρρύθμισης στον ενεργειακό τομέα πραγματοποιούνται με την αναδιοργάνωση της λειτουργίας του ONEE (Office National de l'Électricité et de l'Eau Potable). Έχουν εισαχθεί αρκετές θεσμικές μεταρρυθμίσεις προκειμένου να υποστηριχθεί η εφαρμογή της εθνικής ενεργειακής στρατηγικής. Η εθνική ρυθμιστική αρχή (ANRE) και ο Μαροκινός Οργανισμός Βιώσιμης Ενέργειας (MASEN) είναι αφιερωμένοι στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων έργων ανανεώσιμης ενέργειας, ενώ το Ινστιτούτο Έρευνας στην Ηλιακή Ενέργεια και τις Ανανεώσιμες Ενέργειες (IRESEN) και η Μαροκινή υπηρεσία ενεργειακής απόδοσης (AMEE) υλοποιούν έργα σχετικά με την ενεργειακή απόδοση σε συνεργασία με τον ιδιωτικό τομέα. Η ιδιωτικοποίηση της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες πόλεις βελτίωσε την απόδοση (IEA, 2019). Στην περίπτωση του Μαρόκου τοποθεσίες για έργα μεγάλης κλίμακας ηλιακής ενέργειας και τοποθεσίες για έργα αιολικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας έχουν προσδιοριστεί από τις αρχές που αναφέρονται παραπάνω. Αυτό ανοίγει το δρόμο για συγκεκριμένη ανάπτυξη έργων στους σχετικούς τομείς που θα ξεκινήσει με μια διαδικασία υποβολής προσφορών (Trieb et al., 2015). Τέλος, σε επίπεδο χρηματοδότησης λειτουργούν ορισμένοι οργανισμοί, όπως το Ταμείο Ανάπτυξης Ενέργειας και η Energy Investment Corporation, οι οποίοι στοχεύουν στην οικονομική υποστήριξη του τοπικού τομέα ΑΠΕ.

Κοινωνικό/περιβαλλοντικό προφίλ

Το Μαρόκο, όπως συμβαίνει με τις περισσότερες χώρες της Βόρειας Αφρικής, είναι ιδιαίτερα ευάλωτο στην αλλαγή του κλίματος και την πιθανή άνοδο της στάθμης της θάλασσας, ενώ υπάρχει μεγάλη εξάρτηση από τους υδάτινους πόρους, κυρίως στη γεωργία (Kousksou et al., 2015b). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία της Διακυβερνητικής Ομάδας για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), η ανάπτυξη σεναρίων για το κλίμα για το Μαρόκο αποκαλύπτει την τάση να αυξάνεται η μέση ετήσια θερμοκρασία (μεταξύ 0,6 ° C και 1,1 ° C) και να μειώνεται ο μέσος ετήσιος όγκος υετού κατά περίπου 4 % το 2020 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2000 (Kousksou et al., 2015a). Τα προαναφερθέντα ζητήματα, καθώς και τρόποι μετριασμού της κλιματικής αλλαγής συζητήθηκαν στη Διάσκεψη των Μερών των Ηνωμένων Εθνών (COP 22), που πραγματοποιήθηκε στο Μαρόκο τον Νοέμβριο του 2016 (Cantoni & Rignall, 2019).

Στον κοινωνικό τομέα της χώρας, αν και γενικά επικρατούν καλές συνθήκες διαβίωσης και οι ρυθμοί ανάπτυξης είναι σταθεροί, ορισμένα σημαντικά ζητήματα παραμένουν άλυτα. Ένα από αυτά είναι τα υψηλά επίπεδα ανεργίας, τα οποία επηρεάζουν κυρίως τους νέους (Schwerhoff & Sy, 2017). Ωστόσο, σχεδιάστηκε ένα νέο πλαίσιο εταιρικής σχέσης για το Μαρόκο (CPF) για την υποστήριξη των προσπαθειών του Μαρόκου για βελτίωση της κοινωνικής συνοχής και μείωση των κοινωνικών και εδαφικών ανισοτήτων και συζητήθηκε

από το Διοικητικό Συμβούλιο στις 19 Φεβρουαρίου 2019. Καλύπτοντας τα φορολογικά έτη 2019 έως 2024, έχει τον πρωταρχικό στόχο να συμβάλει στην κοινωνική συνοχή βελτιώνοντας τις συνθήκες ανάπτυξης και δημιουργίας θέσεων εργασίας και μειώνοντας τις κοινωνικές και εδαφικές ανισότητες (The World Bank, 2019b). Σε αυτήν την κατεύθυνση, τα οφέλη που θα αποκομίσει η κοινότητα της χώρας στην ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι σημαντικά και για το λόγο αυτό θεωρείται απαραίτητο να σχεδιαστεί ο σχεδιασμός δράσης για περαιτέρω ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού (Trieb et al., 2015). Τέλος, η ενεργειακή μετάβαση του Μαρόκου αναμένεται να συμβάλει στη δημιουργία περισσότερων από 13.300 θέσεων εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και 36.800 θέσεων εργασίας στην ενεργειακή απόδοση. Η τροφοδότηση αυτών των τομέων με καταρτισμένους διευθυντές, μηχανικούς και τεχνικούς είναι ένας βασικός παράγοντας για την επιτυχία της ενεργειακής μετάβασης (GIZ-Energy, 2020).

4.5.2 Επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης της Αιγύπτου

Ενεργειακό προφίλ

Η Αίγυπτος είναι μακράν ο μεγαλύτερος καταναλωτής πετρελαίου και φυσικού αερίου στην Αφρική, με κατανάλωση 69,4% από το αέριο, 22,4% από πετρέλαιο και άλλα υγρά της συνολικής κατανάλωσης της ηπείρου, 7,7% από υδροηλεκτρικά και 0,49% από ανανεώσιμες πηγές (Samy et al., 2019). Η Αίγυπτος είναι καθαρός εξαγωγέας αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου. Ωστόσο, ο συνδυασμός αύξησης της κατανάλωσης και μείωσης της παραγωγής οδήγησε σε μείωση των εξαγωγών φυσικού αερίου από το 2009, καθώς η κυβέρνηση άρχισε να εκτρέπει τον εφοδιασμό φυσικού αερίου από τις εξαγωγές, προκειμένου να ικανοποιήσει εγχώρια ζήτηση, μετατρέποντας τελικά τη χώρα σε εισαγωγέα φυσικού αερίου από το 2015 (Energylopedia, 2019). Μελέτες δείχνουν ότι το τρέχον ενεργειακό μείγμα και η τάση στην Αίγυπτο είναι παρόμοια με αυτή των άλλων αναδυόμενων οικονομιών, όπου το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ενέργειας μειώνεται παρά την αύξηση της διείσδυσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, λόγω της μεγαλύτερης αύξησης της συνολικής ενεργειακής ζήτησης. Το δυναμικό παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σχετικά υψηλό στην Αίγυπτο. Συγκεκριμένα, η αιολική και η ηλιακή ενέργεια θα μπορούσαν να παρέχουν συνεχώς ενεργειακές υπηρεσίες βελτιώνοντας έτσι την ενεργειακή ασφάλεια (Mondal et al., 2019).

Η στρατηγική για την αειφόρο ανάπτυξη: Το όραμα 2030 της Αιγύπτου ανακοινώθηκε τον Φεβρουάριο του 2016 και είναι ενδεικτικό των φιλοδοξιών της χώρας να επιτύχει μια ανταγωνιστική, ισορροπημένη και διαφοροποιημένη οικονομία. Ο αιγυπτιακός ενεργειακός τομέας είναι βασικός μοχλός για την κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της Αιγύπτου, που αντιπροσωπεύει περίπου το 13% του τρέχοντος ΑΕΠ και επομένως η οικονομική ανάπτυξη στη χώρα εξαρτάται από την ασφάλεια και τη σταθερότητα του ενεργειακού εφοδιασμού (IRENA, 2018). Η ολοκληρωμένη στρατηγική αειφόρου ενέργειας 2035, η οποία βασίζεται σε προηγούμενες στρατηγικές, τονίζει τη σημασία της ανανεώσιμης ενέργειας. Η Αίγυπτος σκοπεύει να αυξήσει την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές σε 20% έως το 2022 και 42% έως το 2035. Ο ιδιωτικός τομέας αναμένεται να προσφέρει το μεγαλύτερο μέρος αυτής της χωρητικότητας (Privacy Shield, 2018). Η χώρα έχει κάνει πολλά βήματα προς τον παραπάνω στόχο με το πιο φιλόδοξο έργο να είναι το Benban Solar Park, ένας φωτοβολταϊκός σταθμός ισχύος συνολικής ισχύος 1650 MW που άρχισε να λειτουργεί στις 13 Μαρτίου 2018 (Wikipedia, 2020)

Επενδυτικό προφίλ

Η Αίγυπτος έχει παραμείνει ο μεγαλύτερος αποδέκτης άμεσων ξένων επενδύσεων (Foreign

Direct Investment-FDI) στην Αφρική, με το Ηνωμένο Βασίλειο να είναι ο μεγαλύτερος επενδυτής. Η χώρα σημείωσε αύξηση κατά 2,4 δισεκατομμύρια δολάρια τον Σεπ 2019, σε σύγκριση με αύξηση 1,3 δισεκατομμύρια δολάρια το προηγούμενο τρίμηνο. Οι ξένες επενδύσεις στην Αίγυπτο εστιάζονται στη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου. Η είσοδος Αράβων και ξένων επενδυτών στην τοπική αγορά οδήγησε σε μείωση του κόστους παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αίγυπτο και θα αυξήσει τις επενδυτικές ευκαιρίες κατά την επόμενη περίοδο.

Το υπουργείο ηλεκτρικής ενέργειας της Αιγύπτου ανακοίνωσε την τροφοδότηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ηλιακές και αιολικές πηγές στο πλαίσιο της κυβερνητικής προσπάθειας για ενθάρρυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και βελτίωση της έλλειψης ηλεκτρικής ενέργειας (Aliyu et al., 2018). Προκειμένου να ενθαρρυνθεί ο ιδιωτικός τομέας να παράγει ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η Αίγυπτος εξέδωσε τον νόμο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (διάταγμα αριθ. 203/2014) το 2014. Ο νόμος εισάγει διάφορα σχέδια ανάπτυξης για την ιδιωτική ανάπτυξη έργων ανανεώσιμης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων ανταγωνιστικών προσφορών, τιμολόγιο τροφοδοσίας και ανεξάρτητη παραγωγή ενέργειας μέσω πρόσβασης τρίτων.

Σύμφωνα με το νέο νόμο για την ηλεκτρική ενέργεια του Ιουλίου 2015, μπορούν να υπάρξουν άμεσες συμβατικές σχέσεις μεταξύ προμηθευτών και τελικών χρηστών, επιβεβαιώνοντας τη μετάβαση της Αιγυπτιακής Εταιρείας Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, κρατικού αποδέκτη, σε έναν αγωγό λειτουργιών συστήματος και διαδικασιών αποστολής. Όσον αφορά την εφαρμογή των συμβάσεων αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η ΕΕΤΚ αντιμετώπισε δυσκολίες στην αντιμετώπιση των χρηματοοικονομικών της υποχρεώσεων και στην εξασφάλιση τραπεζικών συμβάσεων. Αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη επανεξέτασης των τρεχόντων όρων και προϋποθέσεων των συμβάσεων ανανεώσιμης ενέργειας για την αντιμετώπιση ανησυχιών που εγείρουν οι επενδυτές, συμπεριλαμβανομένης της θέσπισης τυποποιημένων προτύπων εγγράφων έργων για έργα ανανεώσιμης ενέργειας (IRENA, 2018).

Κοινωνικό/περιβαλλοντικό προφίλ

Ενώ το μακροοικονομικό περιβάλλον έχει βελτιωθεί, οι κοινωνικές συνθήκες παραμένουν δύσκολες. Μεταξύ του 2016 και του 2018, η αύξηση των ονομαστικών μισθών μειώθηκε κάτω από τον πληθωρισμό. Οι επίσημες εκτιμήσεις ανέφεραν ότι το μερίδιο του πληθυσμού που ζει κάτω από το εθνικό όριο φτώχειας το οικονομικό έτος 2018 αυξήθηκε σε 32,5 τοις εκατό, από 27,8 το 2015, με τα υψηλότερα ποσοστά φτώχειας ακόμα στην αγροτική Άνω Αίγυπτο (The World Bank, 2019a). Επιπλέον, η Αίγυπτος υποφέρει από έλλειψη νερού και έχει φτάσει στην υδάτινη φτώχεια. Η χώρα χρειάζεται ετησίως τουλάχιστον 90 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού για να καλύψει τις ανάγκες των πολιτών της. Ως εκ τούτου, η Αίγυπτος αντιμετωπίζει ετήσιο έλλειμμα νερού τουλάχιστον 10 δισεκατομμυρίων κυβικών μέτρων. Επιπλέον, ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) ανακοίνωσε ότι η Αίγυπτος έχει τον κίνδυνο να στερέψει από νερό μέχρι το έτος 2025. Η λειψυδρία στην Αίγυπτο οφείλεται στην αυξημένη ζήτηση νερού. Επίσης, η αυξημένη και ταχεία αστικοποίηση και η απώλεια νερού του ποταμού Νείλου, λόγω της εξάτμισης του νερού ήταν κρίσιμοι παράγοντες πίσω από αυτήν την αύξηση της ζήτησης νερού (Mohamed, 2020).

Σε μια προσπάθεια να αντιμετωπιστούν τα προαναφερθέντα προβλήματα, η τρέχουσα δέσμευση του Ομίλου της Παγκόσμιας Τράπεζας καθοδηγείται από το Πλαίσιο Συνεργασίας Χωρών της Αιγύπτου (Egypt Country Partnership Framework-CPF) 2015-19, και την Ανασκόπηση Απόδοσης και Μάθησης (Performance and Learning Review-PLR) - που οδήγησε στην παράταση του CPF έως 2021 - επικεντρώνεται στην καταπολέμηση της φτώχειας και της ανισότητας, η οποία αντιμετωπίζεται από μια αυστηρή ανάλυση των βασικών περιορισμών στη μείωση της φτώχειας και την κοινή ευημερία και από εκτεταμένες

διαβουλεύσεις με την κυβέρνηση, τον ιδιωτικό τομέα, τα πανεπιστήμια, τις οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών και τις ομάδες νέων. Το CPF, περιλαμβάνει τρεις αλληλοσυνδεόμενους στρατηγικούς τομείς εστίασης που συνάδουν με τη μακροπρόθεσμη αναπτυξιακή στρατηγική: i) βελτίωση της διακυβέρνησης, ii) βελτίωση των ευκαιριών για τη δημιουργία θέσεων εργασίας του ιδιωτικού τομέα και iii) κοινωνική ένταξη. Το CPF σχεδιάστηκε για να παραμείνει ευέλικτο ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται στις εξελισσόμενες ανάγκες της χώρας, φέρνοντας ταυτόχρονα ολοκληρωμένες αναπτυξιακές λύσεις που προσαρμόζονται στο συγκεκριμένο πλαίσιο της Αιγύπτου με γνώση παγκόσμιας κλάσης (The World Bank, 2019). Η κυβέρνηση της Αιγύπτου που υποστηρίζεται από τον Όμιλο της Παγκόσμιας Τράπεζας έχει επιτύχει σημαντικά αποτελέσματα και στους τρεις τομείς εστίασης στο πλαίσιο αυτού του CPF. Οι πολιτικές μεταρρυθμίσεις που υποστηρίζονται από το πρόγραμμα χρηματοοικονομικής αναπτυξιακής πολιτικής ύψους 3,15 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ, που αποτελείται από τρεις πράξεις για μια περίοδο τριών ετών (2015-2017), έχουν υποστηρίξει το πρόγραμμα μεταρρυθμίσεων της Αιγύπτου με στόχο την ενίσχυση της οικονομίας, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, ιδίως στον ενεργειακό τομέα. Η Παγκόσμια Τράπεζα υποστηρίζει την κυβέρνηση της Αιγύπτου για τον μετριασμό των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων του πρώτου κύματος μεταρρυθμίσεων στους φτωχούς και τη μεσαία τάξη. Σύμφωνα με το CPF της Αιγύπτου, η Τράπεζα χρηματοδότησε και ενημέρωσε το σχεδιασμό βασικών εμβλημάτων και προγραμμάτων, χρησιμοποιώντας διάφορα χρηματοδοτικά μέσα (IPF, DPF και ASA), (i) για την ενίσχυση προγραμμάτων κοινωνικής προστασίας · (ii) την υποστήριξη βιώσιμων δραστηριοτήτων δημιουργίας θέσεων εργασίας · και (iii) βελτίωση της παροχής ποιοτικών υπηρεσιών στη χώρα (The World Bank, 2019a).

Η Αίγυπτος επικύρωσε τη Συμφωνία του Παρισιού στις 29 Ιουνίου 2017 και τέθηκε σε ισχύ στις 29 Ιουλίου 2017. Η χώρα είναι εξοικειωμένη με τις τεχνολογίες ΑΠΕ και ιδιαίτερα όσον αφορά την αιολική ενέργεια. Σχετικά με αυτό, η τρέχουσα φάση της ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρείχε συνολικά 6.000 άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας, με τη φωτοβολταϊκή ηλιακή ενέργεια να παρέχει μόνο τις μισές από τις θέσεις εργασίας που δημιουργήθηκαν (IRENA, 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Εφαρμογή Πολυκριτηριακής Μεθόδου

5 Εφαρμογή Πολυκριτηριακής Μεθόδου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί η εφαρμογή της μεθόδου που επιλέχτηκε, ώστε να γίνει κατάταξη των στρατηγικών και να επιλεγεί η καλύτερη με βάση τα επιλεχθέντα κριτήρια.

Η κλίμακα που θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των στρατηγικών θα βασίζεται σε ποιοτικά χαρακτηριστικά που θα απεικονίζονται με γλωσσικές μεταβλητές. Η κλίμακα αυτή απαρτίζεται από το εξής σύνολο: $S = (VP, P, F, G, VG)$, όπου: VP = Πολύ Χαμηλή, P = Χαμηλή, MP = Μέτρια Χαμηλή, F = Μέτρια, MG = Μέτρια Καλή, G = Καλή, VG = Πολύ Καλή. Για κάθε μια γλωσσική μεταβλητή αντιστοιχίζουμε έναν αριθμό ως εξής: VP = (0.00, 0.00, 0.25), P = (0.00, 0.25, 0.50), F = (0.25, 0.50, 0.75), G = (0.50, 0.75, 1.00), VG = (0.75, 1.00, 1.00). Η διαδικασία αυτή θα επαναληφθεί και για τις 2 υπό εξέταση χώρες της Βορείου Αφρικής, ώστε να προκύψει η ιδανικότερη στρατηγική για κάθε χώρα βάσει των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν σε αυτές.

Πίνακας 7: Γλωσσικές μεταβλητές για την κατάταξη των εναλλακτικών

Γλωσσικές Μεταβλητές	Συνάρτηση συμμετοχής
Very Poor (VP)	(0.00, 0.00, 0.25)
Poor (P)	(0.00, 0.25, 0.50)
Fair (F)	(0.25, 0.50, 0.75)
Good (G)	(0.50, 0.75, 1.00)
Very Good (VG)	(0.75, 1.00, 1.00)

5.1 Εφαρμογή της Μεθόδου Fuzzy PROMETHEE

Μαρόκο

Οι γλωσσικές μεταβλητές για την περίπτωση του Μαρόκου φαίνονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Γλωσσικές μεταβλητές για την περίπτωση του Μαρόκου

Μαρόκο	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
A ₁	G	G	F	G
A ₂	VG	F	G	G
A ₃	F	F	G	F
A ₄	F	F	F	G
A ₅	G	G	G	VG
A ₆	G	F	G	F
A ₇	F	F	F	P
A ₈	G	F	F	F
A ₉	G	VG	G	G
A ₁₀	F	VG	F	G

Οι τιμές των γλωσσικών μεταβλητών που ανατέθηκαν στο Μαρόκο εξηγείται στη συνέχεια:

Στρατηγική 1: Διευκόλυνση της επέκτασης της HE-ΑΠΕ στη Βόρεια Αφρική

Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Εξασφάλιση ενός καλού σχεδιασμένου νομοθετικού και

κανονιστικού πλαισίου σε εθνικό επίπεδο✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας είναι ένας χάρτης πορείας που αντιμετωπίζει τους βραχυπρόθεσμους, μεσοπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους στόχους του Μαρόκου για την ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα. Επικεντρώνεται στην ανανεώσιμη ενέργεια και την ενεργειακή απόδοση ως βασικούς παράγοντες για την επίτευξη της δέσμευσης της χώρας για μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος τόσο σε θεσμικό όσο και σε νομοθετικό επίπεδο. Ο νόμος 16-08 για την αυτοπαραγωγή προβλέπει, για πρώτη φορά, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από οποιοδήποτε άτομο ή νομικό πρόσωπο για τις δικές τους ανάγκες (RVO, 2018). Δημοσίευση της πράξης 58-15 για άνοιγμα της πρόσβασης σε δίκτυα χαμηλής και μέσης τάσης, τροποποίηση και συμπλήρωση του νόμου 13-09, και του διατάγματος αριθ. 2-15-772 σχετικά με την πρόσβαση στο εθνικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μέσης τάσης.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (G)

Η ενεργειακή μετάβαση του Μαρόκου αναμένεται να συμβάλει στη δημιουργία περισσότερων από 13.300 θέσεων εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και 36.800 θέσεων εργασίας στην ενεργειακή απόδοση. Περισσότερο από έναν στόχο, η τροφοδότηση αυτών των τομέων με εξειδικευμένους διαχειριστές, μηχανικούς και τεχνικούς είναι ένας βασικός παράγοντας για την επιτυχία της ενεργειακής μετάβασης (GIZ-ENERGY, 2020).

✓ Συμβατότητα με την αγορά (F)

Στο πλαίσιο της αγοράς έχει θεσπιστεί νομοθετικό πλαίσιο για την εφαρμογή της εθνικής στρατηγικής. Συνίσταται σε ένα σύνολο νόμων για την ελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, τη δημιουργία νέων θεσμών και τη ρύθμιση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, επιπλέον των μέτρων που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση.

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Οι νόμοι που αναφέρθηκαν παραπάνω, μαζί με ορισμένες άλλες διατάξεις, είναι τα κρίσιμα πρώτα βήματα στη διαδικασία ενεργειακής μετάβασης του Μαρόκου. Οι εξαιρετικά φιλόδοξοι στόχοι για αύξηση της εγχώριας ικανότητας σε ΑΠΕ (52% της συνολικής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ενέργειας το 2030) μπορεί να δημιουργήσουν κατάλληλο περιβάλλον για εξαγωγές.

Βραχυπρόθεσμη δράση 2: Εξασφάλιση αποτελεσματικών αρχών για τις ΑΠΕ✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (VG)

Οι προσπάθειες μεταρρύθμισης στον ενεργειακό τομέα πραγματοποιούνται με την αναδιοργάνωση της λειτουργίας του ONEE (Office National de l'Électricité et de l'Eau Potable). Έχουν εισαχθεί αρκετές θεσμικές μεταρρυθμίσεις προκειμένου να υποστηριχθεί η εφαρμογή της εθνικής ενεργειακής στρατηγικής. Η εθνική ρυθμιστική αρχή (ANRE) και ο Μαροκινός Οργανισμός Βιώσιμης Ενέργειας (MASEN) είναι αφιερωμένοι στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων έργων ανανεώσιμης ενέργειας, ενώ το Ινστιτούτο Έρευνας στην Ηλιακή Ενέργεια και τις Ανανεώσιμες Ενέργειες (IRESEN) και η Μαροκινή υπηρεσία ενεργειακής απόδοσης (AMEE) υλοποιούν έργα σχετικά με την ενεργειακή απόδοση σε συνεργασία με τον ιδιωτικό τομέα.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Με την ένταξη των παραπάνω φορέων, ανοίγουν πολλές θέσεις εργασίας για την απασχόληση στις ρυθμιστικές αρχές πάνω σε θέματα ΑΠΕ.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Οι επενδύσεις στην κατασκευή σταθμών παραγωγής ενέργειας πραγματοποιούνται γενικά μέσω συμπράξεων δημόσιου-ιδιωτικού τομέα, στις οποίες συμμετέχουν πάντα ένας από τους κυβερνητικούς ενεργειακούς οργανισμούς (συνήθως ONEE ή MASEN). Ωστόσο, οι επενδύσεις μπορούν να είναι εντελώς δημόσιες (συνήθως μέσω του ONEE) ή εντελώς ιδιωτικές. Το Μαρόκο λαμβάνει οικονομική υποστήριξη από διάφορα ιδρύματα και χώρες, όπως: KfW, AFD, αραβικά κράτη του Περσικού Κόλπου και άλλα.

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Επιτρέπεται και χρησιμοποιείται η τροφοδότηση καταναλωτών από ιδιωτικούς παραγωγούς ΑΠΕ αποκλειστικά για δική τους χρήση. Ωστόσο ο ONEE δρα ως μονοπώλιο, καθώς ο σχεδιασμός του δικτύου, η μεταφορά και η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας διενεργείται αποκλειστικά από αυτόν. Όσον αφορά την περαιτέρω κατάρτιση που απαιτείται, ορισμένες ανάγκες κατάρτισης, ειδικά για κυβερνητικούς διοικητικούς υπαλλήλους που ασχολούνται με τις εθνικές ρυθμιστικές υπηρεσίες και τους φορείς λήψης αποφάσεων / πολιτικής ενδέχεται να χρειαστούν.

Μεσοπρόθεσμη δράση 1: Βελτίωση του ενδοπεριφερειακού πλαισίου για περαιτέρω ανάπτυξη ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (F)

Το Μαρόκο είναι διασυνδεδεμένο με την Αλγερία με 2 γραμμές 220kV και 2 γραμμές 400kV. Με την επιθυμία βελτίωσης της ασφάλειας εφοδιασμού μέσω της διαφοροποίησης των πόρων ενεργειακού εφοδιασμού, ιδίως στο πλαίσιο των διαπεριφερειακών προγραμμάτων για την ανάπτυξη ανανεώσιμων αιολικών και ηλιακών πόρων, οι ηλεκτρικές διασυνδέσεις μεταξύ χωρών έχουν και συνεχίζουν να αναπτύσσονται (Kilani et al., 2019). Αυτές οι περιοχές έχουν άφθονους πόρους ηλιακής ενέργειας και μοναδικές συνθήκες για την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Με την ένταξη νέων διασυνδέσεων και γραμμών μεταφορών συνεπάγεται και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας οι οποίες θα εστιάζουν στην σωστή και ασφαλή μεταφορά ανανεώσιμης ενέργειας τόσο μεταξύ των χωρών της Βόρειας Αφρικής όσο και μεταξύ της Βόρειας Αφρικής και της Ευρώπης.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Η διασύνδεση του ηλεκτρικού δικτύου έχει ολοκληρωθεί στην περιοχή του Δυτικού Μαγκρέμπ, δημιουργώντας μια καλή βάση για τη δημιουργία μιας αγοράς ενέργειας ανανεώσιμης ενέργειας στο μέλλον (Shen et al., 2018).

✓ Εφαρμοσιμότητα (F)

Παρόλο που οι ηλεκτρικές διασυνδέσεις του Μαγκρέμπ υπήρξαν εδώ και αρκετό καιρό και ενισχύθηκαν σε ισχύ, το εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των χωρών παρέμεινε σε μέτρια επίπεδα. Οι αδύναμες συναλλαγές μεταξύ χωρών ενδέχεται να σχετίζονται με τα

περιορισμένα περιθώρια αποθεματικής παραγωγής, την απουσία εναρμονισμένου ρυθμιστικού πλαισίου με σαφείς κανόνες που διέπουν το εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας και θεσμικές αδυναμίες τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο (Kilani et al., 2019).

Στρατηγική 2: Δημιουργία επιχειρηματικών ευκαιριών για συνεργασία ΗΕ-ΑΠΕ

Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Προσδιορισμός συγκεκριμένων οφελών της συνεργασίας ΑΠΕ

- ✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (F)

Η ενέργεια είναι ένας τομέας στον οποίο το Μαρόκο αποτελεί ολοένα και σημαντικότερο εταίρο για την Ευρώπη. Σχεδόν εξ ολοκλήρου εξαρτώμενο από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα στο παρελθόν, το Μαρόκο είναι τώρα έτοιμο να γίνει σημαντικός παραγωγός ενέργειας. Αν και δεν υπάρχουν σημαντικές αποθέσεις ορυκτών καυσίμων, οι γεωγραφικές συνθήκες της χώρας σημαίνουν ότι έχει τεράστιο δυναμικό όσον αφορά την αιολική και ηλιακή ενέργεια. Με την έναρξη της βιομηχανικής πρωτοβουλίας Desertec, οι εταιρείες ενέργειας της Ευρώπης και της Γερμανίας, ειδικότερα, συνειδητοποίησαν επίσης αυτό το δυναμικό.

- ✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το Μαρόκο θα μπορούσε να προσφέρει μια ελκυστική πηγή ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας για την Ευρώπη και ότι μια τέτοια ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα μπορούσε να περιλαμβάνει σημαντικές αμοιβαία επωφελείς επενδυτικές ευκαιρίες για τα εμπλεκόμενα μέρη και θα μπορούσε να δημιουργήσει σημαντικό αριθμό θέσεων εργασίας.

- ✓ Συμβατότητα με την αγορά (F)

Η εισαγωγή από χώρες με εξαιρετικούς ηλιακούς και αιολικούς πόρους μπορεί να συμβάλει στη μείωση του κόστους για τους εταιρικούς καταναλωτές και τελικά στη μείωση των τιμών των προϊόντων τους σε μεμονωμένους καταναλωτές. Στο COP 22, η Γαλλία, η Γερμανία, το Μαρόκο, η Πορτογαλία και η Ισπανία υπέγραψαν τον χάρτη πορείας SET (Sustainable Electricity Trade) με στόχο το άνοιγμα των αγορών ανανεώσιμων πηγών ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ τους (EC, 2016).

- ✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Για να διευκολυνθεί το εμπόριο, το Μαρόκο όχι μόνο χρειάζεται καθαρή χρηματοδότηση επενδύσεων, αλλά και, κυρίως, ισότιμη πρόσβαση στην αγορά στις ευρωπαϊκές αγορές κοινής ωφέλειας. Αυτό δεν ισχύει επί του παρόντος, καθώς η συνέχιση των ευρωπαϊκών πολιτικών όπως οι επιδοτήσεις για τους εγχώριους παραγωγούς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προστατεύουν τις ευρωπαϊκές αγορές από δυνητικά χαμηλότερου κόστους ανταγωνισμό από εξωτερικές αγορές όπως η Βόρεια Αφρική (El-Katiri, 2016).

Βραχυπρόθεσμη δράση 2: Διεξαγωγή μελετών προ-σκοπιμότητας για επιλογή κατάλληλων τεχνολογιών ΑΠΕ

- ✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Έχουν γίνει και γίνονται μελέτες που αφορούν κυρίως εγκαταστάσεις ηλιακών ή αιολικών σταθμών παραγωγής ΗΕ-ΑΠΕ. Ωστόσο, χρειάζονται περαιτέρω προσπάθειες για την

ανάπτυξη κατάλληλου πλαισίου συνεργασίας που να περιλαμβάνει ποσότητα και ποιότητα παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, χρονοδιαγράμματα, σχετικές τεχνολογίες και κατάλληλο νομικό και συμβατικό πλαίσιο.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (G)

Με την ένταξη νέων συμβουλευτικών εταιρειών θα δημιουργηθούν πολλές νέες θέσεις εργασίας, οι οποίες θα αποσκοπούν στην αντιμετώπιση τεχνικών και οικονομικών προκλήσεων, όταν πρόκειται για αναβάθμιση του δικτύου και την εισαγωγή νέων τεχνολογιών ΑΠΕ. Το ενεργειακό μείγμα που προβλέπεται στο εθνικό ενεργειακό σχέδιο θα είναι στις διάφορες τεχνολογικές επιλογές με τη διαφοροποιημένη προσφορά που επιτρέπει την πρόσβαση σε περισσότερες κοινωνικο-επαγγελματικές κατηγορίες.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Τα έργα ΑΠΕ έχουν βοηθήσει περαιτέρω την ανάπτυξη της αγοράς του Μαρόκου. Ένα από τα μεγαλύτερα αιολικά πάρκα στην αφρικανική ήπειρο (αιολικό πάρκο Tafaya) άνοιξε το 2014 στο νοτιοδυτικό Μαρόκο. Το Ouarzazate, που είναι ο μεγαλύτερος ηλιακός θερμοηλεκτρικός σταθμός στον κόσμο, που θα κατασκευαστεί με επένδυση περίπου 2,3 δισεκατομμυρίων ευρώ, είναι το πρώτο έργο που θα υλοποιηθεί στο πλαίσιο του Μαροκινού ηλιακού σχεδίου, θα μεγαλώσει ακόμα περισσότερο την τοπική αγορά των ΑΠΕ.

✓ Εφαρμοσιμότητα (VG)

Σύμφωνα με το δείκτη RECAI (Renewable Energy Country Attractiveness), ο οποίος μετράει την ελκυστικότητα των επενδύσεων ανανεώσιμης ενέργειας και τη δυνατότητα ανάπτυξης τους, το Μαρόκο λαμβάνει τη 23^η θέση παγκοσμίως με την τελευταία μέτρηση να πραγματοποιείται τον Μάιο του 2020. Επομένως η διεξαγωγή μελετών για την επιλογή της καταλληλότερης τεχνολογίας ΑΠΕ δείχνει ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί σχετικά εύκολα.

Βραχυπρόθεσμη δράση 3: Ανάπτυξη ενός οριζόντιου συνδυασμού πολιτικών για την αξιοποίηση των κοινωνικοοικονομικών οφελών

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Για να επιτύχει τους στόχους του Εθνικού Ενεργειακού Σχεδίου για 52% της εγκατεστημένης ισχύος από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2030, το Μαρόκο εφαρμόζει νέα νομοθεσία και είχε δημιουργήσει αναπτυξιακά έργα και χρηματοπιστωτικά ιδρύματα για να επιτρέψει διεθνή έργα. Πράγματι, τα έργα που βρίσκονται σε εξέλιξη από το 2016 έως το 2030 αντιπροσωπεύουν 4.560 MW από ηλιακή ενέργεια, 4.200 MW από αιολική ενέργεια και 1.330 MW από υδροηλεκτρικό έργα.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Παρόλο που η καλύτερη κατανόηση της διεπαφής μεταξύ ενέργειας και κοινωνίας δεν αποτελεί πανάκεια για την επίτευξη κοινωνικής υποστήριξης για ενεργειακές πολιτικές, ωστόσο, μπορεί να βοηθήσει στο να ανοίξει ο δρόμος προς πιο κοινωνικά ισχυρά ενεργειακά συστήματα στο Μαρόκο, στα οποία θα συμμετάσχει ενεργά η κοινωνία.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Με την εισαγωγή ενός εγκάρσιου μίγματος πολιτικής, το οποίο περιλαμβάνει βιομηχανικές, εκπαιδευτικές και ενεργειακές πολιτικές το εμπόριο ΗΕ-ΑΠΕ μπορεί να αναπτυχθεί στην περιοχή.

✓ Εφαρμοσιμότητα (F)

Το μείγμα πολιτικής διασφαλίζει ότι δεν συνεπάγεται πρόσθετη επιβάρυνση για τους φορολογούμενους. Η επιτυχία της στρατηγικής θα εξαρτηθεί από την τεχνογνωσία και την κατάρτιση που υπάρχει στη χώρα.

Βραχυπρόθεσμη δράση 4: Αντιμετώπιση επενδυτικών κινδύνων για την προσέλκυση χρηματοδότησης✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (F)

Στο πλαίσιο των προσπαθειών προώθησης ξένων επενδύσεων, το Μαρόκο έχει επικυρώσει διεθνείς συμβάσεις σχετικά με την εγγύηση και την προστασία των επενδύσεων (RVO, 2018). Ωστόσο οι επιδοτήσεις που διατίθενται στην ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ορυκτά καύσιμα δημιουργούν στρεβλώσεις στην αγορά και, ως εκ τούτου, κάνουν τις επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας λιγότερο ελκυστικές και λιγότερο ανταγωνιστικές στην αγορά.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Η μείωση του υψηλού κόστους κεφαλαίου και η ανάγκη για προσέλκυση χρηματοδότησης κάνουν το πρόβλημα του επενδυτικού κινδύνου ακόμα πιο πολύπλοκο. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα όμως, τη δημιουργία καινούριων θέσεων εργασίας, στις οποίες θα αναλύεται διεξοδικά το πρόβλημα του ρίσκου. Με αυτόν τον τρόπο, το Μαρόκο θα μπορεί να είναι ακόμα πιο προετοιμασμένο για οποιονδήποτε νέο επενδυτικό κίνδυνο προκύψει.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (F)

Ο τρέχων τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο Μαρόκο αποτελείται από αιολική, ηλιακή και υδροηλεκτρική ενέργεια. Με την εφαρμογή του νόμου 13-09 ανοίγουν αυτές οι αγορές σε ξένους επενδυτές. Οι επενδύσεις στην κατασκευή σταθμών παραγωγής ενέργειας πραγματοποιούνται γενικά μέσω συμπράξεων δημόσιου-ιδιωτικού τομέα, στις οποίες συμμετέχουν πάντα ένας από τους κυβερνητικούς ενεργειακούς οργανισμούς (συνήθως ONEE ή MASEN). Ωστόσο, οι επενδύσεις μπορούν να είναι εντελώς δημόσιες (συνήθως μέσω του ONEE) ή εντελώς ιδιωτικές.

✓ Εφαρμοσιμότητα (P)

Ενώ το Μαρόκο βρίσκεται σε μια από τις πιο ευνοϊκές περιοχές του κόσμου για την παραγωγή ηλιακής και αιολικής ενέργειας, εξακολουθούν να ισχύουν σημαντικά επενδυτικά εμπόδια που θέτουν σε κίνδυνο την ανάπτυξη ΗΕ-ΑΠΕ σε κλίμακα. Διαφορετικά προφίλ επενδυτικού κινδύνου και αντιλήψεις κινδύνου σε διάφορες χώρες και τεχνολογίες οδηγούν σε διαφορές στο κόστος χρηματοδότησης για μεμονωμένες τεχνολογίες, οι οποίες τελικά οδηγούν σε διαφορετικό κόστος παραγωγής. Οι αντιλήψεις κινδύνου των επενδυτών είναι ιδιαίτερα υψηλές για τις τεχνολογίες ΑΠΕ-ΗΕ που χαρακτηρίζονται από υψηλές κεφαλαιουχικές δαπάνες. Επιπλέον το κόστος χρηματοδότησης για έργα ΑΠΕ υψηλής έντασης κεφαλαίου διαπιστώνεται ότι είναι ιδιαίτερα υψηλό στις αναπτυσσόμενες χώρες Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε σχετικά υψηλό κόστος παραγωγής για ορισμένες τεχνολογίες ΗΕ-ΑΠΕ (π.χ. CSP) σε σύγκριση με τις συμβατικές τεχνολογίες και ενδέχεται τελικά να αποθαρρύνει τις επενδύσεις ΗΕ-ΑΠΕ υψηλής εντάσεως κεφαλαίου (RVO, 2018).

Βραχυπρόθεσμη δράση 5: Ενίσχυση του πλαισίου για εταιρικές σχέσεις ιδιωτικού τομέα και δημόσιου-ιδιωτικού τομέα στην επέκταση / εξαγωγή ΗΕ-ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Στο Μαρόκο έχουν δημιουργηθεί αρκετοί ιδιωτικοί τομείς, οι οποίοι εστιάζουν στην ενέργεια από ΑΠΕ. Τέτοιοι φορείς είναι οι εξής. Η Taqa Morocco είναι ο πρώτος ιδιωτικός ανεξάρτητος παραγωγός στο Μαρόκο. Ο Nareva είναι ανεξάρτητος παραγωγός ηλιακής ενέργειας που δημιουργήθηκε το 2005. Το OCP, η εταιρεία φωσφορικών αλάτων στο Μαρόκο, έχει μεγάλη επιρροή στην οικονομία, ειδικά επειδή το Μαρόκο έχει το δεύτερο μεγαλύτερο αποθεματικό φωσφορικών αλάτων στον κόσμο.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Με την ένταξη ιδιωτικών φορέων στο τομέα των ΑΠΕ μπορούν να δημιουργηθούν πολλοί παραγωγοί ενέργειας με αποτέλεσμα την αύξηση στην απασχόληση.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (F)

Το έργο του Μαρόκου για την αύξηση της ευαισθητοποίησης και της ικανότητας των επιχειρήσεων σε θέματα κλιματικής αλλαγής ξεκίνησε πριν από 20 χρόνια μέσω της Γενικής Συνομοσπονδίας Μαροκινών Επιχειρήσεων (General Confederation of Moroccan Enterprises-CGEM), η οποία έχει ειδική επιτροπή για περιβαλλοντικά και κλιματικά θέματα. Ο στόχος είναι η απόκτηση αγορών και ασφαλών επιχειρηματικών ενεργειών που συμβάλλουν στην επίτευξη του στόχου χαμηλού άνθρακα του βασιλείου. Αυτή η δέσμευση ενισχύθηκε περαιτέρω από τη διοργάνωση της Διάσκεψης των Μερών (COP 22) του Μαρόκου το 2016, η οποία διευκόλυνε την ισχυρή κινητοποίηση του ιδιωτικού τομέα γύρω από τη Συμφωνία των Παρισίων. Η ιδιωτικοποίηση της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες πόλεις έχει βελτιώσει σημαντικά την απόδοση.

✓ Εφαρμοσιμότητα (F)

Η ανάπτυξη της ΗΕ-ΑΠΕ σε κλίμακα, η οποία είναι απαραίτητη για την επίτευξη των φιλόδοξων στόχων ΑΠΕ στο Μαρόκο και σε άλλα πλαίσια, θα απαιτήσει συνεπώς εκτενέστερη συμμετοχή συμπληρωματικών πηγών χρηματοδότησης εκτός από κρατική χρηματοδότηση, όπως από ιδιωτικές πηγές, διεθνή χρηματοοικονομικά ιδρύματα και πολυμερείς τράπεζες ανάπτυξης (Schinko et al., 2019).

Στρατηγική 3: Κινητοποίηση της κοινωνικής αποδοχής

Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε έργα επέκτασης ΗΕ-ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Σχετικά με τους αντιληπτούς οικονομικούς κινδύνους και οφέλη, την κατανομή της δικαιοσύνης ή την κατανομή των κοινωνικοοικονομικών κινδύνων και ωφελειών μεταξύ διαφορετικών κοινωνικών ομάδων μπορεί να αποτελεί μείζον μέλημα του πληθυσμού και μπορεί να επηρεάσει την αντίληψη του κοινού για τις ανανεώσιμες εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας (Hanger et al., 2016). Για την αποφυγή ανεπιθύμητων καταστάσεων ο οργανισμός GIZ σε συνεργασία με τις εγχώριες αρχές, δουλεύουν για την διοργάνωση μια καμπάνιας με στόχο την πληροφόρηση του κοινού στο θέμα των ανανεώσιμων και της εξοικονόμησης ενέργειας.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (VG)

Η αποδοχή του κοινού συνδέεται συχνά με θετικές προσδοκίες για κοινωνικοοικονομική

βελτίωση. Η δημιουργία θέσεων εργασίας είναι το κύριο μέλημα των ανθρώπων για την περιοχή (Hanger et al., 2016).

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Η ένταξη της κοινωνίας σε θέματα επέκτασης ΑΠΕ θα συμβάλλει στην ανάπτυξη της αγοράς και στην ένταξη νέων προσώπων στον ενεργειακό τομέα.

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Για τις αναπτυσσόμενες και τις αναδυόμενες οικονομίες γενικά και τις χώρες MENA ειδικότερα, υπάρχουν μόνο περιορισμένα στοιχεία σχετικά με το ρόλο της αντίληψης του κοινού και της αποδοχής των ανανεώσιμων πηγών από την κοινότητα.

Μεσοπρόθεσμη δράση 1: Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε έργα συνεργασίας ΗΕ-ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (F)

Οι μονάδες ΑΠΕ που βρίσκονται υπό κατασκευή καθώς και ο σωστός τρόπος λειτουργίας των υφιστάμενων μονάδων έχουν ενισχύσει το κλίμα εμπιστοσύνης των πολιτών προς την κυβέρνηση για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Ένα εμπόδιο που έχει ανακύψει συχνά στις ανεπτυγμένες χώρες, αλλά το οποίο παραμένει υπό έρευνα στις αναπτυσσόμενες χώρες, είναι αυτό της αποδοχής του κοινού και της σχετικής αδειοδότησης.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (VG)

Η μακροχρόνια εμπειρία με το έργο θα δείξει εάν θα ικανοποιηθούν οι ελπίδες για δημιουργία θέσεων εργασίας και μπορούν να διατηρηθούν υψηλά επίπεδα αποδοχής.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (F)

Θετικές και αρνητικές κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις των εγκαταστάσεων ανανεώσιμης ενέργειας και το άνοιγμα νέων αγορών αναφέρονται συχνά ως κινητήρια δύναμη για την αποδοχή του κοινού (Hanger et al., 2016).

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Η αλληλεπίδραση δεν είναι μόνο κρίσιμη για την ενσωμάτωση των τεχνολογιών στα εθνικά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά καθορίζουν επίσης τις στάσεις και τις συμπεριφορές μεταξύ των διαφόρων μελών μιας κοινωνίας και κατά πόσον οι υπό όρους υποστηρικτές μπορούν να μετατραπούν σε αντιπάλους για την ανάπτυξη συγκεκριμένων τεχνολογιών ηλεκτρικής ενέργειας. Ως εκ τούτου, το «κοινωνικό στοιχείο» στον προγραμματισμό της ηλεκτρικής ενέργειας αναγνωρίζεται ευρέως ως βασικό ζήτημα για την επίτευξη υποστήριξης σε ένα ευρύ φάσμα ομάδων ενδιαφερομένων και για τη διαμόρφωση της επιτυχούς εφαρμογής του ενεργειακού μέλλοντος μιας χώρας (Schinke & Klawitter, 2016).

Αίγυπτος

Οι γλωσσικές μεταβλητές για την περίπτωση της Αιγύπτου φαίνονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Γλωσσικές μεταβλητές για την περίπτωση της Αιγύπτου

Αίγυπτος	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
A ₁	G	F	G	G
A ₂	VG	F	G	VG
A ₃	G	F	VG	G
A ₄	G	G	F	G
A ₅	F	F	G	G
A ₆	G	G	G	VG
A ₇	G	G	G	G
A ₈	G	F	G	G
A ₉	VG	G	G	G
A ₁₀	G	G	G	G

Οι τιμές των γλωσσικών μεταβλητών που ανατέθηκαν στην Αίγυπτο εξηγείται στη συνέχεια:

Στρατηγική 1: Διευκόλυνση της επέκτασης της ΗΕ-ΑΠΕ στη Βόρεια Αφρική

Βραχυπρόθεσμη δράση 1:

Εξασφάλιση ενός καλού σχεδιασμένου νομοθετικού και κανονιστικού πλαισίου σε εθνικό επίπεδο

- ✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Στις 21 Δεκεμβρίου 2014, η Αίγυπτος δημοσίευσε το νόμο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Privacy Shield, 2018). Τον Ιανουάριο του 2013, η κυβέρνηση της Αιγύπτου άρχισε να αναπτύσσει μια νέα 20ετή στρατηγική, την ολοκληρωμένη στρατηγική για την αιεφόρο ενέργεια (Integrated Sustainable Energy Strategy-ISES) 2015 έως το 2035, μέσω ενός έργου που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και υλοποιείται σε συνεργασία με όλους τους σχετικούς εθνικούς εταίρους (IRENA, 2018).

- ✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Ως η πιο πυκνοκατοικημένη χώρα στη Μέση Ανατολή, η Αίγυπτος αντιμετωπίζει αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση λόγω της ταχείας αύξησης του πληθυσμού και της επεκτεινόμενης οικονομίας. Αυτό δημιουργεί σημαντικές προκλήσεις στη διατήρηση μιας σταθερής και συνεχούς παροχής ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να βοηθήσουν την Αίγυπτο όχι μόνο να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες, αλλά και να ενισχύσει τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και να δημιουργήσει θέσεις εργασίας, επιτυγχάνοντας παράλληλα τους παγκόσμιους στόχους για το κλίμα και την αιεφόρο ανάπτυξη (IRENA, 2018).

- ✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Η Αίγυπτος έχει κυρίως μια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας με έναν αγοραστή, με την Αιγυπτιακή Εταιρεία Ηλεκτρισμού (Egyptian Electricity Holding Company-EEHC) να είναι ο κύριος παίκτης και ιδιοκτήτης του συστήματος μεταφοράς και σχεδόν όλα τα στοιχεία διανομής. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, η αιγυπτιακή εταιρεία μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Egyptian Electricity Transmission Company-EETC), μια κρατική εταιρεία (στο παρελθόν θυγατρική της EEHC), αγοράζει ηλεκτρικό ρεύμα από όλες τις δημόσιες και ιδιωτικές εταιρείες παραγωγής και την πωλεί σε εννέα κύριες εταιρείες διανομής και σε άλλες ιδιωτικές εταιρείες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (El-Mazghouny, 2019).

- ✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Η ίδρυση της Νέα και Ανανεώσιμης Ενεργειακής Αρχής (New and Renewable Energy Authority-NREA) το 1986 (μέσω του νόμου αριθ. 102 του έτους 1986) ήταν ένα σημαντικό ορόσημο στις προσπάθειες ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αίγυπτο. Η NREA επικεντρώνεται ιδιαίτερα στις τεχνολογίες αιολικής και ηλιακής ενέργειας και πρόσφατα επέκτεινε την εστίασή της στην ανάπτυξη της βιομάζας. Άλλα εθνικά ιδρύματα έχουν επίσης καταβάλει προσπάθειες για την ανάπτυξη της βιομάζας, μεταξύ των οποίων το ΕΕΗΚ και το Υπουργείο Περιβάλλοντος (IRENA, 2018).

Βραχυπρόθεσμη δράση 2: Εξασφάλιση αποτελεσματικών αρχών για τις ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (VG)

Στην Αίγυπτο υπάρχουν αρκετές ρυθμιστικές αρχές οι οποίες αποσκοπούν στην προώθηση των ΑΠΕ. Η Νέα και Ανανεώσιμη Ενεργειακή Αρχή (New and Renewable Energy Authority-NREA), που ιδρύθηκε το 1986, είναι το σκέλος του αιγυπτιακού Υπουργείου Ηλεκτρικής Ενέργειας και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Ministry of Electricity and Renewable Energy-MOERE) που έχει αναλάβει την ανάπτυξη προγραμμάτων ανανεώσιμης ενέργειας στην Αίγυπτο σε εμπορική κλίμακα, καθώς και την εφαρμογή σχετικών προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Ο Αιγυπτιακός Ρυθμιστικός Οργανισμός Ηλεκτρισμού και Προστασίας των Καταναλωτών (EgyptERA), που ιδρύθηκε το 2000, είναι η ανεξάρτητη νομική οντότητα που χορηγεί άδειες για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας και είναι υπεύθυνη για την παρακολούθηση της συμμόρφωσης με τους ισχύοντες κανόνες και κανονισμούς στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας (El-Mazghouny, 2019).

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Ο βασικός στόχος είναι ο εκσυγχρονισμός της τρέχουσας θεσμικής δομής των δημόσιων επιχειρήσεων και η εισαγωγή της απαραίτητης εκπαιδευτικής βοήθειας σε υπεύθυνες οντότητες, μαζί με σχέδια δράσης για την ενίσχυση του ενεργειακού προγραμματισμού και της ενεργειακής απόδοσης και την εγκαθίδρυση νέων προσαρμοσμένων θέσεων εργασίας.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Η εισαγωγή του νέου νόμου περί ηλεκτρικής ενέργειας αριθ. 87 του 2015 έληξε το μονοπώλιο για τη μετάδοση και τη διανομή με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας νέας ανταγωνιστικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας που βασίζεται σε διμερείς συμβάσεις. Η ανάπτυξη αιολικής και ηλιακής ενέργειας υποστηρίζεται από νόμους, κανονισμούς και σχέδια εφαρμογής. Παρά το δυνατό περιβάλλον για την ενθάρρυνση της συμμετοχής των ιδιωτικών φορέων, οι προγραμματιστές αποθαρρύνονται από σύνθετες διοικητικές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένης της μη διαθεσιμότητας συμβατικών εγγράφων για έργα και πολλαπλών εστιακών σημείων για την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για να ξεπεραστούν αυτές οι προκλήσεις, οι θεσμικοί ρόλοι πρέπει να καθοριστούν περαιτέρω.

✓ Εφαρμοσιμότητα (VG)

Ο ενεργειακός τομέας της Αιγύπτου εποπτεύεται από διάφορους κυβερνητικούς φορείς. Η συνολική ευθύνη για τη στρατηγική ανήκει στο Ανώτατο Συμβούλιο Ενέργειας (Supreme Energy Council-SEC), που έχει την υποχρέωση να επανεξετάζει και να υποστηρίζει τις εθνικές ενεργειακές στρατηγικές και πολιτικές, να παρακολουθεί τις επιδόσεις του κλάδου και τις πολιτικές τιμολόγησης της ενέργειας και να εγκρίνει πολιτικές και κανονισμούς για την τιμολόγηση της ενέργειας και τα κίνητρα για επενδύσεις στον ενεργειακό τομέα.

Μεσοπρόθεσμη δράση 1: Βελτίωση του ενδοπεριφερειακού πλαισίου για περαιτέρω ανάπτυξη ΑΠΕ

- ✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980, η αιγυπτιακή κυβέρνηση έχει καταβάλει προσπάθειες για τον εντοπισμό και την υλοποίηση πολλών έργων διασύνδεσης δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας σε συνεργασία με άλλες χώρες της αραβικής περιοχής για την ενίσχυση της αξιοπιστίας του τομέα και την ανταλλαγή παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε υποπεριφερειακό επίπεδο. Πραγματοποιήθηκαν μελέτες σκοπιμότητας για την αξιολόγηση του δυναμικού διασύνδεσης με τις αφρικανικές χώρες της υποσαχάριας και σε συνεργασία με ευρωπαϊκές χώρες μέσω διαφόρων έργων που χρηματοδοτούνται από την ΕΕ.

- ✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Η κυβέρνηση ακολουθεί μια στρατηγική με στόχο την προώθηση της Αιγύπτου ως περιφερειακού κόμβου για την ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο ανοίγει πολλές θέσεις εργασίας στον τομέα διασυνδέσεων ΑΠΕ.

- ✓ Συμβατότητα με την αγορά (VG)

Συνεπώς με τη δημιουργία ενός υποστηρικτικού περιβάλλοντος για εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στις 17 Σεπτεμβρίου 2014 η κυβέρνηση ενέκρινε ένα πρόγραμμα τιμολόγησης τροφοδότησης (Feed-in Tariff-FIT) για την ενθάρρυνση των επενδύσεων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ιδίως της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας, με την ενεργό συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα στην ανάπτυξη της αγοράς. Η διασύνδεση Αιγύπτου-Σαουδικής Αραβίας τέθηκε σε λειτουργία τον Απρίλιο του 2020, και αναμένεται να έχει δυναμικότητα ανταλλαγής έως και 3 000 MW. Είναι το πρώτο βήμα της οικονομικής ανταλλαγής στους τομείς της ενέργειας και του εμπορίου (Anyago, 2020). Ο Αραβικός Σύνδεσμος ενέκρινε ψήφισμα τον Σεπτέμβριο του 2016 για να υποστηρίξει δράσεις για την ίδρυση της Παναραβικής Ενσωμάτωσης Αγοράς Ηλεκτρισμού για τη δημιουργία μιας κοινής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή.

- ✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Η κυβέρνηση επιδιώκει να καταστήσει την Αίγυπτο περιφερειακό κόμβο ηλεκτρικής ενέργειας και ήδη παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε αρκετές αραβικές χώρες. Αυτό περιλαμβάνει συνδέσεις ηλεκτρικής ενέργειας με τη Λιβύη και την Ιορδανία και ένα προγραμματισμένο σχέδιο με τη Σαουδική Αραβία για τη δημιουργία νέας γραμμής με χωρητικότητα 3GW και τάση 500 KV. Ο νόμος περί ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί την ανάπτυξη έργων που έχουν δημιουργηθεί για την παραγωγή, διανομή ή πώληση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μιας αιγυπτιακής κοινής μετοχικής εταιρείας. Σε γενικές γραμμές, αυτές οι εταιρείες πρέπει να ζητήσουν μια προκαταρκτική και μια τελική άδεια από την EgyptERA για να μπορούν να ασκούν τις δραστηριότητές τους (El-Mazghouny, 2019).

Στρατηγική 2: Δημιουργία επιχειρηματικών ευκαιριών για συνεργασία ΗΕ-ΑΠΕ**Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Προσδιορισμός συγκεκριμένων οφελών της συνεργασίας ΑΠΕ**

- ✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Η ΕΕ και η Αίγυπτος είναι σημαντικοί εμπορικοί εταίροι. Δεσμεύονται να ενισχύσουν την υφιστάμενη εμπορική και επενδυτική σχέση και να διασφαλίσουν ότι οι εμπορικές διατάξεις

της Συμφωνίας Σύνδεσης ΕΕ-Αιγύπτου για τη δημιουργία ζώνης ελεύθερων συναλλαγών εφαρμόζονται κατά τρόπο που της επιτρέπει να αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητές της. Ενώ η ΕΕ έχει προηγουμένως υποβάλει την ιδέα μιας ολοκληρωμένης πρωτοβουλίας Συμφωνίας Ελεύθερου Εμπορίου (Deep and Comprehensive Free Trade Agreement-DCFTA) για την εμβάθυνση και διεύρυνση της υφιστάμενης ζώνης ελεύθερων συναλλαγών, η ΕΕ και η Αίγυπτος θα προσδιορίσουν από κοινού και άλλες κατάλληλες προσεγγίσεις για την ενίσχυση των εμπορικών σχέσεων.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (G)

Η Αίγυπτος τονίζει τη δέσμευσή της για μεταρρύθμιση και προώθηση της κοινωνικής ανάπτυξης και της κοινωνικής δικαιοσύνης, για την αντιμετώπιση των κοινωνικών και δημογραφικών προκλήσεων που αντιμετωπίζει και για την ενίσχυση των ανθρώπινων πόρων της χώρας που θα προωθήσουν την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Για αυτή την υλοποίηση, η ΕΕ θα στηρίξει τις προσπάθειες της Αιγύπτου να προστατεύσει περιθωριοποιημένες ομάδες από πιθανές αρνητικές επιπτώσεις των οικονομικών μεταρρυθμίσεων μέσω δικτύων κοινωνικής ασφάλειας και κοινωνικής προστασίας με έμφαση στον εκσυγχρονισμό της εκπαίδευσης και την κατάλληλη κατάρτιση πιθανών στελεχών.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (F)

Για τη μακροπρόθεσμη οικονομική βιωσιμότητα, θα περιλαμβάνει μέτρα που μπορούν να δημιουργήσουν μεγαλύτερο δημοσιονομικό χώρο για την καλύτερη εφαρμογή της στρατηγικής για την αιεφόρο ανάπτυξη, περαιτέρω μεταρρύθμιση των επιδοτήσεων και της φορολογίας, ενίσχυση του ρόλου του ιδιωτικού τομέα και ενίσχυση του επιχειρηματικού κλίματος για την προσέλκυση περισσότερων ξένων επενδύσεων, συμπεριλαμβανομένης μιας πιο ανοικτής και ανταγωνιστικής εμπορικής πολιτικής.

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Η ΕΕ, κατόπιν αιτήματος της αιγυπτιακής κυβέρνησης, θα στηρίξει τις προσπάθειες της Αιγύπτου να ενημερώσει την ολοκληρωμένη ενεργειακή στρατηγική της που στοχεύει στην ικανοποίηση των απαιτήσεων αιεφόρου ανάπτυξης της χώρας και στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Η ενίσχυση του ενεργειακού διαλόγου μεταξύ της ΕΕ και της Αιγύπτου θα συμβάλει στον εντοπισμό βασικών τομέων συνεργασίας (όπως τεχνική βοήθεια για τη δημιουργία περιφερειακού ενεργειακού κόμβου), από κοινού έρευνα, ανταλλαγή εμπειριών και βέλτιστων πρακτικών, μεταφορά τεχνολογίας και προώθηση περιφερειακών (εντός Μεσογείου) συνεργασία.

Βραχυπρόθεσμη δράση 2: Διεξαγωγή μελετών προ-σκοπιμότητας για επιλογή κατάλληλων τεχνολογιών ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (F)

Μια νέα αρχή για την ανανεώσιμη ενέργεια ιδρύθηκε το 1986 με σκοπό την αξιολόγηση και την προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσω έρευνας και διερεύνησης νέων τεχνολογιών (Aliyu et al., 2018). Σε παγκόσμια κλίμακα, η Αίγυπτος είναι μια από τις καταλληλότερες περιοχές για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας τόσο για την παραγωγή ηλεκτρισμού όσο και για εφαρμογές θερμικής θέρμανσης. Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές αξιολογήσεις αιολικών και ηλιακών πόρων. Ωστόσο, δεν έχουν συμπληρωθεί με επαρκείς λεπτομέρειες για να διασφαλιστεί η δυνατότητα χρηματοδότησης των έργων. Αυτό απαιτεί τη χωροθέτηση των οικονομικά αποδοτικών περιοχών με υψηλό δυναμικό για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ ευθυγραμμίζει όλες τις πρακτικές

λειτουργίας δικτύου και αποστολής για να αντιμετωπίσει τη μεταβλητότητα της προσφοράς που αναμένεται να ακολουθήσει επενδύσεις μεγάλης κλίμακας σε ηλιακές και αιολικές επενδύσεις (IRENA, 2018).

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Η Αίγυπτος μπορεί να προωθήσει τις τεχνικές και ανθρώπινες δυνατότητές της μέσω πολιτικών που διευκολύνουν ξένες εγχώριες επενδύσεις και κοινοπραξίες με πολυεθνικές εταιρείες. Για παράδειγμα, η SWEG (Elsewedy for Wind Energy Generation) δημιουργεί τοπικές θέσεις εργασίας μέσω κοινοπραξιών στην κατασκευή ανεμογεννητριών και πύργων και στην παραγωγή καλωδίων και μετασχηματιστών (IRENA, 2018).

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η πιο ώριμη από τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αίγυπτο. Σε αυτό το πλαίσιο, έχουν πραγματοποιηθεί πολλά έργα. Επί του παρόντος, υπάρχουν πέντε κύριες θέσεις παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες βρίσκονται στον ποταμό Νείλο (Aliyu et al., 2018). Έπονται η αιολική και η ηλιακή ενέργεια.

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Το MOERE και το Υπουργείο Επενδύσεων και Διεθνούς Συνεργασίας τροποποίησαν πρόσφατα τη μακροπρόθεσμη ενεργειακή στρατηγική, μεγιστοποιώντας τη συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μείγμα χωρητικότητας σε 42% το 2035, παράλληλα με τη μεγιστοποίηση των μέτρων ενεργειακής απόδοσης (IRENA, 2018). Συνεπώς παρατηρείται μια συνεχής απασχόληση σχετικά με το προσδιορισμό της καταλληλότερης τεχνολογίας.

Βραχυπρόθεσμη δράση 3: Ανάπτυξη ενός οριζόντιου συνδυασμού πολιτικών για την αξιοποίηση των κοινωνικοοικονομικών οφελών

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Οι στόχοι αειφόρου ανάπτυξης για την Αίγυπτο, καθώς σχετίζονται με την ενέργεια (Στρατηγική Αειφόρου Ανάπτυξης της Αιγύπτου, Egypt Vision 2030, έκδοση 2015) είναι (IRENA, 2018):

- Διασφάλιση ασφάλειας εφοδιασμού μέσω της υιοθέτησης ενός διαφοροποιημένου ενεργειακού μείγματος και άμεσων επενδύσεων για την παροχή μιας σειράς ορυκτών καυσίμων και ανανεώσιμων τεχνολογιών
- Διασφάλιση της βιωσιμότητας εξασφαλίζοντας επαρκή παροχή διαφοροποιημένων πηγών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή ενέργειας και την επίτευξη οικονομικής βιωσιμότητας
- Βελτίωση της θεσμικής και εταιρικής διακυβέρνησης
- Ενίσχυση ανταγωνιστικών αγορών και κανονισμών

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (G)

Η Αίγυπτος έχει ένα σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα μέσω του παραγωγικού δυναμικού της σε διάφορα τμήματα της αλυσίδας αξίας των ανανεώσιμων πηγών. Η ενίσχυση των τοπικών δυνατοτήτων παραγωγής θα μπορούσε να ξεκλειδώσει σημαντικά κοινωνικοοικονομικά οφέλη, ιδίως όσον αφορά τη δημιουργία θέσεων εργασίας.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Ο νέος νόμος αριθ. 87 του 2015 για την ηλεκτρική ενέργεια αναφέρει ότι τα τιμολόγια

ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να καθορίζονται σύμφωνα με το κόστος παραγωγής ενέργειας (ή μια ενεργειακή υπηρεσία) και τις σχετικές μεταβλητές του, συμπεριλαμβανομένου του κόστους μεταφοράς ενέργειας, του ρυθμού πληθωρισμού, ενός συντελεστή καυσίμου και πιο πρόσφατα τους στόχους που έθεσε η μεταρρύθμιση των επιδοτήσεων. Το 2017 η Αίγυπτος υιοθέτησε τον μηχανισμό δημοπρασιών (ανταγωνιστική υποβολή προσφορών) για έργα μεγάλης κλίμακας για ηλιακά και αιολικά. Ανακοινώθηκαν δημοπρασίες μεγάλης κλίμακας ηλιακών φωτοβολταϊκών έργων, οι οποίες θα διεξαχθούν βάσει κρατικών πιστοποιητικών ενεργειακής επίδοσης (IRENA, 2018).

✓ Εφαρμοσιμότητα (VG)

Η ευρεία υιοθέτηση δημοπρασιών αντικατοπτρίζει την αποδεδειγμένη αποτελεσματικότητά τους στην επέκταση της ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, συχνά σε πρωτοποριακές τιμές λόγω του αυξημένου ανταγωνισμού. Οι δημοπρασίες επέτρεψαν την ανακάλυψη τιμών σε πραγματικό χρόνο και τη μειωμένη ασυμμετρία πληροφοριών μεταξύ του δημόσιου τομέα και της ιδιωτικής χρηματοδότησης από επενδυτές και προγραμματιστές

Βραχυπρόθεσμη δράση 4: Αντιμετώπιση επενδυτικών κινδύνων για την προσέλκυση χρηματοδότησης

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Η κυβέρνηση της Αιγύπτου προσφέρει πολλά κίνητρα και εφαρμόζει ευνοϊκές πολιτικές για την προώθηση της ανάπτυξης έργων ανανεώσιμης ενέργειας στη χώρα. Ο επενδυτικός νόμος αριθ. 72/2017 που δημοσιεύθηκε στις 31 Μαΐου 2017 παρέχει ένα ειδικό επενδυτικό κίνητρο σε νέα έργα που παράγουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή που εξαρτώνται από αυτήν ή την επέκταση των έργων με την προσθήκη νέων περιουσιακών στοιχείων που αυξάνουν την παραγωγική ικανότητα (El-Mazghouny, 2019).

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (G)

Οι οικονομικές μεταρρυθμίσεις που πραγματοποίησε η κυβέρνηση βελτίωσαν τη μακροοικονομική σταθερότητα και ενίσχυσαν την εμπιστοσύνη των επενδυτών στη χώρα. Η δυναμική ανάπτυξη της αιγυπτιακής οικονομίας (περίπου 7% πριν από την κρίση), η στρατηγική της γεωγραφική θέση, το χαμηλό κόστος εργασίας, το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό, το μοναδικό τουριστικό δυναμικό, τα σημαντικά ενεργειακά αποθέματα, η μεγάλη εγχώρια αγορά και η επιτυχία των μεταρρυθμίσεων που ανέλαβαν οι αρχές (συμπεριλαμβανομένων πολλών ιδιωτικοποιήσεων) συνέβαλαν στην αύξηση των άμεσων ξένων επενδύσεων. Υπάρχει προοπτική δημιουργίας θέσεων σε πολλούς επενδυτικούς τομείς.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Ο βασικός στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον που μπορεί να βοηθήσει στην οικοδόμηση ανταγωνιστικών αγορών ενέργειας ως βασικό βήμα για τη μείωση του κόστους και προώθηση της ελευθέρωσης της αγοράς για την υποστήριξη μεγαλύτερης διαφάνειας και αποτελεσματικότητας στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου και πετρελαίου (IRENA, 2018).

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Το 2013, η Αίγυπτος εισήγαγε ένα σύστημα μέτρησης δικτύου για την προώθηση της καταναμημένης ηλιακής ενέργειας. Σύμφωνα με το δείκτη Euler Hermes, ο οποίος

κατατάσσει τις χώρες σχετικά με το ρίσκο μη πληρωμής των εταιρειών, η Αίγυπτος θεωρείται χώρα μεσαίου ρίσκου, έχοντας καλύτερο προφίλ από αυτό του Μαρόκου.

Βραχυπρόθεσμη δράση 5: Ενίσχυση του πλαισίου για εταιρικές σχέσεις ιδιωτικού τομέα και δημόσιου-ιδιωτικού τομέα στην επέκταση / εξαγωγή ΗΕ-ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Ο τομέας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας άρχισε να κινείται προς τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα στα τέλη της δεκαετίας του 1990 (IRENA, 2018). Μικρότερα έργα αναπτύσσονται επίσης, κυρίως από τοπικές εταιρείες, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για υψηλού επιπέδου χρήστες ηλεκτρικής ενέργειας από τον ιδιωτικό τομέα. Τα έργα είναι είτε συνδεδεμένα στο δίκτυο είτε εκτός δικτύου (El-Mazghouny, 2019).

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (F)

Για την επίτευξη των ενεργειακών στόχων καθίσταται σημαντική η συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πιθανή δημιουργία νέων εταιρειών, οι οποίες θα δρουν ενεργά στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Σύμφωνα με τη ρυθμιζόμενη αγορά, οι εταιρείες διανομής (αποτελούμενες από εννέα δημόσιες και επτά ιδιωτικές εταιρείες) θα πουλήσουν απευθείας σε τελικούς χρήστες, αγοράζοντας ηλεκτρική ενέργεια από την Αιγυπτιακή εταιρεία μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Egyptian Electricity Transmission Company-EETC) για να τη διανείμουν στους τελικούς χρήστες. Για την επίτευξη αυτών των στόχων ΑΠΕ, το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής χωρητικότητας που σχεδιάζεται για εγκατάσταση προορίζεται να υλοποιηθεί από την κυβέρνηση, ενώ το υπόλοιπο από τον ιδιωτικό τομέα.

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Για μεγάλο χρονικό διάστημα, οι εταιρείες που λειτουργούν υπό την αιγίδα του MOERE κυριάρχησαν στην αιγυπτιακή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ιδιωτικές εταιρείες εισέρχονται τώρα σε αυτήν την αγορά, κυρίως μέσω έργων κατασκευής, ιδιοκτησίας και λειτουργίας που εμφανίζονται ιδιαίτερα στα αιολικά και ηλιακά φωτοβολταϊκά πεδία. Έχει εγκριθεί ένα σύνολο νόμων, κανονισμών και συστημάτων εφαρμογής για τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού ευνοϊκού περιβάλλοντος για την προώθηση της ταχείας ανάπτυξης ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας και για την ενθάρρυνση της συμμετοχής ιδιωτών επενδυτών.

Στρατηγική 3: Κινητοποίηση της κοινωνικής αποδοχής

Βραχυπρόθεσμη δράση 1: Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε έργα επέκτασης ΗΕ-ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (VG)

Η βιβλιογραφία δείχνει πώς η αποδοχή της κοινότητας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως αναμενόμενο κόστος και οφέλη, κοινωνικοί, οικονομικοί και περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, εμπιστοσύνη και αντιληπτή δικαιοσύνη, απόσταση από τον προτεινόμενο σταθμό παραγωγής ενέργειας και το κανονιστικό πλαίσιο.

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (G)

Η αιγυπτιακή κυβέρνηση βοηθά στην δημιουργία θέσεων εργασίας. Για παράδειγμα το 2015 πραγματοποιήθηκε ένα εθνικό εργαστήριο κατάρτισης με τίτλο «Τοπική αξία και απασχόληση μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεργειακής απόδοσης». Ο κατάλογος των συμμετεχόντων στο εργαστήριο περιλάμβανε μια ποικιλία πολιτικών, ακαδημαϊκών και ειδικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεργειακής απόδοσης.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Η επιθυμία της κυβέρνησης για προσέλκυση επενδύσεων, καθώς και τα έργα ΑΠΕ που κατασκευάζονται, δείχνουν την συνέπειά της στην υλοποίηση των στόχων που έχουν τεθεί αυξάνοντας την αποδοχή.

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Στην Αίγυπτο υπάρχει ένα καλό επίπεδο κοινωνικής αποδοχής έργων ανανεώσιμης ενέργειας χάρη στις διάφορες εκστρατείες ευαισθητοποίησης που πραγματοποιούνται από τοπικούς και διεθνείς οργανισμούς. Σχεδόν το 65% των επενδυτών πιστεύουν ότι τα έργα ανανεώσιμης ενέργειας είναι ευπρόσδεκτα και καλά αντιληπτά στην Αίγυπτο (RES4MED, 2016).

Μεσοπρόθεσμη δράση 1: Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε έργα συνεργασίας ΗΕ-ΑΠΕ

✓ Συμβατότητα με το Ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για προώθηση ΑΠΕ (G)

Το γεγονός ότι στο άρθρο 32 του Συντάγματος της χώρας περιγράφεται η ανάγκη αύξησης της έρευνας και της ανάπτυξης και των επενδύσεων γύρω από τις ΑΠΕ, αναμένεται να οδηγήσει στην άνθηση του τομέα και στην εκμετάλλευση των προνομίων που αυτός παρέχει, ενσωματώνοντας και την κοινωνία πολιτών (El-Khayat, 2017).

✓ Συνεισφορά στην απασχόληση (G)

Η αύξηση του εργατικού δυναμικού απαιτεί ανταγωνιστικές, διαδραστικές και κινητήριες αγορές για την προσέλκυση τοπικών δεξιοτήτων, σημειώνοντας ότι είναι μια ευκαιρία για τις κυβερνήσεις να μειώσουν το ποσοστό ανεργίας.

✓ Συμβατότητα με την αγορά (G)

Γενικά οι τεχνολογίες που αφορούν την αιολική ενέργεια είναι αποδεκτές στην χώρα, καθώς έχουν γίνει σχετικές δράσεις και υπάρχει εμπειρία πάνω σε αυτές.

✓ Εφαρμοσιμότητα (G)

Η επιθυμία της κυβέρνησης για προσέλκυση επενδύσεων, καθώς και τα έργα ΑΠΕ που κατασκευάζονται, δείχνουν την συνέπειά της στην υλοποίηση των στόχων που έχουν τεθεί αυξάνοντας την αποδοχή.

○ **Εφαρμογή μεθόδου για την περίπτωση του Μαρόκου (1^η εκτέλεση)**

Βήμα 1^ο

Αρχικά καθορίζονται οι (m) εναλλακτικές A_i με $i = 1, 2, \dots, 10$, τα (k) κριτήρια C_j με $j = 1, 2, 3, 4$. Στη συνέχεια κατασκευάζεται ο ασαφής πίνακας.

Βήμα 2°

Ορισμός των γλωσσικών μεταβλητών και των αντίστοιχων ασαφών αριθμών.

Η κλίμακα που θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των στρατηγικών θα βασίζεται σε ποιοτικά χαρακτηριστικά που θα απεικονίζονται με γλωσσικές μεταβλητές. Η κλίμακα αυτή απαρτίζεται από το εξής σύνολο: $S = (VP, P, F, G, VG)$, όπου: VP = Πολύ Χαμηλή, P = Χαμηλή, F = Μέτρια, G = Καλή, VG = Πολύ Καλή. Για κάθε μια γλωσσική μεταβλητή αντιστοιχίζουμε έναν αριθμό ως εξής: VP = (0.00, 0.00, 0.25), P = (0.00, 0.25, 0.50), F = (0.25, 0.50, 0.75), G = (0.50, 0.75, 1.00), VG = (0.75, 1.00, 1.00). Η διαδικασία αυτή θα επαναληφθεί και για τις 2 υπό εξέταση χώρες της Βορείου Αφρικής, ώστε να προκύψει η ιδανικότερη στρατηγική για κάθε χώρα βάσει των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν σε αυτές.

Βήμα 3°

Κατασκευή του ασαφούς πίνακα απόφασης

$$\bar{D} = [\bar{x}_{ij}]_{m \times k} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_k \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1k} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \dots & \bar{x}_{mk} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Όπου \bar{x}_{ij} είναι η απόδοση της εναλλακτικής A_i για το κριτήριο C_j . Σημειώνεται πως στο παρόν πρόβλημα θεωρούμε τα βάρη των κριτηρίων ίσα (ισοβαρής προσέγγιση).

Πίνακας 10: Ασαφής πίνακας για την περίπτωση του Μαρόκου

Μαρόκο	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.5, 0.75, 1.00)
A_2	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.5, 0.75, 1.00)
A_3	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.5, 0.75)
A_4	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.5, 0.75, 1.00)
A_5	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)
A_6	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.5, 0.75)
A_7	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.00, 0.25, 0.50)
A_8	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.25, 0.5, 0.75)
A_9	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.5, 0.75, 1.00)	(0.5, 0.75, 1.00)
A_{10}	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.25, 0.5, 0.75)	(0.5, 0.75, 1.00)

Βήμα 4°

Κατασκευή πίνακα διαφορών.

Σε αυτό το βήμα γίνεται υπολογισμός των διαφορών d_j της i -οστής εναλλακτικής σε σχέση με τις άλλες εναλλακτικές λύσεις για κάθε κριτήριο. Ως εκ τούτου υπολογίζεται η σύγκριση κατά ζεύγη για όλες τις εναλλακτικές, όπου το $g_j(a)$ είναι η τιμή για την εναλλακτική a στο κριτήριο j , ενώ $g_j(b)$ είναι η τιμή για την εναλλακτική b στο κριτήριο j

$$d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$$

Πίνακας 11: Πίνακας διαφορών για την περίπτωση του Μαρόκου

Μαρόκο	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
$d(A_1, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_1, A_3)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_1, A_4)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_1, A_5)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_1, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_1, A_7)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 1.00)
$d(A_1, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_1, A_9)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_1, A_{10})$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_2, A_1)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_2, A_3)$	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_2, A_4)$	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_2, A_5)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_2, A_6)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_2, A_7)$	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(0, 0.5, 1.00)
$d(A_2, A_8)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_2, A_9)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_2, A_{10})$	(0, 0.5, 0.75)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_1)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_3, A_2)$	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_3, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_3, A_5)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.5, 0)
$d(A_3, A_6)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)

$d(A_3, A_8)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_9)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_3, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_4, A_1)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_2)$	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_4, A_5)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_4, A_6)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_4, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 1.00)
$d(A_4, A_8)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_4, A_9)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_5, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_5, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_5, A_3)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 0.75)
$d(A_5, A_4)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_5, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 0.75)
$d(A_5, A_7)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(0.25, 0.75, 1.00)
$d(A_5, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(0, 0.5, 0.75)
$d(A_5, A_9)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_5, A_{10})$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_6, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_6, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_6, A_3)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_6, A_4)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_6, A_5)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.5, 0)
$d(A_6, A_7)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_6, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_6, A_9)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_6, A_{10})$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_7, A_1)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-1.00, -0.5, 0)

$d(A_7, A_2)$	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-1.00, -0.5, 0)
$d(A_7, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_7, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-1.00, -0.5, 0)
$d(A_7, A_5)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-1.00, -0.75, -0.25)
$d(A_7, A_6)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_7, A_8)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_7, A_9)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-1.00, -0.5, 0)
$d(A_7, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-1.00, -0.5, 0)
$d(A_8, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_8, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_8, A_3)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_4)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_8, A_5)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.5, 0)
$d(A_8, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_7)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_8, A_9)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_8, A_{10})$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)
$d(A_9, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_3)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_9, A_4)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_5)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_9, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_9, A_7)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(0, 0.5, 1.00)
$d(A_9, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_9, A_{10})$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_1)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_2)$	(-0.75, -0.5, 0)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_{10}, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_5)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, -0.25, 0.25)

$d(A_{10}, A_6)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_{10}, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0.5, 1.00)
$d(A_{10}, A_8)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)
$d(A_{10}, A_9)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)

Βήμα 5°

Επιλογή συνάρτησης προτίμησης

Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται η επιλογή της συνάρτησης προτίμησης από τις έξι συναρτήσεις PROMETHEE και γίνεται ο καθορισμός των αντίστοιχων κατώφλιων. Οι συναρτήσεις που ενδείκνυται περιορίζονται στις V ή linear και Gaussian, ενώ η Usual και U-shape απορρίπτονται εξ' αρχής καθώς δεν μας προσφέρουν καμία διαφοροποίηση μεταξύ προτιμήσεων και μας δίνουν 0,1 δυϊκό αποτέλεσμα το οποίο δεν μας καλύπτει στα πλαίσια της έρευνας. Η Gaussian θα ήταν πολύ χρήσιμη σε ιδιαίτερες περιπτώσεις που θα θέλαμε εξομάλυνση των αποτελεσμάτων. Αυτό σημαίνει ότι θα χρειαζόταν ειδική ανάλυση του προβλήματος έτσι ώστε να προσδιοριστεί το κατώφλι S - σε συνδυασμό με τα κατώφλια P & Q. Στην περίπτωσή μας κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό, καθώς χρειάζεται διαβούλευση με αποφασίζοντες και λεπτομερές fine tuning της μεθόδου. Έτσι η γραμμική συνάρτηση V καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του προβλήματος, προσδίδοντας μία ικανοποιητική απόκριση μεταβολής ανάμεσα στην διαφορά των εναλλακτικών και την μεταβολή προτίμησης. Ταυτόχρονα, είναι πλήρως συμβατή και δεν αλλοιώνει την fuzzy logic που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των τιμών των εναλλακτικών.

Επιλογή p και q για κάθε κριτήριο

Για τον καθορισμό των τιμών p και q, επιλέχθηκαν τιμές έτσι ώστε αυτές να μην επηρεάζουν τη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων. Ως εκ τούτου, ως κατώφλι αδιαφορίας q του κριτηρίου j τέθηκε η μικρότερη διαφορά $d(A_i, A_j)$ μεταξύ δύο οποιονδήποτε εναλλακτικών στο κριτήριο j, κάτω από την οποία υπάρχει αυστηρή προτίμηση της εναλλακτικής A_j από την εναλλακτική A_i ενώ ως κατώφλι προτίμησης p του κριτηρίου j τέθηκε η μεγαλύτερη θετική διαφορά μεταξύ δύο οποιονδήποτε εναλλακτικών στο κριτήριο j.

Πίνακας 12: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο για την περίπτωση του Μαρόκου (1^η εκτέλεση)

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
p	0.42	0.42	0.25	0.67
q	0	0	0	0

Συνάρτηση προτίμησης τύπου V

$$P_j(A_i, A_j) = \begin{cases} 0, & \text{αν } d(A_i, A_j) \leq q_j \\ \frac{d(A_i, A_j) - q_j}{p_j - q_j}, & \text{αν } q_j < d(A_i, A_j) < p_j \\ 1, & \text{αν } d(A_i, A_j) \geq p_j \end{cases}$$

Ο πίνακας προτίμησης προκύπτει από την εφαρμογή της συνάρτησης προτίμησης στο πίνακα διαφορών.

Πίνακας 13: Πίνακας προτίμησης με το κριτήριο τύπου-V για την περίπτωση του Μαρόκου (1^η εκτέλεση)

Μαρόκο	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
$P(A_1, A_2)$	0	0.60	0	0
$P(A_1, A_3)$	0.60	0.60	0	0.37
$P(A_1, A_4)$	0.60	0.60	0	0
$P(A_1, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_6)$	0	0.60	0	0.37
$P(A_1, A_7)$	0.60	0.60	0	0.75
$P(A_1, A_8)$	0	0.60	0	0.37
$P(A_1, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_{10})$	0.60	0	0	0
$P(A_2, A_1)$	0.40	0	1	0
$P(A_2, A_3)$	1	0	0	0.37
$P(A_2, A_4)$	1	0	1	0
$P(A_2, A_5)$	0.40	0	0	0
$P(A_2, A_6)$	0.40	0	0	0.37
$P(A_2, A_7)$	1	0	1	0.75
$P(A_2, A_8)$	0.40	0	1	0.37
$P(A_2, A_9)$	0.40	0	0	0
$P(A_2, A_{10})$	1	0	1	0
$P(A_3, A_1)$	0	0	1	0
$P(A_3, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_4)$	0	0	1	0
$P(A_3, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_7)$	0	0	1	0.37
$P(A_3, A_8)$	0	0	1	0
$P(A_3, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_{10})$	0	0	1	0
$P(A_4, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_4, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_4, A_3)$	0	0	0	0.37
$P(A_4, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_4, A_6)$	0	0	0	0.37
$P(A_4, A_7)$	0	0	0	0.75

$P(A_4, A_8)$	0	0	0	0.37
$P(A_4, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_4, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_5, A_1)$	0	0	1	0.25
$P(A_5, A_2)$	0	0.60	0	0.25
$P(A_5, A_3)$	0.60	0.60	0	0.62
$P(A_5, A_4)$	0.60	0.60	1	0.25
$P(A_5, A_6)$	0	0.60	0	0.62
$P(A_5, A_7)$	0.60	0.60	1	1
$P(A_5, A_8)$	0	0.60	1	0.62
$P(A_5, A_9)$	0	0	0	0.25
$P(A_5, A_{10})$	0.60	0	1	0.25
$P(A_6, A_1)$	0	0	1	0
$P(A_6, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_6, A_3)$	0.60	0	0	0
$P(A_6, A_4)$	0.60	0	1	0
$P(A_6, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_6, A_7)$	0.60	0	1	0.37
$P(A_6, A_8)$	0	0	1	0
$P(A_6, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_6, A_{10})$	0.60	0	1	0
$P(A_7, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_3)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_4)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_8)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_8, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_3)$	0.60	0	0	0
$P(A_8, A_4)$	0.60	0	0	0
$P(A_8, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_7)$	0.60	0	0	0.37
$P(A_8, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_{10})$	0.60	0	0	0

$P(A_9, A_1)$	0	0.40	1	0
$P(A_9, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_3)$	0.60	1	0	0.37
$P(A_9, A_4)$	0.60	1	1	0
$P(A_9, A_5)$	0	0.40	0	0
$P(A_9, A_6)$	0	1	0	0.37
$P(A_9, A_7)$	0.60	1	1	0.75
$P(A_9, A_8)$	0	1	1	0.37
$P(A_9, A_{10})$	0.60	0	1	0
$P(A_{10}, A_1)$	0	0.40	0	0
$P(A_{10}, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_3)$	0	1	0	0.37
$P(A_{10}, A_4)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_5)$	0	0.40	0	0
$P(A_{10}, A_6)$	0	1	0	0.37
$P(A_{10}, A_7)$	0	1	0	0.75
$P(A_{10}, A_8)$	0	1	0	0.37
$P(A_{10}, A_9)$	0	0	0	0

Βήμα 6°

Σε αυτό το βήμα γίνεται ο υπολογισμός της ασαφούς σχέσης υπεροχής $\tilde{\pi}$ για κάθε ζεύγος εναλλακτικών A_i, A_j . Στην περίπτωση που τα βάρη διαφέρουν ισχύει ο τύπος

$$\tilde{\pi}(A_i, A_j) = \frac{\sum_{j=1}^k [w_j P_j(A_i, A_j)]}{\sum_{j=1}^k w_j}$$

Στην περίπτωση που το βάρος κάθε κριτηρίου είναι ίδιο ο παραπάνω τύπος μετατρέπεται στον ακόλουθο

$$\tilde{\pi}(A_i, A_j) = \sum_{j=1}^k [P_j(A_i, A_j)]$$

Θα χρησιμοποιήσουμε τον δεύτερο τύπο.

Πίνακας 14: Πίνακας ασαφούς σχέσης υπεροχής $\tilde{\pi}$ για την περίπτωση του Μαρόκου (1^η εκτέλεση)

	$\tilde{\pi}(A_i, A_j)$
(A_1, A_2)	0.6
(A_1, A_3)	1.57
(A_1, A_4)	1.2
(A_1, A_5)	0
(A_1, A_6)	0.97
(A_1, A_7)	1.95
(A_1, A_8)	0.97

(A_1, A_9)	0
(A_1, A_{10})	0.6
(A_2, A_1)	1.4
(A_2, A_3)	1.37
(A_2, A_4)	2
(A_2, A_5)	0.4
(A_2, A_6)	0.77
(A_2, A_7)	2.75
(A_2, A_8)	1.77
(A_2, A_9)	0.4
(A_2, A_{10})	2
(A_3, A_1)	1
(A_3, A_2)	0
(A_3, A_4)	1
(A_3, A_5)	0
(A_3, A_6)	0
(A_3, A_7)	1.37
(A_3, A_8)	1
(A_3, A_9)	0
(A_3, A_{10})	1
(A_4, A_1)	0
(A_4, A_2)	0
(A_4, A_3)	0.37
(A_4, A_5)	0
(A_4, A_6)	0.37
(A_4, A_7)	0.75
(A_4, A_8)	0.37
(A_4, A_9)	0
(A_4, A_{10})	0
(A_5, A_1)	1.25
(A_5, A_2)	0.85
(A_5, A_3)	1.82
(A_5, A_4)	2.45
(A_5, A_6)	1.22
(A_5, A_7)	3.2
(A_5, A_8)	2.22
(A_5, A_9)	0.25
(A_5, A_{10})	1.85
(A_6, A_1)	1
(A_6, A_2)	0
(A_6, A_3)	0.6
(A_6, A_4)	1.6
(A_6, A_5)	0
(A_6, A_7)	1.97
(A_6, A_8)	1
(A_6, A_9)	0
(A_6, A_{10})	1.6
(A_7, A_1)	0
(A_7, A_2)	0
(A_7, A_3)	0
(A_7, A_4)	0

(A_7, A_5)	0
(A_7, A_6)	0
(A_7, A_8)	0
(A_7, A_9)	0
(A_7, A_{10})	0
(A_8, A_1)	0
(A_8, A_2)	0
(A_8, A_3)	0.6
(A_8, A_4)	0.6
(A_8, A_5)	0
(A_8, A_6)	0
(A_8, A_7)	0.97
(A_8, A_9)	0
(A_8, A_{10})	0.6
(A_9, A_1)	1.4
(A_9, A_2)	1
(A_9, A_3)	1.97
(A_9, A_4)	2.6
(A_9, A_5)	0.4
(A_9, A_6)	1.37
(A_9, A_7)	3.35
(A_9, A_8)	2.37
(A_9, A_{10})	1.6
(A_{10}, A_1)	0.4
(A_{10}, A_2)	1
(A_{10}, A_3)	1.37
(A_{10}, A_4)	1
(A_{10}, A_5)	0.4
(A_{10}, A_6)	1.37
(A_{10}, A_7)	1.75
(A_{10}, A_8)	1.37
(A_{10}, A_9)	0

Βήμα 7°

Υπολογισμός της ασαφούς ροής εξόδου $\Phi^+(A_i)$, ως ένα μέτρο της υπεροχής μιας εναλλακτικής και της ασαφούς ροής εισόδου $\Phi^-(A_i)$, ως ένα μέτρο της αδυναμίας μιας εναλλακτικής.

$$\Phi^+(A_i) = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m \tilde{\pi}(A_i, A_j)$$

$$\Phi^-(A_i) = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m \tilde{\pi}(A_j, A_i)$$

Πίνακας 15: Πίνακας με τις ροές εξόδου και εισόδου κάθε εναλλακτικής για την περίπτωση του Μαρόκου (1^η εκτέλεση)

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	$\Phi^+(A)$
A_1	-	0.6	1.57	1.2	0	0.97	1.95	0.97	0	0.6	0.873

A ₂	1.4	-	1.37	2	0.4	0.77	2.75	1.77	0.4	2	1.429
A ₃	1	0	-	1	0	0	1.37	1	0	1	0.597
A ₄	0	0	0.37	-	0	0.37	0.75	0.37	0	0	0.207
A ₅	1.25	0.85	1.82	2.45	-	1.22	3.2	2.22	0.25	1.85	1.679
A ₆	1	0	0.6	1.6	0	-	1.97	1	0	1.6	0.863
A ₇	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
A ₈	0	0	0.6	0.6	0	0	0.97	-	0	0.6	0.308
A ₉	1.4	1	1.97	2.6	0.4	1.37	3.35	2.37	-	1.6	1.784
A ₁₀	0.4	1	1.37	1	0.4	1.37	1.75	1.37	0	-	0.962
$\Phi^-(A)$	0.717	0.383	1.074	1.383	0.133	0.674	2.007	1.23	0.072	1.028	

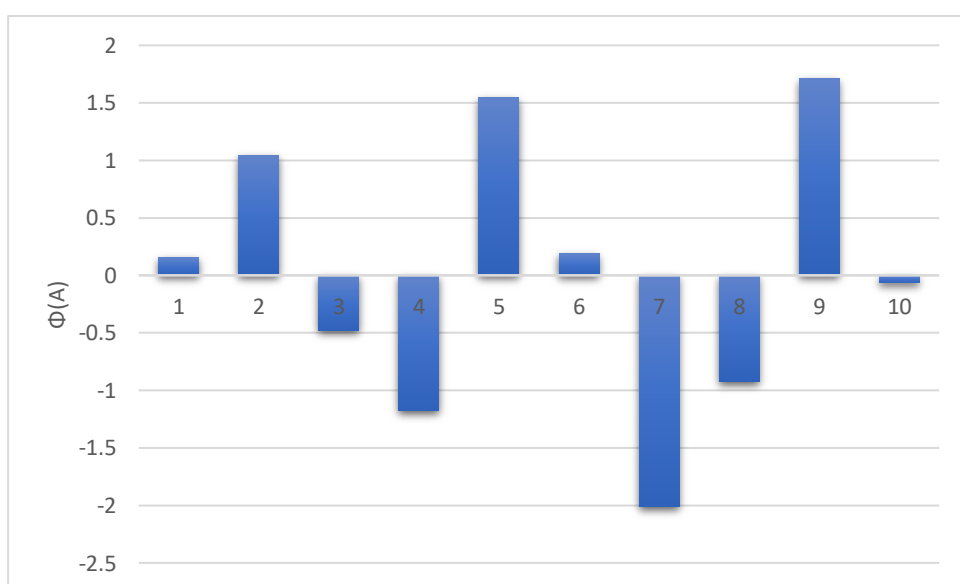
Βήμα 8°

Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται ο υπολογισμός της καθαρής ροής. Η διαφορά της ροής εξόδου με τη ροή εισόδου δίνει την καθαρή ροή.

$$\Phi(A_i) = \Phi^+(A_i) - \Phi^-(A_i)$$

Πίνακας 16: Πίνακας καθαρών ροών για την περίπτωση του Μαρόκου (1^η εκτέλεση)

	$\Phi(A)$
A ₁	0.157
A ₂	1.046
A ₃	-0.478
A ₄	-1.177
A ₅	1.546
A ₆	0.189
A ₇	-2.007
A ₈	-0.922
A ₉	1.712
A ₁₀	-0.066



Σχήμα 36: Απεικόνιση των καθαρών ροών όλων των εναλλακτικών για το Μαρόκο (1^η εκτέλεση)

Σύμφωνα με την πλήρη κατάταξη PROMETHEE II η προκύπτουσα κατάταξη περιγράφεται ως $A_9 > A_5 > A_2 > A_6 > A_1 > A_{10} > A_3 > A_8 > A_4 > A_7$ και αναδεικνύει ως καλύτερη εναλλακτικής την 9^η σε σειρά παρουσίασης, δεδομένου ότι η καθαρή ροή της 9ης εναλλακτικής είναι μεγαλύτερη απ' όλες τις καθαρές ροές των υπόλοιπων εναλλακτικών.

○ **Εφαρμογή μεθόδου για την περίπτωση του Μαρόκου (2^η εκτέλεση)**

Στην δεύτερη εκτέλεση για το Μαρόκο ακολουθείται ακριβώς η ίδια διαδικασία που αναλύθηκε στην πρώτη εκτέλεση με τη μόνη διαφορά να είναι στην επιλογή πιο αυστηρών κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q . Επομένως οι πίνακες από το Βήμα 1^ο μέχρι και το Βήμα 4^ο είναι πανομοιότυποι.

Πίνακας 17: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο για την περίπτωση του Μαρόκου (2^η εκτέλεση)

	C_1	C_2	C_3	C_4
p	0.42	0.42	0.25	0.5
q	0.17	0.17	0	0.17

Πίνακας 18: Πίνακας προτίμησης με το κριτήριο τύπου-V για την περίπτωση του Μαρόκου (2^η εκτέλεση)

Μαρόκο	C_1	C_2	C_3	C_4
$P(A_1, A_2)$	0	0.32	0	0
$P(A_1, A_3)$	0.32	0.32	0	0.24
$P(A_1, A_4)$	0.32	0.32	0	0
$P(A_1, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_6)$	0	0.32	0	0.24
$P(A_1, A_7)$	0.32	0.32	0	1
$P(A_1, A_8)$	0	0.32	0	0.24
$P(A_1, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_{10})$	0.32	0	0	0
$P(A_2, A_1)$	0	0	1	0
$P(A_2, A_3)$	1	0	0	0.24
$P(A_2, A_4)$	1	0	1	0
$P(A_2, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_2, A_6)$	0	0	0	0.24
$P(A_2, A_7)$	1	0	1	1
$P(A_2, A_8)$	0	0	1	0.24
$P(A_2, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_2, A_{10})$	1	0	1	0
$P(A_3, A_1)$	0	0	1	0
$P(A_3, A_2)$	0	0	0	0

$P(A_3, A_4)$	0	0	1	0
$P(A_3, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_7)$	0	0	1	0.24
$P(A_3, A_8)$	0	0	1	0
$P(A_3, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_{10})$	0	0	1	0
$P(A_4, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_4, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_4, A_3)$	0	0	0	0.24
$P(A_4, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_4, A_6)$	0	0	0	0.24
$P(A_4, A_7)$	0	0	0	1
$P(A_4, A_8)$	0	0	0	0.24
$P(A_4, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_4, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_5, A_1)$	0	0	1	0
$P(A_5, A_2)$	0	0.32	0	0
$P(A_5, A_3)$	0.32	0.32	0	0.76
$P(A_5, A_4)$	0.32	0.32	1	0
$P(A_5, A_6)$	0	0.32	0	0.76
$P(A_5, A_7)$	0.32	0.32	1	1
$P(A_5, A_8)$	0	0.32	1	0.76
$P(A_5, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_{10})$	0.32	0	1	0
$P(A_6, A_1)$	0	0	1	0
$P(A_6, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_6, A_3)$	0.32	0	0	0
$P(A_6, A_4)$	0.32	0	1	0
$P(A_6, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_6, A_7)$	0.32	0	1	0.24
$P(A_6, A_8)$	0	0	1	0
$P(A_6, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_6, A_{10})$	0.32	0	1	0
$P(A_7, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_3)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_4)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_5)$	0	0	0	0

$P(A_7, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_8)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_7, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_8, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_3)$	0.32	0	0	0
$P(A_8, A_4)$	0.32	0	0	0
$P(A_8, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_7)$	0.32	0	0	0.24
$P(A_8, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_{10})$	0.32	0	0	0
$P(A_9, A_1)$	0	0	1	0
$P(A_9, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_3)$	0.32	1	0	0.24
$P(A_9, A_4)$	0.32	1	1	0
$P(A_9, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_9, A_6)$	0	1	0	0.24
$P(A_9, A_7)$	0.32	1	1	1
$P(A_9, A_8)$	0	1	1	0.24
$P(A_9, A_{10})$	0.32	0	1	0
$P(A_{10}, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_{10}, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_3)$	0	1	0	0.24
$P(A_{10}, A_4)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_5)$	0	0	0	0
$P(A_{10}, A_6)$	0	1	0	0.24
$P(A_{10}, A_7)$	0	1	0	1
$P(A_{10}, A_8)$	0	1	0	0.24
$P(A_{10}, A_9)$	0	0	0	0

Πίνακας 19: Πίνακας ασαφούς σχέσης υπεροχής $\tilde{\pi}$ για την περίπτωση του Μαρόκου (2^η εκτέλεση)

	$\tilde{\pi}(A_i, A_j)$
(A_1, A_2)	0.32
(A_1, A_3)	0.88
(A_1, A_4)	0.64
(A_1, A_5)	0
(A_1, A_6)	0.56
(A_1, A_7)	1.64

(A_1, A_8)	0.56
(A_1, A_9)	0
(A_1, A_{10})	0.32
(A_2, A_1)	1
(A_2, A_3)	1.24
(A_2, A_4)	2
(A_2, A_5)	0
(A_2, A_6)	0.24
(A_2, A_7)	3
(A_2, A_8)	1.24
(A_2, A_9)	0
(A_2, A_{10})	2
(A_3, A_1)	1
(A_3, A_2)	0
(A_3, A_4)	1
(A_3, A_5)	0
(A_3, A_6)	0
(A_3, A_7)	1.24
(A_3, A_8)	1
(A_3, A_9)	0
(A_3, A_{10})	1
(A_4, A_1)	0
(A_4, A_2)	0
(A_4, A_3)	0.24
(A_4, A_5)	0
(A_4, A_6)	0.24
(A_4, A_7)	1
(A_4, A_8)	0.24
(A_4, A_9)	0
(A_4, A_{10})	0
(A_5, A_1)	1
(A_5, A_2)	0.32
(A_5, A_3)	1.4
(A_5, A_4)	1.64
(A_5, A_6)	1.08
(A_5, A_7)	2.64
(A_5, A_8)	2.08
(A_5, A_9)	0
(A_5, A_{10})	1.32
(A_6, A_1)	1
(A_6, A_2)	0
(A_6, A_3)	0.32
(A_6, A_4)	1.32
(A_6, A_5)	0
(A_6, A_7)	1.56
(A_6, A_8)	1
(A_6, A_9)	0
(A_6, A_{10})	1.32
(A_7, A_1)	0
(A_7, A_2)	0
(A_7, A_3)	0

(A_7, A_4)	0
(A_7, A_5)	0
(A_7, A_6)	0
(A_7, A_8)	0
(A_7, A_9)	0
(A_7, A_{10})	0
(A_8, A_1)	0
(A_8, A_2)	0
(A_8, A_3)	0.32
(A_8, A_4)	0.32
(A_8, A_5)	0
(A_8, A_6)	0
(A_8, A_7)	0.56
(A_8, A_9)	0
(A_8, A_{10})	0.32
(A_9, A_1)	1
(A_9, A_2)	1
(A_9, A_3)	1.56
(A_9, A_4)	2.32
(A_9, A_5)	0
(A_9, A_6)	1.24
(A_9, A_7)	3.32
(A_9, A_8)	2.24
(A_9, A_{10})	1.32
(A_{10}, A_1)	0
(A_{10}, A_2)	1
(A_{10}, A_3)	1.24
(A_{10}, A_4)	1
(A_{10}, A_5)	0
(A_{10}, A_6)	1.24
(A_{10}, A_7)	2
(A_{10}, A_8)	1.24
(A_{10}, A_9)	0

Πίνακας 20: Πίνακας με τις ροές εξόδου και εισόδου κάθε εναλλακτικής για την περίπτωση του Μαρόκου (2^η εκτέλεση)

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	$\Phi^+(A)$
A_1	-	0.32	0.88	0.64	0	0.56	1.64	0.56	0	0.32	0.547
A_2	1	-	1.24	2	0	0.24	3	1.24	0	2	1.191
A_3	1	0	-	1	0	0	1.24	1	0	1	0.5822
A_4	0	0	0.24	-	0	0.24	1	0.24	0	0	0.191
A_5	1	0.32	1.4	1.64	-	1.08	2.64	2.08	0	1.32	1.276
A_6	1	0	0.32	1.32	0	-	1.56	1	0	1.32	0.724
A_7	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
A_8	0	0	0.32	0.32	0	0	0.56	-	0	0.32	0.169
A_9	1	1	1.56	2.32	0	1.24	3.32	2.24	-	1.32	1.556
A_{10}	0	1	1.24	1	0	1.24	2	1.24	0	-	0.858
$\Phi^-(A)$	0.556	0.293	0.8	1.138	0	0.511	1.884	1.067	0	0.844	

Πίνακας 21: Πίνακας καθαρών ροών για την περίπτωση του Μαρόκου (2^η εκτέλεση)

	$\Phi(A)$
A_1	-0.009
A_2	0.898
A_3	-0.218
A_4	-0.947
A_5	1.276
A_6	0.213
A_7	-1.884
A_8	-0.898
A_9	1.556
A_{10}	0.013

Σύμφωνα με την πλήρη κατάταξη PROMETHEE II η προκύπτουσα κατάταξη περιγράφεται ως $A_9 > A_5 > A_2 > A_6 > A_{10} > A_1 > A_3 > A_8 > A_4 > A_7$ και αναδεικνύει ως καλύτερη εναλλακτικής την 9^η σε σειρά παρουσίασης, δεδομένου ότι η καθαρή ροή της 9ης εναλλακτικής είναι μεγαλύτερη απ' όλες τις καθαρές ροές των υπόλοιπων εναλλακτικών

- **Εφαρμογή μεθόδου για την περίπτωση της Αιγύπτου (1^η εκτέλεση)**

Πίνακας 22: Ασαφής πίνακας για την περίπτωση της Αιγύπτου

Αίγυπτος	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)
A_2	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)
A_3	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)
A_4	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.50, 0.75, 1.00)
A_5	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)
A_6	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)
A_7	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)
A_8	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)
A_9	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)
A_{10}	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)

Πίνακας 23: Πίνακας διαφορών για την περίπτωση της Αιγύπτου

Αίγυπτος	C_1	C_2	C_3	C_4
$d(A_1, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_1, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_1, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_1, A_5)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_1, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_1, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_1, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)

$d(A_1, A_9)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_1, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_2, A_1)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_2, A_3)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_2, A_4)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_2, A_5)$	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_2, A_6)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0, 0.25)
$d(A_2, A_7)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_2, A_8)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_2, A_9)$	(-0.25, 0, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_2, A_{10})$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_3, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_3, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(0, 0.5, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_5)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_3, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_9)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_3, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_4, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_5)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_4, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_9)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_4, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_5, A_1)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_5, A_2)$	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)

$d(A_5, A_3)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_5, A_4)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_5, A_6)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_5, A_7)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_5, A_8)$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_5, A_9)$	(-0.75, -0.5, 0)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_5, A_{10})$	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_6, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_6, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0, 0.25)
$d(A_6, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_6, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_6, A_5)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_6, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_6, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_6, A_9)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_6, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.5)
$d(A_7, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_7, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_7, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_7, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_7, A_5)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_7, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_7, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_7, A_9)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_7, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_8, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_5)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_8, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_9)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_8, A_{10})$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.75, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)

$d(A_9, A_1)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_2)$	(-0.25, 0, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_9, A_3)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_4)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_5)$	(0, 0.5, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_6)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_9, A_7)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_8)$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_9, A_{10})$	(-0.25, 0.25, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_1)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_2)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_{10}, A_3)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_4)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_5)$	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_6)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, -0.25, 0.25)
$d(A_{10}, A_7)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_8)$	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.25, 0.25, 0.75)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)
$d(A_{10}, A_9)$	(-0.5, -0.25, 0.25)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)

Πίνακας 24: Τιμές των καταφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο για την περίπτωση της Αιγύπτου (1^η εκτέλεση)

	C_1	C_2	C_3	C_4
p	0.42	0.25	0.42	0.17
q	0	0	0	0

Πίνακας 25: Πίνακας προτίμησης με το κριτήριο τύπου-V για την περίπτωση της Αιγύπτου (1^η εκτέλεση)

Αίγυπτος	C_1	C_2	C_3	C_4
$P(A_1, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_3)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_4)$	0	0	0.60	0
$P(A_1, A_5)$	0.60	0	0	0
$P(A_1, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_7)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_8)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_2, A_1)$	0.40	0	0	1
$P(A_2, A_3)$	0.40	0	0	1

$P(A_2, A_4)$	0.40	0	0.60	1
$P(A_2, A_5)$	1	0	0	1
$P(A_2, A_6)$	0.40	0	0	1
$P(A_2, A_7)$	0.40	0	0	1
$P(A_2, A_8)$	0.40	0	0	1
$P(A_2, A_9)$	0	0	0	1
$P(A_2, A_{10})$	0.40	0	0	1
$P(A_3, A_1)$	0	0	0.40	0
$P(A_3, A_2)$	0	0	0.40	0
$P(A_3, A_4)$	0	0	1	0
$P(A_3, A_5)$	0.60	0	0.40	0
$P(A_3, A_6)$	0	0	0.40	0
$P(A_3, A_7)$	0	0	0.40	0
$P(A_3, A_8)$	0	0	0.40	0
$P(A_3, A_9)$	0	0	0.40	0
$P(A_3, A_{10})$	0	0	0.40	0
$P(A_4, A_1)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_3)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_5)$	0.60	1	0	0
$P(A_4, A_6)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_7)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_8)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_9)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_{10})$	0	1	0	0
$P(A_5, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_3)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_4)$	0	0	0.60	0
$P(A_5, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_7)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_8)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_6, A_1)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_2)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_3)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_4)$	0	1	0.60	1
$P(A_6, A_5)$	0.60	1	0	1

$P(A_6, A_7)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_8)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_9)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_{10})$	0	1	0	1
$P(A_7, A_1)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_3)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_4)$	0	1	0.60	0
$P(A_7, A_5)$	0.60	1	0	0
$P(A_7, A_6)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_8)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_9)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_{10})$	0	1	0	0
$P(A_8, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_3)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_4)$	0	0	0.60	0
$P(A_8, A_5)$	0.60	0	0	0
$P(A_8, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_7)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_9, A_1)$	0.40	1	0	0
$P(A_9, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_3)$	0.40	1	0	0
$P(A_9, A_4)$	0.40	1	0.60	0
$P(A_9, A_5)$	1	1	0	0
$P(A_9, A_6)$	0.40	1	0	0
$P(A_9, A_7)$	0.40	1	0	0
$P(A_9, A_8)$	0.40	1	0	0
$P(A_9, A_{10})$	0.40	1	0	0
$P(A_{10}, A_1)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_3)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_4)$	0	1	0.60	0
$P(A_{10}, A_5)$	0.60	1	0	0
$P(A_{10}, A_6)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_7)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_8)$	0	1	0	0

$P(A_{10}, A_9)$	0	1	0	0
------------------	---	---	---	---

Πίνακας 26: Πίνακας ασαφούς σχέσης υπεροχής $\tilde{\pi}$ για την περίπτωση της Αιγύπτου (1^η εκτέλεση)

	$\tilde{\pi}(A_i, A_j)$
(A_1, A_2)	0
(A_1, A_3)	0
(A_1, A_4)	0.6
(A_1, A_5)	0.6
(A_1, A_6)	0
(A_1, A_7)	0
(A_1, A_8)	0
(A_1, A_9)	0
(A_1, A_{10})	0
(A_2, A_1)	1.4
(A_2, A_3)	1.4
(A_2, A_4)	2
(A_2, A_5)	2
(A_2, A_6)	1.4
(A_2, A_7)	1.4
(A_2, A_8)	1.4
(A_2, A_9)	1
(A_2, A_{10})	1.4
(A_3, A_1)	0.4
(A_3, A_2)	0.4
(A_3, A_4)	1
(A_3, A_5)	1
(A_3, A_6)	0.4
(A_3, A_7)	0.4
(A_3, A_8)	0.4
(A_3, A_9)	0.4
(A_3, A_{10})	0.4
(A_4, A_1)	1
(A_4, A_2)	1
(A_4, A_3)	1
(A_4, A_5)	1.6
(A_4, A_6)	1
(A_4, A_7)	1
(A_4, A_8)	1
(A_4, A_9)	1
(A_4, A_{10})	1
(A_5, A_1)	0
(A_5, A_2)	0
(A_5, A_3)	0
(A_5, A_4)	0.6
(A_5, A_6)	0
(A_5, A_7)	0
(A_5, A_8)	0
(A_5, A_9)	0
(A_5, A_{10})	0

(A_6, A_1)	2
(A_6, A_2)	2
(A_6, A_3)	2
(A_6, A_4)	2.6
(A_6, A_5)	2.6
(A_6, A_7)	2
(A_6, A_8)	2
(A_6, A_9)	2
(A_6, A_{10})	2
(A_7, A_1)	1
(A_7, A_2)	1
(A_7, A_3)	1
(A_7, A_4)	1.6
(A_7, A_5)	1.6
(A_7, A_6)	1
(A_7, A_8)	1
(A_7, A_9)	1
(A_7, A_{10})	1
(A_8, A_1)	0
(A_8, A_2)	0
(A_8, A_3)	0
(A_8, A_4)	0.6
(A_8, A_5)	0.6
(A_8, A_6)	0
(A_8, A_7)	0
(A_8, A_9)	0
(A_8, A_{10})	0
(A_9, A_1)	1.4
(A_9, A_2)	1
(A_9, A_3)	1.4
(A_9, A_4)	2
(A_9, A_5)	2
(A_9, A_6)	1.4
(A_9, A_7)	1.4
(A_9, A_8)	1.4
(A_9, A_{10})	1.4
(A_{10}, A_1)	1
(A_{10}, A_2)	1
(A_{10}, A_3)	1
(A_{10}, A_4)	1.6
(A_{10}, A_5)	1.6
(A_{10}, A_6)	1
(A_{10}, A_7)	1
(A_{10}, A_8)	1
(A_{10}, A_9)	1

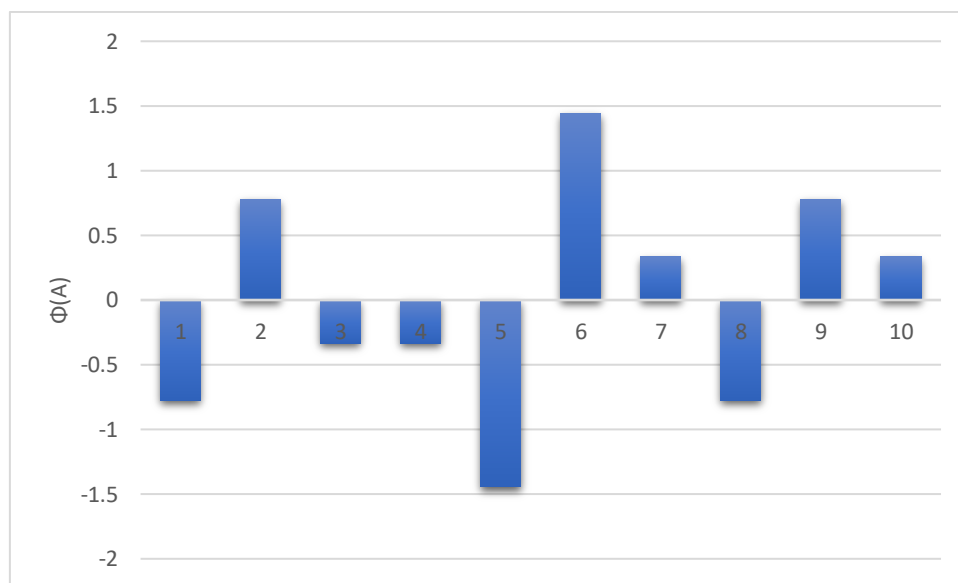
Πίνακας 27: Πίνακας με τις ροές εξόδου και εισόδου κάθε εναλλακτικής για την περίπτωση της Αιγύπτου (1^η εκτέλεση)

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	$\Phi^+(A)$
A_1	-	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0.133

A ₂	1.4	-	1.4	2	2	1.4	1.4	1.4	1	1.4	1.489
A ₃	0.4	0.4	-	1	1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.533
A ₄	1	1	1	-	1.6	1	1	1	1	1	1.067
A ₅	0	0	0	0.60	-	0	0	0	0	0	0.067
A ₆	2	2	2	2.60	2.60	-	2	2	2	2	2.133
A ₇	1	1	1	1.6	1.6	1	-	1	1	1	1.133
A ₈	0	0	0	0.6	0.6	0	0	-	0	0	0.133
A ₉	1.4	1	1.4	2	2	1.4	1.4	1.4	-	1.4	1.489
A ₁₀	1	1	1	1.6	1.6	1	1	1	1	-	1.133
$\Phi^-(A)$	0.911	0.711	0.867	1.4	1.511	0.689	0.8	0.911	0.711	0.8	

Πίνακας 28: Πίνακας καθαρών ρών για την περίπτωση της Αιγύπτου (1^η εκτέλεση)

	$\Phi(A)$
A ₁	-0.778
A ₂	0.778
A ₃	-0.333
A ₄	-0.333
A ₅	-1.444
A ₆	1.444
A ₇	0.333
A ₈	-0.778
A ₉	0.778
A ₁₀	0.333

Σχήμα 37: Απεικόνιση των καθαρών ρών όλων των εναλλακτικών για την Αίγυπτο (1^η εκτέλεση)

Σύμφωνα με την πλήρη κατάταξη PROMETHEE II η προκύπτουσα κατάταξη περιγράφεται ως $A_6 > A_2 = A_9 > A_7 = A_{10} > A_3 = A_4 > A_1 = A_8 > A_5$ και αναδεικνύει ως καλύτερη εναλλακτική την 6^η σε σειρά παρουσίασης, δεδομένου ότι η καθαρή ροή της 6ης εναλλακτικής είναι μεγαλύτερη απ' όλες τις καθαρές ροές των υπόλοιπων εναλλακτικών.

- **Εφαρμογή μεθόδου για την περίπτωση της Αιγύπτου (2^η εκτέλεση)**

Στην δεύτερη εκτέλεση για την Αίγυπτο ακολουθείται ακριβώς η ίδια διαδικασία που ακολουθήθηκε στην πρώτη εκτέλεση με τη μόνη διαφορά να είναι στην επιλογή πιο αυστηρών κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q .

Πίνακας 29: Τιμές των κατωφλίων προτίμησης p και αδιαφορίας q για κάθε κριτήριο για την περίπτωση της Αιγύπτου (2^η εκτέλεση)

	C_1	C_2	C_3	C_4
p	0.42	0.25	0.42	0.17
q	0.17	0	0.17	0

Πίνακας 30: Πίνακας προτίμησης με το κριτήριο τύπου-V για την περίπτωση της Αιγύπτου (2^η εκτέλεση)

Αίγυπτος	C_1	C_2	C_3	C_4
$P(A_1, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_3)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_4)$	0	0	0.32	0
$P(A_1, A_5)$	0.32	0	0	0
$P(A_1, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_7)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_8)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_1, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_2, A_1)$	0	0	0	1
$P(A_2, A_3)$	0	0	0	1
$P(A_2, A_4)$	0	0	0.32	1
$P(A_2, A_5)$	1	0	0	1
$P(A_2, A_6)$	0	0	0	1
$P(A_2, A_7)$	0	0	0	1
$P(A_2, A_8)$	0	0	0	1
$P(A_2, A_9)$	0	0	0	1
$P(A_2, A_{10})$	0	0	0	1
$P(A_3, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_4)$	0	0	1	0
$P(A_3, A_5)$	0.32	0	0	0
$P(A_3, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_7)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_8)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_3, A_{10})$	0	0	0	0

$P(A_4, A_1)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_3)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_5)$	0.32	1	0	0
$P(A_4, A_6)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_7)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_8)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_9)$	0	1	0	0
$P(A_4, A_{10})$	0	1	0	0
$P(A_5, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_3)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_4)$	0	0	0.32	0
$P(A_5, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_7)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_8)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_5, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_6, A_1)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_2)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_3)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_4)$	0	1	0.32	1
$P(A_6, A_5)$	0.32	1	0	1
$P(A_6, A_7)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_8)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_9)$	0	1	0	1
$P(A_6, A_{10})$	0	1	0	1
$P(A_7, A_1)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_3)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_4)$	0	1	0.32	0
$P(A_7, A_5)$	0.32	1	0	0
$P(A_7, A_6)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_8)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_9)$	0	1	0	0
$P(A_7, A_{10})$	0	1	0	0
$P(A_8, A_1)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_2)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_3)$	0	0	0	0

$P(A_8, A_4)$	0	0	0.32	0
$P(A_8, A_5)$	0.32	0	0	0
$P(A_8, A_6)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_7)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_9)$	0	0	0	0
$P(A_8, A_{10})$	0	0	0	0
$P(A_9, A_1)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_3)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_4)$	0	1	0.32	0
$P(A_9, A_5)$	1	1	0	0
$P(A_9, A_6)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_7)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_8)$	0	1	0	0
$P(A_9, A_{10})$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_1)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_2)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_3)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_4)$	0	1	0.32	0
$P(A_{10}, A_5)$	0.32	1	0	0
$P(A_{10}, A_6)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_7)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_8)$	0	1	0	0
$P(A_{10}, A_9)$	0	1	0	0

Πίνακας 31: Πίνακας ασαφούς σχέσης υπεροχής $\tilde{\pi}$ για την περίπτωση της Αιγύπτου (2^η εκτέλεση)

	$\tilde{\pi}(A_i, A_j)$
(A_1, A_2)	0
(A_1, A_3)	0
(A_1, A_4)	0.32
(A_1, A_5)	0.32
(A_1, A_6)	0
(A_1, A_7)	0
(A_1, A_8)	0
(A_1, A_9)	0
(A_1, A_{10})	0
(A_2, A_1)	1
(A_2, A_3)	1
(A_2, A_4)	1.32
(A_2, A_5)	2
(A_2, A_6)	1
(A_2, A_7)	1

(A_2, A_8)	1
(A_2, A_9)	1
(A_2, A_{10})	1
(A_3, A_1)	0
(A_3, A_2)	0
(A_3, A_4)	1
(A_3, A_5)	0.32
(A_3, A_6)	0
(A_3, A_7)	0
(A_3, A_8)	0
(A_3, A_9)	0
(A_3, A_{10})	0
(A_4, A_1)	1
(A_4, A_2)	1
(A_4, A_3)	1
(A_4, A_5)	1.32
(A_4, A_6)	1
(A_4, A_7)	1
(A_4, A_8)	1
(A_4, A_9)	1
(A_4, A_{10})	1
(A_5, A_1)	0
(A_5, A_2)	0
(A_5, A_3)	0
(A_5, A_4)	0.32
(A_5, A_6)	0
(A_5, A_7)	0
(A_5, A_8)	0
(A_5, A_9)	0
(A_5, A_{10})	0
(A_6, A_1)	2
(A_6, A_2)	2
(A_6, A_3)	2
(A_6, A_4)	2.32
(A_6, A_5)	2.32
(A_6, A_7)	2
(A_6, A_8)	2
(A_6, A_9)	2
(A_6, A_{10})	2
(A_7, A_1)	1
(A_7, A_2)	1
(A_7, A_3)	1
(A_7, A_4)	1.32
(A_7, A_5)	1.32
(A_7, A_6)	1
(A_7, A_8)	1
(A_7, A_9)	1
(A_7, A_{10})	1
(A_8, A_1)	0
(A_8, A_2)	0
(A_8, A_3)	0

(A_8, A_4)	0.32
(A_8, A_5)	0.32
(A_8, A_6)	0
(A_8, A_7)	0
(A_8, A_9)	0
(A_8, A_{10})	0
(A_9, A_1)	1
(A_9, A_2)	1
(A_9, A_3)	1
(A_9, A_4)	1.32
(A_9, A_5)	2
(A_9, A_6)	1
(A_9, A_7)	1
(A_9, A_8)	1
(A_9, A_{10})	1
(A_{10}, A_1)	1
(A_{10}, A_2)	1
(A_{10}, A_3)	1
(A_{10}, A_4)	1.32
(A_{10}, A_5)	1.32
(A_{10}, A_6)	1
(A_{10}, A_7)	1
(A_{10}, A_8)	1
(A_{10}, A_9)	1

Πίνακας 32: Πίνακας με τις ροές εξόδου και εισόδου κάθε εναλλακτικής για την περίπτωση της Αιγύπτου (2^η εκτέλεση)

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	$\Phi^+(A)$
A_1	-	0	0	0.32	0.32	0	0	0	0	0	0.071
A_2	1	-	1	1.32	2	1	1	1	1	1	1.147
A_3	0	0	-	1	0.32	0	0	0	0	0	0.147
A_4	1	1	1	-	1.32	1	1	1	1	1	1.036
A_5	0	0	0	0.32	-	0	0	0	0	0	0.036
A_6	2	2	2	2.32	2.32	-	2	2	2	2	2.071
A_7	1	1	1	1.32	1.32	1	-	1	1	1	1.071
A_8	0	0	0	0.32	0.32	0	0	-	0	0	0.071
A_9	1	1	1	1.32	1.32	1	1	1	-	1	1.147
A_{10}	1	1	1	1.32	1.32	1	1	1	1	-	1.071
$\Phi^-(A)$	0.778	0.667	0.778	1.062	1.249	0.556	0.667	0.778	0.667	0.667	

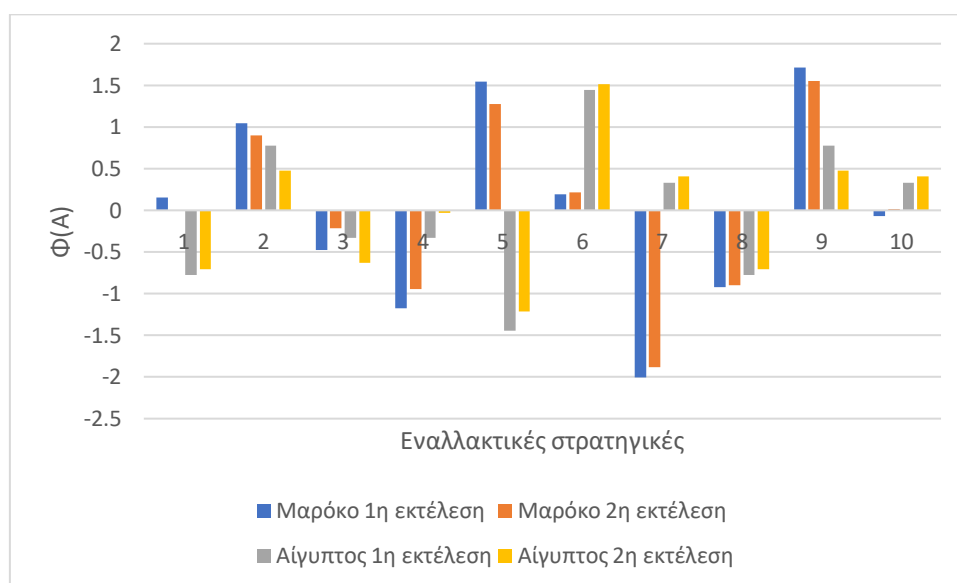
Πίνακας 33: Πίνακας καθαρών ροών για την περίπτωση της Αιγύπτου (2^η εκτέλεση)

	$\Phi(A)$
A_1	-0.707
A_2	0.48
A_3	-0.631
A_4	-0.027
A_5	-1.213
A_6	1.516
A_7	0.404

A_8	-0.707
A_9	0.48
A_{10}	0.404

Σύμφωνα με την πλήρη κατάταξη PROMETHEE II η προκύπτουσα κατάταξη περιγράφεται ως $A_6 > A_2 = A_9 > A_7 = A_{10} > A_4 > A_3 > A_1 = A_8 > A_5$ και αναδεικνύει ως καλύτερη εναλλακτική την 6^η σε σειρά παρουσίασης, δεδομένου ότι η καθαρή ροή της 6ης εναλλακτικής είναι μεγαλύτερη απ' όλες τις καθαρές ροές των υπόλοιπων εναλλακτικών.

5.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων



Σχήμα 38: Συγκεντρωτικός πίνακας με τις καθαρές ροές όλων των περιπτώσεων

Μαρόκο

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα, βλέπουμε πως η προτιμότερη στρατηγική για το Μαρόκο είναι η A_9 , δηλαδή η «Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε σχέδια επέκτασης των ΗΕ-ΑΠΕ». Αυτό σημαίνει πως η ενεργή συμμετοχή των πολιτών σε έργα ΑΠΕ, κρίνεται ως η πιο απαραίτητη δράση για την προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας. Με την ένταξη της κοινωνίας των πολιτών σε θέματα που αφορούν την εκμετάλλευση των ΑΠΕ και πώς αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σωστά και να παίξουν ένα σημαντικό ρόλο για το μέλλον της χώρας.

Ως επόμενες καλύτερες στρατηγικές για τη χώρα έπονται η «Εκπόνηση προκαταρκτικών μελετών σκοπιμότητας για την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών ΑΠΕ» και η «Εξασφάλιση αποτελεσματικών αρχών για τις ΑΠΕ». Δεδομένου του τεράστιου εύρους τεχνολογιών ΑΠΕ που υπάρχουν, κρίνεται σημαντικό να διεξάγονται μελέτες, οι οποίες να αποσκοπούν στην καταλληλότερη επιλογή τεχνολογίας για προώθηση ΑΠΕ, δεδομένων των καιρικών συνθηκών που επικρατούν στην χώρα. Οφείλεται να γίνει λεπτομερής αξιολόγηση για την οικονομική, νομική και την τεχνική κατάσταση και τις απαιτήσεις για ένα τέτοιο έργο.

Στην χώρα έχουν επίσης υιοθετηθεί μελλοντικοί στόχοι ΑΠΕ, οι οποίοι συμβαδίζουν με την επίτευξη των ενεργειακών στόχων της ΕΕ. Έχουν καθιερωθεί, επίσης αρχές, των οποίων κύριο μέλημα είναι η εύρυθμη λειτουργία και επέκταση των ΑΠΕ.

Στις τελευταίες θέσεις βρίσκονται οι στρατηγικές «Εντοπισμός συγκεκριμένων οφελών της συνεργασίας ΑΠΕ προς υλοποίηση από τις χώρες της Βόρειας Αφρικής» και «Αντιμετώπιση των επενδυτικών κινδύνων με σκοπό την προσέλκυση χρηματοδότησης». Παρ' όλες τις προσπάθειες που έχουν γίνει στο Μαρόκο για την σωστή λειτουργία του οικονομικού τομέα και την προσέλκυση ξένων επενδυτών, το κλίμα παραμένει αβέβαιο. Το αρχικό κεφάλαιο και το κόστος χρηματοδότησης για έργα ΑΠΕ υψηλής έντασης κεφαλαίου είναι πολύ υψηλά στις αναπτυσσόμενες χώρες. Αυτό σημαίνει πως στον επενδυτικό τομέα, το Μαρόκο χρειάζεται περαιτέρω προσπάθεια για να βελτιωθεί η υφιστάμενη κατάσταση.

Είναι εμφανές πως με την εισαγωγή αυστηρότερων τόσο κατωφλίων αδιαφορίας αλλά και κατωφλίων προτίμησης για το κάθε κριτήριο η κατάταξη στις εναλλακτικές δεν επηρεάζεται σχεδόν καθόλου. Παρατηρούμε πως με την αλλαγή των κατωφλίων η σειρά προτεραιότητας για την επιλογή της καταλληλότερης στρατηγικής διαφέρει μόνο στη δράση A_{10} η οποία πλέον προτιμάται από τη δράση A_1 . Αυτό σημαίνει πως οι εναλλακτικές στρατηγικές είναι ανθεκτικές σε μικρές αλλαγές των κατωφλίων και η σειρά προτίμησης του είναι ισχυρή κατατάσσοντας την στρατηγική «Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε σχέδια επέκτασης των ΗΕ-ΑΠΕ» ως την προτιμότερη τόσο στην πρώτη όσο και στην δεύτερη εκτέλεση της μεθόδου.

Αίγυπτος

Στην περίπτωση της Αιγύπτου παρατηρούμε πως η στρατηγική «Ανάπτυξη ενός εγκάρσιου μείγματος πολιτικής για την αξιοποίηση των κοινωνικοοικονομικών οφελών» προτιμάται έναντι των υπόλοιπων με καθαρή ροή ίση με 1.444. Αυτό δείχνει πως η Αίγυπτος είναι μια χώρα η οποία έχει αναπτύξει τις ΑΠΕ σε ένα καλό επίπεδο και είναι σε θέση να διασφαλίσει τη βιωσιμότητά τους καθώς και να παίξει έναν σημαντικό ρόλο στην αγορά των ΑΠΕ. Σε αυτό βοηθάει και η υιοθέτηση δημοπρασιών σε έργα μεγάλης κλίμακας ΑΠΕ, με τις οποίες οι αγοροπωλησίες μπορούν να πραγματοποιηθούν με πολύ γρηγορότερο ρυθμό από πριν.

Στη δεύτερη θέση έρχονται οι στρατηγικές «Εξασφάλιση αποτελεσματικών αρχών για τις ΑΠΕ» και «Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε σχέδια επέκτασης των ΗΕ-ΑΠΕ». Σύμφωνα με την πλήρη κατάταξη PROMETHEE II οι δύο παραπάνω στρατηγικές κρίνονται ισάξιες με καθαρή θετική ροή ίση με 0.778. Τα αποτελέσματα αυτά είναι αναμενόμενα, καθώς στην Αίγυπτο υπάρχουν οργανισμοί που προωθούν την συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα της χώρα από το 1986. Σε συνεργασία με την υψηλή κοινωνική αποδοχή που λαμβάνουν τα έργα ΑΠΕ στη χώρα, καθώς και με την αντίληψη των επενδυτών πως τα έργα ΑΠΕ είναι ευπρόσδεκτα, οι προτεινόμενες στρατηγικές κατέχουν έναν υψηλό βαθμό απόδοσης για τη συνεργασία με σκοπό την προώθηση των ΑΠΕ μεταξύ ΕΕ και Αιγύπτου.

Στην τελευταία θέση βρίσκεται η στρατηγική «Εκπόνηση προκαταρκτικών μελετών σκοπιμότητας για την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών ΑΠΕ» με καθαρή αρνητική ροή -1.444.

Έπειτα από την αλλαγή των κατωφλίων σε πιο αυστηρά όρια, παρατηρείται πως η σειρά προτίμησης των εναλλακτικών στρατηγικών δεν παρουσιάζει κάποια σημαντική διαφορά. Η μόνη αλλαγή είναι πως με την δεύτερη εκτέλεση η στρατηγική «Εντοπισμός συγκεκριμένων οφελών της συνεργασίας ΑΠΕ προς υλοποίηση από τις χώρες της Βόρειας Αφρικής» προτιμάται πλέον από την στρατηγική «Βελτίωση του ενδοπεριφερειακού πλαισίου για περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ», σε αντίθεση από την πρώτη εκτέλεση στην οποία οι δύο

παραπάνω στρατηγικές θεωρούνταν ισάξιες και δεν εμφανιζόταν κάποια προτίμηση μεταξύ τους. Ο λόγος που πλέον η στρατηγική «Εντοπισμός συγκεκριμένων οφελών της συνεργασίας ΑΠΕ προς υλοποίηση από τις χώρες της Βόρειας Αφρικής» εμφανίζει υψηλότερη καθαρή ροή από τη στρατηγική «Βελτίωση του ενδοπεριφερειακού πλαισίου για περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ» είναι πως στην Αίγυπτο οι ΑΠΕ είναι επαρκώς αναπτυγμένες και υπάρχουν αρκετές διασυνδέσεις με τη χώρα, με τις οποίες υπάρχει και εμπόριο ΗΕ-ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει πως η Αίγυπτος είναι πλέον ικανή να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο, το οποίο είναι η πιθανή συνεργασία της με την ΕΕ και να εστιάσει την προσοχή της σε προβλήματα τα οποία αφορούν την μεταξύ τους συνεργασία, όπως τη δίκαιη τιμολόγηση ΗΕ-ΑΠΕ ή την ανάπτυξη μιας βάσης αποφάσεων η οποία θα ωφελεί και την Αίγυπτο αλλά και την ΕΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συμπεράσματα και Προοπτικές

6 Συμπεράσματα και Προοπτικές

Στην ενότητα 6.1 καταγράφονται και αναλύονται διάφορες παρατηρήσεις και συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του μεθοδολογικού πλαισίου στο Κεφάλαιο 5. Έπειτα, στην ενότητα 6.2 γίνεται αναφορά σε πιθανούς εναλλακτικούς τρόπους εφαρμογής και επέκτασης του συγκεκριμένου πλαισίου.

6.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως στόχο τον εντοπισμό του καταλληλότερου τύπου στρατηγικής δράσης για κάθε χώρα, σχετικά με την εφαρμογή του Μηχανισμού Συνεργασίας για την υλοποίηση και αξιοποίηση κοινών έργων παραγωγής και μεταφοράς ανανεώσιμης ενέργειας μέσω της πολυκριτηριακής μεθόδου Fuzzy PROMETHEE. Η ΕΕ έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ καθώς επίσης και την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με χρονικό ορίζοντα μέχρι και το 2050. Ο Μηχανισμός Συνεργασίας που μελετήθηκε στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ένας από τους διάφορους τρόπους, με τους οποίους μπορούν να επιτευχθούν οι ανωτέρω στόχοι. Με την συνεργασία της ΕΕ και της Βόρειας Αφρικής και πιο συγκεκριμένα του Μαρόκου και της Αιγύπτου, οι στόχοι για την ενέργεια και το κλίμα μπορούν να γίνουν πραγματικότητα.

Στο πρώτο στάδιο έγινε εκτενής αναφορά σχετικά με τους ενεργειακούς στόχους που έχει θέσει η ΕΕ. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση στην οποία μελετήθηκαν οι δράσεις της ΕΕ γύρω από τον ενεργειακό τομέα. Έτσι αναλύθηκαν τα ενεργειακά πλαίσια που έχουν τόσο βραχυπρόθεσμο χαρακτήρα και αφορούν την χρονική περίοδο μέχρι το έτος 2030, όσο και μακροπρόθεσμο χαρακτήρα με κύριο περιεχόμενο τους φιλόδοξους στόχους που έχει θέσει η Ένωση για δημιουργία μιας οικονομίας πλήρως απαλλαγμένης από τις ανθρακούχες εκπομπές έως το 2050.

Στο επόμενο στάδιο έγινε αναφορά σχετικά με τις διασυνδέσεις που υπάρχουν μεταξύ της ΕΕ και της Βόρειας Αφρικής αλλά και μεταξύ των χωρών της Βόρειας Αφρικής. Στη συνέχεια παρατέθηκαν οι μελλοντικές διασυνδέσεις που είναι προγραμματισμένες να γίνουν, αναλύοντας τις κατασκευές που πρέπει να πραγματοποιηθούν, το κόστος και το χρονικό ορίζοντα στον οποίο πρόκειται να τεθούν σε εφαρμογή.

Έπειτα, ακολούθησε ο εντοπισμός των αξόνων αξιολόγησης και η επιλογή των κριτηρίων με τα οποία θα γινόταν η τελική επιλογή της στρατηγικής. Οι Άξονες αξιολόγησης είναι: (α) το ενεργειακό προφίλ, (β) το επενδυτικό προφίλ και (γ) το κοινωνικό/περιβαλλοντικό προφίλ κάθε χώρας. Στη συνέχεια ορίστηκαν τα τέσσερα κριτήρια με τα οποία θα αξιολογούταν η κάθε χώρα. Αυτά είναι η συμβατότητα με το ρυθμιστικό και πολιτιστικό πλαίσιο για την προώθηση ΑΠΕ, η συνεισφορά στην απασχόληση, η συμβατότητα με την αγορά και η εφαρμοσιμότητα. Όλα τα παραπάνω κριτήρια είναι ποιοτικής φύσεως, δηλαδή δεν μπορούν να περιγραφούν ποσοτικά. Γι' αυτό τον λόγο χρησιμοποιήθηκε μια ασαφής πολυκριτηριακή μέθοδος, η οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει ασαφείς αριθμούς για να παράξει αποτελέσματα. Τελικά για την κατάταξη των εναλλακτικών σχεδίων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Fuzzy PROMETHEE, η οποία αποδίδει σε κάθε μια εναλλακτική μια καθαρή ροή βάσει της οποίας λαμβάνουμε την τελική κατάταξη των εναλλακτικών αυτών σε κάθε χώρα.

Τα τελικά συμπεράσματα τα οποία μπορούμε να εξάγουμε για τις εξεταζόμενες χώρες είναι τα εξής:

Μαρόκο

Στο Μαρόκο η ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλει στη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας, καθώς και στην εκπλήρωση των δεσμεύσεων του Μαρόκου για καθαρή ενέργεια και κλιματική αλλαγή. Σημειώνει σημαντική πρόοδο προς την προσιτή, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια. Η κλιματική πολιτική και η ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλουν στην ανάπτυξη της οικονομίας, προσελκύουν ξένες επενδύσεις, δημιουργούν απασχόληση και ενισχύουν τον βιομηχανικό της τομέα. Με τη φιλόδοξη μετάβαση της καθαρής ενέργειας, προσελκύει διεθνή πράσινη χρηματοδότηση και γίνεται εταίρος στην περιοχή της Μεσογείου και στην Αφρική. Είναι η μοναδική χώρα που διαθέτει ηλεκτρική σύνδεση με την Ευρώπη και οι κοινωνικές συνθήκες που επικρατούν είναι καλές και θα βοηθήσουν στην περαιτέρω ανάπτυξη και προώθηση των ΑΠΕ στην περιοχή.

Ως προτιμότερη δράση βγήκε η «Συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε σχέδια επέκτασης των ΗΕ-ΑΠΕ». Αυτό σημαίνει πως η συνεργασία με την κοινωνία και τους πολίτες κρίνεται ως ο πιο σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη ενός πιθανού μηχανισμού συνεργασίας. Η κοινωνία μπορεί να συμμετάσχει σε έργα ανάπτυξης ΑΠΕ μέσω συνεταιρισμών και η αγορά ενέργειας έχει τη δυνατότητα να ανοίξει ακόμα περισσότερο.

Ως δεύτερη καλύτερη στρατηγική και με μικρή διαφορά από την πρώτη, προέκυψε η «Εκπόνηση προκαταρκτικών μελετών σκοπιμότητας για την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών ΑΠΕ». Εφόσον το Μαρόκο τεθεί έτοιμο για μια πιθανή συνεργασία με την ΕΕ και την εξαγωγή ΗΕ-ΑΠΕ προς αυτή, οφείλει να προσδιορίσει ποιες τεχνολογίες ΑΠΕ είναι προτιμότερο να αναπτύξει. Μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα οι εξαγωγές ΗΕ-ΑΠΕ είναι πιθανό να αποτελούνται από μεταβλητές ΑΠΕ. Οι κύριες τεχνολογίες ΑΠΕ, στις οποίες πρέπει να εστιάσει η χώρα είναι η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Παρόλο που το 2018 στη χώρα τα υδροηλεκτρικά είχαν τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς (Boulakhbar et al., 2020), οι προοπτικές στον υδροηλεκτρικό τομέα δεν είναι μεγάλες καθώς το Μαρόκο θεωρείται μια ημι-άνυδρη χώρα.

Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς οι τιμές που έπαιρνε το Μαρόκο στη συγκεκριμένη στρατηγική ήταν υψηλές για όλα τα κριτήρια. Γενικά στη χώρα επικρατεί υψηλή κοινωνική στήριξη για τις ΑΠΕ, παρόλο που η τεχνογνωσία γύρω από αυτές παραμένει χαμηλή. Συνεπώς, με την κατάλληλη εκπαίδευση και σχεδιασμό η χώρα είναι ικανή να αναπτύξει ακόμα παραπάνω τον ενεργειακό της τομέα ενσωματώνοντας στα πλάνα της τη συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών.

Αίγυπτος

Στην Αίγυπτο οι συνθήκες που επικρατούν για την προώθηση των ΑΠΕ και την πιθανή συνεργασία με την ΕΕ είναι εξίσου καλές. Η χώρα επιδιώκει να διασφαλίσει την ενεργειακή ασφάλεια, σταθερότητα και βιωσιμότητα μέσω της ευρείας υιοθέτησης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα μεγάλα έργα ανανεώσιμης ενέργειας βρίσκονται υπό ανάπτυξη, αντικατοπτρίζοντας την αποφασιστικότητα της κυβέρνησης να μετατρέψει αυτό το όραμα σε πραγματικότητα. Αρκετές πρόσφατες προσφορές έχουν προσελκύσει έντονο διεθνές ενδιαφέρον και πολλά υποσχόμενες προτάσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να βοηθήσουν περαιτέρω στην αύξηση της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τα επόμενα χρόνια. Η τεχνογνωσία γύρω από τις ΑΠΕ είναι μεγάλη και έχουν εφαρμοστεί αρκετά προγράμματα πάνω σε αυτές.

Ως προτιμότερη δράση αναδείχθηκε η «Ανάπτυξη ενός εγκάρσιου μείγματος πολιτικής για την αξιοποίηση των κοινωνικοοικονομικών οφελών». Αυτό σημαίνει πως με την ανάπτυξη

των βιομηχανικών, εκπαιδευτικών και ενεργειακών πολιτικών είναι δυνατή η μεγιστοποίηση του κέρδους όσον αφορά το μηχανισμό συνεργασίας.

Σε αντίθεση με το Μαρόκο, η Αίγυπτος είναι μια χώρα η οποία έχει αναπτύξει σε μεγάλο βαθμό τον κλάδο των ΑΠΕ. Συνεπώς το αποτέλεσμα αυτό δε φαντάζει ξένο. Η εξοικείωση με νέες τεχνολογίες αποτελεί στρατηγική της χώρας εδώ και πολλά χρόνια. Επομένως, διαθέτοντας την κατάλληλη γνώση γύρω από τις ΑΠΕ, η Αίγυπτος μπορεί να επικεντρωθεί στον τομέα της αγοροπωλησίας ΗΕ-ΑΠΕ και να αναπτύξει τον εμπορικό κλάδο της.

Τόσο στην περίπτωση του Μαρόκου όσο και στην περίπτωση της Αιγύπτου, η χρήση γλωσσικών μεταβλητών διευκόλυνε σημαντικά την διαδικασία λήψης απόφασης, καθώς επιτρέπει την ευέλικτη αποτύπωση των κρίσεων αυτών. Η μέθοδος Fuzzy PROMETHEE παρέχει και ένα ευέλικτο περιβάλλον στην ομάδα των αποφασιζόντων προκειμένου να διατυπώσει δυναμικά τις κρίσεις της και να διαχειριστεί με ορθό τρόπο τα ανομοιογενή και νοηματικά διαφορετικά κριτήρια. Έπειτα μέσω της ασαφούς λογικής, οι γλωσσικές μεταβλητές μετατρέπονται σε αριθμούς οι οποίοι δίνονται ως είσοδος στο μοντέλο για την τελική εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

6.2 Μελλοντικές προοπτικές

Προκειμένου να εξασφαλισθεί η περαιτέρω βελτίωση που επιδέχεται το μοντέλο απόφασης, θα μπορούσε να γίνει χρήση περισσότερων κριτηρίων για εκτέλεση μιας πιο διεξοδικής ανάλυσης των διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων. Επιπροσθέτως, θα ήταν δυνατό να συμπεριληφθούν και ποσοτικά κριτήρια, ώστε να ενισχυθούν οι συγκρίσεις που πραγματοποιούνται μεταξύ των χωρών. Επιπλέον το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε θα μπορούσε να ενσωματώσει έναν μεγαλύτερο αριθμό εναλλακτικών στρατηγικών, ώστε να μπορέσουμε να έχουμε μια πιο ενδελεχή ανάλυση στο πρόβλημα, αυξάνοντας βέβαια και την πολυπλοκότητα του προβλήματος. Επιπρόσθετα, το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να εφαρμοστεί για άλλες χώρες που μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο του Μηχανισμού Συνεργασίας, όπως είναι οι χώρες των Δυτικών Βαλκανίων και η Τουρκία.

Για μεγαλύτερη ακρίβεια και περαιτέρω ανάλυση, το πρόβλημα θα μπορούσε να τρέξει όχι μόνο με την πολυκριτηριακή μέθοδο Fuzzy PROMETHEE, αλλά και με άλλες μεθόδους. Αυτό θα μας έδινε τη δυνατότητα να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα διαφορετικών μεθόδων καθώς και την αποτελεσματικότητά τους, ώστε να δούμε κατά πόσο απέχουν οι ιδανικές λύσεις της κάθε μίας.

Άλλος σημαντικός παράγοντας που θα επηρέαζε τα αποτελέσματα είναι η ύπαρξη μιας ομάδας αποφασιζόντων, οι οποίοι θα έδιναν βάρη στο κάθε κριτήριο. Αυτοί οι αποφασίζοντες θα ήταν εξειδικευμένοι σε θέματα τα οποία αφορούν την ανανεώσιμη ενέργεια και τους μηχανισμούς συνεργασίας και θα δημιουργούταν ένα πιο καλά ορισμένο πρόβλημα. Αυτό θα προσδώσει ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια και αντικειμενικότητα στο μοντέλο, καθώς θα περιλαμβάνει τις κρίσεις περισσότερων φορέων χάραξης πολιτικής.

Τέλος, θα μπορούσε να διεξαχθεί μια ανάλυση ευαισθησίας στα εξαγόμενα αποτελέσματα. Η ανάλυση ευαισθησίας παίζει σημαντικό ρόλο στην περίπλοκη διαδικασία της λήψης αποφάσεων, λόγω της εγγενούς αστάθειας του ζητήματος. Είναι χρήσιμη σε καταστάσεις όπου υπάρχουν αβεβαιότητες στον ορισμό των βαρών για διαφορετικούς παράγοντες, προβαίνοντας σε μικρές μεταβολές των επιμέρους βαρών για να διαπιστωθεί η επίδρασή τους στην ευαισθησία της τελικής απόφασης. Μέσω της τεχνικής αυτής δημιουργούνται διαφορετικά σενάρια που μπορούν να αλλάξουν την προτεραιότητα των εναλλακτικών λύσεων και να απαιτήσουν συμβιβασμούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Βιβλιογραφία

7 Βιβλιογραφία

- Abdullah, L. & Najib, L. (2016) “Sustainable energy planning decision using the intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process: Choosing energy technology in Malaysia”. *Int. J. Sustain. Energy* 2016, 35, 360-377.
- Abotah R. & Tugrul U.Daim (2017), ” Towards building a multi perspective policy development framework for transition into renewable energy”, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Volume 21, June 2017, Pages 67-88.
- Aliyu K.A., Modu B. and Chee Wei Tan (2018), “A review of renewable energy development in Africa: A focus in South Africa, Egypt and Nigeria”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 81, Part 2, January 2018, Pages 2502-2518.
- AlSabbagh M., Yim Ling Siu, Astrid Guehnemann and John Barrett (2017), “Integrated approach to the assessment of CO₂e-mitigation measures for the road passenger transport sector in Bahrain”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 71, May 2017, Pages 203-215.
- Andreopoulou Z., Koliouka C., Galariotis E. and Zopounidis C. (2018) “Renewable energy sources: Using PROMETHEE II for ranking websites to support market opportunities”, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 131, June 2018, Pages 31-37.
- Anyango A. (2020), “Egypt, Sudan joint electricity grid commence operation”, *Construction Review Online*, Apr 8, 2020 <https://constructionreviewonline.com/2020/04/egypt-sudan-joint-electricity-grid-commence-operation/> (accessed 27 June 2020).
- Aplak H.S. and M. Ziya Sogut (2013), “Game theory approach in decisional process of energy management for industrial sector”, *Energy Conversion and Management*, Volume 74, October 2013, Pages 70-80.
- Balghouthi M., Seif Eddine Trabelsi, Mahmoud Ben Amara, Abdesslem Bel Hadj Ali and Amenallah Guizani (2016), «Potential of concentrating solar power (CSP) technology in Tunisia and the possibility of interconnection with Europe», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 56, April 2016, Pages 1227-1248.
- Bel G. and Stephan Joseph (2018), “Climate change mitigation and the role of technological change: Impact on selected headline targets of Europe's 2020 climate and energy package”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 82, Part 3, February 2018, Pages 3798-3807.
- Benasla M., Tayeb Allaoui, Mostefa Brahami, Mouloud Denaï and Vijay K. Soodf (2018), “HVDC links between North Africa and Europe: Impacts and benefits on the dynamic performance of the European system”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 82, Part 3, February 2018, Pages 3981-3991.
- BETTER project (2015a) D7.1: Major barriers and critical success factors for renewable energy cooperation mechanisms.
- BETTER project (2015b) D7.3: Action Plan for Renewable Energy Cooperation between North Africa and EU Member States.
- Boulakhbar M., Lebrouhi B., Kousksou T., Smouh S., Jamil A., Maaroufi M. and M.Zazi M.

- (2020) “Towards a large-scale integration of renewable energies in Morocco”, *Journal of Energy Storage*, Volume 32, December 2020, 101806
- Büyüközkan G. and Sezin Güleriyüz (2017), “Evaluation of Renewable Energy Resources in Turkey using an integrated MCDM approach with linguistic interval fuzzy preference relations”, *Energy*, Volume 123, 15 March 2017, Pages 149-163.
- Cantoni R. and Rignall K. (2019), “Kingdom of the Sun: a critical, multiscalar analysis of Morocco’s solar energy strategy”, *Energy Research & Social Science*, Volume 51, May 2019, Pages 20-31.
- Capros P., M. Kannavou, S. Evangelopoulou, A. Petropoulos, P. Siskos, N. Tasios, G. Zazias and A. De Vita (2018), “Outlook of the EU energy system up to 2050: The case of scenarios prepared for European Commission’s “clean energy for all Europeans” package using the PRIMES model”, *Energy Strategy Reviews*, Volume 22, November 2018, Pages 255-263.
- Cavallaro F. and Ciruolo L. (2013), “Sustainability Assessment of Solar Technologies Based on Linguistic Information”, *Assessment and Simulation Tools for Sustainable Energy Systems*, Volume 129, 7 August 2013, Pages 3-25.
- Çelikbilek Y. and Fatih Tüysüz (2016), “An integrated grey based multi-criteria decision making approach for the evaluation of renewable energy sources”, *Energy*, Volume 115, Part 1, 15 November 2016, Pages 1246-1258.
- Chen T.Y (2019) “A novel PROMETHEE-based method using a Pythagorean fuzzy combinative distance-based precedence approach to multiple criteria decision making”, *Applied Soft Computing*, Volume 82, September 2019, 105560.
- Çolak M. and İhsan Kaya (2017), “Prioritization of renewable energy alternatives by using an integrated fuzzy MCDM model: A real case application for Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 80, December 2017, Pages 840-853.
- Digalwar A.K. (2016), “Development of fuzzy PROMETHEE algorithm for the evaluation of Indian world-class manufacturing organisations”, *Int. J. Services and Operations Management*, Vol. 24, No. 3, 2016.
- El-Katiri L. (2016), *Morocco’s Green Energy Opportunity*, Policy Paper, October 2016.
- El-Khayat, M.M. (2017), “Egypt Renewable Energy policies”, *New and Renewable Energy Authority, ESCWA, Workshop on “PPAs for large Scale RE”*, NEPCO, Amman, Jordan, 8-9 Oct 2017.
- El-Mazghouny D. (2019) “Renewable energy in Egypt”, *Shahid Law Firm*, September 23 2019 <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=0fea8a32-d87e-4e54-91da-bc92c3aa8b11>
- Energypedia (2019) *Egypt Energy Situation* https://energypedia.info/wiki/Egypt_Energy_Situation (accessed 11 March 2020).
- ENTSO-E (2018a), *Project 29 - Italy-Tunisia*, <https://tyndp.entsoe.eu/tyndp2018/projects/projects/29> (accessed 2 December 2019).

- ENTSO-E (2018b) Project 283 - TuNur, <https://tyndp.entsoe.eu/tyndp2018/projects/projects/283> (accessed 4 December 2019).
- ENTSO-E (2018c), Project 284 - LEG1, <https://tyndp.entsoe.eu/tyndp2018/projects/projects/284> (accessed 5 December 2019).
- European Commission. (2008), COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. COM(2008) 30 final, Brussels: European Commission.
- European Commission. (2013), COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Guidance on the use of renewable energy cooperation mechanism Accompanying the document Communication from the Commission Delivering the internal electricity market and making the most of public intervention. SWD(2013) 440 final, Brussels: European Commission.
- European Commission (2014a, January 22) 2030 climate and energy goals for a competitive, secure and low-carbon EU economy https://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-54_en.htm (accessed 27 October 2019).
- European Commission (2014b, September 2) Cooperation mechanisms <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/cooperation-mechanisms> (accessed 30 October 2019).
- European Commission (2014c, November 14) Cooperation under the RES Directive Case studies: Joint Support Schemes https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_cooperation_under_the_res_directive_case_study_joint_support_schemes.pdf
- European Commission (2015) Paris Agreement https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en (accessed 25 October 2019).
- European Commission (2016. November 2017)), JOINT DECLARATION on the establishment of a Roadmap for Sustainable Electricity Trade Between Morocco and the European Internal Energy Market.
- European Commission (2017a, October 26) Agreement on statistical transfers of renewable energy amounts between Lithuania and Luxembourg https://ec.europa.eu/info/news/agreement-statistical-transfers-renewable-energy-amounts-between-lithuania-and-luxembourg-2017-oct-26_en (accessed 1 November 2019).
- European Commission (2017b, November 13) Second agreement on statistical transfers of renewable energy amounts between Estonia and Luxembourg https://ec.europa.eu/info/news/second-agreement-statistical-transfers-renewable-energy-amounts-between-estonia-and-luxembourg-2017-nov-13_en (accessed 1 November 2019).
- European Commission. (2018), COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN

- PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK. A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. COM(2018) 773 final, Brussels: European Commission.
- European Commission (2019a), Fourth report on the State of the Energy Union COM(2019) 175 final, Brussels: European Commission.
- European Commission. (2019b), REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL 2018 assessment of the progress made by Member States towards the national energy efficiency targets for 2020 and towards the implementation of the Energy Efficiency Directive as required by Article 24(3) of the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU. COM(2019) 224 final, Brussels: European Commission.
- European Commission (2019c) REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Renewable Energy Progress Report. COM(2019) 225 final, Brussels: European Commission.
- European Commission (2019d) COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. United in delivering the Energy Union and Climate Action - Setting the foundations for a successful clean energy transition. COM(2019) 285 final, Brussels: European Commission.
- European Commission (2019e), REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL Report on the functioning of the European carbon market. COM(2019) 557 final, Brussels: European Commission.
- European Commission (2019f) Electricity interconnections with neighbouring countries, Second report of the Commission Expert Group on electricity interconnection targets
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2nd_report_ic_with_neighbouring_countries_b5.pdf (accessed 18 November 2019).
- European Commission (2019g) Electricity interconnections with neighbouring countries, *Second report of the Commission Expert Group on electricity interconnection targets*
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2nd_report_ic_with_neighbouring_countries_b5.pdf (accessed 18 November 2019)
- Falak J., Kunjan M., Nagaraju D. and S. Narayanan S., (2020), “Evaluation of Continuous Improvement Techniques using Hybrid MCDM Technique under Fuzzy Environment”, *Materials Today: Proceedings*, Volume 22, Part 4, 2020, Pages 1295-1305.
- Gao R., Hyo On Nam, Won Il Ko and Hong Jang (2017), “National Options for a Sustainable Nuclear Energy System: MCDM Evaluation Using an Improved Integrated Weighting Approach”, *Energies*, Volume 10.
- GIZ-Energy (2020). Job creation <https://giz-energy.ma/job-creation/?lang=en> (accessed 24 May 2020).

- Goumas M. and Lygerou V. (2000), “An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: ranking of alternative energy exploitation projects”, *European Journal of Operational Research*, Volume 123, Issue 3, 16 June 2000, Pages 606-613.
- Gul M., Celik E., Gumus A.T. and Guneri A.F. (2018), “A fuzzy logic based PROMETHEE method for material selection problems”, *Volume 7, Issue 1, March 2018*, Pages 68-79.
- Hanger S., Komendantova N., Schinke B., Zejli D., Ihlal A. and Patt A. (2016), “Community acceptance of large-scale solar energy installations in developing countries: Evidence from Morocco”, *Energy Research & Social Science*, Volume 14, April 2016, Pages 80-89.
- Hu J, Wina Crijns-Graus, Long Lam and Alyssa Gilbert (2015), “Ex-ante evaluation of EU ETS during 2013-2030: EU-internal abatement”, *Energy Policy*, Volume 77, February 2015, Pages 152-163.
- IEA (2019), “Energy Policies Beyond IEA Countries: Morocco 2019 Review”
https://webstore.iea.org/download/summary/2736?fileName=IDR_Morocco_ES_UK.pdf
- IRENA (2018), RENEWABLE ENERGY OUTLOOK EGYPT https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Oct/IRENA_Outlook_Egypt_2018_English_Summary.pdf?la=en&hash=58DBAA614BE0675F66D3B4A2AC68833FF78700A0
- Jianjian Z. et al (2009) “Multi-criteria evaluation of alternative power supply using analytic hierarchy process”, In: *International conference on sustainable power generation and supply 2009. SUPERGEN '09*, Pages 1-7.
- Kangas A., J. Kangas J and J. Pykalainen J. (2001) “Outranking methods as tools in strategic natural resources planning”, *Silva Fennica*, 35 (2) (2001), Pages 215-227.
- Karakosta C., HarisDoukas and JohnPsarras (2009), “Directing clean development mechanism towards developing countries' sustainable development priorities”, *Energy for Sustainable Development*, Volume 13, Issue 2, June 2009, Pages 77-84.
- Karatas M. (2019), “Hydrogen energy storage method selection using fuzzy axiomatic design and analytic hierarchy process”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Available online 11 December 2019.
- Kaya I., Çolak M. and Terzi F. (2019), “A comprehensive review of fuzzy multi criteria decision making methodologies for energy policy making”, *Energy Strategy Reviews*, Volume 24, April 2019, Pages 207-228.
- Kaya T. and Cengiz Kahraman (2011), “Multicriteria decision making in energy planning using a modified fuzzy TOPSIS methodology”, *Expert Systems with Applications*, Volume 38, Issue 6, June 2011, Pages 6577-6585.
- Kilani K.B, A. Haj Hamida and M.Elleuch (2019), “North Africa grid interconnection weakness: Impact on the Tunisian PES emergencies”, *Energy Reports*, Volume 5, November 2019, Pages 1420-1425.
- Kousksou T., Allouhi A., Belattar M., Jamil A., El Rhafiki T. and Zeraouli Y. (2015a),

- “Morocco’s strategy for energy security and low-carbon growth”, Energy, Volume 84, 1 May 2015, Pages 98-105.
- Kousksou T., Allouhi A., Belattar M., Jamil A., El Rhafiki T. and Zeraouli Y. (2015b), “Renewable energy potential and national policy directions for sustainable development in Morocco”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 47, July 2015, Pages 46-57.
- Kumar A., Bikash Sah, Arvind R. Singh, Yan Deng, Xiangning He, Praveen Kumar and R.C. Bansald (2017), “A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 69, March 2017, Pages 596-609.
- Ligus M. and Peternek P. (2018), “Determination of most suitable low-emission energy technologies development in Poland using integrated fuzzy AHP-TOPSIS method”, Energy Procedia, Volume 153, October 2018, Pages 101-106.
- Med-TSO (2014a), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 01 - MAPT Morocco - Portugal, https://www.med-tso.com/publications/pub3/01_MAPT_Detailed_Project_Description.pdf (accessed 20 November 2019).
- Med-TSO (2014b), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 02 - MAES Morocco - Spain, https://www.med-tso.com/publications/pub3/02_MAES_Detailed_Project_Description.pdf (accessed 22 November 2019).
- Med-TSO (2014c), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 03 - DZES Algeria - Spain, https://www.med-tso.com/publications/pub3/03_DZES_Detailed_Project_Description.pdf (accessed 23 November 2019).
- Med-TSO (2014d), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 04 - DZIT Algeria - Italy, https://www.med-tso.com/publications/pub3/04_DZIT_Detailed_Project_Description.pdf (accessed 24 November 2019).
- Med-TSO (2014e), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 05 - TNIT Tunisia - Italy, https://www.med-tso.com/publications/pub3/05_TNIT_Detailed_Project_Description.pdf (accessed 26 November 2019).
- Med-TSO (2014f), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 07 - DZTN Algeria - Tunisia, https://www.med-tso.com/publications/pub3/07_DZTN_Detailed_Project_Description.pdf (accessed 28 November 2019).
- Med-TSO (2014g), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 08 - TNLYEY Tunisia-Libya-Egypt, https://www.med-tso.com/publications/pub3/08_TNLYEY_Detailed_Project_Description.pdf (accessed 30 November 2019).
- Med-TSO (2014h), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 09 - TREY Turkey - Egypt, https://www.med-tso.com/publications/pub3/09_TREY_Detailed_Project_Description.pdf

- [tso.com/publications/pub3/09_TREY_Detailed_Project_Description.pdf](https://www.med-tso.com/publications/pub3/09_TREY_Detailed_Project_Description.pdf) (accessed 27 November 2019).
- Med-TSO (2014i), Deliverable 2.1.2 Detailed Project Description 11 - EYJO Egypt - Jordan, https://www.med-tso.com/publications/pub3/11_EYJO_Detailed_Project_Description.pdf (accessed 1 December 2019).
- Meghanathan, N., Boumerdassi, S., Chaki, N., and Nagamalai, D. (2010), “Recent Trends in Network Security and Applications: Third International Conference”, Springer-Verlag, pp. 247-248.
- Mohamed S.A. (2020), “Application of geo-spatial Analytical Hierarchy Process and multi-criteria analysis for site suitability of the desalination solar stations in Egypt”, *Journal of African Earth Sciences*, Volume 164, April 2020, 103767.
- Mondal H.A, Ringler C., Al-Riffai P., Eldidi H., Breisinger C. and Wiebelt M. (2019), “Long-term optimization of Egypt’s power sector: Policy implications”, *Energy*, Volume 166, 1 January 2019, Pages 1063-1073.
- Moore S. (2017) «Evaluating the energy security of electricity interdependence: Perspectives from Morocco», *Energy Research & Social Science*, Volume 24, February 2017, Pages 21-29.
- Moran J. (2019, October 23). WINDS OF CHANGE FOR EU-MOROCCO RELATIONS. https://www.ceps.eu/winds-of-change-for-eu-morocco-relations/?mc_cid=722dabe54b&mc_eid=0d64bc0773 (accessed 8 November 2019).
- Naji A. (2019, 17 February). Morocco and Renewable Energy Sector. https://wsimag.com/economy-and-politics/50043-morocco-and-renewable-energy-sector?fbclid=IwAR13Tf3cM2SzBGV-ahMswuTvvAy0vqg4j_1TN1xAk_1TLIOxnD3zOTyzPIU
- Navarro J.G. (2019, February 14). Spain and Morocco will build a third electric interconnection under the Strait. Spain’s News. <https://spainsnews.com/spain-and-morocco-will-build-a-third-electric-interconnection-under-the-strait/>
- Nordea (2020). Country profile Morocco. <https://www.nordeatrade.com/en/explore-new-market/morocco/investment> (accessed 3 March 2020).
- OECD/IEA. Renewables 2018. Available online: www.iea.org/statistics/ (accessed on 12 March 2020).
- Özcan, Evren Can & Ünlüsoy, Sultan & Eren, Tamer, (2017), "A combined goal programming - AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 78, Pages 1410-1423.
- Papapostolou A., Charikleia Karakosta, Alexandros Nikas and John Psarras (2017), “Exploring opportunities and risks for RES-E deployment under Cooperation Mechanisms between EU and Western Balkans: A multi-criteria assessment”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 80, December 2017, Pages 519-530.

- Papapostolou A., Karakosta C., Kourti K.A., Doukas H. and Psarras J. (2019) “Supporting Europe’s Energy Policy Towards a Decarbonised Energy System: A Comparative Assessment”, *Sustainability* 2019, 11(15), 4010.
- Perera A.T.D., Attalage R.A., Perera K.K.C.K. and Dassanayake V.P.C. (2013), “A hybrid tool to combine multi-objective optimization and multi-criterion decision making in designing standalone hybrid energy systems”, *Applied Energy*, Volume 107, July 2013, Pages 412-425.
- Privacy Shield (2018). Egypt - Renewable Energy.
<https://www.privacyshield.gov/article?id=Egypt-Renewable-Energy>
- Ren H., Weijun Gao, Weisheng Zhou and Ken’ichi Nakagami (2009), “Multi-criteria evaluation for the optimal adoption of distributed residential energy systems in Japan”, *Energy Policy*, Volume 37, Issue 12, December 2009, Pages 5484-5493.
- RES4MED (2016), “Survey on the main barriers affecting investments in RE capacity in the Mediterranean”, Focus on Southern and Eastern Mediterranean Countries (SEMCs)
- RVO (2018), Business Opportunities Report for Morocco’s Renewable Energy Sector, Netherlands Enterprise Agency
- Saiah S.B.D and Amine Boudghene Stambouli (2017), “Prospective analysis for a long-term optimal energy mix planning in Algeria: Towards high electricity generation security in 2062”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 73, June 2017, Pages 26-43.
- Samy M.M., Barakat S. and Ramadan H.S (2019), “Techno-economic analysis for rustic electrification in Egypt using multi-source renewable energy based on PV/ wind/ FC”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Available online 3 May 2019.
- Schinke B. and Klawitter J. (2016), Summary: Country Fact Sheet Morocco, Energy and Development at a Glance, Middle East North Africa Sustainable ELECTricity Trajectories (MENA-SELECT) Project; Germanwatch: Bonn, Germany, 2016.
- Schinko T., Bohm S., Komendantova N., El Mostafa Jamea and Blohm M. (2019), “Morocco’s sustainable energy transition and the role of financing costs: a participatory electricity system modeling approach”, *Energy, Sustainability and Society*, Volume 9, Article number: 1 (2019).
- Schwerhoff G. and Sy M. (2017), “Financing renewable energy in Africa - Key challenge of the sustainable development goals”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 75, August 2017, Pages 393-401.
- Shen H., Qian Dai, Qi Wu, Junling Wu, Qinyong Zhou, Jiarong Wang, Wei Yang, Rui Pestana and Ricardo Pastor (2018) “The state-of-the-arts of the study on grid interconnection between Iberian Peninsula and West Maghreb region”, *Global Energy Interconnection*, Volume 1, Issue 1, January 2018, Pages 20-28
- Si J., Marjanovic-Halburd L. Nasiri F. and Bell S., (2016) “Assessment of building-integrated green technologies: A review and case study on applications of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method”, *Sustainable Cities and Society*, Volume 27, Pages 106-115.

- Si T., Wang C., Liu R., Guo Y., Yue S. and Ren Y. (2020), “Multi-criteria comprehensive energy efficiency assessment based on fuzzy-AHP method: A case study of post-treatment technologies for coal-fired units”, *Energy*, Volume 200, 1 June 2020, 117533.
- Siksnyte I., Edmundas Kazimieras Zavadskas, Dalia Streimikiene and Deepak Sharma (2018), “An Overview of Multi-Criteria Decision-Making Methods in Dealing with Sustainable Energy Development Issues”, *Energies*.
- Strantzali E., Aravossis K and Livanos G.A. (2017), “Evaluation of future sustainable electricity generation alternatives: the case of a Greek island”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 76, September 2017, Pages 775-787.
- Tabaraee E., S. Ebrahimnejad S. and S. Bamdad S. (2017), “Evaluation of power plants to prioritise the investment projects using fuzzy PROMETHEE method”, *Int. J. Sustain. Energy* (2017).
- Taha R.A. and Tugrul Daim (2013), “Multi-Criteria Applications in Renewable Energy Analysis, a Literature Review”.
- The Energy Charter Treaty (2019) <https://www.energycharter.org/process/energy-charter-treaty-1994/energy-charter-treaty/> (accessed 5 November 2019)
- The World Bank (2013) Middle East and North Africa Integration of Electricity Networks in the Arab World Regional Market Structure and Design
<http://documents.worldbank.org/curated/en/415281468059650302/pdf/ACS71240ESW0WH0I0and0I1000Final0PDF.pdf> (accessed 1 December 2019).
- The World Bank (2019a) The World Bank In Egypt
<https://www.worldbank.org/en/country/egypt/overview#2> (accessed 17 May 2020).
- The World Bank (2019b) The World Bank in Morocco
<https://www.worldbank.org/en/country/morocco/overview#2> (accessed 15 May 2020).
- Trieb, F., Hess, D., Kern, J., Fichter, T., Moser, M., Pfenning, U., Caldez, N., de la Rua, C., Türk, A., Frieden, D., El Gharras, A., Cottret, N., Beneking, A., Ellenbeck, S., Lilliestam, J. (2015), “WP3: North Africa Case Study Final Report”, Bringing Europe and Third countries closer together through renewable Energies, BETTER, CIEMAT, Contract No: IEE/11/845/SI2.616378.
- Wang H., Lin Duanmu, Risto Lahdelma and Xiangli Li (2018) “A fuzzy-grey multicriteria decision making model for district heating system”, *Applied Thermal Engineering*, Volume 128, 5 January 2018, Pages 1051-1061.
- Wang L., Guoyuan Ma, Feng Zhou, Yu Liu and Tian Tian (2019), “Multicriteria decision-making approach for selecting ventilation heat recovery devices based on the attributes of buildings and the preferences of decision makers”, *Sustainable Cities and Society*, Volume 51, November 2019, 101753.
- Wiguna K.A, Sarno R and Ariyani N.F. (2016), “Optimization solar farm site selection using multi-criteria decision making fuzzy AHP and PROMETHEE: case study in Bali”, *International Conference on Information, Communication Technology and System*

- (ICTS), Surabaya (2016), Pages. 237-243
- Wikipedia contributors. (2019a, October 1). EuroAfrica Interconnector. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 09:25, November 21, 2019, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=EuroAfrica_Interconnector&oldid=919010148
- Wikipedia contributors. (2019b, November 3). European Network of Transmission System Operators for Electricity. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 12:05, November 18, 2019, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=European_Network_of_Transmission_System_Operators_for_Electricity&oldid=924419573
- Wikipedia contributors. (2020, March 10). Benban Solar Park. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 10:00, March 13, 2020, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Benban_Solar_Park&oldid=944938080
- Wu Y., Wang Y., Chen K., Xu C. and Li L. (2017), “Social sustainability assessment of small hydropower with hesitant PROMETHEE method”, *Sustainable Cities and Society*, Volume 35, November 2017, Pages 522-537.
- Wu Y., Wang J., Hu Y., Ke Y. and Li L. (2018) “An extended TODIM-PROMETHEE method for waste-to-energy plant site selection based on sustainability perspective”, Volume 156, 1 August 2018, Pages 1-16.
- Wu Y., Zhang B., Wu C., Zhang T. and Liu F. (2019), “Optimal site selection for parabolic trough concentrating solar power plant using extended PROMETHEE method: A case in China”, *Renewable Energy*, Volume 143, December 2019, Pages 1910-1927.
- Wu Y., Tao Y., Zhang B., Wang S., Xu C. and Zhou J. (2020), “A decision framework of offshore wind power station site selection using a PROMETHEE method under intuitionistic fuzzy environment: A case in China”, *Ocean & Coastal Management*, Volume 184, 1 February 2020, 105016.
- Zhang X.P., Mingyu OU, Yanmin SONG and Xiaolu LI (2017) «Review of Middle East energy interconnection development», *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, November 2017, Volume 5, Issue 6, pp 917-935.
- Zhao N., Zeshui X. and Zhiliang R. (2019), “Hesitant fuzzy linguistic prioritized superiority and inferiority ranking method and its application in sustainable energy technology evaluation”, *Information Sciences*, Volume 478, April 2019, Pages 239-2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Παράρτημα

8 Παράρτημα

8.1 Κατάλογος Συντομογραφιών

ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΚ	Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο
ΕΟΧ	Ευρωπαϊκός Οικονομικός Χώρος
ΕΣΕΚ	Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα
ΗΕ-ΑΠΕ	Ηλεκτρική Ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΣΕΔΕ	Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών
ΤΙΠ	Τόνος Ισοδυνάμου Πετρελαίου
AfBD	African Development Bank
AHP	Analytic Hierarchy Process
AMEE	Moroccan Agency for Energy Efficiency
ANP	Analytic Network Process
ANRE	National Electricity Regulatory Authority
COM	Communication / Ανακοίνωση
COP	Conference of parties
CPF	Country Partnership Framework
CSP	Concentrating Solar Power
EC	European Commission
EETC	Egypt Electricity Transmission Company
ELECTRE	Elimination EtChoix Traduisant la REalite'
EPC	Energy Performance Certificate
et al.	et alia
EU	European Union
FDI	Foreign Direct Investment
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GRA	Grey Relational Analysis
IEA	International Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRENA	International Renewable Energy Agency
IRESEN	Institut De Recherche En Energie Solaire Et Energies Nouvelles
ISES	Integrated Sustainable Energy Strategy
MASEN	Moroccan Agency for Solar Energy
MCDM	Multiple-criteria decision-making
MENA	Middle East and North Africa
MOERE	Ministry of Electricity and Renewable Energy
NES	National Energy Strategy
NREA	New and Renewable Energy Authority
ONEE	Office National De L'electricité Et De L'eau.PAREMA, Partenariat Énergétique Maroco-Allemand
PLR	Performance and Learning Review
pp.	pages
PPA	Power Purchase Agreement
PROMETHEE	Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations
RED	Renewable Energy Directive
RES	Renewable Energy Sources
STEG	Societe Tunisienne de l'Electricite et de Gaz

TOPSIS Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VIKOR VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje