



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ "ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ"

**Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής
καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών
αλλαγών.**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ηλίας Καταβούτας

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Χρυσόστομος (Χάρης) Δούκας, Αναπληρωτής
Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Φεβρουάριος 2020

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε
σενάρια μελλοντικών αλλαγών.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ "ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ"

**Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής
καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών
αλλαγών.**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ηλίας Καταβούτας

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Χρυσόστομος (Χάρης) Δούκας, Αναπληρωτής
Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 17η Φεβρουαρίου 2020.

Χ. Δούκας
Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Δ. Ασκούνης
Καθηγητής ΕΜΠ

Ι. Ψαρράς
Καθηγητής ΕΜΠ

Φεβρουάριος 2020

Πρόλογος

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2019 – 2020 στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Χάρη Δούκα για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο και την αμέριστη βοήθειά και καθοδήγησή του σε όλη την περίοδο εκπόνησης της εργασίας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου για την πολύτιμη βοήθειά τους και την αμέριστη υποστήριξη τους σε όλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνώνται οι μελλοντικές αλλαγές στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ υπό το πρίσμα της ανάλυσης των συστημάτων καινοτομίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται πώς η εμπειρική ανάλυση του λειτουργικού συστήματος καινοτομιών κατά την περίοδο 2000 έως 2015 μπορεί να χαρτογραφηθεί σε τέσσερα σενάρια που διαφέρουν σαν βασικές υποθέσεις σχετικά με το πώς το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ μπορεί να αλλάξει το 2050. Χρησιμοποιήθηκαν πλαίσια παλινδρόμησης για να αναλυθεί ένα ολοκληρωμένο σύνολο δεικτών του συστήματος καινοτομίας, που προσδιορίζουν τους καθοριστικούς παράγοντες σημαντικών αποτελεσμάτων της καινοτομίας. Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν ποιες διαδικασίες καινοτομίας που μετρούνται από ανεξάρτητες μεταβλητές στα οικονομετρικά μοντέλα δίνουν έμφαση ή όχι στα τέσσερα διαφορετικά σενάρια. Αυτό επιτρέπει την μετάφραση της εμπειρικής ανάλυσης σε ποσοτικές και επεξηγηματικές γνώσεις για την ερμηνεία κάθε σεναρίου.

Η εργασία βασίστηκε στο έργο SET-Nav (<http://www.set-nav.eu/content/pages/about-set-nav-project>). Το έργο SET-Nav χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των τεσσάρων αυτών ξεχωριστών εναλλακτικών μονοπατιών για μια αποτελεσματική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (στον ενεργειακό τομέα): "Diversification", "National Champions", "Localisation" και "Directed Vision". Προκειμένου να καθοριστούν πρώτα τα κύρια χαρακτηριστικά κάθε μονοπατιού, τοποθετήθηκαν αρχικά κάτω από δύο βασικές αβεβαιότητες: το επίπεδο συνεργασίας και το επίπεδο αποκέντρωσης. Αυτή η τυπολογία σεναρίων επιτρέπει τον καθορισμό μιας κοινής δέσμης υποθέσεων (π.χ. κόστος τεχνολογίας, ποσοστά εκμάθησης, διαθέσιμη τεχνολογία και γενική γραμμή πολιτικής) που μπορεί να ποικίλει για όλες τις διαδρομές και στη συνέχεια να αντικατοπτριστεί ως εισροή στις ομάδες μοντελοποίησης SET-Nav. Στο πλαίσιο της διαδικασίας καθορισμού των μονοπατιών, τα συμπεράσματα από τις μελέτες των περιπτώσεων SET-Nav λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό των χαρακτηριστικών των μονοπατιών. Δεδομένου ότι κάθε μελέτη περίπτωσης έχει εφαρμόσει και αναπτύξει μια προσέγγιση (πλαίσιο μοντέλου) για την ανάλυση ενός συγκεκριμένου ενεργειακού τομέα, η συμμετοχή του είναι ζωτικής σημασίας για την αξιολόγηση του αποτελέσματος των τεσσάρων αυτών μονοπατιών.

Λέξεις κλειδιά: Ευρωπαϊκή ένωση, Καινοτομία, ενεργειακό σύστημα, μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, SET-Nav project.

Abstract

This paper explores the future changes in the EU energy system from the point of view of analyzing innovation systems. In particular, it is shown how empirical analysis of the innovation operating system from 2000 to 2015 can be mapped into four scenarios that differ as key assumptions about how the EU energy system can change in 2050. Regression frameworks were used to analyze one an integrated set of indicators of the innovation system, identifying the determinants of significant innovation outcomes. Next, it was determined which innovation processes measured by independent variables in the econometric models emphasize whether or not the four different pathways are involved. This allows the translation of empirical analysis into quantitative and explanatory knowledge for the interpretation of each scenario.

The paper was based on the SET-Nav project (<http://www.set-nav.eu/content/pages/about-set-nav-project>). The SET-Nav project was used to analyze these four separate alternative pathways to effectively reduce carbon dioxide emissions (in the energy sector): "Diversification", "National Champions", "Localization" and "Directed Vision". In order to first determine the main features of each path, two basic uncertainties were initially placed: the level of cooperation and the level of decentralization. This scenario typology allows for the definition of a common set of assumptions (eg technology costs, learning rates, technology available, and general policy line) that can vary across paths and then be reflected as input to SET-Nav modeling teams. In the process of defining the paths, the conclusions from the SET-Nav case studies are taken into account when designing the path characteristics. As each case study has applied and developed an approach (model framework) for the analysis of a particular energy sector, its involvement is crucial for evaluating the outcome of these four paths.

Keywords: European Union, Innovation, Energy system, Reduction of carbon dioxide emissions, SET-Nav project.

Πίνακας Περιεχομένων

1.	Εισαγωγή	7
2.	Σενάρια μελλοντικών αλλαγών στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ.....	7
2.1	Εξερεύνηση κρίσιμων αβεβαιοτήτων χρησιμοποιώντας σενάρια	7
2.2	SET-Nav - Navigating the Roadmap for Clean, Secure and Efficient Energy Innovation	9
2.3	Ένα τυπολόγιο σεναρίων για το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ	11
2.4	Τέσσερα σενάρια μελλοντικών αλλαγών στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ	15
3.	Το μεθοδολογικό πλαίσιο	17
3.1	Το πλαίσιο των συστημάτων καινοτομίας της ενεργειακής τεχνολογίας (Energy Technology Innovation Systems - ETIS).....	18
3.2	Ποσοτικοί δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας	20
3.3	Μονοπάτια μελλοντικών αλλαγών στο σύστημα καινοτομίας της ΕΕ στον τομέα των ενεργειακών τεχνολογιών	22
3.3.1	Diversification	23
3.3.2	Directed Vision.....	23
3.3.2	National Champions	24
3.3.4	Localisation	25
3.4	Σύγκριση των τεσσάρων μονοπατιών	26
3.5	Εμπειρικές σχέσεις μεταξύ του ETIS και των αποτελεσμάτων της καινοτομίας ...	27
3.6	Υποθετικές κλασσικές διαδρομές στο ETIS	28
3.6.1	Κωδικοποιημένη γνώση	28
3.6.2	Πρακτική εκμάθηση	30
3.6.3	Μερίδιο αγοράς.....	30
4.	Αποτελέσματα	31
4.1	Μοντέλα παλινδρόμησης συγκεκριμένων κλασσικών διαδρομών ETIS	31
4.1.1	Σύνοψη των αποτελεσμάτων παλινδρόμησης.....	33
4.2	Οικονομικά αποτελέσματα και σενάρια.....	34
4.2.1	Diversification	34
4.2.2	Directed Vision.....	35
4.2.3	National Champions	36
4.2.4	Localisation	36
4.3	Ενημέρωση της ανάλυσης και μοντελοποίησης των ενεργειακών συστημάτων... ..	37
4.3.1	Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, εκμάθησης και ενσωμάτωσης νέων συστημάτων.....	37
4.3.2	Χρήση των γνώσεων του ETIS από τους διαμορφωτές ενεργειακών συστημάτων.....	40

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

5. Συμπεράσματα.....	42
6. Βιβλιογραφία.....	44

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1. Δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας στο πλαίσιο του ETIS	21
Πίνακας 2. Δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας που ενισχύονται ή αποδυναμώνονται στα 4 μονοπάτια των μελλοντικών αλλαγών στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ. (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim,2018)	27
Πίνακας 3. Παλινδρομήσεις που δοκιμάζουν διαφορετικά σύνολα υποθετικών συνδέσμων από τις διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας (μπλε, κίτρινο, γκριζα κελιά) σε συγκεκριμένα αποτελέσματα καινοτομίας (πράσινα κύτταρα). Σημειώσεις: Πράσινο κελί = μεταβλητή έκβασης. μπλε κελί = θετικός συντελεστής. κίτρινο κελί = αρνητικός συντελεστής. γκρι κελί = μη σημαντικό. κενό στοιχείο = δεν περιλαμβάνονται στις προδιαγραφές του μοντέλου.	32
Πίνακας 4. Σημαντικές επεξηγηματικές μεταβλητές για διαφορετικές μεταβλητές έκβασης. Το σύμβολο συντελεστή που εμφανίζεται στις αγκύλες ως (+) ή (-) υποδεικνύει ότι τα αποτελέσματα ποικίλλουν ανάλογα με τις προδιαγραφές μοντέλου, π.χ. εάν το μοντέλο Α βρίσκει + συντελεστή και το μοντέλο Β βρίσκει n.s. συντελεστή, το συνδυασμένο αποτέλεσμα συνοψίζεται ως (+)	33
Πίνακας 5. Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, μάθησης και ολοκλήρωσης συστημάτων σε κάθε ιστορία. Η συνολική επίδραση σε κάθε κύτταρο συνοψίζεται στην κορυφή της γκρι ράβδου: + μέτρια. ~ ουδέτερη; - ασθενής. -- πολύ αδύναμο...40	40

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1. . Εξερεύνηση πιθανών μελλοντικών συνθηκών χρησιμοποιώντας σενάρια. Το αριστερό πλαίσιο παρουσιάζει τυπολογία σεναρίων από την ειδική έκθεση IPCC (2000) για τα σενάρια εκπομπών. η δεξιά στήλη αντιπροσωπεύει χώρο μελλοντικών δυνατοτήτων που διερευνάται από σενάρια εκπομπών. (Edenhofer και Minx 2014)...9	9
Εικόνα 2. Ο χώρος των μελλοντικών ενεργειακών συστημάτων της ΕΕ. Ο αριστερός πίνακας δείχνει μια τυπολογία σεναρίου 2x2 που διαφέρει από δύο κρίσιμες αβεβαιότητες. Το δεξιό πλαίσιο αντιπροσωπεύει τέσσερις διαδρομές που καλύπτουν το χώρο πιθανοτήτων.....	14
Εικόνα 3. Βασικά χαρακτηριστικά τεσσάρων μονοπατιών για το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ. (Carley 2010, Facchini 2017)	17
Εικόνα 4. Το πλαίσιο του συστήματος καινοτομίας της ενεργειακής τεχνολογίας (ETIS) σε απλοποιημένη μορφή (αριστερός πίνακας) και με όλες τις διαδικασίες που παρουσιάζονται (δεξιά στήλη). (Gallagher et al., 2012, Grubler et al., 2012, Grubler and Wilson 2014).....	19
Εικόνα 5. Τέσσερις ιστορίες αλλαγών στο σύστημα καινοτομίας της ΕΕ για την ενεργειακή τεχνολογία (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim,2018)	22

1. Εισαγωγή

Η δομή της εργασίας είναι η εξής. Πρώτον, εξετάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των σεναρίων και οι κρίσιμες αβεβαιότητες σχετικά με τις μελλοντικές αλλαγές στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ που διερευνάται. Δεύτερον, προσδιορίζεται η έμφαση που δίνεται σε κάθε ιστορία σε συγκεκριμένες διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας, οι οποίες μπορεί είτε να ενισχυθούν είτε να αποδυναμωθούν από τις παραδοχές του κάθε σεναρίου. Τρίτον, συνοψίζονται τα αποτελέσματα της οικονομετρικής εκτίμησης σχετικά με τις παρατηρούμενες ιστορικές σχέσεις μεταξύ των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας και των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων της καινοτομίας (π.χ., κατοχύρωση με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, ποσοστά εκμάθησης, ανάπτυξη της αγοράς). Τέλος, συνδυάζονται τα εμπειρικά ευρήματα με την έμφαση που δίνει η κάθε οδός για να δημιουργηθούν τόσο ποσοτικά όσο και επεξηγηματικά αποτελέσματα για κάθε ιστορία ως εισροή σε λεπτομερέστερη μοντελοποίηση και ανάλυση ενεργειακών συστημάτων.

2. Σενάρια μελλοντικών αλλαγών στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ

2.1 Εξερεύνηση κρίσιμων αβεβαιοτήτων χρησιμοποιώντας σενάρια

Τα σενάρια είναι συνήθως εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση αβέβαιων μελλοντικών συνθηκών. Έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στο πλαίσιο της βιώσιμης ενέργειας και της κλιματικής αλλαγής. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) παρέχει αρκετούς χρήσιμους ορισμούς των σεναρίων που χρησιμοποιούνται στην επιστημονική ανάλυση των μελλοντικών κλιματικών αλλαγών. Τα σενάρια χρησιμοποιούνται ως «εναλλακτικές εικόνες για το πώς μπορεί να εξελιχθεί το μέλλον» (Nakicenovic et al., 2000) και «εύλογες περιγραφές για το πώς μπορεί να αναπτυχθεί το μέλλον βάσει ενός εσωτερικά συνεκτικού συνόλου υποθέσεων που αφορούν τις βασικές σχέσεις και τις κινητήριες δυνάμεις» (Fisher et al., 2007). Στην ουσία, τα σενάρια είναι απλά ιστορίες

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

για πιθανά μελλοντικά ενδεχόμενα. Αυτό που είναι σημαντικό για την ορθή χρήση τους σε επιστημονικό πλαίσιο είναι ότι αυτές οι ιστορίες βασίζονται σε :

- (1) ένα συνεκτικό και εσωτερικά συνεπές σύνολο υποθέσεων σχετικά με
- (2) τις βασικές σχέσεις και τις κινητήριες δυνάμεις της αλλαγής, οι οποίες οδηγούν σε
- (3) εύλογες περιγραφές για το πώς μπορεί να εξελιχθεί το μέλλον.

(Fisher et al., 2007)

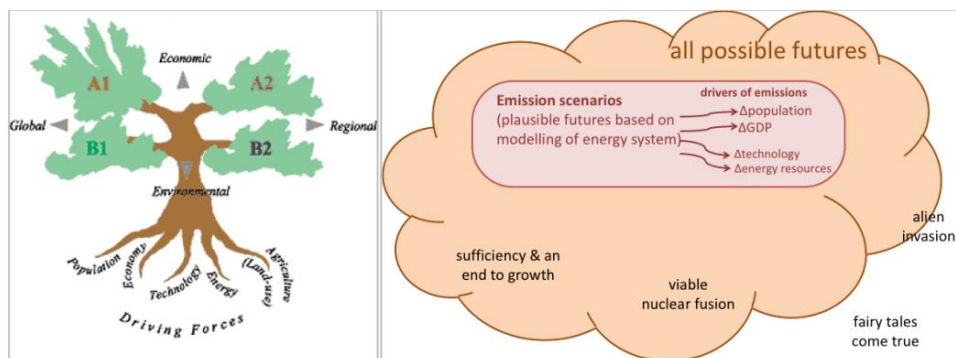
Καθώς το μέλλον ενός πολύπλοκου συστήματος, όπως είναι το ενεργειακό σύστημα, είναι αναμφισβήτητα αβέβαιο, τα σενάρια παρέχουν έναν τρόπο διερεύνησης και καλύτερης κατανόησης των χαρακτηριστικών αβεβαιοτήτων. Τα σενάρια βοηθούν στην πρόβλεψη και το σχεδιασμό σε περίπτωση δυνητικά δυσμενών μελλοντικών συνθηκών. Τα σενάρια παρέχουν επίσης στους εκάστοτε υπεύθυνους λήψης αποφάσεων τη δυνατότητα να δοκιμάσουν συνδέσμους από βραχυπρόθεσμες δράσεις σε μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. (Fisher et al., 2007)

Για να είναι ελκυστικές σε αναλυτικό επίπεδο, οι μελέτες σεναρίων συνήθως προσδιορίζουν ένα μικρό αριθμό κρίσιμων αβεβαιοτήτων (με βάση τις διαθέσιμες γνώσεις) και στη συνέχεια μεταβάλλουν συστηματικά τους σχετικούς παράγοντες αλλαγής, προκειμένου να διερευνήσουν πώς αυτές οι κρίσιμες αβεβαιότητες μπορούν να επηρεάσουν τα μελλοντικά αποτελέσματα. (Nakicenovic et al., 2000)

Για παράδειγμα, στην Εικόνα 1 (αριστερό πλαίσιο) δείχνει την διακλάδωση ενός σεναρίου 2x2 που χρησιμοποιήθηκε στην πρωτοποριακή μελέτη των σεναρίων εκπομπών (Nakicenovic et al., 2000). Αυτή η συγκεκριμένη διακλάδωση δημιούργησε δύο κρίσιμες αβεβαιότητες: παγκόσμια ενσωμάτωση έναντι τοπικών παραλλαγών (άξονας x) και έμφαση στην οικονομική ανάπτυξη έναντι της προστασίας του περιβάλλοντος (άξονας y). Η διακλάδωση δημιούργησε τέσσερα πολύ διαφορετικά σενάρια μελλοντικών αλλαγών στην παγκόσμια οικονομία, την ενέργεια και τα συστήματα εδαφικής εκμετάλλευσης, τα οποία στη συνέχεια θα μπορούσαν να εμπλουτιστούν με ποσοτικά μοντέλα συστημάτων. Παρόλο που τα σενάρια που προέκυψαν κάλυψαν μόνο ένα μέρος του χώρου των μελλοντικών πιθανοτήτων, αυτό περιείχε το μεγαλύτερο μέρος του ενδιαφέροντος των υπεύθυνων λήψης αποφάσεων για την πλοήγηση ενός μαθήματος μέσω σημαντικών πολιτικών και οικονομικών αβεβαιοτήτων. Μια συχνά χρησιμοποιούμενη αναλογία είναι αυτή των επιστήμονων

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

που μοντελοποιούν σενάρια και είναι ουσιαστικά οι «υπεύθυνοι χαρτογράφησης» που παρέχουν μια υπηρεσία στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων ως «πλοηγοί» (Edenhofer και Minx 2014). Άγνωστα στοιχεία που δεν ενδιαφέρουν τους υπεύθυνους για τη λήψη αποφάσεων μπορούν επομένως να παραμείνουν εκτός ανάλυσης. Παραδείγματα περιλαμβάνουν το αν η παγκόσμια οικονομία μπορεί να εγκαταλείψει την ανάπτυξη για ισορροπημένη σταθερότητα ή εάν η πυρηνική σύντηξη θα μπορούσε να καταστεί βιώσιμη (Εικόνα 1, δεξιός πίνακας).



Εικόνα 1. . Εξερεύνηση πιθανών μελλοντικών συνθηκών χρησιμοποιώντας σενάρια. Το αριστερό πλαίσιο παρουσιάζει τυπολογία σεναρίων από την ειδική έκθεση IPCC (2000) για τα σενάρια εκπομπών. η δεξιά στήλη αντιπροσωπεύει χώρο μελλοντικών δυνατοτήτων που διερευνάται από σενάρια εκπομπών. (Edenhofer και Minx 2014)

2.2 SET-Nav - Navigating the Roadmap for Clean, Secure and Efficient Energy Innovation

Το project SET-Nav αποσκοπεί στην υποστήριξη της λήψης στρατηγικών αποφάσεων στον ευρωπαϊκό ενεργειακό τομέα, ενισχύοντας την καινοτομία προς ένα καθαρό, ασφαλές και αποδοτικό ενεργειακό σύστημα.

Το SET-Nav παράγει συμβολές σε τρεις διαστάσεις:

- ✓ την ανάπτυξη ενός μοντέλου ατζέντας για τη λήψη αποφάσεων στον ενεργειακό τομέα
- ✓ την ανάλυση του αντικτύπου των πολλαπλών μελλοντικών πορειών και πολιτικών

**Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε
σενάρια μελλοντικών αλλαγών.**

- ✓ την ανάπτυξη του διαλόγου και της διάδοσης των ενδιαφερομένων μερών

(<http://www.set-nav.eu/content/pages/about-set-nav-project>)

Οι συνεισφορές του σχεδίου SET-Nav βασίζονται σε τρεις πυλώνες:

- ✓ Το ευρύ φάσμα των στόχων και των αναλυτικών προκλήσεων που τίθενται στην πρόσκληση υποβολής προτάσεων μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την ανάπτυξη ενός ευρύτερου και τεχνικά προηγμένου χαρτοφυλακίου μοντελοποίησης. Η προώθηση αυτού του χαρτοφυλακίου και η ανταλλαγή γνώσεων μέσω ενός φόρουμ μοντελοποίησης είναι ο πρώτος πυλώνας μας.
- ✓ Οι προκλήσεις της ΕΕ στον τομέα της ενέργειας, της καινοτομίας και του κλίματος καθορίζουν την κατεύθυνση ενός μελλοντικού ενεργειακού συστήματος της ΕΕ, όμως οι ειδικές τεχνολογικές διαδρομές είναι ευαίσθητες στην πολιτική και χρειάζονται προσεκτική συγκριτική αξιολόγηση. Χρησιμοποιώντας τις ενισχυμένες δυνατότητες μοντελοποίησης σε μια ολοκληρωμένη ιεραρχία μοντέλων, αναλύονται οι πολλαπλές διαστάσεις των επιπτώσεων των μελλοντικών διαδρομών: βιωσιμότητα, αξιοπιστία και ασφάλεια εφοδιασμού, παγκόσμια ανταγωνιστικότητα και αποδοτικότητα. Η ανάλυση αυτή θα συνδυάζει «περιπτωσιολογικές μελέτες» «από κάτω προς τα άνω» που συνδέονται με το πλήρες φάσμα των θεμάτων του σχεδίου SET με ολιστικές «οδούς μετασχηματισμού».
- ✓ Ο διάλογος και η διάδοση των ενδιαφερομένων είναι ο τρίτος πυλώνας του SET-Nav. Η ενεργός συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών σε μια διαδικασία αμφίδρομης επικοινωνίας θα παράσχει πραγματικό έλεγχο στις παραδοχές και τις προσεγγίσεις για τη μοντελοποίηση και θα εξασφαλίσει υψηλή σημασία στην πολιτική.

Ο πρωταρχικός στόχος της SET-Nav είναι να υποστηρίξει τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων στον ευρωπαϊκό ενεργειακό τομέα, ενισχύοντας την καινοτομία προς ένα καθαρό, ασφαλές και αποδοτικό ενεργειακό σύστημα, όπως προαναφέρθηκε. Προκειμένου να κατανοηθούν καλύτερα οι περίπλοκοι δεσμοί, οι αλληλεπιδράσεις και οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των διάφορων φορέων, οι διαθέσιμες τεχνολογίες και ο

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

αντίκτυπος των διαφόρων παρεμβάσεων στο ενεργειακό σύστημα, δημιουργείται ένα ευρύ φάσμα αναλύσεων. Για να συμβάλει ουσιαστικά στην επίτευξη των στόχων απαιτεί μεγάλο φάσμα μοντέλων. Για να εξασφαλιστεί η εστίαση στις σημαντικότερες πτυχές και τη σημασία της πολιτικής, θα πρέπει να συμμετέχουν εταίροι από τη βιομηχανία και ενδιαφερόμενοι με ποικίλες προοπτικές από την αρχή μέχρι το τέλος.

Αυτό οδηγεί στους τρεις βασικούς στόχους του SET-Nav:

- ✓ Ενίσχυση των δυνατοτήτων μοντελοποίησης για την καλύτερη κατανόηση των αλληλεπιδράσεων και των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ φορέων, τεχνολογιών και πολιτικών παρεμβάσεων στο ενεργειακό σύστημα της Ευρώπης.
- ✓ Παροχή υποστήριξης αποφάσεων βάσει μοντέλων για την ενίσχυση της καινοτομίας στον τομέα της ενέργειας προς ένα καθαρό, ασφαλές και αποδοτικό ενεργειακό σύστημα - μέσω στρατηγικών αναλύσεων πολιτικής που ασχολούνται με τις σχετικές τεχνολογικές και πολιτικές επιλογές, συμπληρωμένες με λεπτομερείς συγκριτικές εκτιμήσεις των οδών μετασχηματισμού ενέργειας
- ✓ Εξασφάλιση ενός σωστού ερευνητικού προσανατολισμού και ενός υψηλού αντίκτυπου μέσω μιας συνεχούς και εμπειριστατωμένης συμμετοχής και διαλόγου μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών

(<http://www.set-nav.eu/content/pages/about-set-nav-project>)

2.3 Ένα τυπολόγιο σεναρίων για το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ

Ο ενεργειακός χάρτης πορείας της ΕΕ (EU Energy Roadmap) για το 2050 και οι διάφορες συζητήσεις των ενδιαφερομένων μερών με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σκιαγράφησαν τέσσερις κύριες διαδρομές για τον τομέα της ενέργειας, οι οποίες επικεντρώνονται κυρίως στα εξής:

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

- μέτρα ενεργειακής απόδοσης
- ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- πυρηνική ενέργεια και άνθρακα
- δέσμευση και αποθήκευση

Σε αυτή την λογική, ο σχεδιασμός των διαδρομών SET-Nav εξετάζει τον εντοπισμό των οδηγών, των παραγόντων και των διαστάσεων των σεναρίων που επηρεάζουν αυτές τις επιλογές απανθρακοποίησης (decarbonization). Οι διαδρομές SET-Nav λαμβάνουν υπόψη επίσης και τις διαδρομές απανθρακοποίησης σε άλλους ενεργειακούς τομείς πέραν του ηλεκτρισμού. Για παράδειγμα, οι εξελίξεις στον τομέα των μεταφορών και της θερμότητας καθώς και σε άλλους τομείς προτεραιότητας και καινοτομίας σημειώνονται στο SET-Plan.

Οι διαδρομές Strategic Energy Roadmap SET-Nav ακολουθούν αυτές τις βασικές αρχές της ανάπτυξης ενός σεναρίου για να διερευνήσουν κρίσιμες αβεβαιότητες στη μελλοντική ανάπτυξη του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ. Οι διαδρομές SET-Nav υιοθετούν επίσης την ευρέως χρησιμοποιούμενη τυπολογία σεναρίων 2x2 για να συνδυάσουν δύο κύριες διαστάσεις αβεβαιότητας σε τέσσερα σενάρια που καλύπτουν έναν ευρύ χώρο πιθανοτήτων. Η Εικόνα 2 (αριστερό πλαίσιο) δείχνει το τυπολόγιο σεναρίων που ποικίλλει σε δύο κρίσιμες αβεβαιότητες: την έκταση της αποκέντρωσης (άξονας x), και την έκταση της ευρωπαϊκής συνεργασίας (άξονας y). Τα σημεία του κάθε άξονα μπορούν επομένως να χαρακτηριστούν ως: αποκέντρωση έναντι εξάρτησης της διαδρομής (άξονας x), και η συνεργασία έναντι της εδραίωσης (άξονας y). (Edenhofer και Minx 2014)

Η εξάρτηση της διαδρομής περιγράφει τη διαμόρφωση και τον περιορισμό των μελλοντικών τροχιών ανάπτυξης από το συσσωρευμένο ιστορικό προηγούμενο. Το ενεργειακό σύστημα εξαρτάται έντονα από την διαδρομή του, καθώς είναι μεγάλο, πολύπλοκο, έχει πολλές αλληλεξαρτήσεις και χαρακτηρίζεται από μια υποδομή μεγάλης διάρκειας με αργούς ρυθμούς κύκλου εργασιών. Μέσα στον 20ό αιώνα, οι τεχνικές και οικονομικές αποδόσεις σε μεγάλη κλίμακα έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός πολύ συγκεντρωτικού ενεργειακού συστήματος τόσο από φυσική (π.χ. σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με κλίμακα GW που απέχουν από τους τελικούς χρήστες) όσο και οικονομική άποψη (π.χ. εθνικές ή περιφερειακές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας) (Hughes 1983, Unruh 2000, Seto κ.ά., 2016). Εντούτοις, υπάρχει μια, ολοένα και

**Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε
σενάρια μελλοντικών αλλαγών.**

αυξανόμενη, ισχυρή τεχνολογική και επιχειρηματική υποστήριξη για αποκέντρωση, η οποία καλύπτεται από συστημικές δυνάμεις αλλαγής που κυμαίνονται από την απελευθέρωση της αγοράς, τα περιβαλλοντικά πρότυπα και πολιτικές, την τεχνολογική καινοτομία στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την αποθήκευση, μέχρι και τα ψηφιακά συστήματα ελέγχου με ενεργειακή υποδομή και υλικό (Carley 2010, Facchini 2017). Αυτό δημιουργεί ήδη σημαντικές προκλήσεις για τις εγκατεστημένες εταιρείες ενέργειας, των οποίων τα επιχειρηματικά μοντέλα και οι ισολογισμοί συνδέονται με τα συγκεντρωτικά περιουσιακά στοιχεία (EEI 2013, Midtun και Piccini 2017). Δίνοντας την δυνατότητα σε μικρότερες αυξήσεις των κεφαλαιουχικών επενδύσεων, οι τεχνολογίες μικρότερης κλίμακας, όπως το φυσικό αέριο σχιστόλιθου και την ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια, έχουν ανοίξει την αγορά στην αποσταθεροποιητική δύναμη των νεοεισερχομένων επενδυτών (Helm 2017).

Αυτή η ένταση που δημιουργείται μεταξύ της εξάρτησης από την διαδρομή και της αποκέντρωσης αποτελεί μια σημαντική αβεβαιότητα για τη μελλοντική ανάπτυξη του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ, καθώς επηρεάζει την τεχνολογική καινοτομία και ανάπτυξη, την πολιτική και τους κανονισμούς που αφορούν το περιβάλλον, τις επιχειρηματικές στρατηγικές και επενδύσεις, καθώς και την κοινωνική αποδοχή και δέσμευση. Συνεπώς, είναι μία από τις κρίσιμες αβεβαιότητες που καθορίζουν τον μελλοντικό χώρο δυνατοτήτων που διερευνάται από τις διαδρομές SET-Nav. (Helm 2017)

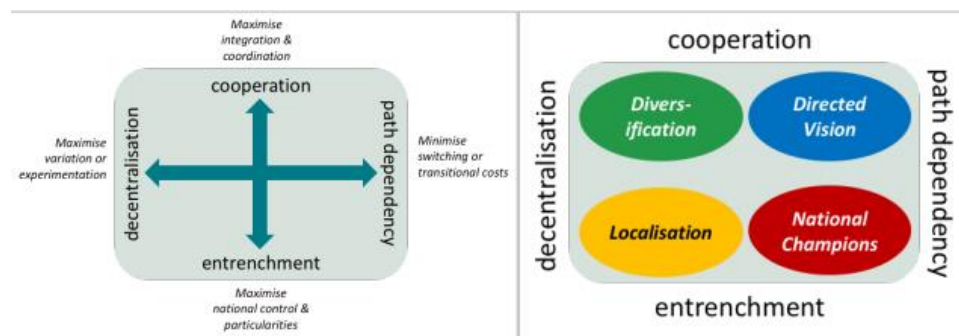
Η δεύτερη κρίσιμη αβεβαιότητα αφορά το πιο εξοικειωμένο και υπαρξιακό ζήτημα της ΕΕ, αυτό της ολοένα στενότερης ένωσης. Πιο συγκεκριμένα για το πλαίσιο αυτό, αφορά την ολοένα στενότερη συνεργασία και ενσωμάτωση στις ενεργειακές αγορές, τις πολιτικές και τις υποδομές. Η ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 2015 σχετικά με τη δέσμη μέτρων για την ενέργεια ανοίγει με το εξής: "Το όραμά μας είναι ένα ολοκληρωμένο ενεργειακό σύστημα σε ολόκληρη την Ευρώπη, όπου η ενέργεια διατίθεται ελεύθερα πέρα από τα σύνορα, με βάση τον ανταγωνισμό και την καλύτερη δυνατή χρήση των πόρων, και με αποτελεσματική ρύθμιση των ενεργειακών αγορών σε επίπεδο ΕΕ όπου αυτό είναι απαραίτητο"(ΕΚ,2015). Για να υλοποιήσει αυτό το όραμα, η ανακοίνωση υποστηρίζει: «Πρέπει να απομακρυνθούμε από ένα κατακερματισμένο σύστημα που χαρακτηρίζεται από ασυντόνιστες εθνικές πολιτικές, φραγμούς στην αγορά και απομονωμένες περιοχές ενέργειας». Στο σημερινό πολιτικό κλίμα του Brexit, του εθνικού λαϊκισμού και των εξωτερικών απειλών που

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

διακυβεύουν την πολιτική και κοινωνική συνοχή εντός της ΕΕ, είναι σαφές ότι το όραμα της Επιτροπής για ένα συνεργατικό και ενοποιημένο ενεργειακό σύστημα είναι αβέβαιο. Ένα μέλλον στο οποίο τα εθνικά συμφέροντα θα εδραιώνονται όλο και πιο πολύ στην πολιτική ατζέντα και τα κράτη μέλη θα εκμεταλλεύονται τα συγκριτικά πλεονεκτήματά τους καθώς και τους τοπικούς πόρους, δίνοντας προτεραιότητα στα δικά τους ενεργειακά συμφέροντα, παραμένει μια πιθανή εναλλακτική λύση. (ΕΚ,2015)

Αυτές οι δύο διαστάσεις αβεβαιότητας που παρουσιάζονται στο αριστερό πλαίσιο της Εικόνας 2 συνδυάζονται για να δημιουργήσουν ένα χώρο πιθανοτήτων που μπορεί να συνοψιστεί στα τέσσερις διαφορετικές διαδρομές που φαίνονται στο δεξιό πλαίσιο της Εικόνας 2 : (Edenhofer και Minx 2014)

- Diversification = αποκέντρωση + συνεργασία
- Directed Vision = εξάρτηση από τη διαδρομή + συνεργασία
- Nation Champions= εξάρτηση από την διαδρομή + εδραίωση
- Localisation= αποκέντρωση + εδραίωση



Εικόνα 2. Ο χώρος των μελλοντικών ενεργειακών συστημάτων της ΕΕ. Ο αριστερός πίνακας δείχνει μια τυπολογία σεναρίου 2x2 που διαφέρει από δύο κρίσιμες αβεβαιότητες. Το δεξιό πλαίσιο αντιπροσωπεύει τέσσερις διαδρομές που καλύπτουν το χώρο πιθανοτήτων..

2.4 Τέσσερα σενάρια μελλοντικών αλλαγών στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ

Η Εικόνα 2 δείχνει τη διακύμανση 2x2 στις κρίσιμες αβεβαιότητες που αντιμετωπίζει το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ και πώς αυτές οι αβεβαιότητες συνδυάζονται για να δημιουργηθούν τέσσερις διαφορετικές διαδρομές που περιγράφουν πολύ διαφορετικά αναπτυξιακά μονοπάτια ή μελλοντικές τροχιές. Το σχήμα 3 συνοψίζει τα κύρια χαρακτηριστικά κάθε μιας από αυτά τα αναπτυξιακά μονοπάτια. Η ερμηνεία κάθε διαδρομής δεν μπορεί να είναι ακριβής. Ωστόσο, είναι σημαντικές οι ερμηνευτικές λεπτομέρειες κάθε διαδρομής :

- ✓ να έχουν εσωτερική σταθερότητα (αποφυγή αντιφάσεων),
- ✓ να είναι πλήρεις, να καλύπτουν δηλαδή όλο το φάσμα κινήτρων και δυναμικών
- ✓ να έχουν συνοχή (να προστίθενται δηλαδή σε ένα γενικό σύνολο)

Το μονοπάτι **diversification** περιγράφει μια αποκεντρωτική τροχιά του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ στο πλαίσιο της διασυννοριακής συνεργασίας και ενσωμάτωσης (Εικόνα 3, επάνω αριστερά). Αυτό σηματοδοτεί την είσοδο νέων, ετερογενών παραγόντων, αμφισβητώντας την κυριαρχία των συγκεντρικών περιουσιακών στοιχείων-ιδιοκτητών και των κατεστημένων φορέων παροχής υπηρεσιών. Οι ανοικτές ψηφιακές πλατφόρμες θεωρούνται απαραίτητες για τον συντονισμό αυτής της διαφοροποιημένης ενεργειακής οικονομίας, η οποία διευκολύνεται από τον πειραματισμό των κανονισμών και των οικονομικών ανοιγμάτων. (Carley 2010, Facchini 2017)

Το μονοπάτι **directed vision** περιγράφει μια τροχιά εξαρτώμενη από την πορεία του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ, η οποία καθοδηγείται από το όραμα της Επιτροπής που παρατέθηκε παραπάνω για μια ολοένα στενότερη ενεργειακή ένωση (Εικόνα 3, επάνω δεξιά). Η ΕΕ σε συνεργασία με τους μεγάλους μετόχους που έχουν την ικανότητα να λειτουργούν σε επίπεδο ΕΕ, καθοδηγούνται από τις ισχυρές προσδοκίες που έχουν για τους κοινούς μελλοντικούς στόχους και τις κατευθύνσεις των ταξιδιών που απαιτούνται για την επίτευξη αυτών των στόχων. Αυτή η ευρεία δέσμευση επιτυγχάνεται μέσα σε σταθερά πλαίσια πολιτικής τα οποία συντονίζονται μεταξύ των κρατών μελών για να εξασφαλιστεί ένας συνεπής ευρωπαϊκός ανταγωνισμός. (Carley 2010, Facchini 2017)

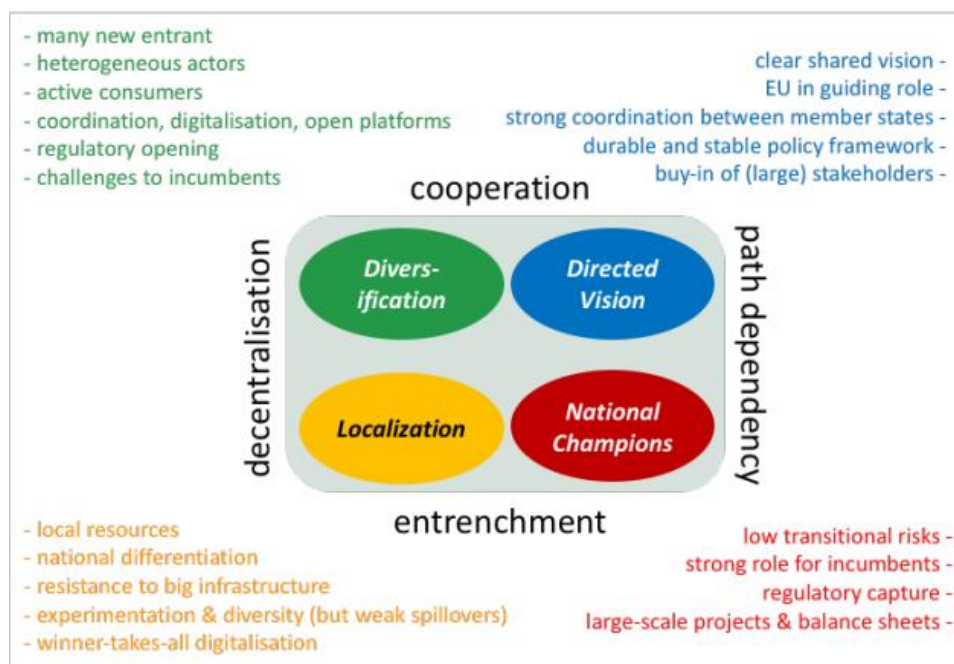
Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Το μονοπάτι **national champions** περιγράφει μια εξαρτώμενη από την διαδρομή ΕΕ, στο πλαίσιο του οποίου η ιστορική ισχύς και τα εθνικά συμφέροντα έχουν την ισχυρότερη επιρροή (Εικόνα 3, κάτω δεξιά). Αυτή η συνεχής ανάπτυξη ελαχιστοποιεί τους μεταβατικούς κινδύνους και τα κόστη, τουλάχιστον βραχυπρόθεσμα. Οι καθιερωμένες επιχειρήσεις και οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων των σημερινών ή πρώην εθνικών μονοπωλίων, διαδραματίζουν ηγετικό ρόλο, ιδίως στον σχεδιασμό, τη χρηματοδότηση, την κατασκευή και τη λειτουργία μεγάλης κλίμακας ενεργειακών υποδομών. (Carley 2010, Facchini 2017)

Το μονοπάτι **localisation** περιγράφει πώς οι δυνάμεις αποκέντρωσης που παρατηρούνται σήμερα στην ΕΕ, αρχίζουν να απομακρύνονται πιο δυναμικά από τις συγκεντρωτικές υποδομές, τις επιχειρήσεις και τα ρυθμιστικά περιβάλλοντα, αλλά με έντονες εθνικές και τοπικές διακυμάνσεις (Εικόνα 3, κάτω αριστερά). Τα κράτη μέλη επιδιώκουν να μεγιστοποιήσουν τη χρήση των τοπικών διαθέσιμων πόρων, δημιουργώντας διαφοροποιημένες ενεργειακές στρατηγικές και πλαίσια πολιτικής σε ολόκληρη την ΕΕ. Η άρνηση σε πανευρωπαϊκά έργα υποδομής και ενσωμάτωσης ανοίγει χώρο για πειράματα και ποικιλομορφία μικρότερης κλίμακας. Η ψηφιοποίηση είναι και πάλι απαραίτητη για τον υποστηρικτικό συντονισμό και την αποτελεσματική διαχείριση του συστήματος, αλλά με έμφαση στο εθνικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, στην επιστροφή στην κλίμακα μιας ενιαίας κυρίαρχης πλατφόρμας. (Carley 2010, Facchini 2017)

Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι αυτές οι σύντομες περιγραφές υπογραμμίζουν μόνο τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που βοηθούν στην διάκριση μεταξύ των μονοπατιών. Για παράδειγμα, η ψηφιοποίηση σημειώνεται ρητά στα μονοπάτια της diversification και localization, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι δεν είναι επίσης σημαντική στις μελλοντικές συνθήκες που απεικονίζονται στα μονοπάτια directed vision και national champions. Απλά τονίζεται ότι η ψηφιοποίηση δεν είναι ένα από τα ξεχωριστά χαρακτηριστικά αυτών των μονοπατιών που τα διακρίνουν από τα άλλα.

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.



Εικόνα 3. Βασικά χαρακτηριστικά τεσσάρων μονοπατιών για το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ. (Carley 2010, Facchini 2017)

3. Το μεθοδολογικό πλαίσιο

Τα τέσσερα μονοπάτια που συνοψίζονται στην Εικόνα 3 μπορούν να χαρτογραφηθούν σε πιο συγκεκριμένους οδηγούς, δυναμικές, χαρακτηριστικά, μεταβλητές και υποθέσεις που απαιτούνται για την ανάλυση και μοντελοποίηση των αναπτυξιακών μονοπατιών σε βάθος. Η έμφαση δίνεται στο σύστημα καινοτομίας της ΕΕ για την ενεργειακή τεχνολογία και πώς θα διαμορφώσει και αντίστοιχα θα διαμορφωθεί από τις τέσσερα διαφορετικά μονοπάτια. Αυτό με τη σειρά του συμβάλλει στην καθοδήγηση των παραδοχών και των παραμέτρων των μοντέλων που ερμηνεύουν τα μονοπάτια σε λεπτομερείς διαδρομές ποσοτικού μετασχηματισμού για το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ. (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim, 2018)

Η μετάφραση των μονοπατιών σε ποσοτική ανάλυση της απόδοσης του συστήματος καινοτομίας στο μέλλον είναι εντελώς νέα. Τα μεθοδολογικά βήματα που αναπτύσσονται και εφαρμόζονται είναι : (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim, 2018)

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

- I. Ανάπτυξη τυποποιημένων μετρήσεων των διαδικασιών του σχετικού συστήματος καινοτομίας
- II. Προσδιορισμός θετικών και αρνητικών επιπτώσεων της κάθε διαδρομής στις διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας που μετρώνται με δείκτες
- III. Εμπειρική εκτίμηση της επίδρασης των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας στα αποτελέσματα της καινοτομίας
- IV. Συνδυασμός των αλλαγών στις διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας από τα μονοπάτια με εμπειρικές εκτιμήσεις για τον χαρακτηρισμό της συνδυασμένης καθαρής επίδρασης του κάθε μονοπατιού στα αποτελέσματα καινοτομίας.

Ουσιαστικά η προσέγγιση αυτή έχει δύο παράλληλα ρεύματα τα οποία στη συνέχεια ενώνονται. Η πρώτη ροή χαρτογραφεί τις γενικές κατευθύνσεις της μελλοντικής αλλαγής σε πιο συγκεκριμένες ερμηνείες σχετικά με το πώς επηρεάζονται οι διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας για τις ενεργειακές τεχνολογίες. Η δεύτερη εμπειρική ροή εκτιμά ποσοτικές σχέσεις από ιστορικά δεδομένα που συνδέουν τις διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας με τα αποτελέσματα.

Η χαρτογράφηση των εμπειρικών αποτελεσμάτων στο κάθε σενάριο παρέχει, στη συνέχεια, ποσοτικές εκτιμήσεις για το πώς μπορούν να επηρεαστούν στο μέλλον τα βασικά αποτελέσματα της καινοτομίας. Αυτό βοηθά στην ενημέρωση και τον εμπλουτισμό του τομέα της ανάλυσης μοντέλων των σεναρίων σε ολόκληρο το εύρος του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ.

3.1 Το πλαίσιο των συστημάτων καινοτομίας της ενεργειακής τεχνολογίας (Energy Technology Innovation Systems - ETIS)

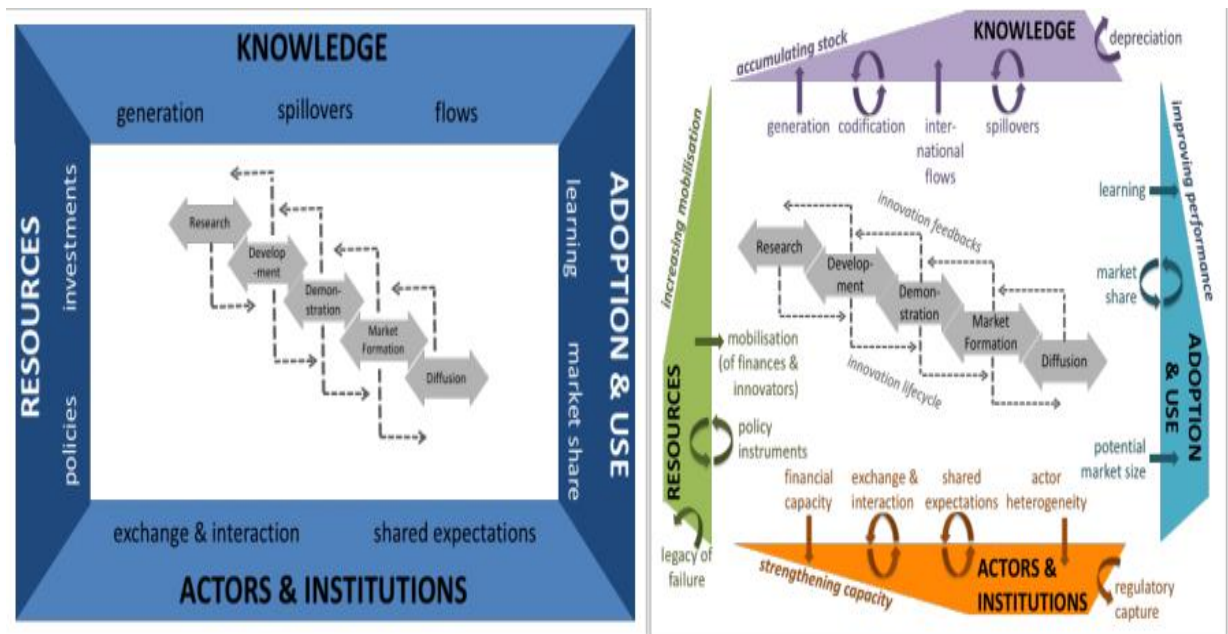
Ένα απλό πλαίσιο του συστήματος καινοτομίας της τεχνολογίας της ενέργειας (ETIS) φαίνεται στην εικόνα 4 (αριστερό πλαίσιο). Το σύστημα καινοτομίας περιλαμβάνει:

1. έναν κύκλο ζωής της τεχνολογίας από την Έρευνα και Ανάπτυξη (E & A) έως τη διάχυση,
2. τέσσερις διαστάσεις που περιγράφουν τις προϋποθέσεις που επιτρέπουν την επιτυχή έκβαση των καινοτομιών.
3. ειδικές διεργασίες που συνδέονται με καθεμία από αυτές τις διαστάσεις.

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Η Εικόνα 4 (δεξιός πλαίσιο) δείχνει πλήρως τις συγκεκριμένες διαδικασίες. Για παράδειγμα, η διάσταση της «γνώσης (knowledge)» καταγράφει διαδικασίες όπως είναι η δημιουργία γνώσεων, η κωδικοποίηση, οι αλληλεπιδράσεις και οι διεθνείς ροές. Αυτές οι διαδικασίες συμβάλλουν στη συσσώρευση των αποθεμάτων γνώσης που οδηγούν σε επιτυχημένα αποτελέσματα καινοτομίας. Αυτά τα αποθέματα γνώσης μπορούν επίσης να υποτιμηθούν, το οποίο επίσης δείχνει επίσης μια διαδικασία συστήματος καινοτομίας. (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim, 2018)

Εκτός από τη γνώση, οι άλλες τρεις διαστάσεις του πλαισίου ETIS είναι οι «πόροι», «φορείς και ιδρύματα» και «υιοθεσία και χρήση». Κάθε μία από αυτές τις διαστάσεις αποτελείται από μια σειρά σημαντικών διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας που συνδέονται με επιτυχή αποτελέσματα. Το πλαίσιο ETIS εξηγείται και αποδεικνύεται λεπτομερώς στο παρακάτω σχήμα: (Gallagher et al., 2012, Grubler et al., 2012, Grubler and Wilson 2014).



Εικόνα 4. Το πλαίσιο του συστήματος καινοτομίας της ενεργειακής τεχνολογίας (ETIS) σε απλοποιημένη μορφή (αριστερός πίνακας) και με όλες τις διαδικασίες που παρουσιάζονται (δεξιά στήλη). (Gallagher et al., 2012, Grubler et al., 2012, Grubler and Wilson 2014)

3.2 Ποσοτικοί δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας

Κάθε μία από τις διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας που περιλαμβάνει το πλαίσιο ETIS μπορεί να μετρηθεί με ποσοτικούς δείκτες οι οποίοι είναι γενικευμένοι για όλες τις τεχνολογίες. Αυτό επιτρέπει τη διεπιστημονική ανάλυση χρησιμοποιώντας ένα τυποποιημένο σύνολο ποσοτικών μέτρων. Ο Πίνακας 1 συνοψίζει τους δείκτες. Η αριστερή στήλη παρουσιάζει τις διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας στο πλαίσιο ETIS από την εικόνα 4. Οι δύο στήλες στη δεξιά πλευρά δείχνουν τους δείκτες και τις πηγές δεδομένων για τη μέτρηση κάθε διαδικασίας συστήματος καινοτομίας. (Gallagher et al., 2012, Grubler et al., 2012, Grubler and Wilson 2014)

Στο έργο SET-Nav, οι προσπάθειες συλλογής και ανάλυσης δεδομένων επικεντρώθηκαν στους έξι τομείς τεχνολογίας που έχουν προτεραιότητα στο σχέδιο SET της ΕΕ: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έξυπνα δίκτυα, ενεργειακή απόδοση, βιώσιμη μεταφορά, δέσμευση-αποθήκευση άνθρακα και πυρηνική ασφάλεια (Kim and Wilson 2017). Τα δεδομένα χρονολογικών σειρών από το 2001 έως το 2015 συλλέχθηκαν σε επίπεδο ΕΕ για όλους τους δείκτες ETIS σε καθέναν από αυτούς τους έξι τομείς της τεχνολογίας. Το σχέδιο SET εισήχθη για πρώτη φορά το 2008 και αναθεωρήθηκε το 2015. Επομένως, οι σειρές δεδομένων καλύπτουν μια περίοδο 7 ετών πριν από το SET Plan και μια περίοδο 7 ετών μετά το αρχικό σχέδιο SET Plan. (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim, 2018)

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε
σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Πίνακας 1. Δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας στο πλαίσιο του ETIS

Innovation system processes	Technology-specific indicators (illustrated for the EU)	Main data source
KNOWLEDGE		
Generation	Public energy RD&D expenditure	1
	Demonstration budgets	1
Codification	Scientific publications	2
	Citation-weighted publication counts	2
	Patents	3
Spillover	Citation-weighted patent counts	3
	Energy technology imports	4
International Flows	Publication co-authorships (extra-EU, i.e., between EU and non-EU actors)	2
	Patent co-inventions (extra-EU, i.e., between EU and non-EU actors)	3
Learning	Learning-by-doing	5
Depreciation	Volatility in energy RD&D expenditure	1
RESOURCES		
Mobilisation of Finances	Public energy RD&D expenditure (as % of GDP)	1
Mobilisation of Innovators	Patent activity (as % of total patents)	3
Policy Density	Policy instruments: innovation, regulatory, market-based	6
Policy Durability	Policy instruments: innovation, regulatory, market-based	6
Policy Mix	Diversity of policy instruments	6
Policy Stability	Stability of policy instruments	6
Legacy of Failure	Decline in interest following failures	7
Regulatory Capture	Public RD&D expenditure on fossil fuels	1
ACTORS & INSTITUTIONS		
Capacity	Top 100 Clean-tech funds	8
	Diversity of types of organisation (in the European Energy Research Alliance)	9
Heterogeneity	Diversity of types of organisation in publication activity	2
	Diversity of types of organisation in patenting activity	3
	Activities involving different EU actors (in the European Energy Research Alliance)	9
Exchange & Interaction	Publication co-authorships (intra-EU, i.e., between different EU actors)	2
	Patent co-inventions (intra-EU, i.e., between different EU actors)	3
Shared Expectations	Policy instruments: targets, roadmaps, action plans	6
	Policy instruments: targets, roadmaps, action plans	6
ADOPTION & USE		
Market Size	Potential market size (total # of physical units multiplied by cost per unit)	5
Market Share	Actual market size as % of potential market size	5

(Κύριες πηγές δεδομένων: 1 Στατιστικές Ε & Α για την ενεργειακή πολιτική της ΙΕΑ. 2 Web of Science. 3 βάση δεδομένων USPTO PatentsViews. 4 Στατιστικά στοιχεία εμπορικών συναλλαγών της Eurostat. 5 Δευτερεύοντα δεδομένα από μελέτες αξιολόγησης από ομότιμους ερευνητές. 6 βάση δεδομένων πολιτικής της ΙΕΑ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής · 7 Google Trends; 8 Global Cleantech 100; 9 Ευρωπαϊκή Συμμαχία Ενεργειακής Έρευνας (European Energy Research Alliance - EERA)).

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

3.3 Μονοπάτια μελλοντικών αλλαγών στο σύστημα καινοτομίας της ΕΕ στον τομέα των ενεργειακών τεχνολογιών

Η εικόνα 5 αναλύει τα τέσσερα μονοπάτια της μελλοντικής αλλαγής του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ σε πιο συγκεκριμένες αλλαγές στο σύστημα καινοτομίας της ΕΕ στον τομέα των ενεργειακών τεχνολογιών. Με διαφορετικό τρόπο, τα γενικά σενάρια αλλαγής που περιγράφονται στην εικόνα 3 μπορούν να ερμηνευθούν υπό το πρίσμα του πλαισίου ETIS που φαίνεται στην εικόνα 4.



Εικόνα 5. Τέσσερις ιστορίες αλλαγών στο σύστημα καινοτομίας της ΕΕ για την ενεργειακή τεχνολογία (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim, 2018)

Όπως φαίνεται στην εικόνα 5, κάθε μονοπάτι της μελλοντικής αλλαγής στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ έχει θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στο σύστημα καινοτομίας για τις ενεργειακές τεχνολογίες. Ορισμένες διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας ενισχύονται, ενώ άλλες αποδυναμώνονται. Κανένα από τα τέσσερα μονοπάτια δεν θεωρείται με αντικειμενικά κριτήρια «καλύτερο» για την καινοτομία στον χώρο της ενέργειας. (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim, 2018)

3.3.1 Diversification

Το μονοπάτι diversification περιγράφει ένα σύνολο ποικίλων νέων παραγόντων που συμμετέχουν στην ενεργειακή καινοτομία σε ολόκληρη την ΕΕ, ιδίως από τον τομέα της ψηφιακής τεχνολογίας. Αυτό το μονοπάτι δίνει έμφαση στην ισχυρή, συνεργατική ανταλλαγή και αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των παραγόντων, που ενεργοποιούνται από ανοιχτές ψηφιακές πλατφόρμες. Ωστόσο, με τη διαφοροποίηση και το πειραματισμό σημαίνει επίσης ότι τα πλαίσια των πολιτικών καινοτομίας δεν είναι ούτε σταθερά ούτε ανθεκτικά. Αυτές οι επιπτώσεις της διαφοροποίησης στο σύστημα καινοτομίας για τις ενεργειακές τεχνολογίες στην ΕΕ, καταγράφονται από τις αλλαγές σε συγκεκριμένους ποσοτικούς δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας : (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim,2018)

1. Η συν-εφεύρεση των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας (εντός της ΕΕ) και η συν-συγγραφή δημοσιεύσεων (εντός της ΕΕ) ενδυναμώνεται καθώς οι διαφορετικοί φορείς καινοτομίας αλληλεπιδρούν και συνεργάζονται.
2. Η ποικιλομορφία των τύπων οργανισμών σε κάθε δραστηριότητα που παράγει γνώση (διπλώματα ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεις) ενισχύεται καθώς οι κατεστημένοι φορείς διασπώνται και ετερογενείς νέοι φορείς εμπλέκονται στην ενεργειακή καινοτομία.
3. Η σταθερότητα των πολιτικών μέσων αποδυναμώνεται καθώς εφαρμόζονται νέες πολιτικές και αναθεωρούνται οι υφιστάμενες πολιτικές με στόχο την υποστήριξη του πειραματισμού.

3.3.2 Directed Vision

Το μονοπάτι directed vision περιγράφει την ολοένα και στενότερη ενεργειακή ένωση στην ΕΕ που καθοδηγείται και κατευθύνεται από τον στρατηγικό προγραμματισμό της Επιτροπής. Αυτό το μονοπάτι δίνει έμφαση σε ισχυρές, σαφείς και σταθερές προσδοκίες που μοιράζονται τόσο οι δημόσιοι όσο και οι ιδιωτικοί φορείς. Ωστόσο, μια συγκεντρωτική πανευρωπαϊκή ηγεσία σημαίνει επίσης ότι μόνο οι μεγάλοι οικονομικά ενδιαφερόμενοι φορείς έχουν την ικανότητα να παραμείνουν άμεσα

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

συνδεδεμένοι με τις δραστηριότητες του SET Plan, ώστε οι παράγοντες της καινοτομίας να γίνουν πιο ομοιογενείς. (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim,2018)

Αυτές οι επιπτώσεις του directed vision σχετικά με το σύστημα καινοτομίας για τις ενεργειακές τεχνολογίες στην ΕΕ, καταγράφονται από τις αλλαγές σε συγκεκριμένους ποσοτικούς δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας : (Nakicenovic et al.,2000)

1. Η συν-εφεύρεση των ευρεσιτεχνιών (εκτός ΕΕ) και η συν-συγγραφή δημοσιεύσεων (εκτός ΕΕ) ενισχύονται καθώς οι στρατηγικές καινοτομίας ευρωπαϊκό εύρος παρέχουν μια κατάλληλη πλατφόρμα για διεθνή συνεργασία.
2. Οι δημόσιοι πόροι για τις δαπάνες στην E & A και οι ενδεικτικοί προϋπολογισμοί ενισχύονται στην πορεία μέσω ισχυρού κεντρικού συντονισμού και ιεράρχησης της ενεργειακής καινοτομίας ως τομέα πολιτικής της ΕΕ.
3. Η σταθερότητα των μέσων πολιτικής (τόσο η πολιτική για την καινοτομία όσο και οι χάρτες πορείας, οι στόχοι, τα στρατηγικά σχέδια) ενισχύονται κάτω από τις σαφείς και σταθερές προσδοκίες για την κατεύθυνση των μελλοντικών αλλαγών.
4. Η ποικιλομορφία των τύπων οργανισμών σε κάθε μορφής δραστηριότητας που παράγει γνώση (διπλώματα ευρεσιτεχνίας και δημοσιεύσεις) είναι εξασθενημένη. Η δραστηριότητα της καινοτομίας σε επίπεδο ΕΕ αποτελεί ένα κλειστό, στο οποίο τα κράτη μέλη και τα θεσμικά όργανα της ΕΕ αλληλεπιδρούν περισσότερο με τους μεγάλους, πανευρωπαϊκούς φορείς.

3.3.2 National Champions

Το μονοπάτι National Champions περιγράφει τα κράτη μέλη που υποστηρίζουν τα διαφορετικά πλεονεκτήματά του καθενός, μέσω της καινοτομίας και της βιομηχανικής πολιτικής. Αυτό το μονοπάτι δίνει έμφαση σε ισχυρά και σταθερά πλαίσια πολιτικής για την καινοτομία, κυρίως σε εθνικό και όχι σε επίπεδο ΕΕ. Ωστόσο, η επιρροή των εθνικών κυρίαρχων βιομηχανιών, συμπεριλαμβανομένων των παραδοσιακών ενεργειακών βιομηχανιών, σημαίνει επίσης δέσμευση των ρυθμιστικών αρχών από τις κυρίαρχες εταιρείες ορυκτών καυσίμων, υπονομεύοντας την υποστήριξη για

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

στρατηγική καινοτομία σε εναλλακτικές λύσεις. (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim, 2018)

Αυτές οι επιπτώσεις του μονοπατιού National Champions στο σύστημα καινοτομίας για τις ενεργειακές τεχνολογίες στην ΕΕ, καταγράφονται από τις αλλαγές σε συγκεκριμένους ποσοτικούς δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας :

1. Η σταθερότητα στις ενεργειακές δαπάνες για την έρευνα και την ανάπτυξη ενισχύεται, καθώς τα κράτη μέλη δεσμεύουν μακροπρόθεσμα πόρους για την οικοδόμηση ενός ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος σε επιλεγμένους τομείς καινοτομίας.
2. Η σταθερότητα των μέσων πολιτικής (τόσο η πολιτική καινοτομίας όσο και οι χάρτες πορείας, οι στόχοι, τα στρατηγικά σχέδια) ενισχύεται, καθώς τα κράτη μέλη ευθυγραμμίζουν τα πλαίσια πολιτικής με τις μακροπρόθεσμες εθνικές προτεραιότητες.
3. Η σταθερότητα των μέσων πολιτικής ενισχύεται προκειμένου να διασφαλιστεί συνεπής υποστήριξη και ευνοϊκές συνθήκες για τις κυρίαρχες εθνικές επιχειρήσεις.
4. Η τάση απομάκρυνσης από τις δημόσιες δαπάνες στην Ε & Α για τα ορυκτά καύσιμα μειώνεται καθώς οι κατεστημένοι φορείς διαδραματίζουν ενεργό ρόλο για τη διατήρηση των σημερινών ρυθμίσεων του συστήματος (δέσμευση μέσω κανονισμών).

3.3.4 Localisation

Το μονοπάτι Localisation περιγράφει ολοένα και πιο διαφοροποιημένες ενεργειακές στρατηγικές σε όλες τις πόλεις, περιφέρειες και χώρες της ΕΕ. Η τοπική προσαρμογή δίνει έμφαση στα υψηλά επίπεδα επενδύσεων καινοτομίας (δαπάνες στην Ε & Α) σε πολλαπλές κλίμακες για την επιδίωξη των τοπικά ανθεκτικών ενεργειακών εξελίξεων. Ωστόσο, ο πολλαπλασιασμός των τοπικών φορέων και των δραστηριοτήτων καινοτομίας σημαίνει επίσης ότι οι διακυμάνσεις της γνώσης και οι διεθνείς ροές γνώσης θα αποδυναμωθούν λόγω των δυσκολιών συντονισμού και των διαφορετικών επιπέδων κλίμακας.

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Οι επιπτώσεις της τοπικής προσαρμογής στο σύστημα καινοτομίας για τις ενεργειακές τεχνολογίες στην ΕΕ καταγράφονται στις αλλαγές σε συγκεκριμένους ποσοτικούς δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας :

1. Οι δημόσιοι προϋπολογισμοί για τις δαπάνες που αφορούν την έρευνα και την ανάπτυξη στον τομέα της ενέργειας ενισχύονται καθώς οι πόλεις και οι περιφέρειες θέλουν να δημιουργήσουν αποθέματα γνώσεων για την επιτυχή εκμετάλλευση των τοπικών πόρων.
2. Οι εισαγωγές ενεργειακών τεχνολογιών ενισχύονται καθώς οι τοπικές στρατηγικές καινοτομίας επικεντρώνονται μόνο σε βασικούς τομείς ανάπτυξης, στηριζόμενοι στο ενεργό εμπόριο για την προμήθεια των άλλων περιοχών.
3. Η ποικιλομορφία των μέσων πολιτικής ενισχύεται καθώς τα εθνικά και τοπικά πλαίσια πολιτικής για την καινοτομία προσαρμόζονται ώστε να ταιριάζουν σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα καινοτομίας σε ολόκληρη την ΕΕ.
4. Η συν-εφεύρεση των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας (εντός της ΕΕ) και η συν-συγγραφή δημοσιεύσεων (εντός της ΕΕ) αποδυναμώνεται καθώς η δραστηριότητα καινοτομίας γίνεται όλο και περισσότερο διαφοροποιημένη και επικεντρώνεται σε τοπικό επίπεδο.

3.4 Σύγκριση των τεσσάρων μονοπατιών

Ο Πίνακας 2 συνοψίζει όλες τις θετικές και αρνητικές επιπτώσεις των τεσσάρων μονοπατιών στους ποσοτικούς δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας. Το συνολικό άθροισμα κάθε ενός μονοπατιού στα αποτελέσματα της καινοτομίας είναι - σε αυτό το σημείο - άγνωστο. Εξαρτάται από τη σχετική δυναμική των συγκεκριμένων διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας για την υποστήριξη ή την ενεργοποίηση των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων καινοτομίας (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim,2018)

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Πίνακας 2. Δείκτες των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας που ενισχύονται ή αποδυναμώνονται στα 4 μονοπάτια των μελλοντικών αλλαγών στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ. (Charlie Wilson, Yeong Jae Kim, 2018)

Πράσινο κελί = ενισχυμένη.

Κόκκινο κελί = αποδυναμωμένη.

Κενό στοιχείο = καμία διακριτική επίδραση του μονοπατιού.

ETIS indicators (and variables in panel regression)	Divers- ification	Directed Vision	National Champions	Localisation
Public energy RD&D expenditure		strengthened		strengthened
Demonstration budgets		strengthened		strengthened
Publications				
Patents				
Energy technology imports				strengthened
Publication co-authorships (extra-EU)		strengthened		
Patent co-inventions (extra-EU)		strengthened		
Publication co-authorships (intra-EU)	strengthened			weakened
Patent co-inventions (intra-EU)	strengthened			weakened
Learning rate (technology costs)				
Stability in energy RD&D expenditure			strengthened	
Durability of policy instruments: innovation, regulatory, market-based	weakened	strengthened	strengthened	
Durability of policy instruments: targets, roadmaps, action plans	weakened	strengthened	strengthened	
Diversity of policy instruments				strengthened
Stability of policy instruments			strengthened	
Shifting away from public RD&D expenditure on fossil fuels			weakened	
Diversity of types of organisation in publication activity	strengthened	weakened		
Diversity of types of organisation in patenting activity	strengthened	weakened		
Market share (actual market size as % of potential market size)				

3.5 Εμπειρικές σχέσεις μεταξύ του ETIS και των αποτελεσμάτων της καινοτομίας

Η παλινδρομική ανάλυση ιστορικών δεδομένων χρονοσειρών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό σημαντικών συνδέσμων μεταξύ των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας που επηρεάζονται από τα τέσσερα μονοπάτια και των εξειδικευμένων αποτελεσμάτων της καινοτομίας. Η ανάλυση αυτή καθίσταται δυνατή

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

λόγω των ποσοτικών δεικτών των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας στο πλαίσιο του ETIS που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 για τους έξι τομείς τεχνολογίας που έχουν προτεραιότητα στο SET Plan. Αυτοί οι δείκτες παρέχουν τόσο επεξηγηματικές (ανεξάρτητες) όσο και τελικές/outcome (εξαρτώμενες) μεταβλητές για τα μοντέλα παλινδρόμησης. (Nakicenovic et al.,2000)

3.6 Υποθετικές κλασσικές διαδρομές στο ETIS

Το σύστημα καινοτομίας ενεργειακής τεχνολογίας (ETIS) που παρουσιάζεται στην εικόνα 4 περιγράφει ένα σύνθετο, δυναμικό σύστημα που αποτελείται από διάφορες διαδικασίες, πολλές από τις οποίες δεν μπορούν να μετρηθούν άμεσα. Δεν είναι δυνατόν να εκφραστεί η λειτουργία του ETIS ως ένα ενιαίο κλασσικό μοντέλο. (Nakicenovic et al.,2000)

Ωστόσο, οι συνδέσεις από ένα μικρό σύνολο διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας σε συγκεκριμένα αποτελέσματα καινοτομίας μπορούν να υποβληθούν και να δοκιμαστούν με βάση την διαθέσιμη βιβλιογραφία. Με άλλα λόγια, διακριτές, απομονωμένες σχέσεις εντός του ETIS μπορούν να μοντελοποιηθούν ποσοτικά.

Έχουν ενδιαφέρον τρία αποτελέσματα καινοτομίας:

- κωδικοποιημένες γνώσεις (διπλώματα ευρεσιτεχνίας, δημοσιεύσεις) και διεθνείς ροές γνώσης (συν-εφεύρεση διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, συν-συγγραφή δημοσιεύσεων).
- πρακτική εκμάθηση (π.χ. μείωση του κόστους από την αποκτημένη εμπειρία).
- μερίδιο της αγοράς

Αυτά αντιπροσωπεύουν βραχυπρόθεσμα, ενδιάμεσα και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα καινοτομίας αντίστοιχα.

3.6.1 Κωδικοποιημένη γνώση

Οι κωδικοποιημένες γνώσεις επηρεάζονται θετικά από

1. τη δημιουργία και τη μετάδοση γνώσεων με χαμηλή υποτίμηση των αποθεμάτων γνώσης,
2. το σταθερό και βιώσιμο πολιτικό περιβάλλον με ένα διαφορετικό συνδυασμό μέσων,

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

3. την ανταλλαγή και την αλληλεπίδραση μεταξύ ετερογενών παραγόντων.

Αυτές οι υποθετικές συνδέσεις μπορούν να εκφραστούν χρησιμοποιώντας δείκτες για κάθε διαδικασία συστήματος καινοτομίας. Αυτό παρέχει μια προδιαγραφή μοντέλου που μπορεί να δοκιμαστεί, καθώς κάθε δείκτης μπορεί να χρησιμεύσει ως μια μεταβλητή σε μια παλινδρόμηση. (Nakicenovic et al.,2000)

Μια απλή γραμμική συνάρτηση θα είχε την ακόλουθη μορφή:

αριθμός διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας = f (+ β_1 δημόσιες δαπάνες για την E & A της ενέργειας

+ β_2 εισαγωγές ενεργειακής τεχνολογίας

+ β_3 σταθερότητα στις δημόσιες δαπάνες για την E & A της ενέργειας

+ β_4 ανθεκτικότητα των μέσων πολιτικής, τέσσερις τύποι *

+ β_5 η πολυμορφία των μέσων πολιτικής

+ β_6 σταθερότητα των μέσων πολιτικής

+ β_7 εφευρέσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, εντός ΕΕ **

+ β_8 ποικιλία τύπων οργάνωσης στην κατοχύρωση για δίπλωμα ευρεσιτεχνίας)

* μια ενιαία μεταβλητή που συγκεντρώνει τέσσερις δείκτες για κάθε τύπο μέσου πολιτικής (καινοτομία, κανονιστική ρύθμιση, αγορά, στρατηγική)

** εναλλακτική προδιαγραφή με συν-εφευρέσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας (εκτός ΕΕ), δηλ. διεθνείς ροές γνώσης αντί για εξάπλωση γνώσης ως επεξηγηματική μεταβλητή

Τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας και οι δημοσιεύσεις μετρούν την κωδικοποίηση της γνώσης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικές λύσεις στην καινοτομία. Οι δημοσιεύσεις μπορούν να αντικαταστήσουν τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας στην παραπάνω προδιαγραφή του μοντέλου (και στις τελικές και στις σχετικές επεξηγηματικές μεταβλητές).

Η συν-συγγραφική ευρεσιτεχνιών και η συν-συγγραφική δημοσιεύσεων ως μέτρα ανταλλαγής και αλληλεπίδρασης μεταξύ φορέων της καινοτομίας, συνδέονται με τον

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και των δημοσιεύσεων ως μέτρα παραγωγής γνώσης. Η συν-εφεύρεση ευρεσιτεχνίας μπορεί να αντικατασταθεί από τον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας στην παραπάνω προδιαγραφή μοντέλου. Ομοίως, το ίδιο ισχύει για τον αριθμό των δημοσιεύσεων.

3.6.2 Πρακτική εκμάθηση

Η πρακτική εκμάθηση επηρεάζεται θετικά από

- (1) τη δημιουργία γνώσης με χαμηλή υποτίμηση των αποθεμάτων γνώσης,
- (2) σταθερό και βιώσιμο περιβάλλον πολιτικής,
- (3) υιοθέτηση και χρήση της τεχνολογίας.

Αυτές οι υποθετικές συνδέσεις μπορούν να εκφραστούν χρησιμοποιώντας δείκτες για κάθε διαδικασία συστήματος καινοτομίας. Αυτό παρέχει μια προδιαγραφή ενός μοντέλου που μπορεί να δοκιμαστεί, καθώς κάθε δείκτης μπορεί να χρησιμεύσει ως μια μεταβλητή σε μια παλινδρόμηση.

Μια απλή γραμμική συνάρτηση θα είχε την ακόλουθη μορφή:

$$\begin{aligned} \text{ρυθμός εκμάθησης} = & f (+ \beta_1 \times \text{δημόσιες δαπάνες για την E \& A της ενέργειας} \\ & + \beta_2 \times \text{σταθερότητα στις δημόσιες δαπάνες για την E \& A της ενέργειας} \\ & + \beta_3 \times \text{διάρκεια των μέσων πολιτικής, τέσσερις τύποι *} \\ & + \beta_4 \times \text{σταθερότητα των μέσων πολιτικής} \\ & + \beta_5 \times \text{μερίδιο αγοράς}) \end{aligned}$$

* μια ενιαία μεταβλητή που συγκεντρώνει τέσσερις δείκτες για κάθε τύπο μέσου πολιτικής (καινοτομία, κανονιστική ρύθμιση, αγορά, στρατηγική)

3.6.3 Μερίδιο αγοράς

Το μερίδιο αγοράς επηρεάζεται θετικά από

- (1) τη δημιουργία γνώσεων και την εξάπλωση στην αγορά,
- (2) την ύπαρξη ενός σταθερού και βιώσιμου περιβάλλοντος πολιτικής με χαμηλή ρυθμιστική δέσμευση από τους κυρίαρχους φορείς εκμετάλλευσης ορυκτών καυσίμων,

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

(3) τους ετερογενείς φορείς.

Αυτές οι υποθετικές συνδέσεις μπορούν να εκφραστούν χρησιμοποιώντας δείκτες για κάθε διαδικασία συστήματος καινοτομίας. Αυτό παρέχει μια προδιαγραφή ενός μοντέλου που μπορεί να δοκιμαστεί, καθώς κάθε δείκτης μπορεί να χρησιμεύσει ως μια μεταβλητή σε μια παλινδρόμηση.

Μια απλή γραμμική συνάρτηση θα είχε την ακόλουθη μορφή:

μερίδιο αγοράς = $f(+\beta_1 \times (\text{ενδεικτικούς προϋπολογισμούς})$

+ $\beta_2 \times \text{εισαγωγές ενεργειακής τεχνολογίας}$

+ $\beta_3 \times \text{βιωσιμότητα των μέσων πολιτικής, τέσσερις τύποι}^*$

+ $\beta_4 \times \text{σταθερότητα των μέσων πολιτικής}$

+ $\beta_5 \times \text{απομάκρυνση από την δημόσια RD \& D στα ορυκτά καύσιμα}$

+ $\beta_6 \times \text{ποικιλία τύπων οργάνωσης στις εκδόσεις}$

+ $\beta_7 \times \text{διαφορετικότητα των τύπων οργάνωσης στις κατοχυρώσεις ευρεσιτεχνιών}$

* μια ενιαία μεταβλητή που συγκεντρώνει τέσσερις δείκτες για κάθε τύπο μέσου πολιτικής (καινοτομία, κανονιστική ρύθμιση, αγορά, στρατηγική)

4. Αποτελέσματα

4.1 Μοντέλα παλινδρόμησης συγκεκριμένων κλασικών διαδρομών ETIS

Για να δοκιμαστούν οι υποθετικές διασυνδέσεις μεταξύ των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας για την εξαγωγή συγκεκριμένων αποτελεσμάτων καινοτομίας, συλλέχθηκαν τα δεδομένα κάθε δείκτη στο πλαίσιο του ETIS για κάθε μία από τις έξι τεχνολογικές περιοχές του σχεδίου SET από το 2001 έως το 2015. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα μοντέλα παλινδρόμησης για κάθε σύνολο υποθετικών διασυνδέσεων (δηλαδή για τα σύνολα δεδομένων που περιγράφονται σε 6 τεχνολογικές περιοχές για χρονικό διάστημα 14 ετών). (Nakicenovic et al.,2000)

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Ο Πίνακας 3 συνοψίζει τα αποτελέσματα. Οι μεταβλητές έκβασης (εξαρτώμενων) για κάθε μοντέλο παρουσιάζονται στη δεύτερη σειρά στα πράσινα κελιά. Οι επεξηγηματικές (ανεξάρτητες) μεταβλητές για κάθε μοντέλο εμφανίζονται στα κελιά: μπλε κελί = θετικός συντελεστής, κίτρινο κελί = αρνητικός συντελεστής, γκρι κελί = μικρής σημαντικότητας. Τα κενά κελιά υποδηλώνουν μεταβλητές που δεν περιλαμβάνονται στις προδιαγραφές του μοντέλου.

Για παράδειγμα, το μοντέλο Α καταγράφει τον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας σε ένα σύνολο συνδιαλλαγών:

- συν-εφευρέσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας
- δημόσιες δαπάνες για την Ε & Α της ενέργειας
- εισαγωγές ενεργειακών τεχνολογιών
- σταθερότητα των ενεργειακών δαπανών Ε & Α
- βιωσιμότητα των μέσων πολιτικής
- ποικιλία μέσων πολιτικής
- σταθερότητα των μέσων πολιτικής
- την ποικιλομορφία των τύπων οργάνωσης στον τομέα της

Τα μοντέλα Α - F είναι αρνητικά δυαδικά μοντέλα με τεχνολογικά και χρονικά σταθερά αποτελέσματα (συσσωματωμένα τυπικά σφάλματα). Χρησιμοποιούνται αρνητικά δυαδικά μοντέλα επειδή ο μέσος όρος της εξαρτώμενης μεταβλητής (αριθμός διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, αριθμός δημοσιεύσεων, συν-εφευρέσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και συν-συγγραφή δημοσιεύσεων) είναι μικρότερος από τη διαφορά.

Τα μοντέλα G & H εκτιμώνται με την χρήση ελάχιστων τετραγώνων (OLS) με τεχνολογικά και χρονικά σταθερά αποτελέσματα (συσσωματωμένα και ανθεκτικά τυπικά σφάλματα). Τα μοντέλα OLS χρησιμοποιούνται επειδή η εξαρτημένη μεταβλητή είναι μια συνεχής μεταβλητή (δηλ. Δεν βασίζεται σε δεδομένα μέτρησης).

Όλα τα μοντέλα υπολογίζονται για την περίοδο 2001 έως 2015, με εξαίρεση τα μοντέλα Α, Β & Ε που εκτιμώνται για την περίοδο 2001 έως 2013 επειδή υπάρχει σημαντικό πρόβλημα αποκοπής στα πιο πρόσφατα δεδομένα που αφορούν τις αιτήσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας.

Πίνακας 3. Παλινδρομήσεις που δοκιμάζουν διαφορετικά σύνολα υποθετικών συνδέσμων από τις διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας (μπλε, κίτρινο, γκριζα

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

κελιά) σε συγκεκριμένα αποτελέσματα καινοτομίας (πράσινα κύτταρα). Σημειώσεις: Πράσινο κελί = μεταβλητή έκβασης. μπλε κελί = θετικός συντελεστής. κίτρινο κελί = αρνητικός συντελεστής. γκρι κελί = μη σημαντικό. κενό στοιχείο = δεν περιλαμβάνονται στις προδιαγραφές του μοντέλου.

Models	A	B	C	D	E	F	G	H [^]
Variables	No. of Patents	No. of Patents	No. of Publications	No. of Publications	Patent co-inventions (extra-EU)	Publication co-authorships (extra-EU)	Market share	Learning rate
Patent co-inventions (extra-EU)		0.00021 ***						
Publication co-authorships (extra-EU)				0.00024 **				
Market share								ns
Patent co-inventions (intra-EU)	0.00024 **							
Publication co-authorships (intra-EU)			ns					
Public energy RD&D expenditure	ns	-5.72e-04 **	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Demonstration budgets							ns	
Energy technology imports	2.39e-05 ***	2.21e-05 ***	ns	ns	1.88e-05 ***	ns	ns	
Stability in energy RD&D expenditure	ns	ns	ns	ns	0.0231 **	ns		ns
Durability of policy instruments: innovation, regulatory, market-based	ns composite index †4	-0.0222 **	-0.0471 ***	-0.0420 ***	ns composite index †2	-0.0622 ***	ns composite index †4	ns composite index †4
Durability of strategic policies (targets, roadmaps, action plans)								
Diversity of policy instruments	ns	ns	0.751 ***	0.712 ***	ns	-0.682 **		
Stability of policy instruments	0.210 **	ns	ns	ns	ns	ns	-0.0397 ***	7.517e+06 **
Shifting away from public RD&D expenditure on fossil fuels							2.88e-03 **	
Diversity of types of organisation in publication			-0.178 ***	-0.196 ***		-0.271 **	ns	
Diversity of types of organisation in patenting	ns	ns			ns		ns	

Notes:

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

†2 a composite index of *two* types of policy instrument: innovation policy and strategic policy including targets, roadmaps, action plans

†4 a composite index of *four* types of policy instrument: innovation, market-based, regulatory, and strategic policy including targets, roadmaps, action plans

^ learning rate regressions include only three of the six technology areas: renewable energy, sustainable transport, and energy efficiency

(appliances) due to limited data availability.

E
M

4.1.1 Σύνοψη των αποτελεσμάτων παλινδρόμησης

Ο Πίνακας 4 συνοψίζει τα αποτελέσματα παλινδρόμησης, προσδιορίζοντας μόνο τις επεξηγηματικές μεταβλητές με σημαντικούς συντελεστές. Εμφανίζεται επίσης το σημάδι του συντελεστή.

Πίνακας 4. Σημαντικές επεξηγηματικές μεταβλητές για διαφορετικές μεταβλητές έκβασης. Το σύμβολο συντελεστή που εμφανίζεται στις αγκύλες ως (+) ή (-) υποδεικνύει ότι τα αποτελέσματα ποικίλλουν ανάλογα με τις προδιαγραφές μοντέλου, π.χ. εάν το

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

μοντέλο A βρίσκει + συντελεστή και το μοντέλο B βρίσκει n.s. συντελεστή, το συνδυασμένο αποτέλεσμα συνοψίζεται ως (+)

Outcome variable (and model)	Significant explanatory variables
Number of patents (A & B)	+ <i>patent co-inventions, intra-EU or extra-EU</i> + <i>energy technology imports</i> (+) <i>stability of policy instruments</i> (-) <i>public energy RD&D expenditures</i> (-) <i>durability of policy instruments</i>
Number of publications (C & D)	+ <i>diversity of policy instruments</i> (+) <i>publication co-authorships, extra-EU</i> - <i>durability of policy instruments</i> - <i>diversity of types of organisation in publications</i>
Patent co-inventions (E)	+ <i>energy technology imports</i> + <i>stability of policy instruments</i>
Publication co-authorships (F)	- <i>durability of policy instruments</i> - <i>diversity of policy instruments</i> - <i>diversity of types of organisation in publications</i>
Learning rate (H)	+ <i>stability of policy instruments</i>
Market share (G)	+ <i>stability of policy instruments</i> + <i>shift away from RD&D expenditure on fossil fuels</i>

4.2 Οικονομικά αποτελέσματα και σενάρια

Το τελευταίο ενοποιητικό βήμα σχετικά με τα εμπειρικά αποτελέσματα, αφορά τον προσδιορισμό των διαδικασιών του συστήματος καινοτομίας που ενισχύονται ή αποδυναμώνονται σε κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια. Στη συνέχεια καθορίζει κατά πόσο αυτές οι αλλαγές επηρεάζουν συγκεκριμένα αποτελέσματα καινοτομίας σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των μοντέλων.

Συντελεστές μεγέθους $> | 0.001 |$ ερμηνεύονται ως μικρά αποτελέσματα. συντελεστές μεγέθους $\leq | 0.001 |$ ερμηνεύονται ως πολύ μικρά αποτελέσματα (βλ. συντελεστές σε παρένθεση στον Πίνακα 4).

4.2.1 Diversification

Το σενάριο diversification ενισχύει την συν-εφεύρεση των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας (εντός της ΕΕ), την συν-συγγραφή δημοσιεύσεων (εντός ΕΕ) και την ποικιλομορφία των τύπων οργανισμών, αλλά αποδυναμώνει την βιωσιμότητα των μέσων πολιτικής.

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Εστιάζοντας μόνο στους σημαντικούς συντελεστές στις εκτιμήσεις των μοντέλων, αυτό σημαίνει ότι το μονοπάτι diversification προβλέπει τις ακόλουθες αλλαγές στα αποτελέσματα της καινοτομίας:

- Η ενισχυμένη συν-εφεύρεση ευρεσιτεχνιών (εντός της ΕΕ) έχει μικρή θετική επίδραση στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας
- η ενίσχυση της ποικιλομορφίας των τύπων των οργανώσεων στις εκδόσεις έχει αρνητικό αντίκτυπο στον αριθμό των δημοσιεύσεων και στην συγγραφή δημοσιεύσεων
- η αποδυνάμωση της βιωσιμότητας των μέσων πολιτικής έχει θετικό αντίκτυπο στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, στον αριθμό των δημοσιεύσεων και στην έκδοση δημοσιεύσεων

4.2.2 Directed Vision

Το μονοπάτι Directed Vision ενισχύει την συν-εφεύρεση των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας (εκτός ΕΕ), τις συν-συγγραφές δημοσιεύσεων (εκτός ΕΕ), τις δημόσιες δαπάνες για την έρευνα και την ανάπτυξη στον τομέα της ενέργειας, τους ενδεικτικούς προϋπολογισμούς και την βιωσιμότητα των μέσων πολιτικής, αλλά αποδυναμώνει την ποικιλομορφία των οργανισμών.

Εστιάζοντας μόνο στους σημαντικούς συντελεστές στις εκτιμήσεις των μοντέλων, αυτό σημαίνει ότι το μονοπάτι του Directed Vision προβλέπει τις ακόλουθες αλλαγές στα αποτελέσματα της καινοτομίας:

- η ενισχυμένη συν-εφεύρεση ευρεσιτεχνιών (εκτός ΕΕ) έχει μικρή θετική επίδραση στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας
- Η ενισχυμένη συν-συγγραφή (εκτός ΕΕ) έχει μικρή θετική επίδραση στον αριθμό των δημοσιεύσεων
- οι ενισχυμένες δημόσιες δαπάνες για την E & A της ενέργειας έχουν μικρή αρνητική επίπτωση στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας
- η ενίσχυση της βιωσιμότητας των μέσων πολιτικής έχει αρνητικές επιπτώσεις στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, στον αριθμό των δημοσιεύσεων και στις εκδόσεις δημοσιεύσεων

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

- η αποδυνάμωση της ποικιλομορφίας των τύπων των οργανώσεων στις εκδόσεις έχει αρνητικό αντίκτυπο στον αριθμό των δημοσιεύσεων και στην συγγραφή της δημοσίευσης

4.2.3 National Champions

Το μονοπάτι National Champions ενισχύει τη σταθερότητα των δαπανών E & A για την ενέργεια, την βιωσιμότητα και τη σταθερότητα των μέσων πολιτικής, αλλά απομακρύνει τη μετάβαση από τις δημόσιες δαπάνες για την E & A στα ορυκτά καύσιμα.

Εστιάζοντας μόνο στους σημαντικούς συντελεστές στις εκτιμήσεις των μοντέλων, αυτό σημαίνει ότι το μονοπάτι των National Champions προβλέπει τις ακόλουθες αλλαγές στα αποτελέσματα της καινοτομίας:

- ενίσχυση της σταθερότητας των δαπανών για την E & A της ενέργειας έχει θετική επίδραση στις συν-εφευρέσεις των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας
- η ενίσχυση της βιωσιμότητας των μέσων πολιτικής έχει αρνητικές επιπτώσεις στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, στον αριθμό των δημοσιεύσεων και στην έκδοση των δημοσιεύσεων
- η ενισχυμένη σταθερότητα των μέσων πολιτικής έχει θετικό αντίκτυπο στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και στο μερίδιο αγοράς
- η ενισχυμένη σταθερότητα των μέσων πολιτικής έχει μικρή θετική επίδραση στο ρυθμό εκμάθησης
- η αποδυνάμωση της προσπάθειας απομάκρυνσης από τις δημόσιες δαπάνες για την E & A στα ορυκτά καύσιμα έχει αρνητικό αντίκτυπο στο μερίδιο αγοράς

4.2.4 Localisation

Το μονοπάτι του Localisation ενισχύει τις δημόσιες δαπάνες για την E & A της ενέργειας, τους βασικούς προϋπολογισμούς, τις εισαγωγές ενεργειακών τεχνολογιών και την πολυμορφία των μέσων πολιτικής, αλλά αποδυναμώνει την συν-συγγραφική

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

δυνατότητα διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας (εντός της ΕΕ) καθώς και την έκδοση δημοσιεύσεων (εντός ΕΕ)

Εστιάζοντας μόνο στους σημαντικούς συντελεστές στις εκτιμήσεις μοντέλων, αυτό σημαίνει ότι το μονοπάτι του Localisation προβλέπει τις ακόλουθες αλλαγές στα αποτελέσματα της καινοτομίας:

- οι ενισχυμένες δημόσιες δαπάνες για την E & A της ενέργειας έχουν μικρή αρνητική επίπτωση στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας
- οι ενισχυμένες εισαγωγές ενεργειακών τεχνολογιών έχουν μικρή θετική επίδραση στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και των συνεταιρισμών διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας
- η ενισχυμένη ποικιλομορφία των μέσων πολιτικής έχει θετικό αντίκτυπο στον αριθμό των δημοσιεύσεων
- η ενισχυμένη ποικιλομορφία των μέσων πολιτικής έχει αρνητικό αντίκτυπο στον έκδοση των δημοσιεύσεων
- οι αποδυναμωμένοι συνεταιρισμοί ευρεσιτεχνιών έχουν αρνητική επίδραση στον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας

4.3 Ενημέρωση της ανάλυσης και μοντελοποίησης των ενεργειακών συστημάτων

4.3.1 Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, εκμάθησης και ενσωμάτωσης νέων συστημάτων

Οι μεταβλητές έκβασης στην εμπειρική ανάλυση είναι διπλώματα ευρεσιτεχνίας (ή δημοσιεύσεις), ποσοστά εκμάθησης και μερίδια της αγοράς. Ενώ τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας (ή δημοσιεύσεις) είναι μέτρα κωδικοποίησης της γνώσης στα συστήματα καινοτομίας, τα ποσοστά εκμάθησης και ιδίως τα μερίδια αγοράς συνδέονται επίσης στενά με την ανάπτυξη της αγοράς. Επομένως, άλλες μεταβλητές που παραλείπονται από τις παλινδρομήσεις καθίστανται σημαντικές. Για παράδειγμα, εκτός από την αποτελεσματικότητα του συστήματος καινοτομίας, τα ποσοστά εκμάθησης (μειώσεις κόστους για κάθε διπλασιασμό της εμπειρικής γνώσης) επηρεάζονται από τις τιμές των βασικών προϊόντων, τους κύκλους εργασιών των επιχειρήσεων, τη δομή της αγοράς

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

και ούτω καθεξής. Ομοίως, τα μερίδια αγοράς επηρεάζονται από το αυξανόμενο εύρος των παραγόντων που βρίσκονται εκτός του πλαισίου ETIS, συμπεριλαμβανομένου του σχετικού πλεονεκτήματος (στην τιμή και σε άλλα χαρακτηριστικά), της αδράνειας του συστήματος, της διαθεσιμότητας κεφαλαίου κ.ο.κ.

Με άλλα λόγια, οι παλινδρομήσεις που συνοψίζονται στον Πίνακα 3 δεν στοχεύουν, ούτε προσπαθούν να εξηγήσουν όλες τις διαδρομές που επηρεάζουν την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Αντίθετα, οι παλινδρομήσεις εξηγούν ένα διακριτό σύνολο κλασικών διαδρομών για συγκεκριμένα αποτελέσματα του συστήματος καινοτομίας. Αυτά τα αποτελέσματα είναι άμεσα (διπλώματα ευρεσιτεχνίας, δημοσιεύσεις), ενδιάμεσα (ποσοστά εκμάθησης) και μακροπρόθεσμα (μερίδιο αγοράς).

Παρόλο που είναι χρήσιμες για την κατανόηση των συστημάτων καινοτομίας και του τρόπου λειτουργίας τους, τα αποτελέσματα αυτά δεν είναι άμεσα εφαρμόσιμα στην ανάλυση και προσομοίωση των μοντέλων του μελλοντικού ενεργειακού συστήματος της ΕΕ. (Η εξαίρεση είναι τα ποσοστά εκμάθησης που χρησιμοποιούνται σε ορισμένα μοντέλα, προκειμένου να αντιπροσωπεύουν ενδογενώς την τεχνολογική αλλαγή).

Ωστόσο, οι αλλαγές στα αποτελέσματα της καινοτομίας για κάθε μονοπάτι που περιγράφεται παραπάνω μπορούν να ενοποιηθούν σε εκτιμήσεις ενισχυμένης ή εξασθενημένης χωρητικότητας σε τρεις τομείς που σχετίζονται με την ανάλυση και τη μοντελοποίηση του ενεργειακού συστήματος:

- ✓ Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων. Οι αλλαγές στον αριθμό των ευρεσιτεχνιών (ή στον αριθμό των δημοσιεύσεων) και οι αλλαγές στις συν-εφευρέσεις των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας (ή συν-συγγραφικές εκδόσεις) επηρεάζουν την τεχνολογική ικανότητα στην επίλυση προβλημάτων του συστήματος καινοτομίας της ΕΕ για νέες ενεργειακές τεχνολογίες. Στην ανάλυση και τη μοντελοποίηση του ενεργειακού συστήματος, μια ενισχυμένη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων θα μπορούσε να ερμηνευθεί μέσω ταχύτερων βελτιώσεων στην απόδοση της τεχνολογίας (π.χ. αποτελεσματικότητα), γρηγορότερης χρονικά επίδειξης ή ανάπτυξης καινοτόμων τεχνολογιών "breakthrough" ή υπέρβασης άλλων καινοτόμων προκλήσεων.
- ✓ Ικανότητα εκμάθησης. Οι αλλαγές στα ποσοστά εκμάθησης επηρεάζουν τη μαθησιακή ικανότητα του συστήματος καινοτομίας της ΕΕ για νέες ενεργειακές τεχνολογίες. Στην ανάλυση και τη μοντελοποίηση του ενεργειακού

**Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε
σενάρια μελλοντικών αλλαγών.**

συστήματος, μια ενισχυμένη ικανότητα εκμάθησης θα μπορούσε να ερμηνευθεί μέσω ταχύτερης ή μακροχρόνιας μείωσης του κόστους, ταχύτερης ανάπτυξης διαδοχικών γενεών μιας τεχνολογίας ή μέσω της υπέρβασης άλλων προκλήσεων βελτίωσης της τεχνολογίας.

- ✓ Ικανότητα ενσωμάτωσης του συστήματος. Οι αλλαγές στο μερίδιο αγοράς επηρεάζουν την ικανότητα ενσωμάτωσης του συστήματος του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ σε σχέση με τις νέες ενεργειακές τεχνολογίες. Στην ανάλυση και τη μοντελοποίηση του ενεργειακού συστήματος, μια ενισχυμένη ικανότητα ενσωμάτωσης του συστήματος θα μπορούσε να ερμηνευθεί μέσω της ταχύτερης ανάπτυξης και αναβάθμισης, ασθενέστερων περιορισμών στην διαδικασία ενσωμάτωσης του συστήματος ή της αντιμετώπισης άλλων προκλήσεων ανάπτυξης.

Ο Πίνακας 5 συνοψίζει τις ιδέες από τον συνδυασμό των αναπτυξιακών μονοπατιών και την εμπειρική ανάλυση ως προς το αν οι τρεις παραπάνω τομείς ενισχύονται ή αποδυναμώνονται. Διακρίνονται πέντε τύποι επίδρασης: ισχυρή (++), μέτρια (+), ουδέτερη (~), αδύναμη (-) και πολύ αδύναμη (-). Αυτές οι επιδράσεις βασίζονται στο σχετικό μέγεθος των συντελεστών των ανεξάρτητων μεταβλητών στα οικονομετρικά μοντέλα. Συγκεκριμένα, τα μεγέθη $\text{συντελεστών} > | 0.001 |$ ερμηνεύονται ως ++ ή --, συντελεστές μεγέθους $\leq | 0.001 |$ ερμηνεύονται ως + ή - και οι μη σημαντικοί συντελεστές ερμηνεύονται ως ~.

Όπως δείχνει ο Πίνακας 5, δεν υπάρχουν γενικά ισχυρές ή σταθερές επιδράσεις των μονοπατιών σχετικά με την επίλυση προβλημάτων, την ικανότητα μάθησης ή την ενσωμάτωση του συστήματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα αποτελέσματα παλινδρόμησης δείχνουν προς αντίθετες κατευθύνσεις. Για παράδειγμα, το μονοπάτι του diversification προβλέπει την ενίσχυση της ανταλλαγής γνώσεων εντός της ΕΕ (διπλώματα ευρεσιτεχνίας και συν-συγγραφικές εκδόσεις), η οποία με τη σειρά της ενισχύει τα αποτελέσματα των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και των δημοσιεύσεων ως δείκτη της ενισχυμένης ικανότητας επίλυσης προβλημάτων. Ωστόσο, η το μονοπάτι του diversification προβλέπει επίσης περισσότερους φορείς να εμπλέκονται στο σύστημα καινοτομίας που με τη σειρά του αποδυναμώνει τις συντονισμένες δραστηριότητες δημιουργίας νέας γνώσης. Συνεπώς, η συνολική επίδραση του μονοπατιού του diversification στην ικανότητα επίλυσης προβλημάτων του συστήματος καινοτομίας της ΕΕ είναι ασαφής.

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Πίνακας 5. Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, μάθησης και ολοκλήρωσης συστημάτων σε κάθε ιστορία. Η συνολική επίδραση σε κάθε κύτταρο συνοψίζεται στην κορυφή της γκρι ράβδου: + μέτρια. ~ ουδέτερη; - ασθενής. -- πολύ αδύναμο.

	<i>Diversification</i>	<i>Directed Vision</i>	<i>National Champions</i>	<i>Localisation</i>
	+ to --	+ to --		+ to ~
problem-solving capacity	+ to ~ effect from patent co-inventions & publication co-authorships, intra-EU ~ to -- effect from diversity of types of organisations in patenting & publications	+ effect from patent co-inventions & publication co-authorships, extra-EU ~ to -- effect from diversity of types of organisations in patenting & publications		+ to ~ effect from patent co-inventions & publication co-authorships, intra-EU
learning capacity ^	~	~	~	~
		~ effect from public energy RD&D expenditure	~ effect from stability in public energy RD&D expenditure	~ effect from public energy RD&D expenditure
system-integration capacity	~	~	+ to -	~
	~ effect from durability of policy instruments	~ effect from durability of policy instruments	~ effect from durability of policy instruments + & ~ to - effect from stability of policy instruments + effect from shifting away from public energy RD&D expenditure on fossil fuels	~ effect from energy technology imports ~ effect from diversity of policy instruments

4.3.2 Χρήση των γνώσεων του ETIS από τους διαμορφωτές ενεργειακών συστημάτων

Στην ιδανική περίπτωση, η λεπτομερής ανάλυση των μονοπατιών και των αποτελεσμάτων της καινοτομίας μέσω του φακού του πλαισίου ETIS θα παρείχε ισχυρές και αξιόπιστες γνώσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν άμεσα από τους διαμορφωτές ενεργειακών συστημάτων. Το αν αυτό θα συνέβαινε δεν ήταν γνωστό μέχρι την ολοκλήρωση των προαναφερθέντων μεθοδολογικών βημάτων. Τα πραγματικά αποτελέσματα ήταν μάλλον το αντίθετο. Δυστυχώς, δεν προέκυψαν από την ανάλυση ισχυρές και αξιόλογες γνώσεις. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5, οι επιπτώσεις των τεσσάρων μονοπατιών σχετικά με την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, τη μάθηση και την ικανότητα ενσωμάτωσης των συστημάτων στο ενεργειακό σύστημα της ΕΕ είναι αδύναμες, ασυνεπείς και συχνά μη σημαντικές.

**Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε
σενάρια μελλοντικών αλλαγών.**

Υπάρχουν τρεις πιθανές ερμηνείες:

- Πρώτον, τα σενάρια θα μπορούσαν να ερμηνευτούν εκ νέου υπό το πρίσμα της εμπειρικής ανάλυσης για να διασφαλιστεί ότι ορισμένα μονοπάτια επηρεάζουν τις επεξηγηματικές μεταβλητές σε μια ή περισσότερες παλινδρομήσεις. Η ερμηνεία των σεναρίων έχει ένα συνδυασμό τέχνης και επιστήμης και μπορεί να είναι δυνατή η αντιστάθμιση των υποτιθέμενων επιδράσεων των μονοπατιών στις διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας, παραμένοντας πιστή στην γενική βάση. Αυτό είναι παρόμοιο με μια άσκηση τύπου backcasting που αρχίζει με τις υποτιθέμενες διαφορές στα αποτελέσματα του συστήματος καινοτομίας μεταξύ των μονοπατιών και λειτουργεί προς τα πίσω για να καθορίσει πώς να «εξαναγκάσει» αυτές τις διαφορές.
- Δεύτερον, η εμπειρική ανάλυση θα μπορούσε να επαναληφθεί χρησιμοποιώντας εναλλακτικές προδιαγραφές μοντέλων που δίνουν έμφαση στις επεξηγηματικές μεταβλητές που επηρεάζονται από τα μονοπάτια. Η υποθετική και ποσοτική δοκιμασία των μονοπατιών μέσα στα συστήματα καινοτομίας ενέργειας είναι ένα νέο πεδίο με ελάχιστον ιστορικό παρελθόν και μπορεί να είναι δυνατή η δημιουργία ισχυρότερων εμπειρικών αποτελεσμάτων για τη επίτευξη της διαφοροποίησης μεταξύ των μονοπατιών.
- Τρίτον, θα μπορούσαν να απορριφθούν συγκεκριμένες, έτοιμες για το μοντέλο, ποσοτικές πληροφορίες προς διευκόλυνση της ερμηνείας των μονοπατιών.

Αυτή η τρίτη απάντηση προτιμάται, καθώς δέχεται τα αποτελέσματα της καινοτόμου μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε ως έχει και αποφεύγει να προσπαθήσει να την αλλάξει προς το όφελος της εκ των υστέρων. Παρόλο που η μεθοδολογία δημιούργησε μηδενικά αποτελέσματα - ή τουλάχιστον δεν δημιούργησε εύχρηστα αποτελέσματα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν οι διαμορφωτές ενεργειακών συστημάτων - η αναφορά αυτών των μηδενικών αποτελεσμάτων αποτελεί σημαντική συμβολή στις περαιτέρω μεθοδολογικές εξελίξεις.

5. Συμπεράσματα

Τα τέσσερα μονοπάτια ερμηνεύθηκαν, επηρεάζοντας το σύστημα καινοτομίας της ΕΕ στον τομέα των ενεργειακών τεχνολογιών με γενικούς τρόπους που εφαρμόζονται σε όλες τις ενεργειακές τεχνολογίες. Η εμπειρική ανάλυση υιοθέτησε ομοίως μια διατομεακή προσέγγιση (χρησιμοποιώντας παλινδρομήσεις των δεδομένων χρονοσειρών σε έξι τεχνολογικές περιοχές). Οι γνώσεις που προκύπτουν είναι συνεπώς γενικευμένες, αλλά όπως φάνηκε, οι διαπιστώσεις που προέκυψαν ήταν επίσης πολύ επιφυλακτικές.

Εναλλακτικές ερμηνείες των τεσσάρων σεναρίων ερμηνεύονται συνδέοντας την ιδιαίτερη έμφαση που δίνουν (σε διαδικασίες του συστήματος καινοτομίας) σε συγκεκριμένες τεχνολογίες. Αυτό θα πρέπει να είναι πιο άμεσα χρήσιμο για τους διαμορφωτές μοντέλων ενεργειακών συστημάτων, οι οποίοι εκτελούν δοκιμές μοντέλων με ισχυρότερους ή ασθενέστερους περιορισμούς ανάπτυξης, ταχύτερους ή βραδύτερους ρυθμούς εκμάθησης, υψηλότερες ή χαμηλότερες παραδοχές αποδοτικότητας κ.ο.κ.

Το μονοπάτι του Diversification δίνει έμφαση σε ετερογενείς παράγοντες που εμπλέκονται σε μια κατανεμημένη σειρά πειραμάτων μάθησης για την ανάπτυξη, δοκιμή, επίδειξη, ανάπτυξη και βελτίωση νέων ενεργειακών τεχνολογιών. Αυτό μπορεί να ευνοεί τεχνολογίες όπως αντλίες θερμότητας με διαφορετικά σχέδια και χαρακτηριστικά απόδοσης σε διάφορες αγορές. Καθώς οι πόλεις διαδραματίζουν βασικό ρόλο ως τόπο καινοτομίας κατανεμημένης ενέργειας, είναι δυνατόν να τονιστούν καινοτομίες κατάλληλες για την ανάπτυξη σε αστικό επίπεδο, όπως τα κοινόχρηστα (αυτόνομα) οχήματα. Οι νεοεισερχόμενοι στην ενεργειακή καινοτομία, ιδίως από τον τομέα των τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών, μπορούν να φέρουν ισολογισμούς, στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου και οικονομικές καινοτομίες που επιτρέπουν τη χρηματοδότηση διανεμηθέντων περιουσιακών στοιχείων από τρίτους, όπως μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση ή εγχώρια ενεργειακή απόδοση. Η στήριξη της πολιτικής για τη διαφοροποίηση συνδυάζει πολιτικές προώθησης τεχνολογίας (κίνητρα καινοτομίας) και πολιτικές έλξης της αγοράς (κίνητρα ανάπτυξης), οι οποίες ενδέχεται να ευνοούν τεχνολογίες όπως τα ηλεκτρικά οχήματα που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της ανάπτυξης υποδομών ή της ανάπτυξης τεχνολογίας.

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

Το μονοπάτι του Directed Vision τονίζει την σαφή, ισχυρή και σταθερή καθοδήγηση των τροχιών καινοτομίας σε επίπεδο ΕΕ στους έξι τομείς τεχνολογίας που έχουν προτεραιότητα στο σχέδιο SET. Οι συνεργασίες και ο συντονισμός υποστηρίζουν τις πανευρωπαϊκές επενδύσεις στην υποδομή, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων μεταφοράς υψηλής τάσης, των δικτύων μεταφοράς υψηλής ταχύτητας, καθώς και της μεγάλης κλίμακας υποδομής δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα. Τα ισχυρά πλαίσια πολιτικής της ΕΕ βοηθούν επίσης την βαθύτερη εναρμόνιση της αγοράς με τη μορφή αυστηρότερων προτύπων απόδοσης σε επίπεδο ΕΕ για συσκευές, κτίρια και βιομηχανικές διεργασίες. Η δημιουργία μιας αγοράς από την ΕΕ σαν ένα μπλοκ, διευκολύνουν επίσης τις διεθνείς ροές πληροφοριών με ηγέτες της παγκόσμιας αγοράς, διασφαλίζοντας τα οφέλη της παγκόσμιας μάθησης για τους εισαγόμενους κατασκευαστές όπως είναι οι ηλιακές φωτοβολταϊκές μονάδες.

Το μονοπάτι National Champions δίνει έμφαση στην συνοχή και στην μείωση του κόστους αλλαγής από ένα συγκεντρωτικό ενεργειακό σύστημα που κυριαρχείται από μεγάλες εθνικές επιχειρήσεις, πολλές από τις οποίες προέρχονται από τα ορυκτά καύσιμα. Η επίδραση των εγκατεστημένων φορέων κοινής ωφελείας, οι φορείς εκμετάλλευσης και ιδιοκτήτες εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι εταιρείες εξόρυξης πόρων και οι άλλοι μεγάλοι ιδιοκτήτες περιουσιακών στοιχείων επιτρέπουν επενδύσεις υποδομής μεγάλης κλίμακας, συμπεριλαμβανομένων των διμερών διασυνδέσεων ηλεκτρικού δικτύου μεταξύ των χωρών και της χρηματοδότησης ισολογισμών μεγάλης κλίμακας πυρηνικών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το φυσικό αέριο μπορεί επίσης να προτιμηθεί ως μια γέφυρα, σαν καύσιμο μακριά από τον άνθρακα και πιο κοντά προς εναλλακτικές λύσεις χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ιδίως στη χρήση του φυσικού αερίου για ευελιξία και αποθήκευση σε ηλεκτρικά δίκτυα. Περιορισμένη από αυστηρούς στόχους μείωσης των εκπομπών, η συνεχιζόμενη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα τονίζει τη σημασία της CCS και της βιομηχανίας ως βασικές προκλήσεις της καινοτομίας. Παρόλο που αυτή το μονοπάτι δίνει μικρότερη έμφαση στη στρατηγική πολιτική σε επίπεδο ΕΕ, μπορούν να εφαρμοστούν σταθερά πολιτικά πλαίσια στα κράτη μέλη για την ανάπτυξη και ενίσχυση εθνικών ανανεώσιμων πηγών, ώστε οι κατεστημένοι φορείς να μπορούν να διαφοροποιήσουν σταθερά τα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά.

Το μονοπάτι Localisation δίνει έμφαση σε διαφοροποιημένες ενεργειακές στρατηγικές σε εθνικό και τοπικό επίπεδο που επικεντρώνονται στη μέγιστη αξιοποίηση των

Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε σενάρια μελλοντικών αλλαγών.

τοπικών πόρων και των ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων. Ο ισχυρός ρόλος των τοπικών και περιφερειακών φορέων υποστηρίζει τις επενδύσεις και τις τεχνολογίες που είναι προσαρμοσμένες στο τοπικό πλαίσιο και τις συνθήκες, συμπεριλαμβανομένης της τηλεθέρμανσης, καθώς και των επιχειρηματικών μοντέλων κυκλικής οικονομίας στη βιομηχανία που συνδέουν τις ροές αποβλήτων με την επεξεργασία των εισροών. Οι πόλεις και οι περιφέρειες θέλουν να ενισχύσουν την αυτονομία τους στα ευρύτερα συστήματα και υποδομές, δίνοντας έτσι έμφαση στην αποκεντρωτική αποθήκευση και την εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας που καθιστά δυνατή την αναβάθμιση του δικτύου διανομής. Παρόλο που το συγκεκριμένο μονοπάτι προβλέπει αδύναμες ροές πληροφοριών και εξάπλωση σε διεθνές επίπεδο, η συγκέντρωση εμπειρία που αποκτάται δημιουργεί περιθώρια για ταχεία μάθηση σχετικά με την ισορροπία των εγκαταστάσεων των τοπικών εγκαταστάσεων, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά.

6. Βιβλιογραφία

- ❖ Carley, S. (2010). "Historical analysis of U.S. electricity markets: Reassessing carbon lock-in." *Energy Policy* 39(2): 720-732.
- ❖ Charlie Wilson, Yeong Jae Kim (2018) : Mapping empirical analysis of the EU's energy innovation system onto storylines of future change
- ❖ EC (2015). COM 80 final. Energy Union Package. Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions, and the European Investment Bank. Brussels, European Commission.
- ❖ Edenhofer, O. and J. Minx (2014). "Mapmakers and navigators, facts and values." *Science* 345(6192): 37-38.
- ❖ EEI (2013). *Disruptive Challenges: Financial Implications and Strategic Responses to a Changing Retail Electric Business*. Washington, DC, Edison Electric Institute.
- ❖ Facchini, A. (2017). "Distributed energy resources: Planning for the future." *Nature Energy* 2: 17129.

**Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε
σενάρια μελλοντικών αλλαγών.**

- ❖ Fisher, B. S., N. Nakicenovic, K. Alfsen, J. Corfee Morlot, F. de la Chesnaye, J.-C. Hourcade, K. Jiang, M. Kainuma, E. La Rovere, A. Matysek, A. Rana, K. Riahi, R. Richels, S. Rose, D. van Vuuren and R. Warren (2007). Issues related to mitigation in the long term context. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave and L. A. Meyer. Cambridge, UK, Cambridge University Press: 169-250.
- ❖ Gallagher, K. S., A. Grubler, L. Kuhl, G. Nemet and C. Wilson (2012). "The Energy Technology Innovation System." *Annual Review of Environment and Resources* 37(1): 137-162.
- ❖ Grubler, A. and C. Wilson (2014). *Energy Technology Innovation: Learning from Historical Successes and Failures*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- ❖ Grubler, A., F. Aguayo, K. S. Gallagher, M. Hekkert, K. Jiang, L. Mytelka, L. Neij, G. Nemet and C. Wilson (2012). *Policies for The Energy Technology Innovation System. Global Energy Assessment*. T. B. Johansson, N. Nakicenovic, A. Patwardhan and L. Gomez-Echeverri. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- ❖ Helm, D. (2017). *The Oil Endgame*.
- ❖ Hughes, T. P. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore and London, John Hopkins University Press.
- ❖ Kim, Y. J. and C. Wilson (2017). *Evaluating the EU's Innovation System*. IAEE (International Association for Energy Economics) European Conference. Vienna, Austria.
- ❖ Midttun, A. and P. B. Piccini (2017). "Facing the climate and digital challenge: European energy industry from boom to crisis and transformation." *Energy Policy* 108: 330-343.
- ❖ Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, H. J. M. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grubler, T. Y. Jung, T. Kram, E. L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Papper, H. Pitcher, L. Price, K. Riahi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor and Z. Dadi (2000). *Special Report on Emissions Scenarios*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

**Εμπειρική ανάλυση του συστήματος ενεργειακής καινοτομίας της ΕΕ πάνω σε
σενάρια μελλοντικών αλλαγών.**

- ❖ Seto, K. C., S. J. Davis, R. B. Mitchell, E. C. Stokes, G. Unruh and D. Ürgen-Vorsatz (2016). "Carbon Lock-In: Types, Causes, and Policy Implications." *Annual Review of Environment and Resources* 41(1): 425-452.
- ❖ Unruh, G. (2000). "Understanding carbon lock-in." *Energy Policy* 28: 817-830
- ❖ <http://www.set-nav.eu/content/pages/about-set-nav-project>