



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Μελέτη προσεγγίσεων ανάλυσης και αξιολόγησης ρίσκου
και αβεβαιότητας στις κλιματικές πολιτικές**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γιαννέλος Σπυρίδων

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2017



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Μελέτη προσεγγίσεων ανάλυσης και αξιολόγησης ρίσκου
και αβεβαιότητας στις κλιματικές πολιτικές**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γιαννέλος Σπυρίδων

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 13η Οκτωβρίου 2017.

Ψαρράς Ι.

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ασκούνης Δ.

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Δούκας Χ.

Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Γιαννέλος Σπυρίδων

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

Copyright © ΓΙΑΝΝΕΛΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ, 2017

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.

Περίληψη

Στόχος αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να διερευνήσει διεξοδικά ποιοι κίνδυνοι και ποιες αβεβαιότητες σχετίζονται με τις διάφορες επιλογές κλιματικής πολιτικής, τις ποιοτικές και ποσοτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυσή τους, και πιθανές προτιμήσεις στην επιστημονική έρευνα. Για το σκοπό αυτό αναπτύξαμε ένα ευρύ εννοιολογικό πλαίσιο για τους εξωγενείς κινδύνους, δηλαδή τους κινδύνους εφαρμογής μίας επιλογής πολιτικής, και τους επακόλουθους κινδύνους, τους κινδύνους δηλαδή που προκαλούνται από μία εφαρμοσμένη πολιτική, στους τομείς των πολιτικών, ρυθμιστικών, κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών κινδύνων. Εξετάσαμε αβεβαιότητες που προκαλούνται από ανεπαρκή γνώση (επιστημικές), από την έλλειψη συμφωνίας στην πλαισίωση ενός προβλήματος (παραδειγματικές), ή από αλληλοσυγκρουόμενα επιστημονικά ευρήματα (ερμηνευτικές).

Οργανώσαμε μία διαφανή διαδικασία ανασκόπησης, ώστε να αντιμετωπίσουμε το ευρύ και ποικίλο σώμα της βιβλιογραφίας. Σχεδιάστηκε ένας αλγόριθμος αναζήτησης που περιλαμβάνει επιλογές κλιματικής πολιτικής σε διάφορους τομείς, όπως παραγωγή ενέργειας, μεταφορές, γεωργία και άλλες χρήσεις γης, κατασκευές και άλλη βιομηχανία. Οι κίνδυνοι, αβεβαιότητες και τα συνώνυμά τους παρέμειναν απροσδιόριστα, μην επηρεάζοντας έτσι τα αποτελέσματα της ανασκόπησης προς συγκεκριμένους κινδύνους και αβεβαιότητες.

Τελικά, 410 άρθρα ταίριαξαν με τις αυστηρές απαιτήσεις μας, και ανέλυαν ρητά κινδύνους και αβεβαιότητες σχετικά με επιλογές κλιματικής πολιτικής. Σε πιο γενικό επίπεδο, τα πιο εμφανή κενά που αναδύονται από την ανασκόπηση είναι οι υπερβολικές μεθοδολογικές προτιμήσεις προς την ποσοτική και βασισμένη σε μοντέλα ανάλυση, και η ισχυρή προτίμηση προς τους τομείς παραγωγής ενέργειας. Αυτό εξηγεί εν μέρει την επικέντρωση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας στους επιστημικούς κινδύνους, και συγκεκριμένα στους οικονομικούς κινδύνους, καθώς πολλοί κοινωνικοί, πολιτικοί και ρυθμιστικοί κίνδυνοι είναι πιο δύσκολο να εκτιμηθούν ποσοτικά. Ταυτόχρονα οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι των πολιτικών περιορισμού της κλιματικής αλλαγής φαίνεται να υποερευνούνται, πιθανόν επειδή στη λειτουργία τους ως κλιματικές πολιτικές θεωρούνται εκ των προτέρων ότι είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Όσον αφορά τις αβεβαιότητες, η ανασκόπησή μας υπέδειξε μία μεγάλη εστίαση σε επιστημικές αβεβαιότητες, δηλαδή ανεπαρκή γνώση ή ακόμα και άγνοια ως προς

τις πιθανότητες συγκεκριμένων θετικών ή αρνητικών αποτελεσμάτων. Αβεβαιότητες που προέκυπταν από πειθαρχική διαφωνία ή ανεπαρκή επικοινωνία μόλις που εξετάστηκαν.

Λέξεις-Κλειδιά: κίνδυνος, ρίσκο, αβεβαιότητα, κλιματική αλλαγή, κλιματική πολιτική, στόχοι

Abstract

The objective of this literature review is to explore comprehensively which risks and uncertainties are associated with different climate policy choices, the qualitative and quantitative approaches used for their analysis, and potential bias in scientific research. To this end we developed a broad conceptual framework accounting for exogenous risks, as risks to the implementation of a policy choice, and consequential risks, as risks resulting from an implemented policy, in the areas of political, regulatory, social, economic and environmental risks. We considered uncertainties resulting from insufficient knowledge (epistemic), from lack of agreement on the framing of a problem (paradigmatic), or from conflicting scientific findings (translational).

We set up a transparent review process, in order to account for the broad and diverse body of literature. We designed a search algorithm including climate policy choices in several sectors, energy production, transport, agriculture and other land uses, buildings and other industry. Risks and uncertainties and their synonyms remained unspecified, thus not biasing the review towards certain risks and uncertainties.

Ultimately, 410 articles matched our strict requirements, and explicitly analysed risks and or uncertainties associated with climate policy choices. At the more general level, the most pronounced gaps emerging from the review are the overwhelming methodological bias towards quantitative and model-based analysis, and the strong focus on the energy production sectors. This in part explains the focus of the existing literature on epistemic risks, and in particular on economic risks, as many social, political and regulatory risks, are more difficult to assess quantitatively. At the same time environmental risks of mitigation policies seem under researched, potentially, because in their function as climate policies they are a-priori considered to be environmentally friendly. Concerning uncertainties, our review indicated an overwhelming focus on epistemic uncertainties, i.e. insufficient knowledge or even ignorance as to the probabilities of certain positive or negative impacts. Uncertainties resulting from disciplinary disagreement, or insufficient communication were hardly considered.

Keywords: danger, risk, uncertainty, climate change, climate policy, objectives

Πρόλογος

Και τα δύο μοντέλα που αφορούν τη μελλοντική κλιματική εξέλιξη και τις επιπτώσεις της, καθώς και τα μοντέλα που εκτιμούν τα κόστη και τα οφέλη σχετικά με διαφορετικά μονοπάτια περιορισμού της κλιματικής αλλαγής αντιμετωπίζουν ένα μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας. Υπάρχει επιτακτική ανάγκη όχι μόνο να καταλάβουμε τα κόστη και τα οφέλη σχετικά με την κλιματική αλλαγή, αλλά επίσης τους κινδύνους, τις αβεβαιότητες και τις συνέπειες σχετικά με διαφορετικά μονοπάτια περιορισμού καθώς και κοινωνικής αποδοχής (ή την έλλειψη αυτής) των επιλογών (τεχνολογίας) χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι κύριοι σκοποί και στόχοι αυτής της εργασίας επομένως είναι να δημιουργήσει ένα νέο πλαίσιο αξιολόγησης που θα αναλύει τα κόστη και τα οφέλη των οδών μετάβασης που θα ολοκληρώνουν καθιερωμένες προσεγγίσεις μοντελοποίησης του κόστους ελαστικών, χαμηλών σε εκπομπές άνθρακα επιλογών με μία ευρύτερη διεπιστημονική προσέγγιση που θα περιλαμβάνει αξιολόγηση κινδύνου. Επιπλέον η εργασία αυτή σκοπεύει να σχεδιάσει ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων που θα μπορούσε να βοηθήσει τους φορείς χάραξης πολιτικής να καταλάβουν καλύτερα τις αβεβαιότητες και τους κινδύνους και να τους καταστήσει ικανούς να συμπεριλάβουν την αξιολόγηση κινδύνου σε ένα πιο στιβαρό σχεδιασμό πολιτικής.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση των κινδύνων και αβεβαιοτήτων που σχετίζονται με τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής παρέχει γνώσεις σε διάφορα επίπεδα. Εφοδιάζει και βελτιώνει την κατάσταση ενός ευρέως πλαισίου κατηγοριοποίησης και συσχετισμού κινδύνων και αβεβαιοτήτων με επιλογές πολιτικής περιορισμού σε διαφορετικές κλίμακες και δικαιοδοσίες, δείχνοντας έτσι τα ερευνητικά και γνωστικά κενά στην υπάρχουσα επιστημονική βιβλιογραφία. Τα πιο σημαντικά κενά που βρήκαμε στις μεθοδολογικές προσεγγίσεις ανάλυσης κινδύνων και αβεβαιοτήτων βασίζονται συχνότερα σε ποσοτική μοντελοποίηση που επικεντρώνεται σε οικονομικούς κινδύνους που προκαλούνται από την εφαρμογή των πολιτικών περιορισμού. Παρομοίως, η ανάλυση των αβεβαιοτήτων επικεντρώνεται σε επιστημικές αβεβαιότητες, ενώ ερμηνευτικές και παραδειγματικές αβεβαιότητες εξετάζονται σπάνια. Βρήκαμε ότι σε σύγκριση με τον ενεργειακό τομέα, άλλοι τομείς όπως οι μεταφορές και η γεωργία σχετικά υποερευνούνται.

Αυτή η εργασία σκοπεύει κυρίως να υποστηρίξει τις διεργασίες μέσα σε αυτό το πλαίσιο. Είναι ένα παρασκήνιο όπου θα συγκρίνουμε τους κινδύνους και τις αβεβαιότητες που αναλύονται τόσο από την πλευρά της μοντελοποίησης αλλά και της εμπλοκής των ενδιαφερόμενων μερών. Αυτή η ανασκόπηση έχει στόχο να αναγνωρίσει ερευνητικά κενά, και επομένως νέες προσεγγίσεις για μελλοντική εργασία. Η μελέτη μας παρέχει επίσης ένα ευρύ εννοιολογικό πλαίσιο για τη θεώρηση των κινδύνων και των αβεβαιοτήτων που επηρεάζονται ή προκαλούνται από τις πολιτικές περιορισμού της κλιματικής αλλαγής. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση της ευρύτερης εικόνας, αλλά και να χρησιμεύσει ως βάση για πιο λεπτομερή και σε βάθος έρευνα για τις υποομάδες κινδύνων και αβεβαιοτήτων, σε διάφορους τομείς.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	8
1.1 ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	10
Κεφάλαιο 2. Εννοιολογικό πλαίσιο	13
2.1 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ (ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΚΙΝΔΥΝΟΙ)	14
2.2 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΩΣ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ (ΕΠΑΚΟΛΟΥΘΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ)	16
2.3 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΕΙΔΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ	17
2.4 ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	18
2.5 ΤΟΜΕΙΣ	21
Κεφάλαιο 3. Μέθοδος	22
3.1 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	23
3.1.1 Φάση 1 – Προσανατολισμός	23
3.1.2 Φάση 2 – Επαναπροσδιορισμός των όρων αναζήτησης	30
3.2 ΠΡΟΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ	33
3.3 ΕΞΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ)	34
3.3.1 Πρωτόκολλο εξαγωγής δεδομένων	36
Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα	47
4.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	47
4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	50
4.3 ΜΕΤΟΧΟΙ	51
4.4 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ	53
4.4.1 Κίνδυνος	54
4.4.2 Αβεβαιότητα	55
Κεφάλαιο 5. Αγορές άνθρακα	57
5.1 ΕΜΠΟΡΙΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	57
5.1.1 Κίνδυνοι	58
5.1.2 Αβεβαιότητες	62
5.2 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ	64
5.2.1 Κίνδυνοι	65
5.2.2 Αβεβαιότητες	71
5.3 ΦΟΡΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ	74
5.3.1 Κίνδυνοι	74
5.3.2 Αβεβαιότητες	77
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και προοπτικές	82
Βιβλιογραφία	84
Παράρτημα	92

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Ο περιορισμός της κλιματικής αλλαγής απαιτεί ένα ευρύ φάσμα επιλογών που πρέπει να γίνουν από διαφορετικούς μέτοχους, σε διάφορες κλίμακες δικαιοδοσίας και για διαφορετικούς χρονικούς ορίζοντες. Παγκοσμίως, τέτοιες επιλογές αφορούν μακροπρόθεσμους στόχους θερμοκρασίας, τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο, καθώς και σχετικές επιλογές που αφορούν στόχους μείωσης εκπομπών. Σε εθνικό επίπεδο, επιλογές πρέπει να γίνουν για να τεθούν αποτελεσματικά κίνητρα, αλλά και για το ποιές τεχνολογίες να υποστηριχθούν. Σε εταιρικό και οικιακό επίπεδο η υιοθέτηση της τεχνολογίας, καθώς και άλλα ζητήματα συμπεριφοράς καθορίζουν την επιτυχία των στόχων που έχουν τεθεί σε υψηλότερα επίπεδα. Οι περισσότερες από αυτές τις επιλογές σχετίζονται με ένα εύρος σχετικών κινδύνων και αβεβαιοτήτων, και επομένως “η επιλογή των κλιματικών πολιτικών θα πρέπει να είναι μία άσκηση στη διαχείριση κινδύνου” (Kunreuther κ.α., 2013).

Κίνδυνος και αβεβαιότητα είναι αόριστες έννοιες αν δεν προσδιοριστούν. Εξαιτίας των διαφορετικών χρήσεων ανάλογα με το πειθαρχικό πλαίσιο, υιοθετούμε ευρείς ορισμούς από το IPCC. Με τον όρο κίνδυνος, εννοούμε «την πιθανότητα, όταν το αποτέλεσμα είναι αβέβαιο, δυσμενών συνεπειών στις ζωές, το βιοπορισμό, την υγεία, το οικοσύστημα, τα οικονομικά, κοινωνικά και πολιτιστικά κεφάλαια, λειτουργίες (συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών υπηρεσιών), και δομή» (IPCC 2014). Με τον όρο αβεβαιότητα εννοούμε «μια γνωστική κατάσταση ελλιπούς γνώσης που μπορεί να προκύψει από την έλλειψη πληροφοριών ή τη διαφωνία σχετικά με το τι είναι ή μπορεί να γίνει γνωστό, η οποία (κατάσταση) μπορεί να αναπαρασταθεί με ποσοτικά μέτρα (π.χ. μία συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας) ή ποιοτικά (π.χ. παρουσιάζοντας τις κρίσεις μιας ομάδας ειδικών)» (IPCC, 2014, σελ. 1772)(IPCC, 2014, σελ. 1774).



Σχήμα 1: Η σχέση κινδύνων και αβεβαιότητων

Κίνδυνος και αβεβαιότητα είναι επομένως μερικώς επικαλυπτόμενες έννοιες. Εννοιολογικά, η αβεβαιότητα μπορεί να είναι και ευνοϊκή και δυσμενής, ενώ ο κίνδυνος σχετίζεται μόνο με δυσμενή αποτελέσματα στο πλαίσιο της ανάλυσής μας. Παρ' όλα αυτά, ο κίνδυνος περιλαμβάνει επίσης την (πιθανή) ζημιά που προέρχεται από την αβεβαιότητα και την ευπάθεια σε αυτή τη ζημιά.

Επί του παρόντος δεν υπάρχει περιεκτική ανασκόπηση των κινδύνων και των αβεβαιότητων που σχετίζονται με την επιλογή κλιματικής πολιτικής. Ένας από τους κύριους λόγους που εξηγεί αυτό το κενό είναι ότι η κλιματική αλλαγή, ως αντικείμενο έρευνας είναι ένας πολύπλοκος τομέας που αντιμετωπίζεται από τη σκοπιά πολλών κλάδων, όπως, μεταξύ άλλων, τη μετεωρολογία, τη φυσική και τα μαθηματικά, τα οικονομικά, την ψυχολογία και τις πολιτικές επιστήμες. Αυτό σημαίνει ότι μία περιεκτική και συστηματική ανασκόπηση απαιτεί σημαντικούς πόρους και χρόνο. Η πιο πρόσφατη IPCC WGIII έκθεση αξιολόγησης έκανε τα πρώτα βήματα προς αυτή την κατεύθυνση, συμπεριλαμβάνοντας ένα ξεχωριστό κεφάλαιο που περιέχει αυτό το ζήτημα, και όμως περιορισμοί χώρου (15 σελίδες) περιόρισαν σημαντικά το επίπεδο περιεκτικότητάς του.

Ο στόχος αυτού του έργου είναι επομένως διπλός: Ο πρωταρχικός στόχος είναι να οργανώσουμε και να συνθέσουμε τη βιβλιογραφία με ένα τρόπο που μπορεί να αναγνωρίζει σημαντικά κενά στην ποιοτική και ποσοτική μας αντίληψη των βασικών κινδύνων και των αβεβαιότητων εκ των οποίων προκύπτουν. Τα αποτελέσματα θα είναι ενδιαφέροντα τόσο στο πλαίσιο των μοντελοποιημένων ασκήσεων στο TRANSrisk όσο και στις διεργασίες των

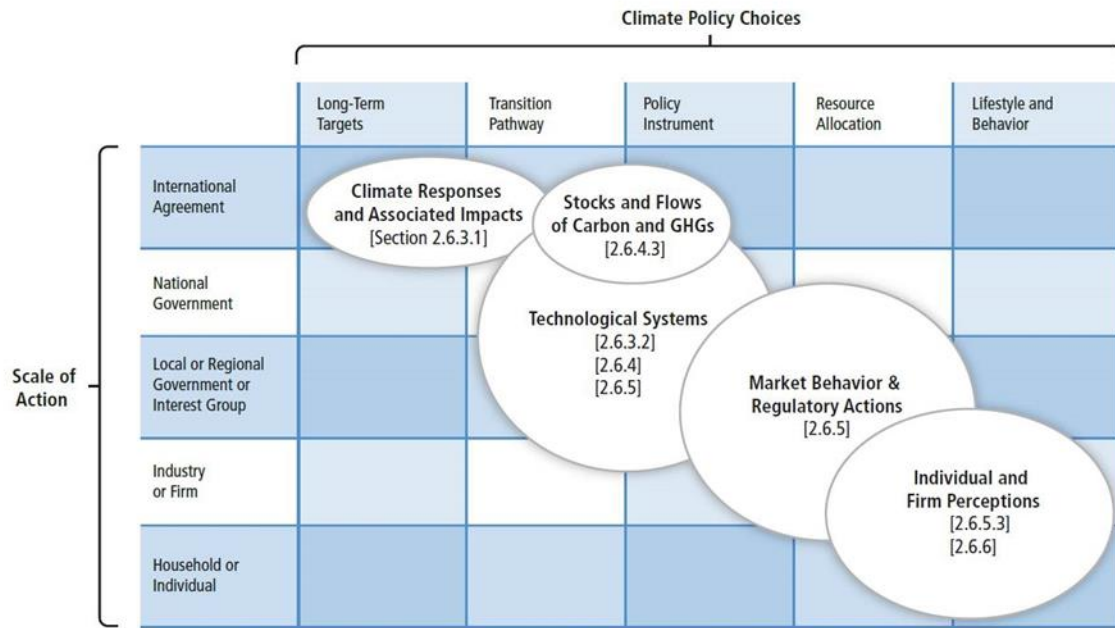
ενδιαφερόμενων μερών. Ο δεύτερος στόχος είναι να δώσουμε πληροφορίες για τα μεταγενέστερα έργα του WP5, και κυρίως για την ποσοτική εκτίμηση της σχετικής σημασίας των διαφόρων κινδύνων στο πλαίσιο της κλιματικής πολιτικής.

1.1 Στόχος και ζητήματα της έρευνας

Το έργο αυτό είναι ένα μέρος της δουλειάς του TRANSrisk προγράμματος, το οποίο σκοπεύει να παρέχει μία συστηματική επισκόπηση των κινδύνων και αβεβαιοτήτων που θα επηρεάσουν τη μετάβαση σε βιώσιμα ενεργειακά συστήματα και ευρύτερη οικονομία.

Σε αυτό το έργο, θα βασιστούμε στην IPCC αναφορά αναλύοντας την υπάρχουσα βιβλιογραφία σε ένα εκτενέστερο και πιο κατανοητό βαθμό, οργανώνοντας και συνθέτοντάς την με ένα τρόπο που θα μπορούμε να **αναγνωρίζουμε σημαντικά κενά στην ποσοτική κατανόηση των βασικών κινδύνων και των αβεβαιοτήτων εκ των οποίων προκύπτουν**, καθώς και θα παραθέσουμε την ποσοτική εκτίμηση της σχετικής σημασίας των διαφόρων κινδύνων στο πλαίσιο της κλιματικής πολιτικής.

Αυτή η ανασκόπηση ομαδοποιεί τους κινδύνους και τις αβεβαιότητες για διάφορα θέματα, ανάλογα με τις επιλογές πολιτικής και την κλίμακα στην οποία αυτές επενεργούν. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 2:



Σχήμα 2: Ταξινόμηση των επιπέδων λήψης αποφάσεων και των επιλογών πολιτικής.
Πηγή: Kunreuther κ.α. 2014

Σκοπεύουμε να επεκτείνουμε αυτήν τη βιβλιογραφία για τους κινδύνους εκτελώντας μία πιο περιεκτική και συστηματική έρευνα της πρόσφατης βιβλιογραφίας, και απαντώντας ως εκ τούτου τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Ποιοι είναι οι κίνδυνοι και οι αβεβαιότητες που σχετίζονται με τις διάφορες κλιματικές πολιτικές?
- Ποιες είναι κοινές προσεγγίσεις για την ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των κινδύνων και των αβεβαιοτήτων? Για ποιους κινδύνους και αβεβαιότητες είναι διαθέσιμες?
- Αντικατοπτρίζουν οι κίνδυνοι και οι αβεβαιότητες που σχετίζονται αντικειμενικά με τις κλιματικές πολιτικές τις αντιλήψεις των κινδύνων των διαφόρων μετόχων?

- Βασιζόμενοι στην ανασκόπηση, μπορούμε να βελτιώσουμε τις υπάρχουσες κατηγοριοποιήσεις των κινδύνων και των αβεβαιοτήτων?
- Αυτό μπορεί να μας οδηγήσει στο να ρωτήσουμε: πώς μπορούν οι βελτιωμένες κατηγοριοποιήσεις να πληροφορήσουν καλύτερα αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις?

Κεφάλαιο 2. Εννοιολογικό πλαίσιο

Τα κριτήρια της έρευνάς μας εστίασαν σε διαφορετικές επιλογές πολιτικών σε συνδυασμό με διάφορες λέξεις-κλειδιά που προσδιόριζαν σχετικούς κινδύνους και αβεβαιότητες, ενώ άλλες διαστάσεις προέκυψαν μόνο από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που βρέθηκε βάσει αυτών των διαστάσεων.



Σχήμα 3: Ολοκληρωμένο εννοιολογικό πλαίσιο οριοθέτησης της έρευνας

Το εννοιολογικό πλαίσιο που φαίνεται στο σχήμα 3 έχει και θεωρητικό και εμπειρικό υπόβαθρο. Θεωρητικά το πλαίσιο στηρίζεται σε θεωρίες χάραξης πολιτικής και μελέτες συστημάτων· η εμπειρική βάση προέρχεται από τα πάνω από 30 χρόνια συλλογικής

εμπειρίας της ομάδας των ερευνητών του TRANSrisk, κάτι που βοήθησε να σχεδιαστεί και να επικυρωθεί το πλαίσιο ώστε να ταιριάζει με τους στόχους του έργου.

Το σχήμα 3 αποτυπώνει την κατηγοριοποίηση και την προσέγγισή μας στους κινδύνους και τις αβεβαιότητες. Διακρίνουμε δύο ευρείες ομάδες, εκείνους που είναι εξωγενείς στην επιλογή της πολιτικής, λειτουργώντας πιθανώς σαν εμπόδια στην επιτυχή εφαρμογή της, και εκείνους τους κινδύνους που μπορεί να προκύψουν εξαιτίας της εφαρμογής μιας συγκεκριμένης πολιτικής. Υπάρχουν έξι υποομάδες για κάθε κίνδυνο και τρεις διαφορετικοί τύποι αβεβαιοτήτων που μπορεί να συσχετιστούν με κάθε μία από αυτές τις υποομάδες. Η επιστημική αβεβαιότητα αναδείχθηκε ως το πιο σχετικό είδος αβεβαιότητας στο πλαίσιο αυτής της ανασκόπησης.

Το σχήμα δείχνει επίσης πώς διαφορετικές επιλογές πολιτικής μπορεί να προσδιοριστούν περαιτέρω με βάση το ποιος παράγοντας κάνει την επιλογή και σε ποια κλίμακα αυτή η πολιτική εφαρμόζεται. Τέλος, οι πολιτικές μπορεί να στοχεύουν σε διαφορετικούς τομείς και επομένως πρέπει να διακρίνονται αναλόγως. Είναι σημαντικό να αναγνωρίζουμε ότι παρόλο που πολλοί διαφορετικοί συνδυασμοί επιλογών πολιτικής και των σχετικών κινδύνων και αβεβαιοτήτων είναι πιθανοί, δεν συναντούμε αναγκαία όλους τους κινδύνους και τις αβεβαιότητες σε κάθε επιλογή πολιτικής. Παρομοίως, δεν εφαρμόζονται σε όλες τις κλίμακες και για όλους τους πιθανούς παράγοντες και τομείς όλες οι επιλογές πολιτικών.

2.1 Κίνδυνοι εφαρμογής των πολιτικών (εξωγενείς κίνδυνοι)

- Εξωγενής πολιτικός κίνδυνος (μια ασταθής πολιτική κατάσταση, ή έλλειψη πολιτικής βούλησης).
 - Πολιτική αστάθεια.
 - Τρομοκρατία.
 - Έλλειψη πολιτικής βούλησης.
 - Έλλειψη θεσμικής ικανότητας.
 - Αναποτελεσματικότητα.
 - Αδράνεια.

- Εξωγενής ρυθμιστικός κίνδυνος. Παραδείγματα είναι:
 - Κίνδυνοι λόγω ιδιαίτερα περίπλοκων γραφειοκρατικών διαδικασιών ή
 - Η έλλειψη ενός σταθερού ρυθμιστικού πλαισίου.
 - Νομικός κίνδυνος, δηλαδή αν ένα νομικό όργανο είναι ικανό να τηρήσει τον κανόνα δικαίου, όπως τα πνευματικά δικαιώματα για τη μεταφορά τεχνολογίας.
 - Έλλειψη κανονισμών, είτε αδυναμία επιβολής τους..
- Εξωγενής κοινωνικός κίνδυνος. Παραδείγματα είναι:
 - Αντίθεση (ενεργή).
 - Έλλειψη κοινωνικής αποδοχής/υποστήριξης.
 - Έλλειψη συγκεκριμένης εκπαίδευσης/γνώσης για τον τομέα/τεχνολογία.
 - Έλλειψη επίσημων ή ανεπίσημων κοινωνικών δομών/δικτύων/οργανισμών.
 - Έλλειψη ανθρώπινου κεφαλαίου/δεξιότητας.
 - Έλλειψη ανεπίσημων οργανισμών, κοινωνικών δικτύων.
- Εξωγενής οικονομικός κίνδυνος. Παραδείγματα είναι:
 - Κόστη.
 - Έλλειψη οικονομικών δυνατοτήτων.
 - Δυσμενείς συνθήκες της αγοράς.
 - Αβεβαιότητα για τη συμπεριφορά της αγοράς.
- Εξωγενείς περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, εννοώντας ανωτέρα βία αναφερόμενη σε φυσικές καταστροφές. Παραδείγματα είναι:
 - Κλιματικοί κίνδυνοι: Ενώ η μείωση του κινδύνου της κλιματικής αλλαγής και των σχετικών επιπτώσεων είναι ο πρωταρχικός στόχος όλων των επιλογών πολιτικής, σχετικές αβεβαιότητες μπορεί να είναι εμπόδιο σε ορισμένες επιλογές πολιτικής, ιδιαίτερα στα υψηλότερα (σύναψη συνθήκης) και τα χαμηλότερα (αλλαγή συμπεριφοράς) επίπεδα.
 - Αποθέματα και ροές άνθρακα.
 - Δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες (καιρός, αέρας, έδαφος, γεωλογία).

- Ανωτέρα βία (πλημμύρες, καταγίδες, σεισμοί, εκρήξεις ηφαιστείων, ανεμοθύελλες, χιονοστιβάδες).

2.2 Κίνδυνοι ως αρνητικές συνέπειες των πολιτικών (επακόλουθοι κίνδυνοι)

- Ο επακόλουθος πολιτικός κίνδυνος αναφέρεται σε πολιτικές επιλογών που προκαλούν διαφωνία και διαμάχες ανάμεσα σε πολιτικούς παράγοντες και ομάδες ίδιων ή διαφορετικών αρμοδιοτήτων. Παραδείγματα είναι:
 - Πολιτική διαφωνία.
- Επακόλουθος ρυθμιστικός κίνδυνος σημαίνει πολιτικές που είναι σε σύγκρουση με άλλη νομοθεσία σε υψηλότερα ή στα ίδια επίπεδα. Παραδείγματα είναι:
 - Συγκρούσεις με υπάρχοντες κανονισμούς (π.χ. ανταγωνισμός, νόμος διατήρησης, προστατευόμενες περιοχές).
 - Κίνδυνος στην εφαρμογή της πολιτικής (ατελής, ελλιπής εφαρμογή).
- Επακόλουθος κοινωνικός κίνδυνος σημαίνει αρνητικές επιπτώσεις όπως διαχωρισμός, δημιουργία ανισοτήτων συμπεριλαμβανομένης της δικαιοσύνης μεταξύ των γενεών, της κοινωνικής διάσπασης, κ.α.
 - Φυλετικές ανισότητες.
 - Δικαιοσύνη μεταξύ των γενεών.
 - Φτώχεια.
 - Υγεία.
 - Ατυχήματα.
 - Ενεργειακή ασφάλεια.
 - ...
- Επακόλουθος οικονομικός κίνδυνος, ο οποίος αναφέρεται στην αρνητική επιρροή των πολιτικών σε εθνικούς οικονομικούς δείκτες, τιμές των βασικών αγαθών, ανταγωνιστική αγορά, κλπ. Παραδείγματα είναι:
 - Κόστη.

- Τιμές των βασικών αγαθών.
- Αποτελεσματικότητα/ανταγωνιστικότητα της αγοράς.
- Επακόλουθοι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, εννοώντας πολιτικές που προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στο έδαφος, το νερό, τη βιοποικιλότητα, την ποιότητα του αέρα κ.α. σχετικά με υπηρεσίες του οικοσυστήματος. Παραδείγματα είναι:
 - Μόλυνση του αέρα.
 - Ρύπανση των υδάτων.
 - Μόλυνση του εδάφους.
 - Διατάραξη άλλων υπηρεσιών του οικοσυστήματος.
 - Κίνδυνος για τη χλωρίδα.
 - Κίνδυνος για την πανίδα.

2.3 Διαφορετικά είδη αβεβαιοτήτων

Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, υιοθετήσαμε τρεις κατηγορίες αβεβαιοτήτων:

Για αυτή τη μελέτη ο πιο σχετικός τύπος αβεβαιότητας προκύπτει από την έλλειψη πληροφοριών ή γνώσης για τα χαρακτηριστικά φαινόμενα. Αυτό μπορεί να οριστεί ως επιστημική αβεβαιότητα. Ο Stirling (2007) προτείνει να κάνουμε περαιτέρω διάκριση ανάμεσα στην **αβεβαιότητα** (ανεπαρκής γνώση για την εκτίμηση πιθανοτήτων), την **ασάφεια** (ανεπαρκής γνώση για τα πιθανά αποτελέσματα), και την **άγνοια** (ανεπαρκής γνώση για τα πιθανά αποτελέσματα και τις πιθανότητές τους).

Η ερμηνευτική αβεβαιότητα προκύπτει από επιστημονικά ευρήματα που είναι ελλιπή ή αλληλοσυγκρουόμενα, έτσι ώστε μπορεί να επικληθούν για να υποστηρίξουν αποκλίνουσες πολιτικές θέσεις (Sarewitz, 2010). Σε τέτοιες περιπτώσεις, συχνά έχουμε παρατεταμένη διαμάχη, καθώς κάθε πλευρά αμφισβητεί τα μεθοδολογικά θεμέλια των ισχυρισμών της άλλης σε μια διαδικασία που αποκαλείται ‘πειραματιστική’ οπισθοδρόμηση (Collins, 1985).

Η παραδειγματική αβεβαιότητα προκύπτει από την απουσία πρότερης συμφωνίας στην πλαισίωση των προβλημάτων, σε μεθόδους για την επιστημονική διερεύνησή τους, και στο πως να συνδυάσουμε τη γνώση από ανόμοιες ερευνητικές παραδόσεις. Τέτοιες αβεβαιότητες

είναι ιδιαίτερα κοινές σε διεπιστημονική, εφαρμοσμένη έρευνα και εκτίμηση για την επίτευξη των στόχων της πολιτικής (Gibbons, 1994; Nowotny κ.α., 2001). Άλλοι επισημαίνουν ότι περισσότερη γνώση μπορεί να οξύνει την αβεβαιότητα, ιδιαίτερα όταν παράγοντες διαφωνούν στο πως θα πλαισιωθεί ένα πρόβλημα για επιστημονική έρευνα (Beck, 1992; Gross, 2010).

Οι Patt και Weber (2014) ταξινομούν μια σειρά παραμέτρων στο γενικό πλαίσιο του οποίου η αβεβαιότητα είναι κυρίως σχετική με κλιματικές αποφάσεις. Αυτές είναι:

- Αντιδράσεις του κλίματος σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου
- Αποθέματα και ροές του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου
- Τεχνολογικά συστήματα
- Συμπεριφορά της αγοράς και ρυθμιστικές δράσεις
- Ατομικές και εταιρικές αντιλήψεις.

2.4 Επιλογές πολιτικής

Ταξινομήσαμε τις επιλογές πολιτικής καλύπτοντας διαφορετικές κλίμακες, από την ευρύτερη και λιγότερο συγκεκριμένη σε διεθνές επίπεδο έως τις πολύ σαφείς και συγκεκριμένες δράσεις στα τοπικά και ατομικά επίπεδα. Επιλογές, όπως συνθήκες και συμφωνίες σε διεθνή κλίμακα, είναι πάντα εξαρτώμενες από την επιλογή στρατηγικών και οργάνων σε χαμηλότερες κλίμακες, στις οποίες οι επιλογές με τη σειρά τους προκύπτουν ως ένα βαθμό από τις επιλογές σε υψηλότερες κλίμακες.

Η μείωση της κλιματικής αλλαγής αναδείχθηκε αρχικά ως ένα ζήτημα παγκόσμιας διακυβέρνησης, αλλά είναι τελικά ένα συστημικό πρόβλημα που συνδέει διάφορες αρμοδιότητες, τομείς και κλίμακες. Από την αρχή της δεκαετίας του 90, διεθνείς διαπραγματεύσεις, συμφωνίες και συνθήκες αποτελούσαν προσπάθειες για να συντονιστεί η μείωση της κλιματικής αλλαγής ανάμεσα στις κυβερνήσεις του κόσμου θέτοντας **μακροπρόθεσμους στόχους θερμοκρασίας και εκπομπών**. Παρ' όλο που αυτές οι προσπάθειες είχαν περιορισμένη επιτυχία, είναι σημαντικές για περαιτέρω διεθνή διάλογο

όσον αφορά την κλιματική αλλαγή και τη δημιουργία επιπλέον χώρου για απόκτηση γνώσης και καινοτομία.

Η αποτελεσματικότητα οποιουδήποτε αποτελέσματος στη διεθνή σκηνή εξαρτάται από αυστηρότερες δεσμευτικές **εθνικές στρατηγικές**, και πιο συγκεκριμένα **όργανα πολιτικής** που προάγουν προσπάθειες για τη μείωση της κλιματικής αλλαγής. Ταυτόχρονα η αποτελεσματικότητα των εθνικών πολιτικών εξαρτάται από **τη συμπεριφορά και τις αποφάσεις επένδυσης** των διαφόρων μετόχων σε χαμηλότερα επίπεδα, συμπεριλαμβανομένου του ευρέως κοινού, αντικατοπτρίζοντας **την αντίληψή του για τους κινδύνους και την αποδοχή των πολιτικών**.

Σε χαμηλότερες κλίμακες δικαιοδοσίας το εύρος και η πολυπλοκότητα των επιλογών πολιτικής αυξάνεται. Για παράδειγμα, επειδή περισσότεροι διαφορετικοί μέτοχοι επηρεάζονται άμεσα, και μπορεί να αγωνίζονται να καταλάβουν τις top-down επιλογές πολιτικής, ειδικά σε εκείνες τις περιπτώσεις οι απόψεις τους δεν συμπεριλαμβάνονταν στη διαδικασία σχεδιασμού πολιτικής.

Το IPCC WGIII κεφάλαιο 15.3 περιγράφει διάφορες κατηγορίες επιλογών πολιτικής σε εθνικό και υποεθνικό επίπεδο.

1. **Οικονομικά ή βασισμένα στην αγορά όργανα**, όπως **φόροι** (συμπεριλαμβανομένων χρεώσεων και συνοριακών προσαρμογών), **επιδοτήσεις** και την κατάργησή τους, και συστήματα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών (ETS). Οι φόροι και οι επιδοτήσεις είναι τιμολογιακά όργανα, χωρίς στόχευση σε ποσότητες. Τα συστήματα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών είναι ποσοτικά όργανα. Φόροι μπορεί να επιβληθούν για τις εκπομπές ή την ενέργεια. Οι συνοριακές προσαρμογές φόρων έχουν σκοπό να επιλύσουν δυσλειτουργίες (ασαφείς ενδείξεις για το αν αποφεύγουν ή αυξάνουν τη διαρροή). Οι επιδοτήσεις είναι για συγκεκριμένη τεχνολογία, ενώ συχνά η κατάργηση υπάρχουσών επιδοτήσεων από ορυκτά καύσιμα είναι ένας εφικτός τρόπος μείωσης εκπομπών.
2. **Ρυθμιστικές προσεγγίσεις**, όπως **κανονισμοί** και **πρότυπα**. Πρότυπα μπορεί να τεθούν για εκπομπές, τεχνολογίες, ή προϊόντα.

3. Πληροφοριακές πολιτικές, όπως η **οικολογική σήμανση**, συστήματα **πιστοποίησης** για προϊόντα ή τεχνολογίες, και η συλλογή και αποκάλυψη δεδομένων για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από σημαντικούς ρυπαίνοντες.
4. **Η παροχή δημοσίων αγαθών, υπηρεσιών και φροντίδας από την κυβέρνηση.** Ο περιορισμός της κλιματικής αλλαγής μπορεί να θεωρηθεί δημόσιο αγαθό. Πολιτικές για τον περιορισμό είναι τότε η παροχή τηλεθέρμανσης; οι υπηρεσίες δημοσίων συγκοινωνιών; η χρηματοδότηση και πρόνοια δραστηριοτήτων έρευνας; η αφαίρεση θεσμικών και νομικών εμποδίων κ.α. Τα προγράμματα αναδάσωσης ανήκουν σε αυτήν την ενότητα.
5. **Εθελοντική δράση**, από μη κυβερνητικές οργανώσεις και ιδιωτικούς φορείς, ως μέρος εθελοντικών συμφωνιών, αυθόρμητων μέτρων, και ως αντίδραση στις εξελίξεις της αγοράς.

Αρκετές από αυτές τις πολιτικές επιλογών, καθώς και επιλογές τρόπου ζωής και συμπεριφοράς συνδέονται στενά με συγκεκριμένες τεχνολογίες και πρακτικές δράσεις για την περαιτέρω μείωση των εκπομπών. Κίνδυνοι και αβεβαιότητες που συνδέονται με όποιες τέτοιες τεχνολογίες και πρακτικές δράσεις σχετίζονται επομένως αναπόφευκτα με πολιτικές που υποστηρίζουν ή αποθαρρύνουν το ίδιο. Προκειμένου να διατηρήσουμε τη βιβλιογραφική ανασκόπηση διαχειρίσιμη αποκλείουμε από τον αλγόριθμο της έρευνάς μας εκείνες τις επιλογές πολιτικών που θα απαιτούσαν διάκριση βάσει συγκεκριμένων τεχνολογιών και πρακτικών δράσεων.

Η ορολογία της έρευνας θα επικεντρωθεί επομένως σε επιλογές πολιτικών που έχουν ως στόχο τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, δηλαδή μείωση εκπομπών συνολικά και για συγκεκριμένες περιοχές/τομείς παρέμβασης (ενότητα 3.5). Εξετάζουμε κινδύνους συγκεκριμένης τεχνολογίας μόνο εφόσον παρουσιάζονται στο σώμα της βιβλιογραφίας που καταγράφηκε από το περιορισμένο σύνολο των λέξεων-κλειδιών.

2.5 Τομείς

Ενδιαφερόμαστε για πέντε ευρείς τομείς: Ενέργεια (συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ηλεκτρισμού), κτήρια και κατασκευές, μεταφορές, βιομηχανία, καθώς και γεωργική δασοκομία και άλλες χρήσεις γης. Ο αποκλεισμός συγκεκριμένων τεχνολογιών και των πολιτικών τους από τη λίστα με τις λέξεις-κλειδιά επίσης περιορίζει την περίληψη πολιτικών συγκεκριμένων τομέων.

Συμπεριλαμβάνουμε επομένως μόνο ορολογία αναφερόμενη σε τομεακές πολιτικές που είναι σχετικές με τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, όπως οι βιώσιμες μεταφορές, βιώσιμη γεωργία κ.α., καθώς και πολιτικές σχετικές με τομείς και τη σχετική ορολογία τους, όπως το REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation - μείωση εκπομπών από την αποψίλωση και την υποβάθμιση των δασών), το 'πράσινο κτήριο', και την αλλαγή τρόπων μεταφοράς.

Κεφάλαιο 3. Μέθοδος

Πραγματοποιήσαμε μία συστηματική και διάφανη προσέγγιση για αυτήν τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, καταγράφοντας την όλη διαδικασία της ανασκόπησης και εντοπίζοντας τα βασικά προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά τη διάρκειά της. Ξεκινήσαμε καθορίζοντας με σαφήνεια το αντικείμενο της έρευνας, συμπεριλαμβάνοντας έναν επαναλήψιμο αλγόριθμο αναζήτησης, κριτήρια για την περίληψη ή τον αποκλεισμό άρθρων, καθώς και ένα πρωτόκολλο για την εξαγωγή δεδομένων.

Μία πολύ πρόωρη επιλογή για να περιορίσουμε την έρευνά μας, ήταν σχετικά με τις βάσεις δεδομένων, ή πιο συγκεκριμένα εάν θα χρησιμοποιούσαμε το Web of Science (WoS) ή το Scopus. Το WoS υποστηρίζεται ότι είναι ισχυρότερο από το Scopus στις Κοινωνικές Επιστήμες και γενικά παρουσιάζει βιβλιογραφία ισχυρότερης επιρροής. Συνολικά, οι δύο βάσεις δεδομένων επικαλύπτονται σε μεγάλο βαθμό. Οι Vieira και Gomes (2009) αναφέρουν επικάλυψη τουλάχιστον κατά 75%. Επομένως ψάχνοντας στο Scopus μπορεί να παραλείψουμε μερικά σχετικά άρθρα. Συνολικά, ισχυριζόμαστε ότι τα πλεονεκτήματα μίας αναζήτησης στο Scopus υπερτερούν εκείνων μίας αναζήτησης στο WoS:

1. Το Scopus καλύπτει επιστημονικές δημοσιεύσεις πριν το 1996 λιγότερο περιεκτικά συγκριτικά με το WoS. Αυτό δεν επηρεάζει την έρευνά μας, η οποία επικεντρώνεται στα τελευταία 10 χρόνια.
2. Τα ερευνητικά ερωτήματά μας έχουν διεπιστημονικό χαρακτήρα, επομένως τόσο οι φυσικές όσο και οι κοινωνικές επιστήμες πρέπει να καλυφθούν, ειδικά σε διεπιστημονικά περιοδικά. Πιστεύουμε ότι αυτό επιτυγχάνεται καλύτερα στο Scopus. Η ευρύτερη κάλυψη της βάσης δεδομένων είναι ένα πρόσθετο προσόν εδώ (Mongeon και Paul-Hus 2016).
3. Οι κατηγορίες αναζήτησης που παρέχει το Scopus ταιριάζουν καλύτερα στο σκοπό μας απ' ό,τι αυτές του WoS καθώς είναι πιο συγκεκριμένες και λεπτομερείς.
4. Το γεγονός ότι Κοινωνικές Επιστήμες και γλώσσες πέραν της αγγλικής υποεκπροσωπούνται είναι αληθές και για τις δύο βάσεις δεδομένων (Mongeon και Paul-Hus 2016). Μπορούμε να το δεχθούμε ως ένα βαθμό επιτρέποντας κεφάλαια

βιβλίων στη διαδικασία της ανασκόπησης, αλλά για λόγους σκοπιμότητας, δεν μπορούμε να το αντιμετωπίσουμε περαιτέρω σε αυτήν τη μελέτη.

5. Γεωγραφικά, το Scopus λέγεται ότι είναι ανώτερο από το WoS, το οποίο επικεντρώνεται κυρίως στη Βόρεια Αμερική και τη Δυτική Ευρώπη. Πιστεύουμε ότι αυτό είναι ένα προσόν δεδομένου του διεπιστημονικού ενδιαφέροντός μας, το οποίο επωφελείται από ένα ευρύτερο γεωγραφικό εύρος (Mongeon και Paul-Hus 2016).

Το μεγαλύτερο μέρος της ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας που συγκρίνει τις δύο βάσεις δεδομένων πραγματοποιήθηκε για συγκεκριμένους κλάδους, που δεν σχετίζονται άμεσα με αυτήν τη διεπιστημονική προσπάθεια έρευνας (π.χ. Falagas κ.α., 2008, Bakkalbasi κ.α., 2006). Υπάρχουν επομένως περιορισμένες οδηγίες, και η επιλογή συνδέεται αναπόφευκτα με την εμπειρία των συγγραφέων. Η διαδικασία αναζήτησης, όπως περιγράφεται στις ακόλουθες ενότητες, περιορίστηκε αποκλειστικά στο Scopus.

3.1 Πρωτόκολλο έρευνας και διαδικασία επιλογής

3.1.1 Φάση 1 - Προσανατολισμός

Η πρώτη φάση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είχε σκοπό να παρέχει κάποιο προσανατολισμό. Συνολικά οκτώ εκτελέσεις αναζήτησης διεξήχθησαν σε αυτήν τη φάση. Το σημείο εκκίνησης ήταν μία ευρεία λίστα από όρους αναζήτησης που συλλέχθηκε από τη ερευνητική ομάδα του TRANSrisk (βλέπε παράρτημα). Η λίστα αποτελείται από δύο διαστάσεις: μία για 'κλιματική πολιτική' και μία άλλη για 'κίνδυνο/αβεβαιότητα'. Στην διάσταση της 'κλιματικής πολιτικής' είχαμε 99 όρους αναζήτησης, ενώ στη διάσταση 'κίνδυνο/αβεβαιότητα' είχαμε 55 όρους. Οι δύο διαστάσεις συνδυάστηκαν έπειτα με έναν τελεστή ΚΑΙ δημιουργώντας μία λίστα από ζεύγη, με κάθε ζεύγος να έχει ένα στοιχείο από τη διάσταση 'κλιματική πολιτική' και ένα από τη διάσταση 'κίνδυνο/αβεβαιότητα'. Αυτό οδήγησε σε 5.445 (=99x55) συνδυασμούς και κάθε συνδυασμός οδήγησε σε έναν αριθμό ευρεθέντων άρθρων στο Scopus. Για την αυτοματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα Python-script.

Στην πρώτη εκτέλεση αναζήτησης, συμπεριλάβαμε όλες τις δημοσιεύσεις που εκδόθηκαν μετά το 2005 (έτος δημοσίευσης > 2005) και σε όλους τους επιστημονικούς κλάδους. Τα πεδία αναζήτησης TITLE (δηλαδή τίτλος δημοσίευσης) και KEY (δηλαδή λέξεις-κλειδιά) χρησιμοποιήθηκαν. Αυτό οδήγησε στην εύρεση 61.738 δημοσιεύσεων.¹ Ρίχνοντας μια πιο προσεκτική ματιά στους "οδηγούς" των αποτελεσμάτων, τα ακόλουθα πρέπει να σημειωθούν: Σχετικά με τη διάσταση 'κλιματική πολιτική', περίπου 18.000 (30%) από τις δημοσιεύσεις που βρέθηκαν ήταν από συνδυασμούς που περιείχαν τον όρο αναζήτησης 'Ενεργειακή αποδοτικότητα'. Οι όροι 'Κατανάλωση ενέργειας', 'Αλλαγή συμπεριφοράς', 'Ενεργειακή πολιτική' και 'Πλειστηριασμός' είχαν επίσης μεγάλο μερίδιο αποτελεσμάτων. Στη διάσταση 'κίνδυνος/αβεβαιότητα' τα περισσότερα αποτελέσματα προήλθαν από συνδυασμούς με 'Κόστος*', 'Πρόβλημα', 'Κίνδυνος*' καθώς και 'Απώλεια*'² (όλα πολύ γενικά συνώνυμα για κινδύνους).

Στη δεύτερη εκτέλεση, αλλάξαμε το πεδίο αναζήτησης KEY με AUTHKEY (με όλους τους άλλους όρους της αναζήτησης να παραμένουν ίδιοι). Το AUTHKEY πιάνει μόνο τις λέξεις-κλειδιά που έχουν δοθεί από τους συγγραφείς της δημοσίευσης, ενώ το KEY περιλαμβάνει επίσης λέξεις-κλειδιά που παράγονται αυτόματα από το Scopus (βάσει του περιεχομένου). Αυτή η αλλαγή μείωσε σημαντικά τον αριθμό των ευρεθέντων δημοσιεύσεων. Συνολικά βρέθηκαν 8.959 δημοσιεύσεις. Οι οδηγοί ήταν κατ' ουσία οι ίδιοι με την πρώτη εκτέλεση.

Στην Τρίτη εκτέλεση, μειώσαμε το έτος δημοσίευσης από >2005 σε >2009 (δηλαδή όλες οι δημοσιεύσεις μέχρι το 2010). Συνολικά βρέθηκαν 6.945 άρθρα, κάτι το οποίο είναι ενδιαφέρον συγκρίνοντας με τα αποτελέσματα της δεύτερης αναζήτησης. Περίπου 80% των δημοσιεύσεων που βρέθηκαν τα τελευταία 10 χρόνια (2006-2016) έχουν εκδοθεί μέχρι το 2010. Αυτό δείχνει μία αυξανόμενη τάση στην έρευνα της κλιματικής αλλαγής.

Στην τέταρτη εκτέλεση η λίστα των όρων αναζήτησης στη διάσταση 'κίνδυνος/αβεβαιότητα' ελαττώθηκε στους 35 όρους αναζήτησης (βλέπε παράρτημα 1) και το έτος δημοσίευσης ορίστηκε πάλι σε >2005. Συνολικά βρέθηκαν 3.446 άρθρα. Οι κύριοι οδηγοί στη διάσταση 'κλιματική πολιτική' ήταν 'Ενεργειακή αποδοτικότητα*', 'Αλλαγή συμπεριφοράς', 'Ενεργειακή κατανάλωση', 'Κλιματική πολιτική', 'Εμπορία εκπομπών*', 'Ενεργειακή πολιτική', 'Αλλαγή τρόπου ζωής' και 'κατανάλωση κρέατος' (βλέπε σχήμα 4). Στη διάσταση

¹ Δεν είχαν γίνει διορθώσεις για διπλότυπα στη φάση 1.

² Όπου το '*' υποδηλώνει μία αναζήτηση wild card.

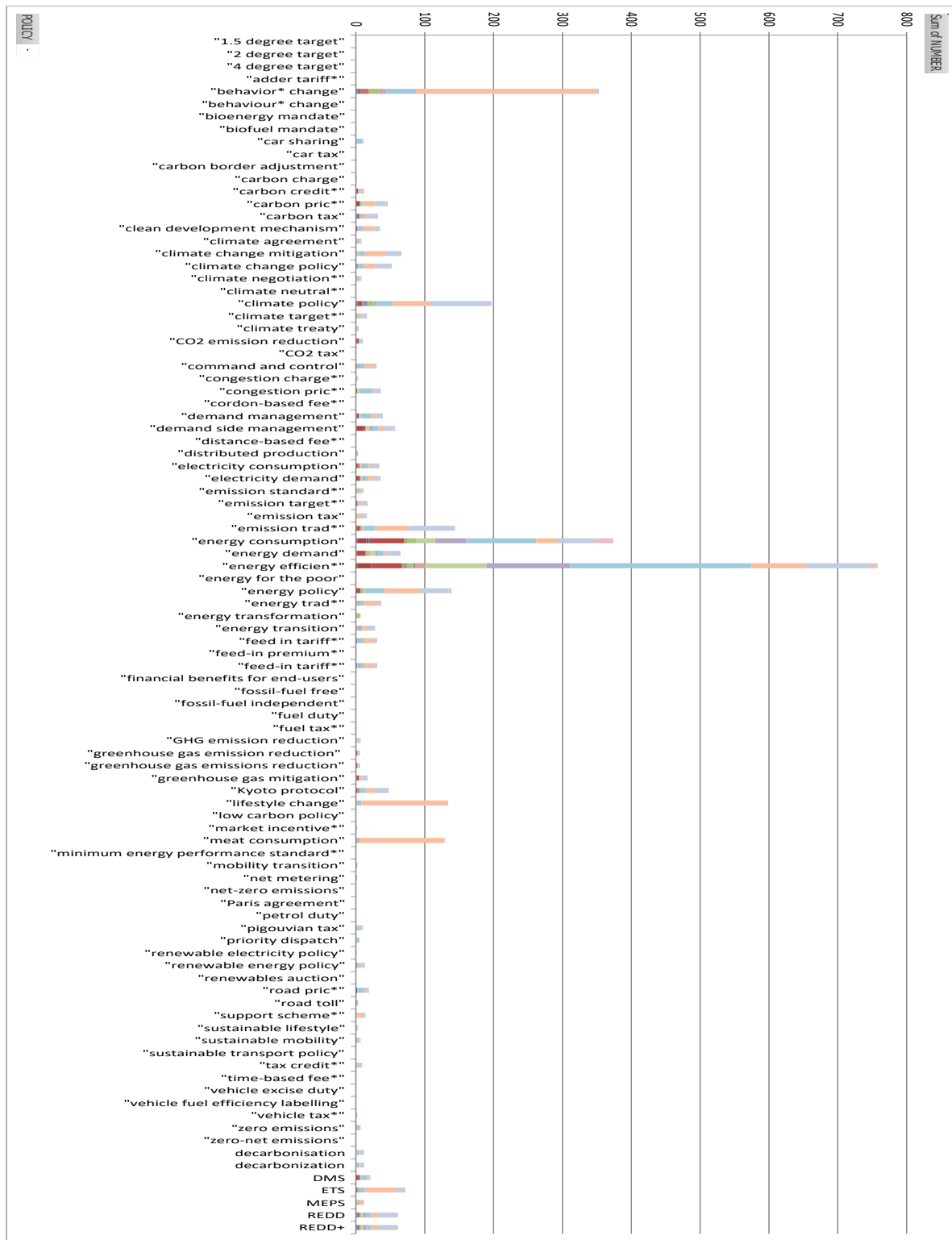
'κίνδυνος/αβεβαιότητα' οι οδηγοί ήταν 'Κίνδυνος*', 'Πρόβλημα' και 'Αβεβαιότητα*' (βλέπε σχήμα 5).

Στην πέμπτη εκτέλεση ορίσαμε πάλι το έτος δημοσίευσης σε >2009, αλλά τώρα χρησιμοποιήθηκε η μειωμένη λίστα των όρων αναζήτησης από την τέταρτη εκτέλεση. Συνολικά βρέθηκαν 2.701 δημοσιεύσεις. Πάλι μπορούμε να δούμε ότι υπάρχει μία αυξανόμενη τάση στην κλιματική έρευνα τα τελευταία χρόνια.

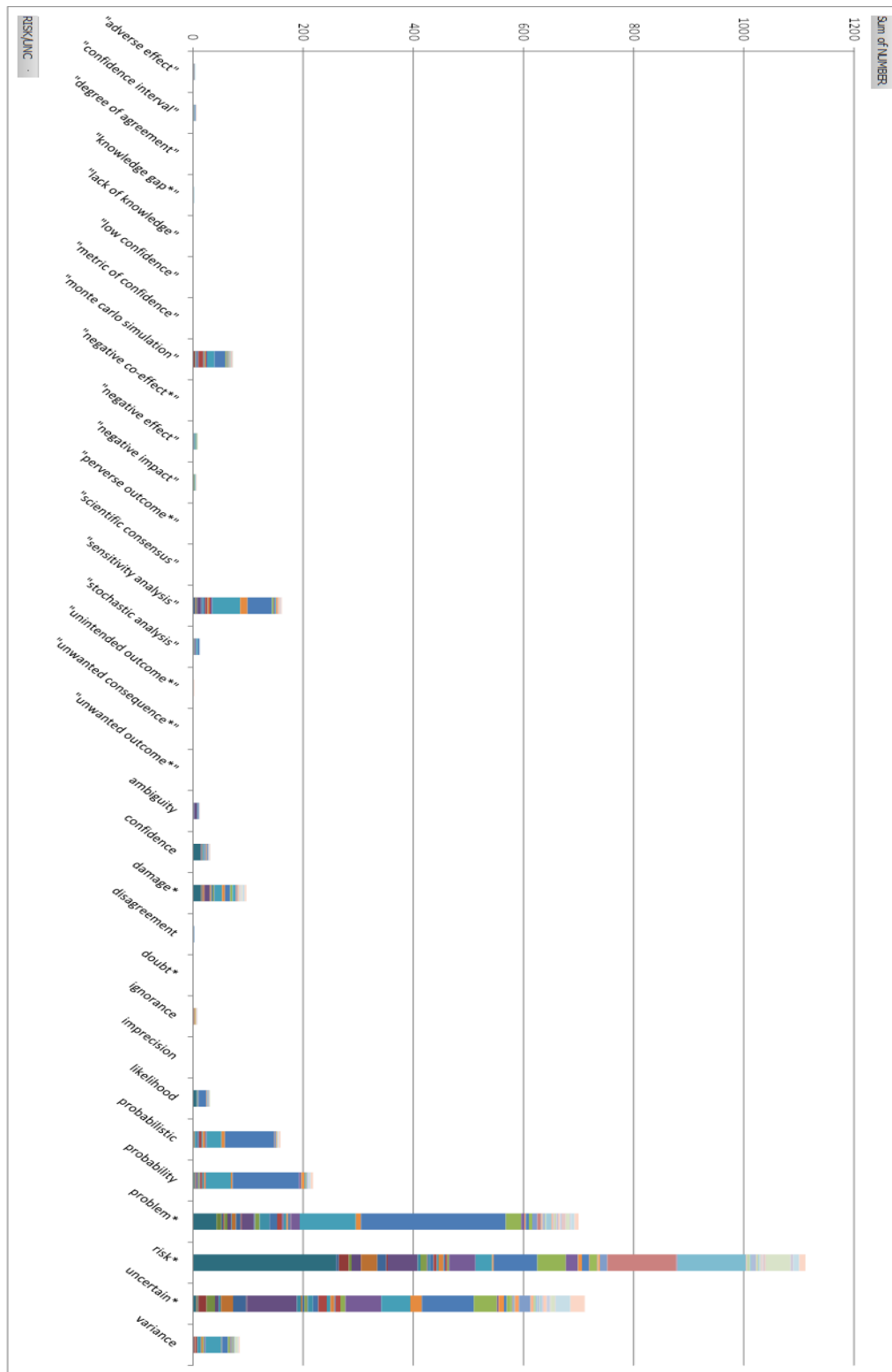
Στην έκτη εκτέλεση, εφαρμόσαμε τις ίδιες συνθήκες με την τέταρτη αναζήτηση, η αναζήτηση περιορίστηκε όμως μόνο σε άρθρα εφημερίδων και κεφάλαια βιβλίων. Αυτό οδήγησε στην εύρεση του συνολικού αριθμού των 2.693 δημοσιεύσεων.

Στην έβδομη εκτέλεση χρησιμοποιήθηκε επίσης το πεδίο αναζήτησης ABSTRACT (δηλαδή η περίληψη της δημοσίευσης) (εκτός από τα TITLE και AUTHOR). Όπως αναμενόταν, ο αριθμός των ευρεθέντων δημοσιεύσεων αυξήθηκε ουσιαστικά (87.581).

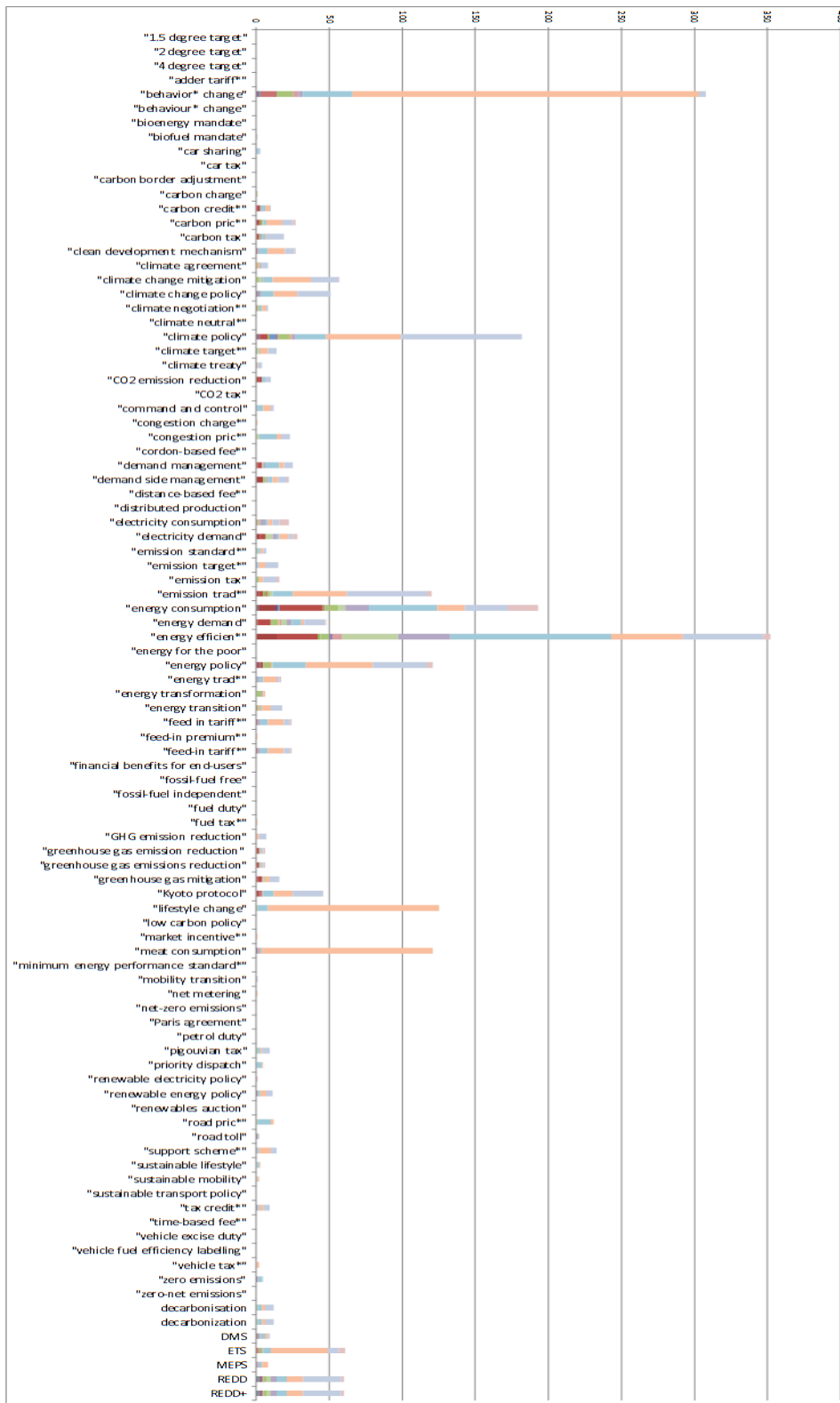
Στην τελευταία εκτέλεση της φάσης 1, την όγδοη, ορίστηκαν οι ίδιες συνθήκες με την έκτη αναζήτηση: Έτος δημοσίευσης >2005; πεδία αναζήτησης: TITLE και AUTHOR; μειωμένη λίστα 35 όρων στη διάσταση 'κίνδυνος/αβεβαιότητα' ; μόνο άρθρα εφημερίδων και κεφάλαια βιβλίων. Επιπρόσθετα φιλτράραμε για μία υποομάδα επιστημονικών κλάδων (αποκλείοντας: ARTS, BIOC, CENG, CHEM, COMP, DENT, IMMU, MATE, MATH, NEUR, NURS, PHAR, PHYS, VETE (βλέπε παράρτημα για συντομεύσεις κλάδων)). Στην όγδοη εκτέλεση βρέθηκαν 2.453 άρθρα. Τα πρότυπα όσον αφορά τους κύριους οδηγούς ήταν πάλι παρόμοια με την τέταρτη αναζήτηση (βλέπε Σχήμα 6 και Σχήμα 7).



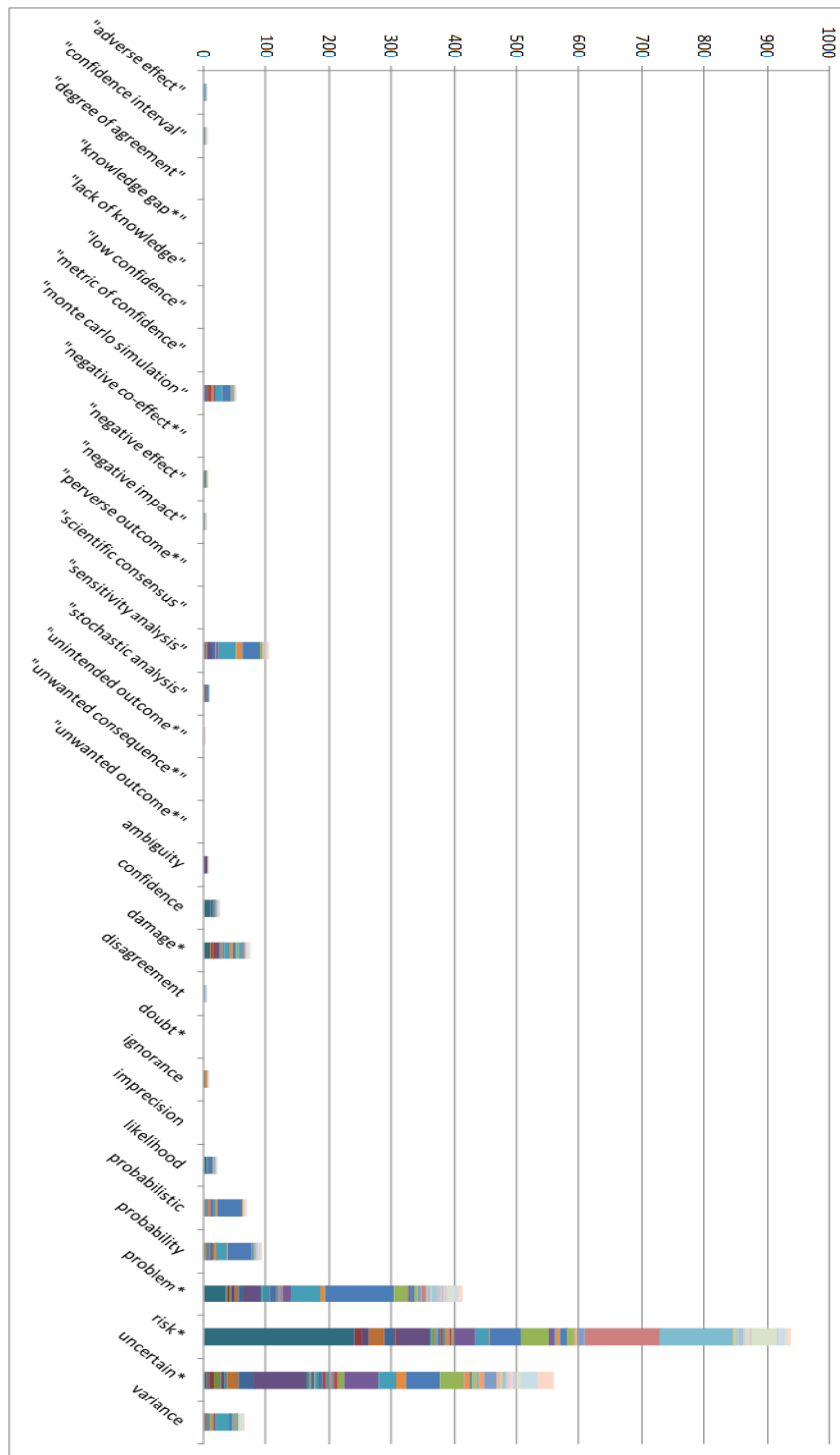
Σχήμα 1: Οδηγοί των αποτελεσμάτων στη διάσταση 'κλιματική πολιτική' στην 4^η εκτέλεση. Τα χρώματα αντιπροσωπεύουν συνδυασμούς με όρους αναζήτησης από τη διάσταση 'κίνδυνος/αβεβαιότητα'.



Σχήμα 2: Οδηγοί των αποτελεσμάτων στη διάσταση 'κίνδυνος/αβεβαιότητα' στην 4^η εκτέλεση. Τα χρώματα αντιπροσωπεύουν συνδυασμούς με όρους αναζήτησης από τη διάσταση 'κλιματική πολιτική'.



Σχήμα 3: Οδηγοί των αποτελεσμάτων στη διάσταση 'κλιματική πολιτική' στην 8^η εκτέλεση. Τα χρώματα αντιπροσωπεύουν συνδυασμούς με όρους αναζήτησης από τη διάσταση 'κίνδυνος/αβεβαιότητα'.



Σχήμα 7: Οδηγοί των αποτελεσμάτων στη διάσταση 'κίνδυνος/αβεβαιότητα' στην 8^η εκτέλεση. Τα χρώματα αντιπροσωπεύουν συνδυασμούς με όρους αναζήτησης από τη διάσταση 'κλιματική πολιτική'.

3.1.2 Φάση 2 - Επαναπροσδιορισμός των όρων αναζήτησης

Αφού αποκτήσαμε καλύτερη εικόνα της έκτασης των ενδεχόμενων δημοσιεύσεων στη φάση 1, στη φάση 2 οι όροι αναζήτησης επαναπροσδιορίστηκαν για να αντικατοπτρίζουν καλύτερα το θέμα του έργου. Η διαδικασία σύνταξης μίας τελικής λίστας (βλέπε για παράδειγμα πίνακα 2) από όρους αναζήτησης για την 'κλιματική πολιτική' και τον 'κίνδυνο/αβεβαιότητα' ήταν επαναληπτική, με πολλούς γύρους συνεισφορών από πολλούς συνεργάτες του έργου.

Ψάχνοντας για “κίνδυνους και αβεβαιότητες σχετικά με την κλιματική πολιτική” εμφανίζεται μία αχανής βιβλιογραφία για ανασκόπηση. Προκειμένου να διατηρήσουμε αυτό το έργο διαχειρίσιμο είναι σημαντικό να χαράξουμε σαφείς κατευθυντήριες γραμμές όσον αφορά το πεδίο δράσης της έρευνας. Όπως αναφέρεται στον πίνακα 2, ενδιαφερόμαστε μόνο για βιβλιογραφία όπου οι κίνδυνοι ορίζονται ρητά και ξεκάθαρα είτε ως ανεξάρτητη μεταβλητή (εξωγενείς κίνδυνοι) ή ως εξαρτημένη μεταβλητή (επακόλουθοι κίνδυνοι). Πρέπει να ομολογήσουμε ότι δεν μπορούμε να λογοδοτήσουμε για μελέτες που θεωρούν κινδύνους έμμεσα, παραδείγματος χάριν μιλώντας για ακατόρθωτα οφέλη. Ακόμα όμως πρέπει να παρθούν κάποιες άλλες αποφάσεις καθώς ειδικεύουμε το ενδιαφέρον μας, τις οποίες καταγράψαμε στον πίνακα 1 και στις ακόλουθες ενότητες.

Πίνακας 1: Επιλογές για τη διαλογή των λέξεων-κλειδιών

Πεδίο	Τρέχουσα ρύθμιση	Επιχείρημα	Εναλλακτικές
Κατηγορίες έρευνας			
Ημερομηνία	2006-παρόν	Τα τελευταία 10 χρόνια φαίνονται επαρκή	2010-παρόν
Κλάδοι	όλοι		
Εφημερίδες	Όλες (αποκλείστε εμφανώς άσχετους κλάδους όπως Τέχνες και Ανθρωπιστικές επιστήμες, Επιστήμη των Υπολογιστών, Αστρονομία, κλπ.)	Φόβος μήπως χάσουμε κάτι σημαντικό	Αποκλείστε εφημερίδες με άσχετα επίκεντρα ενδιαφέροντος, εφημερίδες πολύ χαμηλής επιρροής, εφημερίδες βασισμένες σε παραπομπές
Είδος αρχείου	Άρθρα και κεφάλαια βιβλίων	Περιορισμός σε πρωτότυπη και αξιολογημένη έρευνα	Να συμπεριλάβουμε π.χ. κριτικές, πρακτικά συνεδρίων, κλπ.

Τύπος πεδίου αναζήτησης	Τίτλος άρθρου ΚΑΙ συγγραφέας λέξεις-κλειδιά	Το να περιλαμβάνουμε την περίληψη θα προκαλούσε πολλά άσχετα αποτελέσματα	Τίτλος άρθρου ΚΑΙ περίληψη ΚΑΙ συγγραφέας λέξεις-κλειδιά
Διαμόρφωση των ερωτήσεων έρευνας			
Διαστάσεις της κλιματικής πολιτικής	Περιορισμός	Ο περιορισμός ορίζεται πιο εύκολα, ενώ η προσαρμογή έχει μία ευρύτερη σημασία έχοντας επικάλυψη με άλλες περιοχές πολιτικής όπως η ανάπτυξη και η διαχείριση κινδύνου καταστροφών. Μία συνολική αναθεώρηση θα ήταν αδύνατο να επιτευχθεί. Υπάρχουν περιοχές όπου περιορισμός και προσαρμογή θεωρούνται από κοινού, και αυτό θα μπορούσε να είναι ένα σημείο σύνδεσης για να θεωρήσουμε την προσαρμογή.	Περιορισμός και προσαρμογή
Κατηγορίες κινδύνου	Και εξωγενείς και επακόλουθοι κίνδυνοι	Και οι δύο μας ενδιαφέρουν, είναι επίσης δύσκολο να αποκλείσουμε το ένα ή το άλλο στο στάδιο αναζήτησης καθώς η ορολογία είναι η ίδια	Μόνο μία κατηγορία; φιλτράρισμα στη διαδικασία ανασκόπησης (αφού τελειώσουν οι αυτοματοποιημένες ερωτήσεις του Scopus). Εάν ήταν να διαλέξουμε ένα θα προτείναμε τον επακόλουθο κίνδυνο
Υποκατηγορίες κινδύνου (βλέπε 3.1)	όλες	Όλες είναι ενδιαφέρουσες	
Συγκεκριμένοι κίνδυνοι και αβεβαιότητες	Δεν διευκρινίζεται (μόνο συνώνυμα για κίνδυνοι και αβεβαιότητα)	Θέλουμε να είμαστε ανοικτοί στη σύλληψη υπερεκπροσώπησης ή κενών στη μελέτη των κινδύνων στο πλαίσιο της κλιματικής πολιτικής	Προσδιορίστε κινδύνους και αβεβαιότητες, δηλαδή προσαρμόστε το ερώτημα της έρευνας

Επιλογές πολιτικής	Όλες (σχετικές με περιορισμό, αλλά όχι συγκεκριμένης τεχνολογίας)	Θέλουμε να είμαστε τουλάχιστον τόσο περιεκτικοί όσο το έργο μας	Θα μπορούσαμε να επικεντρωθούμε σε συγκεκριμένους τομείς ή τεχνολογίες
Προσδιορίστε τις σχέσεις μεταξύ πολιτικών και κινδύνων	Δεν διευκρινίζεται	Ο προσδιορισμός θα σήμαινε προκαθορισμό και επομένως προκατάληψη στην επιλογή των μελετών κινδύνου	

Ο πίνακας 1 καταγράφει τις επιλογές που κάναμε καθώς επιλέγαμε τις λέξεις-κλειδιά σύμφωνα με τους στόχους της ανασκόπησης. Αρχικά όλοι οι συνεργάτες κλήθηκαν να προτείνουν λέξεις-κλειδιά σχετικές με επιλογές πολιτικών, κινδύνους και αβεβαιότητες που είναι σχετικές από την άποψη των αντίστοιχων κλάδων και τομέων τους. Παρείχαμε ως εκ τούτου μία ευρεία και κατανοητή δεξαμενή με λέξεις-κλειδιά, επικεντρωμένη σε επιλογές πολιτικών και ανοιχτή ως προς διάφορους κινδύνους και αβεβαιότητες. Σκοπός μας ήταν να προκαθορίσουμε τις δύο τελευταίες κατηγορίες όσο το λιγότερο δυνατόν προκειμένου να είμαστε όσο πιο περιεκτικοί γίνεται όσον αφορά τις διάφορες εξειδικεύσεις κινδύνων και αβεβαιοτήτων. Αποκλείσαμε συνώνυμα για κινδύνους και αβεβαιότητες που περιείχαν πολλές άσχετες πτυχές (π.χ. 'πρόβλημα') ή ήταν τόσο συγκεκριμένα που θα προκαθόριζαν ορισμένους κινδύνους (π.χ. 'απώλεια ΑΕΠ').

Μεγαλύτερη πρόκληση ήταν ο καθορισμός της λίστας με τις επιλογές πολιτικών που έπρεπε να συμπεριληφθούν. Σκοπός ήταν να έχουμε μία ευρεία, αλλά ταυτόχρονα και συγκεκριμένη λίστα πιθανών κλιματικών πολιτικών και σχετικών κινδύνων και αβεβαιοτήτων. Ως εκ τούτου, στη διάσταση 'κλιματική πολιτική', συμπεριλάβαμε γενικούς όρους αναζήτησης (όπως 'πολιτική κλιματικής αλλαγής*' ή 'συνθήκη για το κλίμα') αλλά και συγκεκριμένα όργανα πολιτικής (όπως 'φόρος άνθρακα' ή 'μηχανισμός 'καθαρής' ανάπτυξης' (clear development mechanism-CDM)). Επίσης καλύφθηκε ο τομέας του βιώσιμου τρόπου ζωής. Παρ' όλα αυτά, αποφασίσαμε να παραλείψουμε συγκεκριμένες τεχνολογίες, καθώς ο αριθμός δημοσιεύσεων θα ήταν πολύ μεγάλος για να κάνουμε μία συστηματική έρευνα. Συμπεριλάβαμε επίσης τους πιο σημαντικούς "τομείς" από την κατανομή εκπομπών που χρησιμοποιεί το IPCC: Ηλεκτρισμός και θερμότητα, Ενέργεια, Κτήρια, Μεταφορές,

Βιομηχανία, Γεωργία, Δασοκομία και άλλες χρήσεις γης. Επιπλέον προστέθηκαν οι τομείς Τρόφιμα, Διατροφή και Κατασκευές.

Οι τελικές ρυθμίσεις αναζήτησης (που προέκυψαν από τη γνώση που αποκτήθηκε στη φάση 1) είναι ως εξής: όροι αναζήτησης σύμφωνα με τη λίστα στο παράρτημα 1, έτος δημοσίευσης >2005, περιορισμός μόνο σε άρθρα εφημερίδων και κεφάλαια βιβλίων και αποκλεισμός άσχετων κλάδων (BIOC, CENG, CHEM, COMP, DENT, IMMU, MATE, MATH, NEUR, PHAR, PHYS, VETE).

Ο συνολικός αριθμός των ευρεθέντων δημοσιεύσεων ήταν 2.120 άρθρα εφημερίδων και 132 κεφάλαια βιβλίων (συνολικά: 2.252 δημοσιεύσεις).

3.2 Προεπιλογή και διανομή

Από αυτή τη λίστα των 2.252 άρθρων που προέκυψαν από την τελική αυτοματοποιημένη εκτέλεση αναζήτησης, αφαιρέσαμε τα άρθρα που καταμετρήθηκαν διπλά, κάτι το οποίο μας άφησε με 2078 άρθρα. Αυτά ερευνήθηκαν έπειτα με βάση τον τίτλο τους και εάν ήταν απαραίτητο την περίληψή τους προκειμένου να αφαιρεθούν εύκολα αναγνωρίσιμα άσχετα θέματα, καθώς και σχολιασμοί, άρθρα σύνταξης πάνω σε τοπικά θέματα, αλλά και κριτικές. Τρεις αναλυτές έλεγξαν για μεροληψία στην κρίση σε περίπου 100 άρθρα. Σε αυτό το στάδιο αποκλείσαμε, εάν ήταν δυνατό από τον τίτλο ή την περίληψη, άρθρα αποκλειστικά για προσαρμογή, άρθρα για βιώσιμη γεωργία, για ανάλυση του κύκλου ζωής που δεν αναφερόταν άμεσα σε προσπάθειες περιορισμού της κλιματικής αλλαγής, καθώς και ιδιαίτερα τεχνικά άρθρα για αποδοτικότητα ενέργειας στην τεχνολογία.

Προκειμένου να διατηρήσουμε το σώμα της βιβλιογραφίας για πλήρη ανασκόπηση διαχειρίσιμο, από τα εναπομείναντα 1206 άρθρα επιλέξαμε εκείνα μόνο, τα οποία παρουσίασαν είτε τη λέξη-κλειδί κίνδυνος ή αβεβαιότητα. Αυτό μας άφησε με μία λίστα από 711 άρθρα για ανασκόπηση.

Τα άρθρα κατηγοριοποιήθηκαν περαιτέρω σε 15 κεντρικά θέματα (αποκλείοντας την κατηγορία διάφορα). Η κατηγοριοποίηση έγινε με βάση την περίληψη των εγγράφων, και όταν ήταν απαραίτητο, το κείμενό τους. Αυτή η πρόσθετη έρευνα οδήγησε στον αποκλεισμό

περισσότερων άσχετων άρθρων, και άφησε 679 έγκυρα άρθρα κατηγοριοποιημένα σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Γεωργία, Επιχειρησιακή στρατηγική: Εμπορία εκπομπών άνθρακα, Επιχειρησιακή στρατηγική: Έρευνα και Ανάπτυξη
2. Επιχειρησιακή στρατηγική: Υιοθέτηση τεχνολογίας
3. Αγορές άνθρακα
4. Επικοινωνιακή αβεβαιότητα
5. Ενεργειακός σχεδιασμός (συστημάτων)
6. Ενεργειακή αποδοτικότητα
7. Διαχείριση των δασών
8. Διεθνής κλιματική πολιτική
9. Κοινωνική αποδοχή
10. Αλληλεπιδράσεις των ενδιαφερομένων μερών
11. Μεταφορές
12. Ανάλυση του κύκλου ζωής
13. Μοντελοποίηση αβεβαιότητας
14. Εθνικός σχεδιασμός πολιτικής υπό συνθήκες αβεβαιότητας
15. Εθνικός σχεδιασμός πολιτικής: εκπομπές

3.3 Εξαγωγή δεδομένων (διαδικασία ανασκόπησης)

Οργανώσαμε ένα πρωτόκολλο προκειμένου να εξασφαλίσουμε μια σαφή και ομαλή διαδικασία εξαγωγής δεδομένων. Για την εξαγωγή δεδομένων οργανώσαμε μία διαδικτυακή φόρμα εισαγωγής. Δημιουργήσαμε κατά συνέπεια έναν εύκολα ανιχνεύσιμο απολογισμό της διαδικασίας εξαγωγής δεδομένων, και έναν εύκολο τρόπο πρόσβασης και διαχείρισης των δεδομένων στη συνέχεια. Εξαγάγαμε δεδομένα σε δύο επίπεδα. Πρώτα με έναν τυποποιημένο τρόπο, για να εξάγουμε πιο γενικές πληροφορίες που μπορούν εύκολα να συγκριθούν. Κατά δεύτερο λόγο, συμπεριλάβαμε ανοιχτές ερωτήσεις προκειμένου να προσδιορίσουμε τις προκαθορισμένες κατηγορίες, αλλά και να αποκτήσουμε πιο ειδική αντίληψη και βάθος.

Πρώιμες εκδόσεις της φόρμας εξαγωγής ελέγχθηκαν σποραδικά για τη χρηστικότητα τους. Μετά την ολοκλήρωση της φόρμας εισαγωγής, όλοι οι συνεργάτες εξέτασαν ένα μικρό υποδείγμα 5 άρθρων παράλληλα, προκειμένου να βελτιώσουν περαιτέρω τη φόρμα, αλλά και να συζητήσουν επίσης πιθανές προτιμήσεις απόφασης και ερμηνείας.

Η έκταση της έρευνας ήταν εξαιρετικά ευρεία, κάτι το οποίο έχει και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι ότι καλύπτεται ένα ευρύ φάσμα από διαφορετικές αρχές και προσεγγίσεις και είναι δύσκολο να είμαστε δίκαιοι απέναντι σε όλες λεπτομερώς. Την ίδια στιγμή κίνδυνοι και αβεβαιότητες δεν περιγράφονται πάντα με σαφήνεια σε σχέση με τις αναλύσεις που έγιναν στα άρθρα αλλά και μεταξύ τους. Η κύρια προσέγγιση ήταν να αποκλείσουμε άρθρα όπου κίνδυνοι και αβεβαιότητες ήταν περιθωριακά ζητήματα, και όχι μέρος της κύριας ανάλυσης. Επιπροσθέτως, στήθηκε σε δύο επίπεδα η δομή των τυποποιημένων και ανοιχτών ερωτήσεων για να αντισταθμίσει την ποικιλία της εργασίας ανασκόπησης.

Καθ' όλη τη διαδικασία ανασκόπησης, συλλέξαμε ερωτήσεις και ανησυχίες, και τις συμπεριλάβαμε στις τακτικές ενημερώσεις. Όποιες ασυνέπειες βρέθηκαν κατά τη διάρκεια της εν εξελίξει διαδικασίας αντιμετωπίστηκαν με τρόπους που δεν θα επηρέαζαν την ακεραιότητα της εξαγωγής δεδομένων. Την ίδια στιγμή προσπαθήσαμε να αντιμετωπίσουμε ελλείψεις άμεσα έτσι ώστε να βελτιωθεί η διαδικασία ανασκόπησης συνολικά. Τα σημαντικότερα θέματα που προέκυψαν σχετίζονταν με ανεπαρκείς επιλογές απαντήσεων (π.χ. έλειπε η επιλογή "δεν διευκρινίζεται"), διαφωνία στις κατηγορίες απαντήσεων (π.χ. ποιες ομάδες μετόχων έπρεπε να προσδιορίζονται), ερμηνεία συγκεκριμένων αντικειμένων, απαιτούμενο πεδίο εισόδου και επίπεδο λεπτομέρειας. Για παράδειγμα, το REDD είναι όργανο ή στρατηγική πολιτικής? Με πόση λεπτομέρεια πρέπει να παρέχονται τα εύρη των αποτελεσμάτων, όταν υπάρχουν μεγάλοι πίνακες ποσοτικών ή ποιοτικών αποτελεσμάτων?

3.3.1 Πρωτόκολλο εξαγωγής δεδομένων

ΒΗΜΑ – 1 εγγραφή και προ-αξιολόγηση

0.1 Εισάγετε το όνομά σας	<i>Παρακαλούμε προσπαθήστε να χρησιμοποιείτε συστηματικά όνομα και επώνυμο</i>
0.2 Εισάγετε το Scopus ID	<i>Αντιγραφή/επικόλληση το 11ψήφιο ID του Scopus</i>
0.3 Εισάγετε τον τίτλο του άρθρου	<i>Αντιγραφή/επικόλληση τον τίτλο του άρθρου, όπως είναι στη λίστα που λάβατε</i>

- **1.1 Επιβεβαιώστε ότι το άρθρο είναι ένα άρθρο έρευνας**, εάν το άρθρο είναι οτιδήποτε άλλο, π.χ. μία κριτική³, σχολιασμός, άρθρο ενός συντάκτη πάνω σε κάποιο τοπικό θέμα, αντίκρουση άλλου άρθρου, η διαδικασία ανασκόπησης τελειώνει εδώ. Κεφάλαια βιβλίων επιτρέπονται αν παρουσιάζουν πρωτότυπη έρευνα, παρακαλούμε αποκλείστε ρητά επίλογους και εισαγωγικά κεφάλαια.
- **1.2 Επιβεβαιώστε ότι το άρθρο ασχολείται ρητά με κάποια πολιτική περιορισμού της κλιματικής αλλαγής, ή μια σχετική τεχνολογία αν είναι εφαρμόσιμη**, αν το άρθρο δεν κάνει κάτι τέτοιο, η διαδικασία ανασκόπησης τελειώνει εδώ.

³ Οι κριτικές πρέπει να αποκλειστούν καθώς είναι πιθανό να περιέχουν μεμονωμένα άρθρα που μπορεί να είναι ήδη μέρος της ανασκόπησης και επομένως να μετρήσουμε τα ίδια αποτελέσματα 2 φορές. Επιπλέον, οι κριτικές είναι δύσκολο να αναλυθούν εάν δεν συνθέτουν ξεκάθαρα τα αποτελέσματα, και είναι δύσκολο να τα εξάγουμε όπως χρειάζεται για αυτήν την προσπάθεια ανασκόπησης.

- **1.3 Επιβεβαιώστε ότι το άρθρο αναλύει ρητά κινδύνους και/ή αβεβαιότητες, αν το άρθρο δεν κάνει κάτι τέτοιο, η διαδικασία ανασκόπησης τελειώνει εδώ.**

Ορισμοί ΒΗΜΑ 1:

Άρθρο έρευνας: Ένα άρθρο έρευνας παρουσιάζει ένα καινούριο και πρωτότυπο εύρημα, σε αυτήν την περίπτωση για κινδύνους και αβεβαιότητες σχετικά με πολιτικές περιορισμού της κλιματικής αλλαγής. Καθώς συμπεριλάβαμε κεφάλαια βιβλίων, αυτή η απαίτηση εφαρμόζεται επίσης και εκεί. Μελέτες παρόμοιες με άλλες που έχουν ήδη διερευνηθεί πρέπει να αποκλειστούν προκειμένου να αποφύγουμε να μετρήσουμε τα ίδια ευρήματα δύο φορές. Σχολιασμοί και άρθρα ανάλυσης τοπικών θεμάτων πρέπει να αποκλειστούν για να αποφύγουμε να συμπεριλάβουμε προτάσεις και ευρήματα που δεν προκύπτουν από έναν επιστημονικό σχεδιασμό έρευνας.

Πολιτική περιορισμού: Μία πολιτική περιορισμού μπορεί να είναι οποιαδήποτε πολιτική με στόχο να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου; για παράδειγμα στόχοι θερμοκρασίας, στρατηγικές κλιματικής αλλαγής, φόροι και άλλα όργανα πολιτικής, καθώς και δραστηριότητες σε ατομικό και οικιακό επίπεδο. Άρθρα που ασχολούνται με μία συγκεκριμένη τεχνολογία είναι επίσης αποδεκτά. Αποκλείουμε άρθρα για βιώσιμη ανάπτυξη (π.χ. πράσινη αλυσίδα εφοδιασμού, βιώσιμη γεωργία) αν δεν γίνεται ρητή αναφορά στην μείωση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ή την κλιματική αλλαγή.

ΒΗΜΑ 2 – συναφείς πληροφορίες για την επιλογή πολιτικής

- **2.1** Προσδιορίστε τον τύπο της πολιτικής περιορισμού που αναλύεται στο άρθρο, αυτό μπορεί να περιλαμβάνει ατομική συμπεριφορά, το οποίο δεν είναι πολιτική αυτό καθ' εαυτό. Γενικά οι πολιτικές ποικίλλουν από ευρείας έκτασης και μακροπρόθεσμες σε μικρής έκτασης και βραχυπρόθεσμες πολιτικές, όπου οι στόχοι θερμοκρασίας είναι η ευρύτερη πολιτική ή επιλογή πολιτικής και οι αποφάσεις επένδυσης ή οι ατομικές επιλογές ή η προθυμία να υιοθετηθούν οι πολιτικές έχουν τη μικρότερη έκταση και συχνά ένα μικρό χρονικό ορίζοντα.
 - 1 Στόχος (μακρο- μεσο- ή βραχυπρόθεσμος)

- 2 Στρατηγική πολιτικής
 - 3 Όργανο πολιτικής
 - 4 Επένδυση ή κατανομή πόρων
 - 5 Τεχνολογία
 - 6 Συμπεριφορά/προθυμία
- **2.1.1 Προσδιορίστε την επιλογή πολιτικής που έχει υιοθετηθεί.** Παρακαλούμε εισάγετε οποιοδήποτε επαρκή προσδιορισμό της πολιτικής. Αυτό είναι επίσης το μέρος να υποδείξετε εάν αναλύθηκαν κάποιες διαφορετικές πολιτικές που ανήκουν σε μία κατηγορία. Παρακαλούμε διαχωρίστε διαφορετικές επιλογές και σχόλια με άνω τελεία.

 - **2.2 Προσδιορίστε την κλίμακα δράσης της πολιτικής.**
 - 1 Ατομική/οικιακή
 - 2 Τοπική
 - 3 Υποεθνική/επαρχιακή
 - 4 Εθνική
 - 5 Διεθνής (περιφερειακή)
 - 6 Διεθνής (παγκόσμια)
 - 10 Δεν διευκρινίζεται

2.2.1 Εάν κλίμακα = < 5, Παρακαλούμε προσδιορίστε την ήπειρο ή περιοχή: *Επιλέξτε από τη λίστα*

- 1 Αφρική (εκτός της Βορείου Αφρικής)
- 2 Ασία (εκτός της Μέσης Ανατολής) και Νότιος Ειρηνικός
- 3 Ευρώπη
- 4 ΗΠΑ και Καναδάς
- 5 Αυστραλία
- 6 Λατινική Αμερική
- 7 Βόρεια Αφρική και Μέση Ανατολή

2.2.2 Εάν κλίμακα = < 4, Παρακαλούμε προσδιορίστε τη χώρα στην οποία δρα η πολιτική: *Επιλέξτε από τη λίστα (αν είναι διαθέσιμο, αλλιώς εισάγετε κείμενο)*

- **2.3 Προσδιορίστε τον καταλληλότερο τομέα στόχευσης της πολιτικής:**

Επιλέξτε από τη λίστα

- 1 Παραγωγή ενέργειας
- 2 Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη
- 3 Κτήρια
- 4 Μεταφορές
- 5 Γεωργία και άλλες χρήσεις γης
- 6 Βιομηχανία
- 7 Άλλο

- **2.4 Προσδιορίστε τη γενική ερευνητική προσέγγιση**, διακρίνοντας ανάμεσα σε θεωρητική μοντελοποίηση/ανάλυση, εφαρμοσμένη μοντελοποίηση/ανάλυση (χρησιμοποιώντας παρατηρούμενα δεδομένα), κοινωνική εμπειρική έρευνα - ποιοτική (π.χ. ομάδες εστίασης, ανάλυση συνεντευξιακών λόγων), κοινωνική εμπειρική έρευνα – ποσοτική (π.χ. έρευνα, ποσοτική ανάλυση κειμένου), κοινωνική εμπειρική έρευνα – μικτή, μικτή προσέγγιση (μοντελοποίηση και κοινωνική εμπειρική έρευνα)

- Προσδιορίστε τη γενική ερευνητική προσέγγιση: *Επιλέξτε από τη λίστα*

- Θεωρητική μοντελοποίηση/ανάλυση
- 1 Εφαρμοσμένη μοντελοποίηση ή ποσοτική ανάλυση
- 2 Κοινωνική εμπειρική έρευνα - ποιοτική
- 3 Κοινωνική εμπειρική έρευνα – ποσοτική
- 4 Κοινωνική εμπειρική έρευνα – μικτή
- 5 Μικτή/άλλο

- **2.4.1 Προσδιορίστε τη μέθοδο/τύπο του μοντέλου.** Αυτός είναι χώρος για να προσδιοριστεί η μέθοδος, ο τύπος και το όνομα του μοντέλου, ή ένα συγκεκριμένο πλαίσιο ή θεωρία που εφαρμόζεται. Παρακαλούμε διαχωρίστε τις εισόδους με άνω τελείες εάν απαιτείται παραπάνω από μία.

- **3.1 Αναφέρει ρητά η ανάλυση οποιουδήποτε μετόχους**

Ναι, όχι

Συμπεριλάβετε μόνο μετόχους που αποτελούν μέρος της ανάλυσης προκαλώντας κινδύνους και αβεβαιότητες ή είναι επηρεαζόμενοι από αυτά. Δυστυχώς, δεν έχουμε την έκταση ή χωρητικότητα για να θεωρήσουμε το πλήρες εύρος των πιθανών μετόχων ή οποιουδήποτε μετόχους αναφέρονται έμμεσα στο άρθρο/κεφάλαιο βιβλίου.

- **3.2 Παρακαλούμε προσδιορίστε οποιουδήποτε μετόχους αναφέρονται ρητά στην ανάλυση. Επιλέξτε ένα ή παραπάνω:**

- 1 Δημιουργός κινδύνου (εάν ο κίνδυνος είναι εξωγενής)
- 2 Κομιστής κινδύνου (εάν ο κίνδυνος είναι επακόλουθος)
- 3 Δημιουργός αβεβαιότητας
- 4 Κομιστής αβεβαιότητας
- 10 δεν διευκρινίζεται

3.2.1 Εάν μέτοχος=1-4, Παρακαλούμε προσδιορίστε το φορέα δράσης: *Επιλέξτε ένα ή παραπάνω:*

- 1 Κυβέρνηση
- 2 Μη κυβερνητικές οργανώσεις (επίσης οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών)
- 3 Επιχειρήσεις/γεωργοί
- 4 Συνεταιρισμός ιδιωτικού-δημοσίου (ΣΙΔ)
- 5 Ατομικός/οικιακός
- 6 Μέσα μαζικής ενημέρωσης
- 7 Επιστήμονες (επίσης ερευνητικοί οργανισμοί)

3.2.2 Εάν τύπος μετόχου =1-4 Παρακαλούμε προσδιορίστε την κλίμακα στην οποία δρα ο φορέας. *Επιλέξτε ένα ή παραπάνω:*

- 1 Διεθνής (παγκόσμια)
- 2 Διεθνής (περιφερειακή)
- 3 Εθνική
- 4 Επαρχιακή
- 5 Τοπική

Ορισμοί ΒΗΜΑ 2:

Στόχος: οποιοσδήποτε αριθμητικός ορισμός ενός μακρο- μεσο- ή βραχυπρόθεσμου σκοπού που δεν περιλαμβάνει λεπτομέρειες για το πως θα επιτευχθεί αυτός ο σκοπός. Προκειμένου να επιτύχουμε ένα στόχο, πιο συγκεκριμένες επιλογές πολιτικών, δείτε παρακάτω, απαιτούνται.

Στρατηγική πολιτικής: Αναφέρεται σε οποιαδήποτε στρατηγικά ντοκουμέντα (π.χ. κλιματικές στρατηγικές, αναπτυξιακά προγράμματα και δομές), που παρέχουν περισσότερο ή λιγότερο δεσμευτικές κατευθυντήριες γραμμές στις επιλογές των οργάνων πολιτικής που υποστηρίζουν πορείες μετασχηματισμού.

Όργανο πολιτικής: Ένα όργανο πολιτικής αναφέρεται σε οποιοδήποτε περισσότερο ή λιγότερο δεσμευτικό μέτρο (π.χ. κανονισμό, πρόγραμμα χρηματοδότησης, φόρο, πλατφόρμα πληροφοριών) με ένα συγκεκριμένο σκοπό.

Κατανομή πόρων/επένδυση: Οποιοδήποτε κεφάλαιο αγοράστηκε με την προσδοκία μελλοντικού κέρδους.

Συμπεριφορά/προθυμία: Οποιαδήποτε δράση σε ατομικό ή οικιακό επίπεδο, ή πρόθεση για δράση με αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών.

Διεθνής (περιφερειακή): Αναφέρεται σε οποιαδήποτε πολιτική επηρεάζει παραπάνω από μία χώρες, και για παράδειγμα ειδικές ομάδες χωρών, π.χ. AOSIS, NAFTA, Mercosul, EU)

Διεθνής (παγκόσμια): Πολιτική που στοχεύει χώρες πέρα από τις ηπείρους/περιοχές που καθορίζονται.

Κομιστής κινδύνου: (ισχύει μόνο στην περίπτωση του επακόλουθου κινδύνου): Οποιοδήποτε άτομο ή ομάδα ατόμων, ή οργανισμός επηρεάζεται από έναν κίνδυνο. Για παράδειγμα ο θόρυβος ή οι κίνδυνοι για την υγεία ανθρώπων που ζουν κοντά σε μία καινούρια γραμμή ρεύματος; ή επιχειρήσεις και/ή καταναλωτές που ανέχονται υψηλότερα κόστη λόγω του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης.

Δημιουργός κινδύνου: (ισχύει μόνο στους εξωγενείς κινδύνους): Άνθρωποι ή ομάδες ανθρώπων ή οργανισμοί που προκαλούν ένα κίνδυνο. Για παράδειγμα η πρωτοβουλία ενός πολίτη να διαμαρτυρηθεί για την εφαρμογή μίας πολιτικής, πολιτικοί που καθυστερούν νέα νομοθεσία κ.α.

Κομιστής αβεβαιότητας: Εκείνοι οι άνθρωποι, ομάδες ή οργανισμοί επηρεάζονται από αβεβαιότητες, δηλαδή οι πράξεις των οποίων περιορίζονται από αβεβαιότητες. Για παράδειγμα οι φορείς χάραξης πολιτικής.

Δημιουργός αβεβαιότητας: Εκείνοι οι άνθρωποι, ομάδες ανθρώπων που παράγουν αβεβαιότητα ή οργανισμοί ή επιστήμονες απρόθυμοι ή ανίκανοι να επικοινωνήσουν, ασταθείς κυβερνήσεις. Σε πολλές περιπτώσεις ο δημιουργός μίας αβεβαιότητας δεν θα αναγνωρίζεται, ή δεν θα είναι τουλάχιστον ένα άτομο, μία ομάδα ή ένας οργανισμός.

ΒΗΜΑ 3 – κίνδυνοι και αβεβαιότητες

- **4.1 Προσδιορίστε εάν υπάρχει ξεκάθαρη διάκριση μεταξύ κινδύνων και αβεβαιοτήτων, αποφασίστε εάν θα εισάγετε τα δεδομένα στην ενότητα των κινδύνων ή των αβεβαιοτήτων.**

Παρακαλούμε προσδιορίστε εάν υπάρχει ξεκάθαρη διάκριση μεταξύ κινδύνων και αβεβαιοτήτων: *Επιλέξτε από τη λίστα*

- 1 Ξεκάθαρα για κίνδυνο (ή συνώνυμο του κινδύνου)
- 2 Ξεκάθαρα για αβεβαιότητα
- 3 Ξεκάθαρα και για τα δύο
- 4 Όχι ξεκάθαρη διάκριση (συνέχεια ως κίνδυνος)
- 5 Όχι ξεκάθαρη διάκριση (συνέχεια ως αβεβαιότητα)
- 10 Δεν διευκρινίζεται

Σημείωση: Δεν διευκρινίζεται είναι απλά ένας μηχανισμός ελέγχου, αλλά θα ακύρωνε την ανασκόπηση.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

4Κ1 παρακαλούμε προσδιορίστε εάν το έγγραφο μιλάει για εξωγενείς κινδύνους, δηλαδή κινδύνους για μία πολιτική, ή επακόλουθους κινδύνους, δηλαδή κινδύνους που προκαλούνται από την εφαρμογή μίας πολιτικής; ή και τους δύο: Επιλέξτε από τη λίστα

- 1 Εξωγενείς
- 2 Επακόλουθοι

4Κ2 παρακαλούμε προσδιορίστε την υποκατηγορία στην οποία ανήκει ο κίνδυνος: επιλέξτε ένα ή παραπάνω από τη λίστα

- 1 Πολιτικός
- 2 Ρυθμιστικός/για την πολιτική
- 3 Κοινωνικός
- 4 Οικονομικός
- 5 Περιβαλλοντικός
- 6 Δεν διευκρινίζεται

Μία ή περισσότερες κατηγορίες κινδύνου μπορεί να επιλεγθούν όπως περιλαμβάνονται στην ανάλυση. Εάν δεν είστε σίγουροι, επιλέξτε όποια κατηγορία ταιριάζει καλύτερα κατά την άποψή σας.

- Οι ακόλουθες ερωτήσεις εμφανίζονται για κάθε επιλεγμένη κατηγορία ή παράμετρο: Παρακαλούμε προσδιορίστε με περισσότερες λεπτομέρειες ποιος δείκτης χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει τον κίνδυνο. Οι δείκτες μπορεί να είναι ποιοτικοί ή ποσοτικοί. Ένας ποιοτικός δείκτης για πολιτικό κίνδυνο μπορεί να είναι ο δείκτης διαφάνειας, για παράδειγμα; ένας ποσοτικός δείκτης για οικονομικό κίνδυνο μπορεί να είναι τα κόστη των ζημιών.

4Κ3 χρησιμοποιεί το άρθρο δείκτες για να προσδιορίσει τον κίνδυνο? Επιλέξτε ένα ή παραπάνω από τη λίστα

- 1 Ποσοτικοί δείκτες
- 2 Ποιοτικοί δείκτες

Εάν δείκτης=1, α) Παρακαλούμε προσδιορίστε ποιοι ποσοτικοί δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν τον κίνδυνο: να συμπληρωθεί με το χέρι σε ένα πεδίο κειμένου; αφήστε χώρο για πιθανές επεξηγήσεις, παραδείγματα ή ορισμούς.

β) Παρακαλούμε προσδιορίστε το εύρος των αποτελεσμάτων εάν υπάρχει; να συμπληρωθεί με το χέρι σε ένα πεδίο κειμένου,

Εάν δείκτης=2, α) Παρακαλούμε προσδιορίστε ποιοι ποιοτικοί δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν τον κίνδυνο: να συμπληρωθεί με το χέρι σε ένα πεδίο κειμένου; αφήστε χώρο για πιθανές επεξηγήσεις, παραδείγματα ή ορισμούς.

β) Παρακαλούμε προσδιορίστε το εύρος των αποτελεσμάτων εάν υπάρχει; να συμπληρωθεί με το χέρι σε ένα πεδίο κειμένου

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

4A1 Παρακαλούμε προσδιορίστε τον τύπο της αβεβαιότητας που αναφέρεται στο έγγραφο: Επιλέξτε ένα ή παραπάνω από τη λίστα

- 1 Παραδειγματική
- 2 Επιστημική
- 3 Ερμηνευτική
- 10 Δεν διευκρινίζεται

Εάν τύπος αβεβαιότητας = 2 Επιστημική, Παρακαλούμε προσδιορίστε μία υποκατηγορία επιστημικής αβεβαιότητας: Επιλέξτε ένα ή παραπάνω από τη λίστα. **ΑΥΤΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ**

- 1 Αβεβαιότητα
- 2 Ασάφεια
- 3 Άγνοια
- 10 Δεν διευκρινίζεται

4A2 Παρακαλούμε προσδιορίστε σε ποια ευρεία παράμετρο αναφέρεται η αβεβαιότητα:

Επιλέξτε ένα ή παραπάνω από τη λίστα

- Αποθέματα (ατμοσφαιρική συγκέντρωση) και ροές (εκπομπές) αερίων του θερμοκηπίου
 - Κλιματική ανταπόκριση στα αέρια του θερμοκηπίου/επιπτώσεις (διαμόρφωση του κλίματος, κλιματικά σενάρια)
 - Τεχνολογικά συστήματα
 - Συμπεριφορά της αγοράς
 - Ρυθμιστική δράση/πολιτικές
 - Ατομικές και εταιρικές αντιλήψεις/συμπεριφορά
 - Δεν διευκρινίζεται
 - Άλλο
- Οι ακόλουθες ερωτήσεις εμφανίζονται για κάθε επιλεγμένη κατηγορία ή παράμετρο: Παρακαλούμε προσδιορίστε με περισσότερες λεπτομέρειες ποιος δείκτης χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει την αβεβαιότητα. Οι δείκτες μπορεί να είναι ποιοτικοί ή ποσοτικοί.

4A3 Χρησιμοποιεί το άρθρο δείκτες για να προσδιορίσει την αβεβαιότητα? Επιλέξτε ένα ή παραπάνω από τη λίστα

- 1 Ποσοτικοί δείκτες
- 2 Ποιοτικοί δείκτες

Εάν δείκτης=1, α) Παρακαλούμε προσδιορίστε ποιοι ποσοτικοί δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν την αβεβαιότητα: να συμπληρωθεί με το χέρι σε ένα πεδίο κειμένου; αφήστε χώρο για πιθανές επεξηγήσεις, παραδείγματα ή ορισμούς.

β) Παρακαλούμε προσδιορίστε το εύρος των αποτελεσμάτων; να συμπληρωθεί με το χέρι σε ένα πεδίο κειμένου

Εάν δείκτης=2, α) Παρακαλούμε προσδιορίστε ποιοι ποιοτικοί δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν την αβεβαιότητα: να συμπληρωθεί με το χέρι σε ένα πεδίο κειμένου; αφήστε χώρο για πιθανές επεξηγήσεις, παραδείγματα ή ορισμούς.

β) Παρακαλούμε προσδιορίστε το εύρος των αποτελεσμάτων εάν υπάρχει; να συμπληρωθεί με το χέρι σε ένα πεδίο κειμένου.

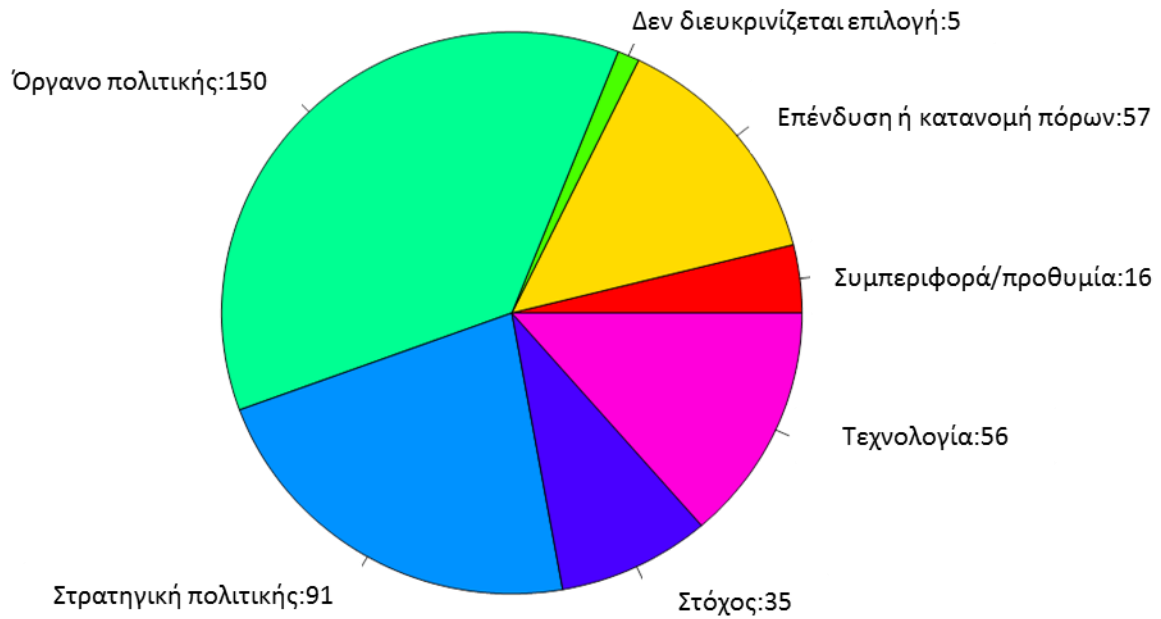
Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα

Από τα αρχικά 498 έγγραφα που εξετάσαμε, αποκλείσαμε 49 επειδή δεν περιείχαν πρωτότυπα ερευνητικά ευρήματα, 32 επειδή δεν αναφέρονταν ρητά σε κάποια πολιτική ή τεχνολογία περιορισμού της κλιματικής αλλαγής, και 7 επειδή δεν αναφέρονταν σε κινδύνους και/ή αβεβαιότητες (βλέπε ερωτήσεις έρευνας 1.1, 1.2 και 1.3 από ΒΗΜΑ 1-Πρωτόκολλο εξαγωγής δεδομένων).

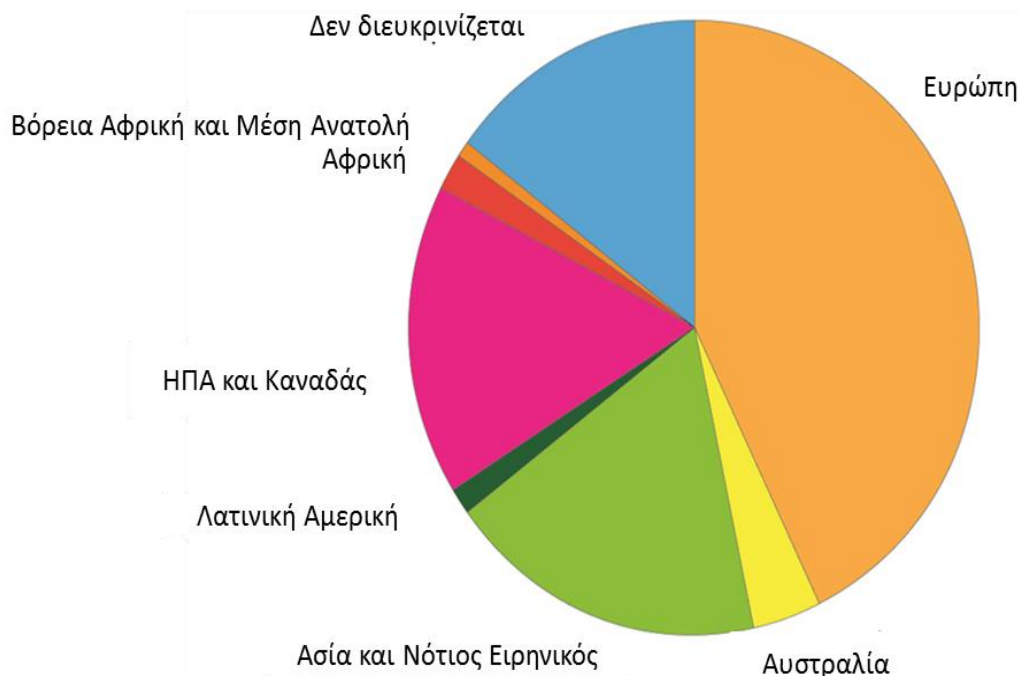
Εκτός από αυτά τα βήματα ποιοτικού ελέγχου, αποκλείσαμε άρθρα στα οποία δεν είχαμε ελεύθερη πρόσβαση (4), ή η γλώσσα τους ήταν άλλη εκτός της αγγλικής (27). Στην πρώτη περίπτωση δοκιμάσαμε διάφορους θεσμικούς λογαριασμούς, και εάν ήταν δυνατό να επικοινωνήσουμε με τους συγγραφείς με κάποια ακαδημαϊκή πλατφόρμα δικτύωσης. Τα εναπομείναντα 410 έγγραφα είναι η βάση της ακόλουθης ανάλυσης και ισοδυναμούν με τα δείγματα των ακόλουθων διαγραμμάτων, εάν δεν σημειώνεται αλλιώς.

4.1 Επιλογή πολιτικής

Θεωρήσαμε επιλογές πολιτικής που σχετίζονταν ευρέως με διαφορετικές κλίμακες λήψης αποφάσεων και επιπέδων εξειδίκευσης, όπου πιο εξειδικευμένες επιλογές ενσωματώνονται σε επιλογές υψηλότερων επιπέδων. Για παράδειγμα, στρατηγικές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να προσδιορίσουν τρόπους επίτευξης συγκεκριμένων στόχων, ενώ όργανα πολιτικής μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή στρατηγικών κλπ. Το σχήμα 8 δείχνει **Σχήμα 4: (2.1) Παρακαλούμε προσδιορίστε τον πιο κατάλληλο τύπο επιλογής πολιτικής περιορισμού (ή τεχνολογίας)** Σχήμα 4.

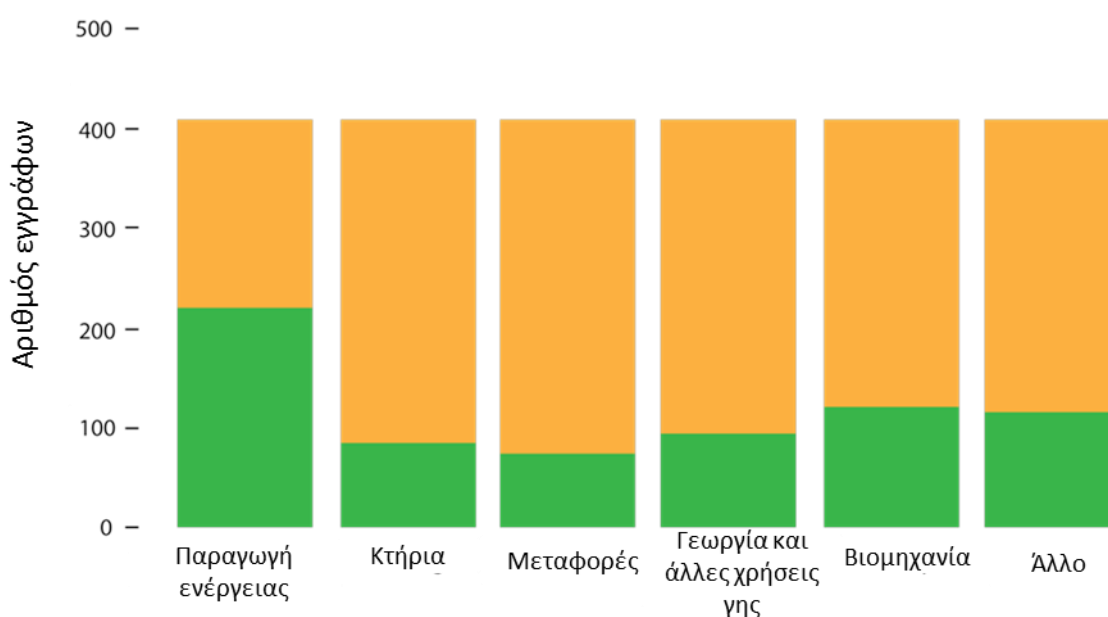


Σχήμα 4: (2.1) Παρακαλούμε προσδιορίστε τον πιο κατάλληλο τύπο επιλογής πολιτικής περιορισμού (ή τεχνολογίας).



Σχήμα 5: (2.2.1) περιοχή επικέντρωσης της πολιτικής επιλογής (n=254)

Σχήμα 5 δείχνει ότι τα περισσότερα άρθρα κάλυψαν επιλογές πολιτικής στην Ευρώπη, ακολούθησαν ΗΠΑ και Καναδάς, καθώς και η Ασία και ο Νότιος Ειρηνικός (εξαιρουμένων των χωρών της Μέσης Ανατολής). Μόνο λίγες μελέτες κάλυψαν πολιτικές ειδικά για τη Μέση Ανατολή, την Αφρική και τη Λατινική Αμερική. Σε ένα βαθμό αυτές οι χώρες υποεκπροσωπούνται σε αυτό το διάγραμμα, όσες μελέτες του REDD και αν διεξήχθησαν σε αυτές τις περιοχές. Παρ' όλα αυτά, το REDD μπορεί να πιστοποιηθεί ως στρατηγική ή όργανο πολιτικής σε διεθνές επίπεδο, κάτι που στην έρευνά μας σταματάει την προώθηση μίας συγκεκριμένης περιοχής και χώρας.



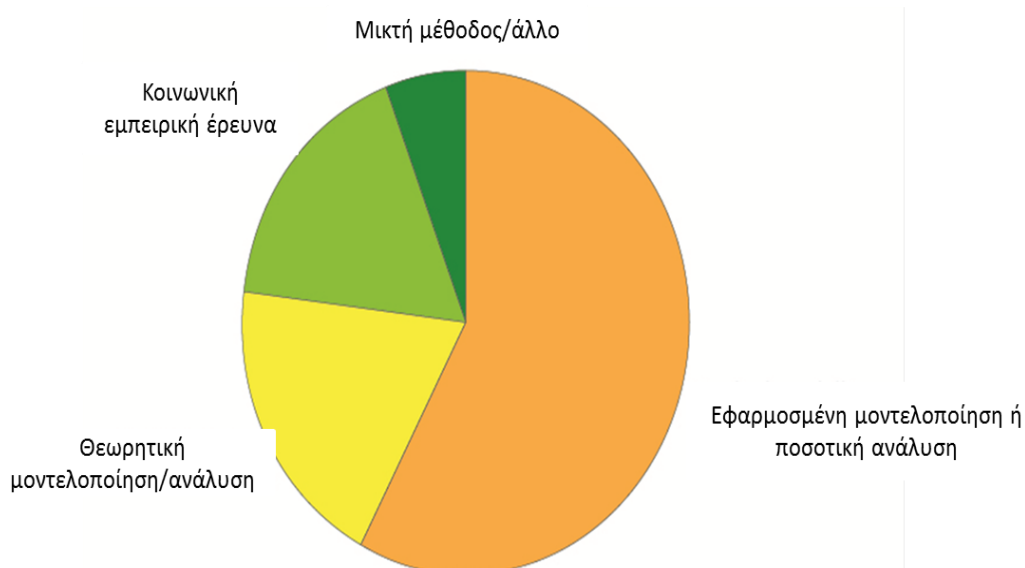
Σχήμα 6: (2.3) Παρακαλούμε προσδιορίστε τον πιο κατάλληλο τομέα που στοχεύεται από την πολιτική. Να σημειωθεί ότι ένα έγγραφο μπορεί να συζητάει για πολλούς τομείς.

Σχήμα 6 παρέχει μία επισκόπηση των διαφόρων τομέων που καλύφθηκαν από τις αναλυθείσες πολιτικές. Η κατανομή, με την παραγωγή ενέργειας να είναι η καλύτερα ερευνημένη περιοχή, αντικατοπτρίζει χονδρικά το μερίδιο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από αυτούς τους τομείς. Παρ' όλα αυτά, η παραγωγή ενέργειας συζητείται ειδικά σε έγγραφα που μελετούν σε εθνικό επίπεδο. Σε αντίθεση, η βιομηχανία συζητείται δυσανάλογα σε μία διεθνή κλίμακα, κάτι το οποίο πιθανόν αντανακλά τη διακρατική φύση της βαριάς βιομηχανίας.

Πιο συγκεκριμένα, βρίσκουμε ότι ειδικές μελέτες που αναλύουν επενδύσεις επικεντρώνονται υπερβολικά στον ενεργειακό τομέα, με εξίσου μικρή σημασία να δίνεται στους άλλους τομείς. Τα όργανα πολιτικής δείχνουν επίσης μία ισχυρή εστίαση στον ενεργειακό τομέα, αλλά με την ίδια έμφαση να δίνεται και στην ευρύτερη βιομηχανία. Για τις στρατηγικές πολιτικής η ενέργεια ακολουθούμενη από τη γεωργία και άλλες χρήσεις γης είναι οι κυρίαρχοι τομείς. Για τις υπόλοιπες επιλογές πολιτικής (στόχοι και συμπεριφορά) δεν βρίσκουμε τέτοια σαφή εστίαση.

4.2 Μεθοδολογική προσέγγιση

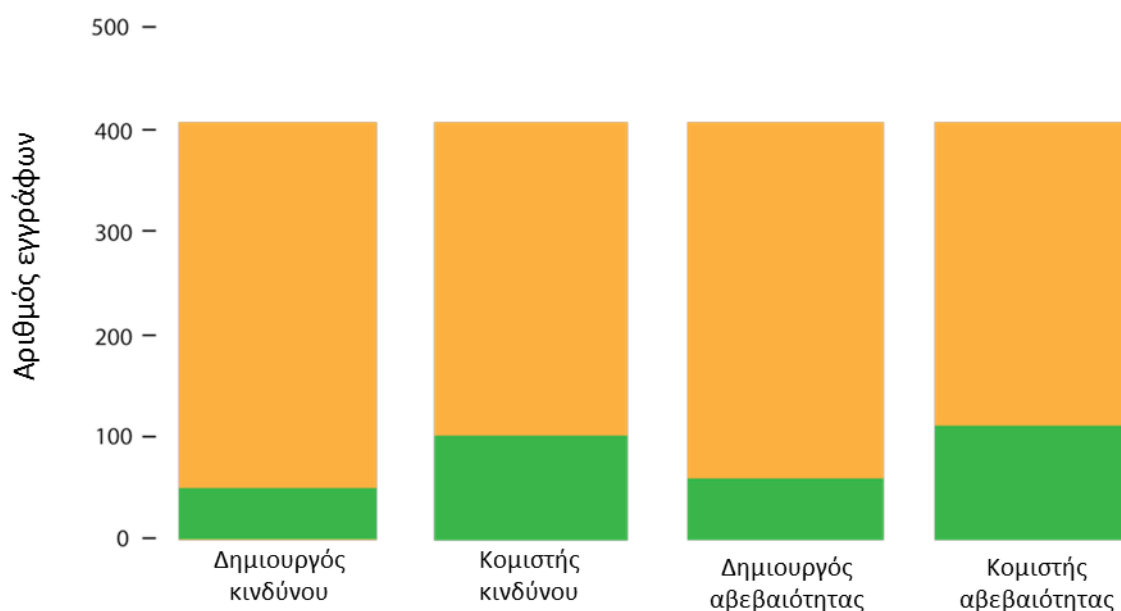
Οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις που εφαρμόστηκαν είναι κυρίως (εφαρμοσμένη) ποσοτική μοντελοποίηση ή ανάλυση, όπως φαίνεται στο **Error! Reference source not found.** Η ποσοτική κλίση είναι ιδιαίτερα έντονη σε έγγραφα που αναφέρονται στους στόχους των κατηγοριών επιλογής πολιτικής και επενδύσεις/κατανομή πόρων, και μόνο 4 από τα 16 έγγραφα για συμπεριφορά/προθυμία ανήκουν στην κοινωνική εμπειρική έρευνα. Ενδιαφέρον είναι ότι μελέτες για συγκεκριμένες τεχνολογίες (σε σύγκριση με άλλες επιλογές πολιτικής) είναι πολύ πιθανότερο να χρησιμοποιήσουν την κοινωνική εμπειρική έρευνα και μεικτές μεθόδους, ενώ ακολουθούν οι μελέτες στρατηγικών πολιτικής.



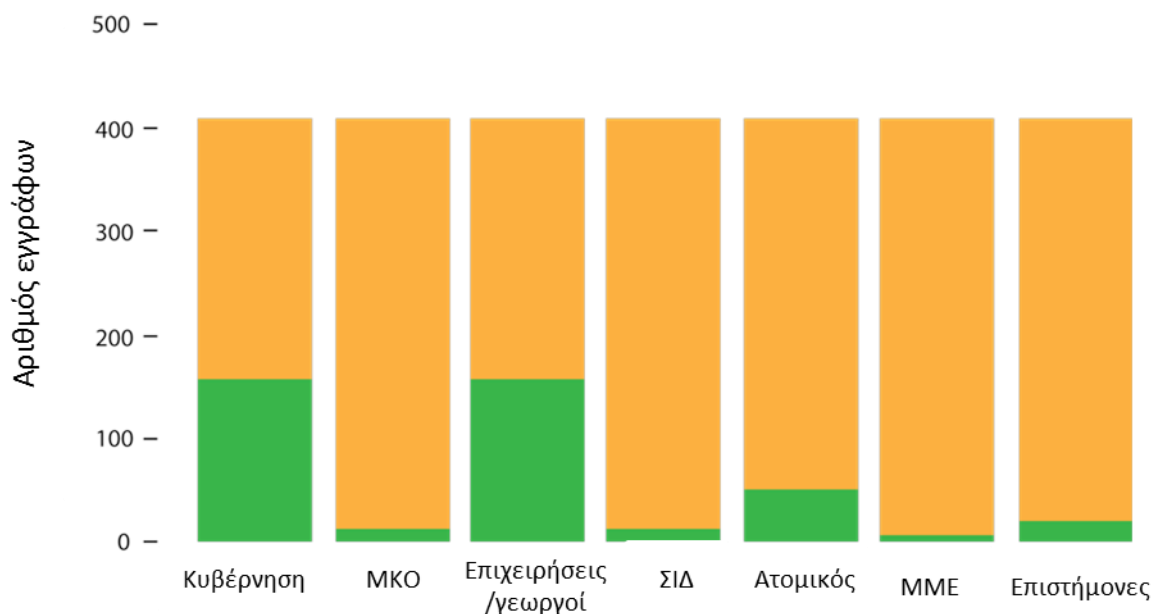
Σχήμα 7: (2.4) Παρακαλούμε προσδιορίστε τη συνολική μεθοδολογική προσέγγιση.

4.3 Μέτοχοι

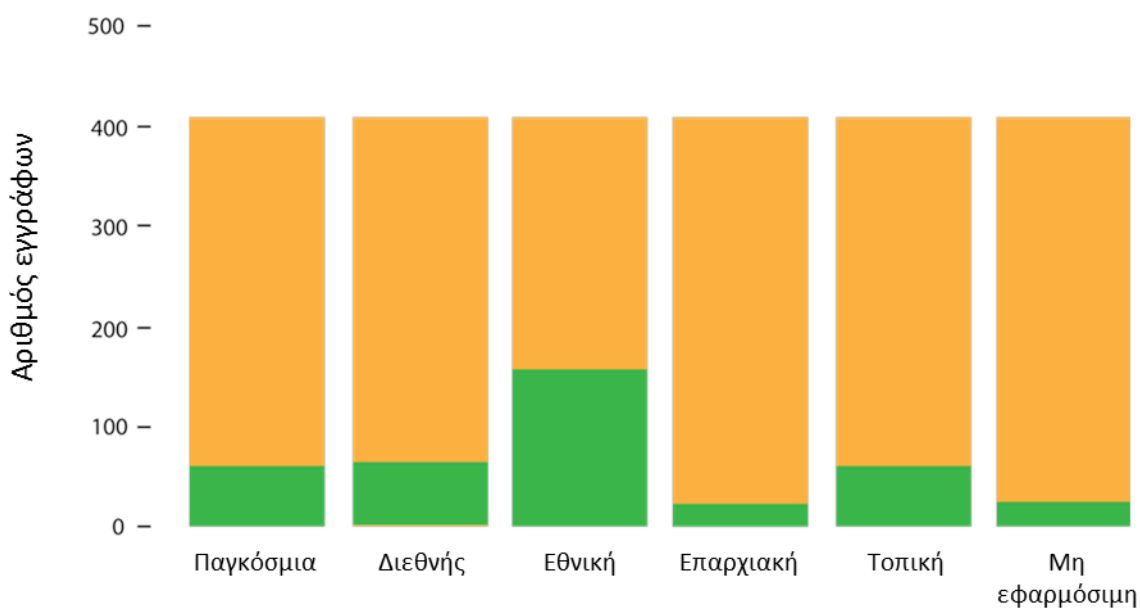
262 μελέτες ανέφεραν ρητά τους μετόχους στους ρόλους των κομιστών ή δημιουργών κινδύνου/αβεβαιότητας. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 8, περισσότερη προσοχή δίνεται σε άτομα ή ομάδες που επηρεάζονται από τις πολιτικές παρά σε αυτά που δημιουργούν κινδύνους ή αβεβαιότητες για τις επιλογές πολιτικής. Πλειοψηφία των μετόχων που αναλύθηκαν είναι οι κυβερνήσεις, και επιχειρήσεις και γεωργοί που ενεργούν σε εθνική κλίμακα (Σχήμα 9). Εκτός από τους μετόχους σε εθνικό επίπεδο, διεθνείς μέτοχοι καλύπτονται συχνότερα σε σύγκριση με τους μετόχους σε υποεθνικό επίπεδο (Σχήμα 10).



Σχήμα 8: (3.2) Παρακαλούμε προσδιορίστε τους μετόχους που αναφέρονται ΡΗΤΑ στην ανάλυση.



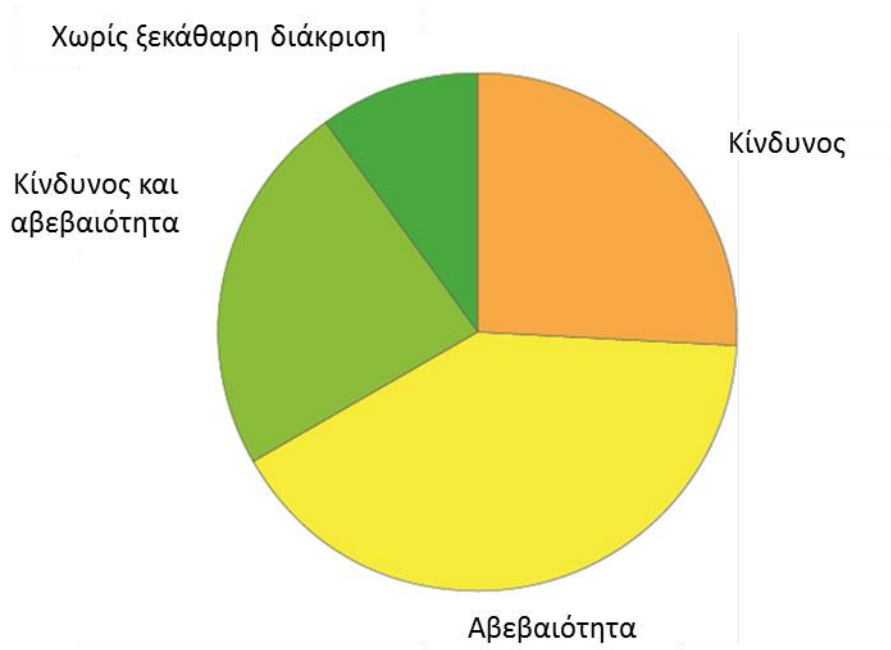
Σχήμα 9: (3.2.1) Παρακαλούμε προσδιορίστε τον τύπο του μετόχου (συνολικά).



Σχήμα 10: (3.2.2) Παρακαλούμε προσδιορίστε την κλίμακα στην οποία επενεργεί ο μέτοχος: (συνολικά).

4.4 Κίνδυνοι και αβεβαιότητα

Σχεδόν δύο τρίτα των άρθρων που αναλύθηκαν ανέφεραν ρητά την αβεβαιότητα, και περίπου τα μισά μιλούσαν για κίνδυνο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 11.

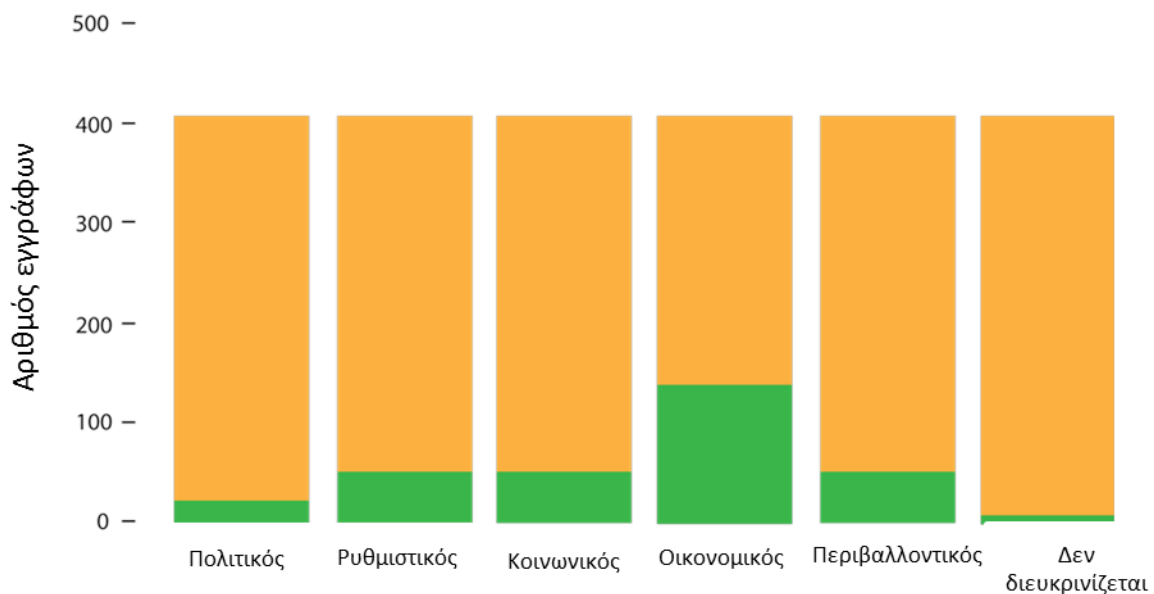


Σχήμα 11: (4.1) Παρακαλούμε προσδιορίστε εάν υπάρχει ξεκάθαρη διάκριση μεταξύ κινδύνων και αβεβαιοτήτων.

Αυτή η κατανομή δεν είναι ομοιόμορφη ανάμεσα στις επιλογές πολιτικής; 24 από τα 56 έγγραφα για τεχνολογία αφορούσαν κίνδυνο, 25 από τα 57 έγγραφα για επενδύσεις/κατανομή πόρων αφορούσαν τόσο κίνδυνο όσο και αβεβαιότητα, και 22 από τα 35 έγγραφα για στόχους αφορούσαν μόνο αβεβαιότητα.

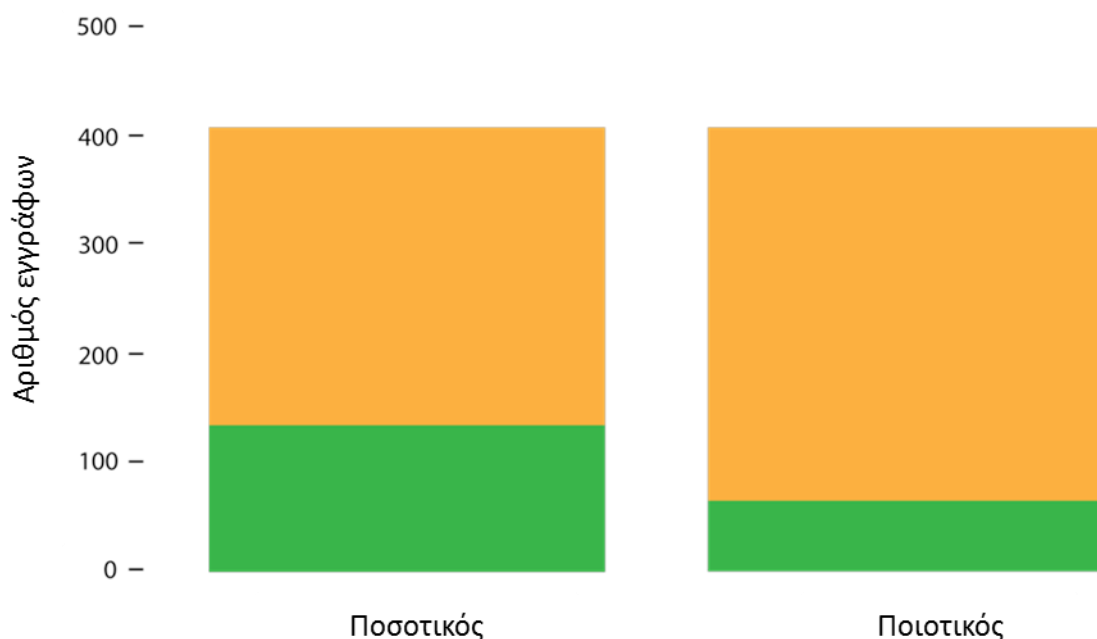
4.4.1 Κίνδυνος

Στα έγγραφα που αναφέρονται σε κίνδυνο, η κάλυψη κλίνει σε μεγάλο βαθμό προς τους οικονομικούς κινδύνους, ειδικά σε έγγραφα που μιλούν για επακόλουθο κίνδυνο (περίπου στα μισά, βλέπε ερευνητικά ερωτήματα 4.Κ.2 και 4.Κ.3, όπως συνοψίζονται στο Σχήμα 12).



Σχήμα 12: (4.Κ.2) Παρακαλούμε προσδιορίστε την υποκατηγορία στην οποία ανήκει ο κίνδυνος (συνολικά).

Για το λόγο αυτό, δεν μας προξενεί εντύπωση ότι η κάλυψη των εγγράφων που έχουν δείκτες κινδύνου τείνει να είναι ποσοτικοποιημένη, όπως φαίνεται στο Σχήμα 137.



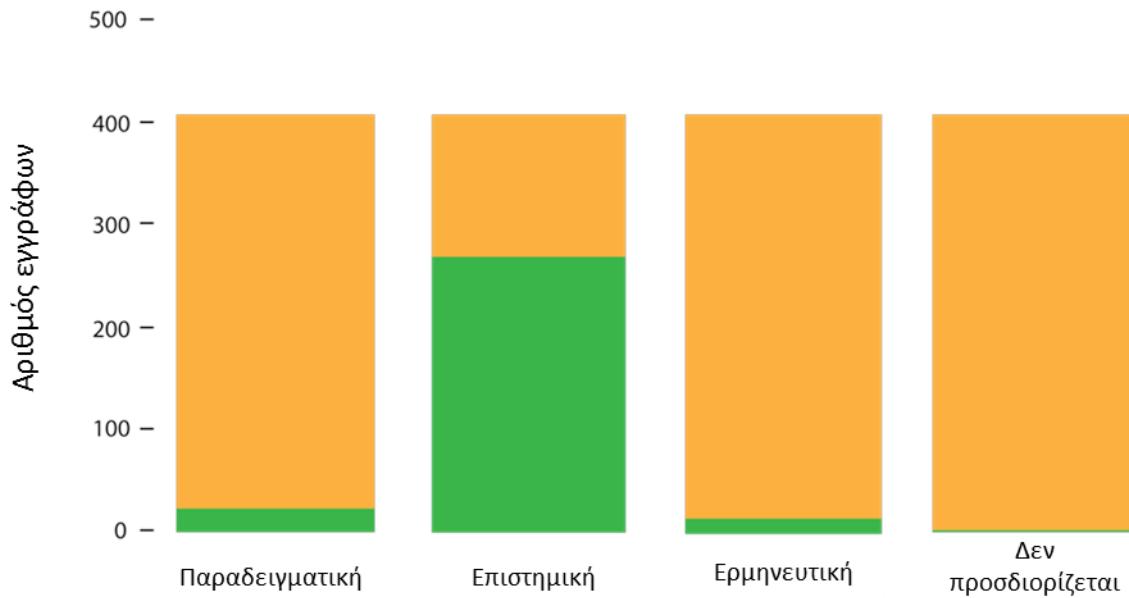
Σχήμα 13: (4.Κ.3) Χρησιμοποιεί το άρθρο δείκτες για να προσδιορίσει τον κίνδυνο? (συνολικά).

4.4.2 Αβεβαιότητα

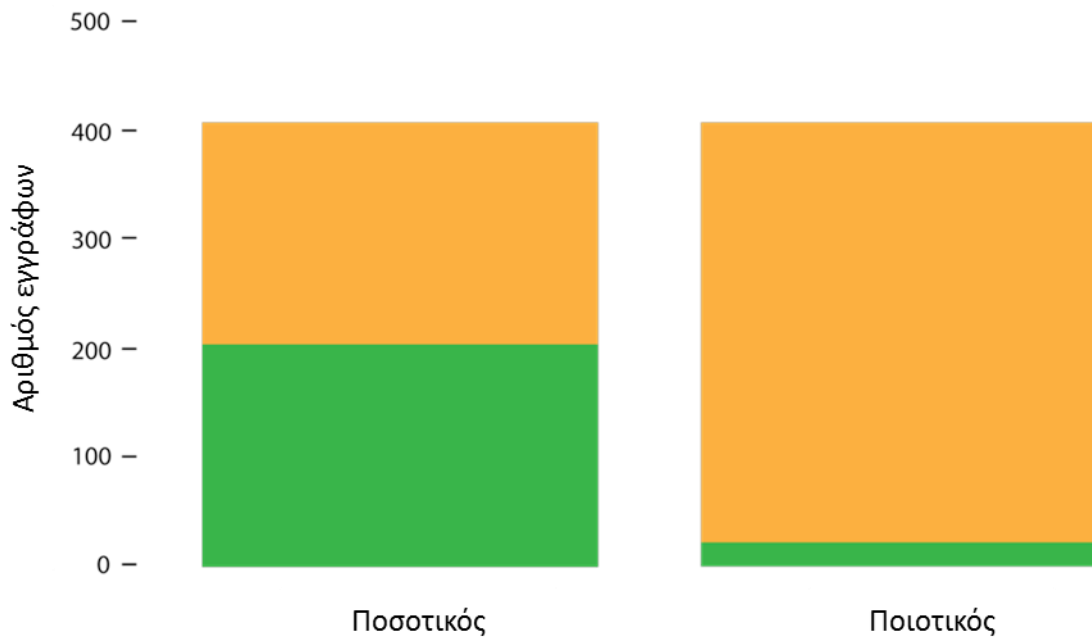
Το

Σχήμα 148 δείχνει την κατανομή των τύπων αβεβαιότητας που εξετάζονται σε αυτήν την ανασκόπηση. Αυτή κλίνει συντριπτικά προς την επιστημική αβεβαιότητα, με λίγες δημοσιεύσεις να αφορούν την αβεβαιότητα επιλογής μεταξύ επιστημολογικών παραδειγμάτων (δηλαδή παραδειγματική αβεβαιότητα), και ακόμα λιγότερες το πως ερμηνεύονται τα ευρήματα για άλλους μετόχους στην κλιματική πολιτική (ερμηνευτική αβεβαιότητα).

Και στις τρεις κατηγορίες αβεβαιότητας, μία μεγάλη πλειοψηφία των εγγράφων με δείκτες (βλέπε ερευνητικά ερωτήματα 4.Α.3.α-γ), είχαν ποσοτικούς δείκτες, αλλά μόνο ένας μικρός αριθμός είχαν ποιοτικούς (Σχήμα 159).



Σχήμα 14: (4.A.1) Παρακαλούμε προσδιορίστε τον τύπο της αβεβαιότητας που αναφέρει το άρθρο.



Σχήμα 15: (4.A.3) Χρησιμοποιεί το άρθρο δείκτες για να προσδιορίσει την αβεβαιότητα? (συνολικά).

Κεφάλαιο 5. Αγορές άνθρακα

5.1 Εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών

Στο στάδιο των διεθνών διαπραγματεύσεων μετά την εφαρμογή του πρωτόκολλου του Κyoto η υιοθέτηση φιλόδοξων δημόσιων πολιτικών εγείρει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον, καθώς η κοινωνία σαν σύνολο ανησυχεί περισσότερο για την κλίμακα των ζημιών και την πιθανή μη αντιστρεψιμότητα σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θεωρούνται κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζημιογόνες, και η μείωση ή αποφυγή τους ως κοινωνικό και οικονομικό κέρδος (Martin κ.α. 2013). Η εισαγωγή αγορών εμπορεύσιμων αδειών στην Ευρώπη από το 2005, προκειμένου να παρέχει κίνητρα στα κράτη-μέλη να παίρνουν μέτρα έγκαιρης μείωσης, μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αποφασιστικό πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση του περιορισμού της κλιματικής αλλαγής. Η δημιουργία του συστήματος εμπορίας εκπομπών (ETS) της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποκάλυψε τον πολύ σημαντικό ρόλο της Ευρωπαϊκής Ένωσης στη διατήρηση του παγκοσμίου δημοσίου αγαθού που αποτελεί το κλίμα. Αγορές άνθρακα καθιερώθηκαν επίσης στις βορειοανατολικές πολιτείες των ΗΠΑ και στη Νέα Ζηλανδία. Οι αγορές αυτές άλλαξαν σημαντικά τις τάσεις εκπομπών σε αρκετούς τομείς και συνέβαλαν στο άνοιγμα νέων δυνατοτήτων περιορισμού της κλιματικής αλλαγής. Βοήθησαν επίσης στην ευαισθητοποίηση για την κλιματική αλλαγή, και πιο συγκεκριμένα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Το κύριο πλεονέκτημα αυτών των οργάνων της αγοράς είναι ότι μπορούν να επιτύχουν μείωση των εκπομπών με έναν οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Η αγορά των δικαιωμάτων του άνθρακα παρέχει στα ρυθμιζόμενα μέρη (περιοχές, χώρες, επιχειρήσεις) ελαστικότητα ως προς το πού και πώς να μειώσουν τις εκπομπές τους. Παρά τις επιτυχίες αυτές όμως, έχουν επίσης επικριθεί για διάφορους λόγους, συμπεριλαμβανομένης της προβληματικής επίβλεψής τους, το γεγονός ότι δεν έχουν οδηγήσει στις μειώσεις εκπομπών που οραματίστηκαν οι υποστηρικτές τους και το ότι δεν έχουν βοηθήσει επαρκώς τις αναπτυσσόμενες χώρες να επιτύχουν βιώσιμη ανάπτυξη (Schneider 2013). Οι αγορές του άνθρακα πρέπει επομένως να σχεδιαστούν προσεκτικά, και απαιτούν ισχυρή, διάφανη και υπεύθυνη επίβλεψη. Τα συμπεράσματα από τις υπάρχουσες αγορές υπέδειξαν ότι διάφορα κενά δημιουργήθηκαν κατά την καθιέρωση των νέων οργάνων πολιτικής, τα οποία περιόρισαν τις δυνατότητες των αγορών στη μείωση των εκπομπών των

αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως. Είναι επιτακτική ανάγκη αυτά τα συμπεράσματα να ληφθούν υπ' όψιν για την εγκαθίδρυση νέων αγορών και να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση και τον ανασχηματισμό των υπάρχοντων μηχανισμών.

5.1.1 Κίνδυνοι

Ο Chevallier (2011) αρχικά μελέτησε τους κανόνες της Ευρωπαϊκής αγοράς του άνθρακα κατά την πρώτη φάση του πρωτόκολλου του Kyoto. Πιο συγκεκριμένα, συνέθεσε θεωρητικές και εμπειρικές αναλύσεις των τραπεζικών και δανειακών διατάξεων, των οδηγών τιμών και των στρατηγικών αντιστάθμισης κινδύνων που συνδέονται με εμπορεύσιμες ποσοστώσεις, οι οποίες εισήχθησαν για να καλύψουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από περίπου 10.600 εγκαταστάσεις στην Ευρώπη. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η θεσμική μάθηση συνέβη μέσα στην πρώτη περίοδο του πρωτόκολλου, τόσο από την άποψη των παραγόντων της αγοράς αλλά και από την άποψη των ρυθμιστών, και υπογραμμίζουν την αναγκαιότητα κατανόησης των βασικών μηχανισμών αλλαγών των τιμών του διοξειδίου του άνθρακα. Όπως και στις άλλες αγορές εμπορευμάτων, το ποσό των δικαιωμάτων που είναι διαθέσιμο για εμπορία, και επομένως η τιμή τους καθορίζεται από την ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης (τιμές της ενέργειας, μεταβλητές καιρικές συνθήκες κ.α.), και από άλλους παράγοντες που σχετίζονται με τη δομή της αγοράς και τις θεσμικές πολιτικές. Αλλαγές αποφάσεων μέσα στο ρυθμιστικό περιβάλλον έχουν απότομη επίδραση στις τιμές των δικαιωμάτων από όλες τις διάρκειες. Τα δικαιώματα εκπομπών άνθρακα σχηματίζουν έτσι άλλο ένα κεφάλαιο στις αγορές το οποίο πρέπει οι βιομηχανίες και οι μεσάζοντες να αντισταθμίσουν. Φαίνεται, εν τέλει, ότι οι ανεπάρκειες που παρατηρήθηκαν μετά τη δημιουργία της Ευρωπαϊκής αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών και εμπόδιζαν την αποτελεσματική μείωση των εκπομπών των βιομηχανιών διορθώθηκαν με τον καιρό, περιορίζοντας έτσι τη μεταφορά τους στη δεύτερη φάση του πρωτόκολλου.

Επί του παρόντος, τα παγκόσμια συστήματα εμπορίας εκπομπών άνθρακα είναι διαχωρισμένα και ανήκουν σε διαφορετικές κυβερνήσεις ή βρίσκονται υπό τη δικαιοδοσία διαφορετικών περιοχών, προκαλώντας μία σειρά νέων προβλημάτων, όπως το πώς να συνδεθούν διασκορπισμένα συστήματα εμπορίας και πώς να συγκριθούν οι μειώσεις εκπομπών διαφορετικών αγορών και άλλα θέματα. Καθώς η ανάπτυξη της διεθνούς αγοράς άνθρακα είναι σχετικά πρώιμη και εξαιτίας της αβέβαιης διάρκειας ζωής της και της

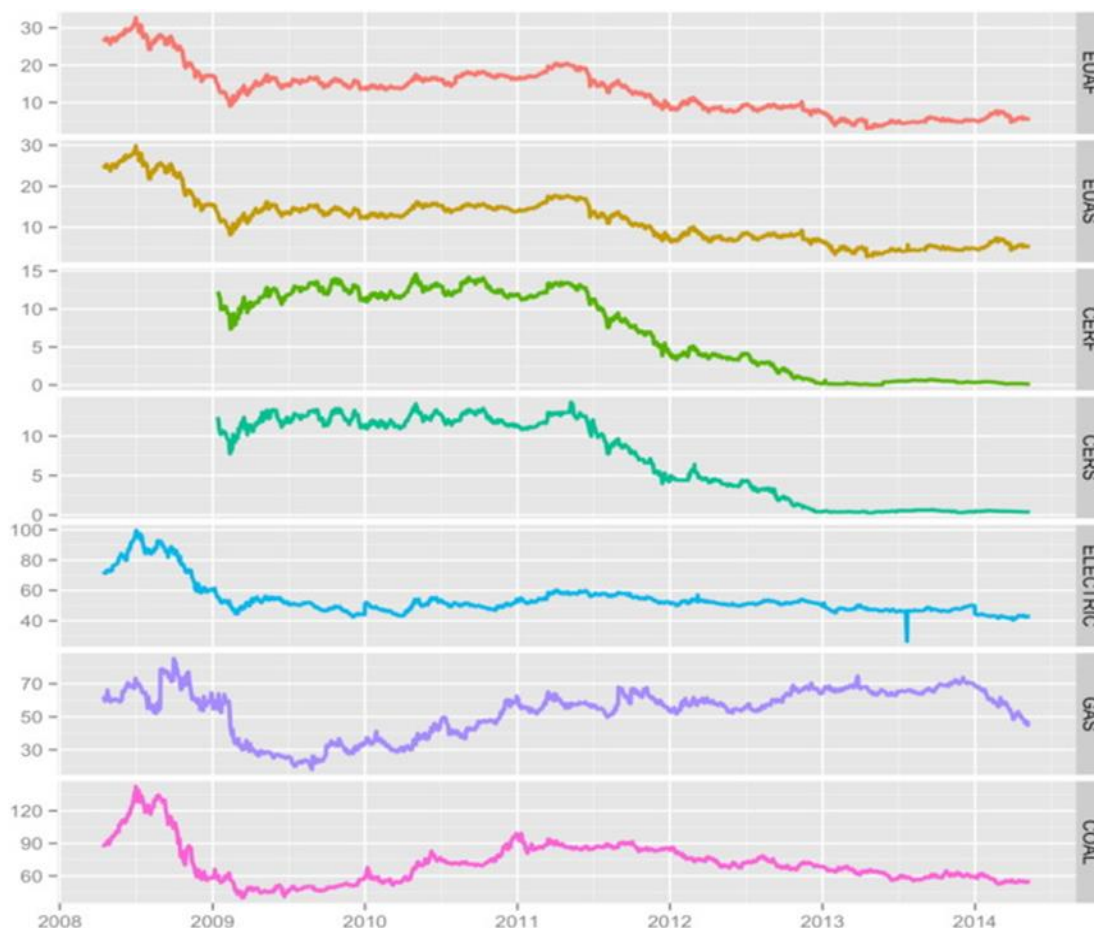
έλλειψης ποσοτικών δεδομένων για μακροπρόθεσμη καταγραφή, λόγω της σύντομης ιστορίας της, η αγορά μπορεί να παρέχει λίγα μόνο εργαλεία διαχείρισης κινδύνου. Με αυτούς τους σχετικούς κινδύνους ασχολήθηκαν οι Wang Y. και Wang W. (2014) για την αγορά της Κίνας πιο συγκεκριμένα, όπου περιφερειακά πιλοτικά συστήματα εμπορίας άνθρακα λανσάρονταν το ένα μετά το άλλο το 2013, καθιστώντας το εμπόριο δικαιωμάτων του άνθρακα ένα σημαντικό μηχανισμό για την επίτευξη των στόχων μείωσης εκπομπών που έχουν τεθεί. Αρχικά, οι χρηματοπιστωτικές αγορές άνθρακα αντιμετώπιζαν κινδύνους που είχαν να κάνουν με το σχεδιασμό, τον εφοδιασμό της αγοράς και τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς. Για να εξασφαλίσουν την ανάπτυξη της αγοράς και προς το κοινό συμφέρον, έπρεπε επομένως οι κυβερνήσεις να αναγνωρίσουν τους σχετικούς κινδύνους και να φροντίσουν να τηρούνται οι βασικές αρχές και στόχοι, αποφεύγοντας έτσι απάτες και χειραγωγήσεις των τιμών και ισορροπώντας τη διαφάνεια με την εμπιστευτικότητα των πληροφοριών, με τελικό σκοπό την εγγύηση αποτελεσματικής λειτουργίας της αγοράς. Όπως επισημαίνει ο Lohmann (2010) 'ότι χαρακτηρίζεται συμβατικά ως νοθεία ή απάτη είναι ένα αναπόφευκτο χαρακτηριστικό των αγορών άνθρακα, και όχι κάτι που μπορεί να απαλειφθεί από κανονισμούς που στοχεύουν συγκεκριμένες επιχειρήσεις ή εμπλεκόμενες κρατικές υπηρεσίες'. Έπρεπε συνεπώς οι κυβερνήσεις να αναπτύξουν ένα περιεκτικό χρηματοπιστωτικό ρυθμιστικό σύστημα που να καλύπτει τη ρυθμιστική νομοθεσία, τα θεσμικά όργανα και τις εξουσίες τους, καθώς και το ρυθμιστικό πεδίο της αγοράς.

Παρόμοια και οι Adams κ.α. (2013) ασχολούνται με τους κινδύνους σχετικά με τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην Αυστραλία. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζουν την καύση στη σαβάνα, ως μία εγκεκριμένη μέθοδο μείωσης των εκπομπών, και τις επιπτώσεις ενός συγκεκριμένου φυτού (*Andropogon gayanus*) στην οικονομική βιωσιμότητα των έργων αυτών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το 75% της επιλέξιμης προς καύση περιοχής συμπίπτει χωρικά με την έκταση υψηλής καταλληλότητας για το φυτό αυτό, δείχνοντας έτσι την ανάγκη να διατηρηθεί το τρέχον μέγεθος της έκτασης αυτής, και να μην επεκταθεί, ώστε να μην περιοριστούν οι περιοχές που είναι κατάλληλες προς καύση.

Ο Jiang κ.α. (2015) ασχολήθηκαν με την εμπορία εκπομπών άνθρακα ως επιχειρησιακή στρατηγική διεξάγοντας μία εμπειρική έρευνα με σκοπό την μέτρηση του κινδύνου της αγοράς άνθρακα στο Ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας εκπομπών (ETS) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Βασισμένοι στις αναλύσεις της αστάθειας των τιμών του άνθρακα, ενσωμάτωσαν τη διακύμανση και τη θεωρία ακραίων τιμών για να αναπτύξουν ένα ολοκληρωμένο μοντέλο

για την αγορά του άνθρακα. Αυτό εφαρμόζεται για την εκτίμηση του κινδύνου αγοράς του ETS της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η εκτίμηση του κινδύνου είναι πιο ακριβής απ' ό,τι στο παραδοσιακό μοντέλο. Τα δικαιώματα εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EUA) και η πιστοποιημένη μείωση εκπομπών (CER) εκθέτονται στο ίδιο επίπεδο τιμών της αγοράς, παρά τις διαφορές τους στους νομικούς, χρηματοπιστωτικούς κινδύνους, αλλά και κινδύνους πολιτικής. Οι κίνδυνοι αγορών των EUA και CER συσχετίζονται σημαντικά, κάτι το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία στρατηγικών διαχείρισης κινδύνου στις αγορές του άνθρακα.

Ο Balcilar κ.α. (2016) εξέτασαν επίσης τη διάχυση κινδύνου ανάμεσα στις μελλοντικές τιμές ενέργειας και τα Ευρωπαϊκά μελλοντικά συμβόλαια άνθρακα (μελλοντικής εκπλήρωσης), καθώς και τις αποδόσεις αντιστάθμισης εναλλακτικών στρατηγικών. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αστάθεια και χρονικά μεταβαλλόμενο κίνδυνο στη μετάβαση από τις ενεργειακές αγορές στην αγορά του άνθρακα. Έδειξαν δηλαδή ότι οι αγορές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα συνδέονται με τις αλλαγές στις μελλοντικές αγορές του ηλεκτρισμού, του φυσικού αερίου και του άνθρακα, κάτι που ισχύει και στην αγορά των εκπομπών δικαιωμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Σχήμα 20. Χρονικές διακυμάνσεις των τρεχουσών και μελλοντικών τιμών ανθρακούχων εκπομπών

όπου τα *EUAF* (*CERF*) και *EUAS* (*CERS*) αναφέρονται στις τιμές συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης και τις τρέχουσες τιμές, αντίστοιχα, της αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και *ELECTRIC*, *GAS* και *COAL* είναι οι τιμές του ηλεκτρικού ρεύματος, του φυσικού αερίου και του άνθρακα αντίστοιχα.

Αυτές οι ενδείξεις κινδύνου υποδηλώνουν την ανάγκη για υγιείς πολιτικές με στόχο τη σταθεροποίηση των αγορών. Επίσης παρουσίασαν χρονικά μεταβαλλόμενη αυτοσυσχέτιση και ασταθείς αποδόσεις αντιστάθμισης μεταξύ τωρινών και μελλοντικών τμημάτων των αγορών εκπομπών και για τις διαφορετικές φάσεις της Ευρωπαϊκής αγοράς άνθρακα, κάτι που οδηγεί στην ανάγκη ύπαρξης οργάνων πολιτικής για την αποδοτική αντιστάθμιση των θέσεών τους. Αυτά τα αποτελέσματα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στις επενδύσεις αλλά και στην επιλογή πολιτικής.

5.1.2 Αβεβαιότητες

Στις αγορές του άνθρακα εμπλέκεται όμως και αβεβαιότητα. Με αυτήν ασχολήθηκε ο Hunt (2011) για την περίπτωση του εθνικού σχεδιασμού πολιτικής στην Αυστραλία. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα της μελλοντικής ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας συγκρίνονται με τους στόχους εκπομπών που έχουν τεθεί από την κυβέρνηση, και η ανάλυση δείχνει ότι ακόμα και η φαινομενικά μέτρια μείωση 5% μέχρι το 2020 δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την ουσιώδη συνεισφορά των πόρων χαμηλών εκπομπών και τη συνεισφορά του 20% της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος που έχει υποδειχθεί από την κυβέρνηση. Οι επιλογές στην ανανεώσιμη ενέργεια περιορίζονται από την ανάγκη να αποτελεί η ισχύς βασικού φορτίου ένα μεγάλο ποσοστό της ενεργειακής παροχής, αλλά και από το σύντομο χρονικό διάστημα μέχρι το 2020, που αποκλείει πηγές που απαιτούν περισσότερη ανάπτυξη ή χρονοβόρες διαδικασίες σχεδιασμού. Η απουσία τέτοιων πηγών σημαίνει ότι οι ρυπαίνοντες είναι πιθανόν να πληρώσουν απλά τον φόρο διοξειδίου του άνθρακα ή τα πρόστιμα από τα παραβιασμένα όρια, αντί να πάρουν μέτρα μείωσης εκπομπών. Οι επίσημες προβλέψεις της ενεργειακής παραγωγής υποθέτουν ότι ένα μεγάλο ποσοστό εκπομπών της χώρας θα αντισταθμιστεί μέσω της διεθνούς εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών. Παρ' όλα αυτά, οι στόχοι μείωσης εκπομπών που έχουν τεθεί είναι δύσκολο να επιτευχθούν, λόγω και των δυσμενών προοπτικών για διεθνή συμφωνία στην ανάπτυξη των αγορών άνθρακα, και πρέπει να αναθεωρηθούν. Κάτι τέτοιο όμως θα αποδυναμώσει περαιτέρω την ήδη εύθραυστη δομή των διεθνών συμφωνιών για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, αλλά δεν παύει να είναι μία υπεύθυνη στρατηγική, η οποία θα αποτρέψει σύγχυση στο μέλλον.

Αβεβαιότητες συναντώνται ακόμα στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών από τις επιχειρήσεις. Η χρήση της καθαρής παρούσας αξίας για εκτίμηση επενδύσεων παραμένει ακόμα μία δημοφιλής προσέγγιση προϋπολογισμού και εκτίμησης κεφαλαίων μέσα στους οργανισμούς. Δεδομένης της δημοτικότητας αυτής, ερευνώντας το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αιτιολόγηση βιώσιμων και ενεργειακά αποδοτικών επενδύσεων είναι σημαντικό, καθώς θα βοηθήσει να καθορίσουμε πώς και πότε έχουν νόημα τέτοιες επενδύσεις. Οι περισσότερες από αυτές τις επενδύσεις με επίκεντρο τη βιωσιμότητα έχουν αδιαμφισβήτητα πλεονεκτήματα, αλλά η αιτιολόγησή τους δεν μπορεί να βασιστεί στην πίστη και μόνο, και η ποσοτικοποίηση είναι ακόμα απαραίτητη. Αυτήν την προσέγγιση χρησιμοποίησαν οι Dhavale κ.α. (2015) για να βοηθήσουν να ερευνηθεί πώς η καθαρή παρούσα αξία μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για να δικαιολογήσει ενεργειακά αποδοτικές επενδύσεις μέσα σε μία αγορά εμπορίας εκπομπών άνθρακα, να διευκολύνουν δηλαδή αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις να ενσωματώσουν τη γνώση, την προηγούμενη εμπειρία τους, αλλά και τις αβέβαιες και μεταβαλλόμενες ταμειακές ροές από τις πιστώσεις εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, σε αποφάσεις που αφορούν ενεργειακά αποδοτικό και βιώσιμο εξοπλισμό παραγωγής. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η καθαρή παρούσα αξία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη φύση της αστάθειας και αβεβαιότητας των ταμειακών ροών. Αυτή η πληροφορία πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν, ώστε να μην υπερεκτιμηθεί η καθαρή παρούσα αξία και καθοδηγήσει προκατελιημμένα την επένδυση. Επίσης η συχνότητα των πολύ υψηλών και χαμηλών ταμειακών ροών και σε μικρότερο βαθμό η μεταβλητότητά τους έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην καθαρή παρούσα αξία. Τα αποτελέσματα μπορούν επίσης να εξηγήσουν τους λόγους για το οικονομικό φαινόμενο γνωστό ως χάσμα ενεργειακής απόδοσης.

Ο Kalaitzoglou κ.α. (2015) ερεύνησαν επίσης το αν η ρευστότητα εισάγει ή βοηθάει στην επίλυση της αβεβαιότητας στην Ευρωπαϊκή αγορά συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης του άνθρακα. Διέκριναν μεταξύ 'απόλυτης' ή συνολικής ρευστότητας και αυτής που είναι σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ρευστότητα παίζει ένα διττό ρόλο, με την υψηλότερη σχετική ρευστότητα να εισάγει αβεβαιότητα και την υψηλότερη απόλυτη ρευστότητα να επιταχύνει την επίλυσή της, αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της αγοράς.

5.2 Τιμολόγηση άνθρακα

Μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι κυβερνήσεις καλούνται να παρέχουν μεγαλύτερη βεβαιότητα για τις τιμές του άνθρακα, αν και είναι φανερό ότι ο τιμολογιακός κίνδυνος δεν οφείλεται εξ ολοκλήρου στην πολιτική αβεβαιότητα. Παρά τα συνεχή αιτήματα από τον επαγγελματικό τομέα προς τις κυβερνήσεις να παρέχουν βεβαιότητα για τις κλιματικές πολιτικές προκειμένου να βοηθήσουν να μειωθεί ο επενδυτικός κίνδυνος (IGCC, 2010, Reuters, 2010, Resources for the Future, 2007 and UNFCCC, 2008), είναι μία ανοιχτή ερώτηση το πόσο μπορούν, ή θα έπρεπε να περιορίσουν οι κυβερνήσεις την έκθεση στον πραγματικό κίνδυνο τιμών του άνθρακα. Αν και οι τιμές του άνθρακα είναι τελικά θεσμικά αντικείμενα και επομένως ο κίνδυνος πολιτικής είναι θεμελιώδης, μηχανισμοί που βασίζονται στην αγορά και έχουν ποσοτικούς στόχους επιλέγονται για την προώθηση της αποδοτικότητας στον καθορισμό των τιμών και της καινοτομίας στη διαχείριση κινδύνων από τον ιδιωτικό τομέα με τρόπους που οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής δεν μπορούν να προβλέψουν πλήρως. Μετά τη δημιουργία της φύσης των κινδύνων που αναδύονται στα συστήματα επιβολής ανωτάτου ορίου και εμπορίας εκπομπών, οι αγορές γίνονται μία συνεξέλιξη των ρυθμιστικών παρεμβάσεων, των οικονομικών δραστηριοτήτων, των τιμών βασικών αγαθών και της τεχνολογικής καινοτομίας. Στην έκκληση για σταθερότητα των τιμών, εκτός από ένα σαφές πλαίσιο πολιτικής, φαίνεται ότι μπορεί να υπάρχει σύγχυση αυτών των ξεχωριστών παραγόντων κινδύνου, η οποία, ως αποτέλεσμα, παρακινεί μία συγκεχυμένη οριοθέτηση ευθυνών για ανάληψη και περιορισμό των κινδύνων μεταξύ του ιδιωτικού τομέα και της κυβέρνησης.

Επομένως, μία από τις ανησυχίες των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού είναι ότι η τιμή του άνθρακα μπορεί να πέσει κάτω από ένα επίπεδο που κάνει τις επενδύσεις ανθρακούχων εκπομπών οικονομικά αποδοτικές. Αυτό οδήγησε σε έναν αριθμό προτάσεων, όπως η εγγύηση της τιμής του άνθρακα για αυτές τις επιχειρήσεις (Helm και Herburn, 2005), ένα σταθερό κατώτατο όριο τιμής (Ismer και Neuhoff, 2006), ή ένα πιο ήπιο ‘μαξιλαράκι τιμής’ σε περίπτωση που η τιμή πέσει κάτω από ένα προκαθορισμένο επίπεδο αποσύροντας δικαιώματα από τη δημοπρασία (Herburn κ.α., 2006). Η έκταση στην οποία αυτές οι προτάσεις οδηγούν σε αποδοτική κατανομή κινδύνου είναι ακόμα ανοιχτό ερώτημα. Σχετικά λίγη σημασία έχει δοθεί για το αν οι κίνδυνοι που περιορίζονται από τέτοιες παρεμβάσεις

είναι βάσει της πολιτικής ή της αγοράς. Αναμφισβήτητα, ο πρώτος θα ήταν κατάλληλος λόγος παρέμβασης της κυβέρνησης, ενώ ο δεύτερος όχι.

5.2.1 Κίνδυνοι

Στόχος της έρευνας των Blyth και Bunn (2011) ήταν να ποσοτικοποιήσουν τους κυριότερους κινδύνους που επηρεάζουν την τιμή του άνθρακα στο σύστημα εμπορίας εκπομπών της Ε.Ε. σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, προκειμένου να διαφωτίσουν τέτοια ζητήματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κίνδυνοι πολιτικής τείνουν να κυριαρχήσουν όταν οι τιμές του άνθρακα είναι χαμηλές, ενώ οι κίνδυνοι της αγοράς τείνουν να κυριαρχήσουν όταν οι τιμές του άνθρακα είναι υψηλές. Ένας ήπιος στόχος συνολικής μείωσης εκπομπών παρακινεί παρεμβάσεις τεχνολογικής υποστήριξης, αναδεικνύοντας την αβεβαιότητα ως προς τις πολιτικές την κύρια πηγή κινδύνου τιμών του άνθρακα. Αντιθέτως, η λήψη της απόφασης για ένα πιο αυστηρό ανώτατο όριο θα έκανε τη διαμόρφωση της τιμής περισσότερο εξαρτώμενη από δυνάμεις της αγοράς, παρά από κινδύνους που αφορούν τις πολιτικές. Αυτό οδηγεί σε σκέψεις για το πόσο πρέπει εν τέλει να παρέμβουν οι κυβερνήσεις στην μείωση των κινδύνων, και πόσο πρέπει να λαμβάνεται ως επιχειρηματικός κίνδυνος από όσους μετέχουν στην αγορά.

Ο κίνδυνος της αγοράς του άνθρακα έχει διακριτές επιπτώσεις για διαφορετικούς συμμετέχοντες στην αγορά. Για παράδειγμα, όταν οι τιμές του άνθρακα πέφτουν, οι πωλητές άνθρακα υπόκεινται σε απώλειες. Σε αυτό το σενάριο, τα κέρδη αυξάνονται μεταξύ των αγοραστών. Όταν οι τιμές του άνθρακα αυξάνονται το αποτέλεσμα αντιστρέφεται. Επομένως, σε αντίθεση με τη μέτρηση κινδύνου στις οικονομικές αγορές, τόσο οι κίνδυνοι ανατίμησης όσο και υποτίμησης πρέπει να εξεταστούν στις αγορές άνθρακα. Οι Feng κ.α. (2012) χρησιμοποίησαν τη θεωρία ακραίων τιμών για να αναλύσουν την έκθεση σε κίνδυνο για την τιμή του άνθρακα και να μετρήσουν τη δυνητική ζημιά (VaR) για την αγορά του άνθρακα, διεξάγοντας μία εμπειρική έρευνα στο σύστημα εμπορίας εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο κίνδυνος υποτίμησης είναι υψηλότερος από τον κίνδυνο ανατίμησης για την αγορά του άνθρακα. Οι κίνδυνοι ανατίμησης και υποτίμησης μειώνονται επίσης με την πάροδο του χρόνου, τόσο για τις αγορές άμεσης παράδοσης, όσο και για τις προθεσμιακές αγορές, ενώ είναι παρόμοιοι και για τις δύο αγορές κατά την ίδια χρονική περίοδο. Η μέτρηση της δυνητικής ζημίας με τη θεωρία

ακραίων τιμών είναι πιο αποτελεσματική από ότι με την παραδοσιακή μέθοδο, κάτι το οποίο ελαττώνει τους κινδύνους για τους συμμετέχοντες στην αγορά.

Σε μία άλλη έρευνά του ο Feng με άλλους συνεργάτες χρησιμοποίησε το υπόδειγμα μη αναμενόμενης χρησιμότητας και τη μέθοδο αντιστάθμισης κόστους για να αναλύσει την αγορά του άνθρακα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι επενδυτές προτιμούσαν να κατέχουν εμπορεύματα άμεσης παράδοσης στην αγορά του άνθρακα την περίοδο 2008-2012, παρά στην περίοδο 2005-2007. Η αναλογία αντιστάθμισης είναι περίπου 1 και 0.4 στις περιόδους 2005-2007 και 2008-2012 αντίστοιχα για τις διεθνείς πολιτικές και οι διαπραγματεύσεις οδηγούν σε μεγάλη αστάθεια και περίπλοκες αλλαγές στην τιμή του άνθρακα, ενώ η βέλτιστη αναλογία αντιστάθμισης στην αγορά του άνθρακα είναι χαμηλότερη από ότι στην υπόλοιπη αγορά. Όταν ο συντελεστής αποστροφής της απογοήτευσης και του κινδύνου είναι πολύ υψηλός ή πολύ χαμηλός, μπορούν εύκολα να παραχθούν αποκλίσεις κατά την κρίση της αγοράς του άνθρακα. Η προσομοίωση υποδεικνύει ότι οι αλληλουχίες εσόδων των εμπορευμάτων μελλοντικής και άμεσης παράδοσης δεν έχουν γραμμική εξάρτηση στην αγορά του άνθρακα. Επί του παρόντος, η προθεσμιακή αγορά δεν μπορεί να παρέχει λειτουργία αντιστάθμισης στην αγορά άμεσης παράδοσης.

Ένα άλλο εργαλείο για την εκτίμηση του κινδύνου σχετικά με την τιμολόγηση του άνθρακα είναι η ανάλυση του κύκλου ζωής των προϊόντων. Θέματα σχετικά με τη βιωσιμότητα παρουσιάζουν σημαντικούς οικονομικούς, στρατηγικούς, λειτουργικούς, αλλά και κινδύνους συμμόρφωσης για τους παραγωγούς. Πολλοί από αυτούς τους κινδύνους προκύπτουν άμεσα ή έμμεσα από τον τρόπο με τον οποίο το προϊόν σχεδιάζεται και διαχειρίζεται κατά τον κύκλο ζωής του. Η εκτίμηση του κινδύνου βιωσιμότητας στο στάδιο σχεδιασμού του προϊόντος είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη προϊόντων που όχι μόνο ελαχιστοποιούν την έκθεση στον κίνδυνο βιωσιμότητας, αλλά είναι και περιβαλλοντικά βιώσιμα. Η διαχείριση του κόστους που σχετίζεται με αυτούς τους κινδύνους απαιτεί παρέμβαση διαχείρισης κινδύνου στο στάδιο του σχεδιασμού, πριν αυτά τα κόστη συνδεθούν με το προϊόν σε όλο τον κύκλο ζωής του (παραγωγή, χρήση, τέλος κύκλου ζωής). Ο Palousis κ.α. (2010) παρουσίασαν μία μεθοδολογία για την εκτίμηση του κινδύνου βιωσιμότητας με στόχο να παρέχουν μία προσέγγιση σύγκρισης του οικονομικού κόστους ενός 'βιώσιμου προϊόντος' με αυτό ενός 'μη βιώσιμου', συνυπολογίζοντας τις επιδράσεις του κινδύνου βιωσιμότητας στο κόστος του κύκλου ζωής. Η μεθοδολογία επιδεικνύει ότι, σε κάποιες περιπτώσεις, τα βιώσιμα προϊόντα κοστίζουν λιγότερο από τα μη βιώσιμα όταν ο κίνδυνος βιωσιμότητας

υπολογίζεται στην ανάλυση κόστους. Αρχικά αναγνωρίζεται ο κίνδυνος βιωσιμότητας που είναι έμφυτος στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, και αφού βρεθούν οι κυριότεροι κίνδυνοι, αυτοί αξιολογούνται και κατατάσσονται για την αντιμετώπισή τους μέσω αλλαγών στο σχεδιασμό του προϊόντος και τη σύνθεση υλικών.

Οι τιμές του άνθρακα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις πολιτικές εκπομπών των κυβερνήσεων και από τη σύσταση της τοπική βιομηχανίας. Όταν δεν υπάρχουν ιστορικά δεδομένα ή περιορισμένα δεδομένα τιμών μπορούν μόνο να αντληθούν από άλλες χώρες, η ανάλυση σεναρίων γίνεται το μόνο εργαλείο για τη μοντελοποίηση των μελλοντικών τιμών άνθρακα. Παρ' όλα αυτά, διάφορα εφικτά, αλλά εξίσου πιθανά σενάρια, μπορεί να παράξουν μεγάλες διακυμάνσεις στις προβλέψεις των τιμών του άνθρακα. Σε μία παραδοσιακή προσέγγιση ανάλυσης σεναρίων, οι αποφάσεις επένδυσης ή στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου προτείνονται και αναλύονται για κάθε δοσμένο σενάριο, και καθορίζονται οι βέλτιστες λύσεις. Όταν όμως ο αριθμός σεναρίων γίνει μεγάλος, συχνά γίνεται πολύ περίπλοκο και δύσκολο να έχουμε μία σαφή εικόνα της επιλογής τέτοιων αποφάσεων ή στρατηγικών, γιατί αυτές είναι στενά συνδεδεμένες με κάθε ένα από αυτά τα σενάρια. Ο Zhu κ.α. (2009) χρησιμοποίησαν ένα στοχαστικό μοντέλο για την αναπαράσταση των διακυμάνσεων των τιμών του άνθρακα, το οποίο συλλαμβάνει την υποκείμενη αβεβαιότητα και προσδοκία των στοχαστικών τιμών του άνθρακα όπως προβλέπεται από όλα τα σενάρια. Ο κίνδυνος που αφορά τις τιμές του άνθρακα μπορεί έτσι να μοντελοποιηθεί και να αναλυθεί χωρίς την ανάγκη άμεσων αναφορών σε κάθε συγκεκριμένο σενάριο. Η μοντελοποίηση και διαχείριση τέτοιων μακροπρόθεσμων κινδύνων εξαρτάται ξεκάθαρα από τα μελλοντικά επίπεδα τιμών του άνθρακα και την αστάθεια αυτών των σεναρίων, αντί από τα ίδια τα σενάρια. Μέσα από μία τέτοια προσέγγιση, η βελτιστοποίηση των αποφάσεων επένδυσης και των λύσεων διαχείρισης κινδύνων μπορεί να απλοποιηθεί καθώς οι προβλεπόμενες τιμές του άνθρακα είναι το μόνο δεδομένο εισόδου.

Σε μία απορυθμισμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, η επένδυση σε νέα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας οδηγείται κυρίως από την προσδοκία κερδοφόρας λειτουργίας. Σε ρυθμισμένες περιοχές ο σχεδιασμός παραγωγής πρέπει να θεωρήσει και άλλους παράγοντες, όπως η χωρητικότητα και η ικανότητα να κυλάει ομαλά ο κύκλος παραγωγής, αλλά οδηγείται επίσης από την επιθυμία να πληρείται το ηλεκτρικό φορτίο με το μικρότερο δυνατό κόστος. Σε οποιοδήποτε ρυθμιστικό σύστημα, η επιλογή νέας παραγωγής που θα ελαχιστοποιήσει το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας είναι κρίσιμη. Ο Heck κ.α. (2016)

χρησιμοποίησαν την ανάλυση Monte Carlo για να παρέχουν ρεαλιστικές πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους και τις αβεβαιότητες για τις τιμές του άνθρακα, αλλά και να δώσουν τη δυνατότητα για περαιτέρω ανάλυση των επενδύσεων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα επιχείρησαν να εισάγουν την αβεβαιότητα στο σταθμισμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (LCOE), το οποίο είναι το καθιερωμένο εργαλείο για τη σύγκριση του κόστους από διαφορετικές πηγές παραγωγής. Παρουσίασαν τα πλεονεκτήματα και τις προεκτάσεις αυτής της προσέγγισης, κάνοντας ενδιαφέρουσες συγκρίσεις μεταξύ τεχνολογιών. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της τεχνικής Monte Carlo είναι η σχετική απλότητά της. Με τη χρήση λογισμικού ποσοτικής ανάλυσης εξάγονται γρήγορα και αποδοτικά τα δεδομένα και παρέχεται μία πληθώρα χρήσιμων πληροφοριών, αλλά δίνεται και η δυνατότητα στους χρήστες να προσαρμόσουν τα δεδομένα τους, εάν αποκτήσουν πιο ακριβείς πληροφορίες. Η δομή της διαδικασίας επιτρέπει να καταχωρούνται εύκολα οι σχέσεις μεταξύ αβέβαιων παραμέτρων, και αυτή η ενοποιημένη αβεβαιότητα είναι χρήσιμη σε πολλές περιπτώσεις. Τέλος, η τεχνική Monte Carlo επιτρέπει να αξιολογηθεί ποσοτικά ένας αβέβαιος κίνδυνος επένδυσης με βάση την αποστροφή κινδύνου ενός ατόμου, η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στη λήψη επενδυτικών αποφάσεων σε νέες μονάδες παραγωγής.

Τέλος, μεγάλη επίδραση έχει η τιμολόγηση του άνθρακα και στη διαχείριση των δασών. Από το 1849 μέχρι το 1976 τα συστήματα βέλτιστης διαχείρισης των δασών βασιζόνταν κυρίως στην εκμετάλλευση της υλοτομίας και στην έννοια των βιώσιμων επιπέδων συγκομιδής. Η εισαγωγή της από κοινού παραγωγής εσόδων και παροχής ξυλείας από τον Hartman (1976) οδήγησε στο να εξεταστεί η δυνατότητα των δασών για δέσμευση του άνθρακα ξεκινώντας από το 1990. Αυτό ήταν ευρέως γνωστό επιστημονικά και τονίστηκε περαιτέρω κατά το Διακυβερνητικό Συνέδριο για την Κλιματική Αλλαγή ως στρατηγική για το μετριασμό της από τους δασολόγους. Σε ένα περιβάλλον όπου τα οφέλη της ξυλείας (εμπορικά και μη) είναι ο κυριότερος λόγος για ιδιοκτησία δασών, τα κίνητρα δέσμευσης άνθρακα προσθέτουν ένα σημαντικό παράγοντα για τη λήψη αποφάσεων διαχείρισης των δασών. Η επίδρασή αυτών των κινήτρων στη δέσμευση του άνθρακα έχει μελετηθεί μέσα σε ένα ντετερμινιστικό πλαίσιο. Παρ' όλα αυτά, οι περισσότερες μελέτες εξετάζουν αυτά τα αποτελέσματα όταν οι τιμές της ξυλείας και του άνθρακα είναι σταθερές και δεν υπάρχει κίνδυνος μίας καταστροφικής φωτιάς. Πρέπει να σημειωθεί ότι καθώς η βέλτιστη περίοδος εναλλαγής παρατείνεται, αυξάνεται η έκθεση σε αβεβαιότητες στο πλαίσιο της διαχείρισης δασών μέσω αλλαγών στις τιμές της ξυλείας και του άνθρακα, διακυμάνσεων των επιτοκίων και φυσικών καταστροφών. Η φωτιά θεωρείται μία από τις κυριότερες πηγές αβεβαιότητας στη

βιβλιογραφία της δασικής οικονομίας. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, ο ιδιοκτήτης του δάσους αναμένεται να βιώσει μία μείωση στα έσοδά του. Παρ' όλα αυτά, είναι δύσκολο να κάνουμε την ίδια υπόθεση όταν αλλάζουν κάποιες παράμετροι. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι στοχαστικές διαδικασίες θεωρούνται η καλύτερη μέθοδος μοντελοποίησης, καθώς αυτά τα μοντέλα έχουν φτιαχτεί έτσι ώστε να λαμβάνουν υπ' όψιν τη μετατόπιση και την αστάθεια τέτοιων παραμέτρων. Ο Creamer κ.α. (2012) στη μελέτη τους χρησιμοποιούν ένα τέτοιο μοντέλο για να αναλύσουν την απόφαση ενός ιδιοκτήτη δασικής έκτασης με έλατα Douglas σχετικά με το πότε να κάνει τη συγκομιδή του, αλλά και πόσο αξίζει η έκταση αυτή ένα δεδομένο χρονικό σημείο, όταν υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς. Λαμβάνεται υπ' όψιν η ευελιξία του ιδιοκτήτη στη λήψη μίας αμετάκλητης απόφασης συγκομιδής, και συγκρίνονται οι στρατηγικές αναβολής ή όχι της συγκομιδής. Η μελέτη αυτή επεκτείνει την εργασία των Insley και Rollins περιλαμβάνοντας τα οφέλη του άνθρακα και τον κίνδυνο πυρκαγιάς στις αποφάσεις διαχείρισης των δασών. Αυτή η εργασία όχι μόνο επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα των Insley και Rollins αλλά επιδεικνύει επίσης ότι ο κίνδυνος μίας καταστροφικής φωτιάς μειώνει την αξία τόσο της επιλογής να καθυστερήσει η συγκομιδή, όσο και των κρίσιμων πρώιμων περιόδων συγκομιδής, για το εξεταζόμενο εύρος τιμών του άνθρακα. Οι μειώσεις λόγω του κινδύνου φωτιάς είναι μεγαλύτερες για το εύρος τιμών άνθρακα \$0-\$10, υποδηλώνοντας ότι ο κίνδυνος μίας καταστροφικής φωτιάς θα είχε μία πιο εμφανή επίδραση σε μία αγορά όπου η ζήτηση αντισταθμιστικών πιστωτικών μορίων άνθρακα είναι σχετικά καθορισμένη, ενώ η προσφορά είναι απεριόριστη. Οι ιδιοκτήτες δασών που συμμετέχουν ήδη σε τέτοιες αγορές μπορεί να παρουσιάσουν επομένως μεγαλύτερη προθυμία για τον περιορισμό του κινδύνου καταστροφικής φωτιάς. Είναι επίσης πιθανό οι ιδιοκτήτες των οποίων οι εκτάσεις αντιμετωπίζουν σπανίως ή καθόλου καταστροφικές φωτιές να συμμετέχουν πιο εύκολα σε αυτές τις εθελοντικές αγορές, ειδικά όταν οι τιμές του άνθρακα είναι υψηλές. Ένα μεγαλύτερο εύρος τιμών του άνθρακα (\$0-\$100) αυξάνει την αξία και των δύο επιλογών που εξετάζονται, υποδηλώνοντας ότι η προσφορά του άνθρακα μπορεί να αναμένεται να αυξηθεί όταν οι τιμές είναι υψηλές, ανεξάρτητα από τη συχνότητα καταστροφικών πυρκαγιών. Παρ' όλα αυτά, αναμένεται επίσης η προσφορά άνθρακα να μειωθεί με μία καταστροφική φωτιά ανεξάρτητα από το εύρος τιμών του, καθώς οι κρίσιμες πρώιμες περίοδοι συγκομιδής γίνονται βραχύτερες. Θα ήταν επομένως λογικό να συμπεράνουμε ότι οι πολιτικές δέσμευσης του άνθρακα θα πρέπει να αντιπροσωπεύουν τις διαφορές των δασών στην ευαισθησία τους ως προς τις καταστροφικές φωτιές.

Τις πιθανές επιπτώσεις της εμπορίας εκπομπών άνθρακα στη διαχείριση των δασών εξέτασαν και οι Manley και Maclaren (2012) για τη Νέα Ζηλανδία. Η κυβέρνηση της χώρας θέσπισε ένα σύστημα εμπορίας εκπομπών με το οποίο οι ιδιοκτήτες δασών που συμμορφώνονται προς τις υποχρεώσεις τους από τη συμφωνία του Kyoto θα παραλαμβάνουν/παραδίδουν μονάδες αύξησης/μείωσης στα αποθέματα άνθρακα των εκτάσεών τους. Κάθε μονάδα αντιπροσωπεύει έναν τόνο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο συναλλαγής. Εξέτασαν επίσης τις επιδράσεις ενός τέτοιου συστήματος σε αποφάσεις όπως το αν θα δασωθούν νέες περιοχές ή όχι, την επιλογή των φυτικών ειδών και της δασοκομίας, και την περίοδο υλοτόμησης του δάσους. Χρησιμοποίησαν κριτήρια οικονομικής αποδοτικότητας (αναμενόμενη αξία της γης ή καθαρή παρούσα αξία) και τον κίνδυνο τιμής του άνθρακα (κόστος ή ποσοστό παραδοτέων μονάδων μετά τη συγκομιδή). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την αποδοτικότητα του δάσους και να επηρεάσει την επιλογή της δασοκομίας. Η διάρκεια της περιόδου υλοτόμησης αυξάνεται με την αναμενόμενη τιμή του άνθρακα. Παρ' όλα αυτά, απορρέει σημαντικός κίνδυνος από τις τιμές του άνθρακα. Αναπτύσσονται επομένως στρατηγικές αντιστάθμισης του κινδύνου τιμών του άνθρακα, τόσο στο επίπεδο της καλλιέργειας όσο και αυτό της δασικής έκτασης. Το πρώτο περιλαμβάνει την καλλιέργεια μίας πολύτιμης σοδειάς και τη συναλλαγή μίας μόνο μερίδας των ληφθέντων μονάδων. Το δεύτερο περιλαμβάνει τη διαχείριση της δασικής διάρθρωσης μέσω της ηλικιακής σύνθεσης. Τέλος, αξιολογούνται οι συμβιβασμοί μεταξύ οικονομικής αποδοτικότητας και κινδύνου προκειμένου να προσδιοριστεί το κόστος ευκαιρίας των στρατηγικών που είναι ισχυρές απέναντι στις μελλοντικές τιμές του άνθρακα. Ο κίνδυνος που αφορά τις χρηματικές ροές και σχετίζεται με την ανάγκη για αγορά μονάδων άνθρακα προς παράδοση όταν τα αποθέματα άνθρακα μειώνονται έχει αναγνωριστεί ως αποτρεπτικός παράγοντας για αναδάσωση. Η επιλογή του ιδιοκτήτη της δασικής έκτασης να αναβάλλει τη συγκομιδή μέχρι να ελαττωθούν οι τιμές του άνθρακα μπορεί να βοηθήσει να μειωθεί αυτός ο κίνδυνος. Μπορεί να υπάρχουν επίσης δυνατότητες χρηματοδότησης ή ανάπτυξη χρηματοδοτικών μέσων για την αντιστάθμιση αυτού του κινδύνου, αν και μεγάλοι χρονικοί ορίζοντες δασοκομίας κάνουν το κόστος τους απαγορευτικό. Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι αν οι τιμές του άνθρακα ήταν αρκετά υψηλές ο ιδιοκτήτης του δάσους μπορεί να μην ήθελε να κάνει τη συγκομιδή, αλλά να επικεντρωνόταν σε ένα καθεστώς μη-συγκομιδής. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν κίνδυνοι υπερβολικής θνησιμότητας σε υπερπλήρεις δασικές εκτάσεις με επακόλουθες μειώσεις στα αποθέματα άνθρακα προκαλώντας την ανάγκη παράδοσης μονάδων. Συμπερασματικά, ο κίνδυνος που προκύπτει από την τιμολόγηση του

άνθρακα μπορεί να μετριαστεί, εξετάζοντας πρωτίστως όμως και την οικονομική αποδοτικότητα των απαιτούμενων ενεργειών για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Ο Lauri κ.α. (2013) διεξήγαγαν μία μελέτη με στόχο να αναλύσουν τις επιπτώσεις των αβεβαιοτήτων σχετικά με τη μελλοντική ανάπτυξη της χρήσης ξυλείας στη Ρωσία, και το πώς αυτή επηρεάζει τους τομείς της δασοκομίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Πιο συγκεκριμένα, εξέτασαν τις επιπτώσεις των αυξανόμενων τιμών των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και το μεταβαλλόμενο επενδυτικό κλίμα στη Ρωσία όσον αφορά τη χρήση των δασών καθώς και την εξαγωγή δασικών προϊόντων στην Ε.Ε. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι μία πιο εντατική αξιοποίηση των τεράστιων δασικών πόρων στη Ρωσία απαιτεί γρήγορες βελτιώσεις στο επενδυτικό κλίμα, αλλιώς η αύξηση της παραγωγής χαρτιού και χαρτοπολτού στη Ρωσία θα επικεντρωνόταν κυρίως στην ικανοποίηση της εγχώριας ζήτησης. Είναι δύσκολη η διείσδυση στις αγορές της Ε.Ε., οι οποίες πλήττονται από πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα και αργή αύξηση της ζήτησης. Η σπουδαιότητα της Ρωσίας ως προμηθευτής ενεργειακής ξυλείας της Ε.Ε. είναι πιθανόν να μεγαλώσει, εκτός και αν εξαγωγικοί δασμοί ή πιο αυστηρές κλιματικές πολιτικές εμποδίσουν μία τέτοια ανάπτυξη. Τα αποτελέσματα επιδεικνύουν επίσης μεγάλες διαφορές στην υλοτόμηση και χρήση της ξυλείας στη Ρωσία και την Ε.Ε. ανάμεσα στα εναλλακτικά μελλοντικά σενάρια.

5.2.2 Αβεβαιότητες

Η θεωρία χάσματος πληροφορίας διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων για προβλήματα στα οποία υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα και οι κατανομές πιθανότητας των αβέβαιων μεταβλητών είναι άγνωστες. Το πλαίσιο χάσματος πληροφορίας επιτρέπει στον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να μεγιστοποιήσει την αντοχή στην αποτυχία υπό την παρουσία αβεβαιότητας, όπου η αβεβαιότητα βρίσκεται στις παραμέτρους του μοντέλου και η αποτυχία ορίζεται ως η πτώση του αποτελέσματος του μοντέλου κάτω από ένα ελάχιστο αποδεκτό κατώφλι επίδοσης. Η θεωρία χάσματος πληροφορίας έχει βρει ιδιαίτερη εφαρμογή σε προβλήματα στη Βιολογία Διατήρησης και την οικολογική οικονομία. Στη μελέτη τους οι Chisholm και Wintle (2012) εφάρμοσαν τη θεωρία χάσματος πληροφορίας στη μελέτη των σχέσεων των υπηρεσιών ενός οικοσυστήματος, όπου ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων που στοχεύει στη μεγιστοποίηση των κερδών των επενδύσεων του οικοσυστήματος υπηρεσιών πρέπει να

διαλέξει μεταξύ δύο εναλλακτικών χρήσεων γης: διατήρηση της αυτοφυούς βλάστησης ή την δημιουργία μίας φυτείας εξωτικής ξυλείας. Οι αβέβαιες μεταβλητές είναι η τιμή του άνθρακα και η τιμή του νερού. Με ένα ‘μη πληροφοριακό’ μοντέλο αβεβαιότητας που υποθέτει ίση σχετική αβεβαιότητα για τις δύο μεταβλητές, η θεωρία χάσματος πληροφορίας αναγνωρίζει ένα ελάχιστο αποδεκτό κατώφλι ανταμοιβής πάνω από το οποίο προτιμάται η διατήρηση, ενώ κάτω από αυτό η δημιουργία φυτείας. Παρ’ όλα αυτά, με ένα μοντέλο αβεβαιότητας που επιτρέπει στην τιμή του άνθρακα να είναι ουσιαστικά πιο αβέβαιη από την τιμή του νερού, η διατήρηση της αυτοφυούς βλάστησης γίνεται μία πιο ισχυρή επενδυτική επιλογή οικονομικά από τη δημιουργία φυτειών με αλλοδαπά πεύκα. Εξερεύνησαν επίσης την ευαισθησία των αποτελεσμάτων στη χρήση εναλλακτικών μοντέλων αβεβαιότητας, τα οποία περιλάμβαναν την ασύμμετρη αβεβαιότητα στις ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων χάσματος πληροφορίας μπορεί να είναι ευαίσθητα στην επιλογή του μοντέλου αβεβαιότητας και, επομένως, μελλοντικές εφαρμογές σε οικολογικά προβλήματα πρέπει να περιλαμβάνουν όλες τις διαθέσιμες ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με αβεβαιότητες, ή τουλάχιστον να δικαιολογούν το ‘μη πληροφοριακό’ μοντέλο αβεβαιότητας.

Την αβεβαιότητα στις τιμές του άνθρακα και τις ανησυχίες που προκαλεί εξέτασαν και ο Reedman κ.α. (2006) για το κλίμα επενδύσεων σε εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Αυστραλία. Ανέπτυξαν ένα μοντέλο ‘πραγματικών’ δικαιωμάτων για να αντιπαραβάλλουν το χρονοδιάγραμμα υιοθέτησης διαφόρων τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βάσει δύο προσομοιώσεων φορολογίας άνθρακα: όταν ο φόρος άνθρακα γνωστού μεγέθους εφαρμόζεται σε κάποια συγκεκριμένη μελλοντική ημερομηνία, και όταν δεν προσδιορίζεται η ημερομηνία έναρξης της εφαρμογής του γνωστού φόρου στο μέλλον. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η υιοθέτηση στο μέλλον ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με την άποψη του επενδυτή για την αβεβαιότητα και το αν η τεχνολογία είναι εξαρχής σχεδιασμένη να είναι βιώσιμη σε μία αγορά με ή χωρίς φόρους άνθρακα.

Τον εθνικό σχεδιασμό πολιτικής περί εκπομπών στην Αυστραλία μελέτησαν και ο Jotzo κ.α. (2012) και πιο συγκεκριμένα την αβεβαιότητα στην τιμή του άνθρακα, τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών και τις επιπτώσεις της αβεβαιότητας στις επενδύσεις. Η πολιτική τιμολόγησης του άνθρακα στην Αυστραλία παραμένει αμφιλεγόμενη εξαιτίας της έλλειψης διακομματικής πολιτικής υποστήριξης. Μία έρευνα ειδικών σε θέματα τιμολόγησης άνθρακα στην Αυστραλία υποδεικνύει βαθιά αβεβαιότητα όσον αφορά τις πολιτικές: 40% των ερωτηθέντων αναμένουν ο υπάρχων μηχανισμός τιμολόγησης άνθρακα να καταργηθεί, αλλά

80% αναμένουν ότι θα υπάρχει κάποια τιμή άνθρακα το 2020. Η καμπύλη εκτιμώμενης τιμής έχει μεγάλη διασπορά, με 60% από το διάστημα εμπιστοσύνης να εκτείνεται από 0 μέχρι \$25/τόνο το 2020. Η αβεβαιότητα για τις πολιτικές του άνθρακα προκαλεί υπερβολικό κόστος στον ενεργειακό τομέα της χώρας και μπορεί να οδηγήσει σε καθυστέρηση ή και αποκλεισμό επενδύσεων.

Τέλος, με τις αβεβαιότητες που εμπλέκονται στη διαχείριση των δασών ασχολήθηκαν οι Knoke και Weber (2006), παρουσιάζοντας μία περιεκτική μεθοδολογία για την αξιολόγηση της επέκτασης των αποθεμάτων άνθρακα στα υπάρχοντα δάση ως μία δραστηριότητα διαχείρισης των δασών σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Kyoto. Αυτή επιτρέπει να προσδιοριστεί το κόστος παραγωγής της δέσμευσης του άνθρακα στις δασικές επιχειρήσεις και βασίζεται σε μία μη γραμμική προσέγγιση προγραμματισμού η οποία εξετάζει την οικονομική βελτιστοποίηση αλλά και τις οικολογικές, κοινωνικές και τις ανάγκες βιωσιμότητας μέσα από την ενσωμάτωση περιορισμών και κινδύνων. Αυτοί οι περιορισμοί δεν παραβιάστηκαν κατά τη διαδικασία της περαιτέρω δέσμευσης άνθρακα εξασφαλίζοντας έτσι ότι οι οικολογικές και κοινωνικές λειτουργίες εκπληρώνονταν παρά την επιπλέον δέσμευση του άνθρακα. Εξετάστηκαν δύο βασικές περιπτώσεις: Αρχικά θεωρήθηκε μία μόνιμη δέσμευση άνθρακα. Κατά δεύτερο λόγο θεωρήθηκε μία προσωρινή αποθήκευση επιπλέον άνθρακα σε διάστημα 10 χρόνων. Η πιθανή προθυμία των αγοραστών των πιστοποιητικών άνθρακα να πληρώσουν για προσωρινή δέσμευση άνθρακα προήλθε από μία οικονομική αντιστάθμιση. Υποθέσαμε ότι, για έναν αγοραστή, η αξία ενός πιστοποιητικού προσωρινής δέσμευσης άνθρακα θα ήταν ίση με τα έσοδα των αποταμιεύσεων λόγω του ότι μία επένδυση σε τεχνικά μέτρα μείωσης εκπομπών μπορεί να αναβληθεί. Η προσωρινή αποθήκευση άνθρακα αποδείχτηκε μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική σε σύγκριση με τη μόνιμη δέσμευση άνθρακα. Βασικά το κόστος του επιπλέον δεσμευμένου άνθρακα αυξήθηκε όταν διευρύνθηκε η δέσμευση του άνθρακα σε περιοδικές αυξήσεις. Δεδομένης της τιμής της αγοράς για την προσωρινή αποθήκευση άνθρακα σε βάθος 10 χρόνων η διαχείριση του δάσους θα μπορούσε να επεκτείνει τη δέσμευση του άνθρακα και να δημιουργήσει έτσι ένα οικονομικό πλεόνασμα.

5.3 Φορολόγηση άνθρακα

5.3.1 Κίνδυνοι

Η αξία των τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να βρεθεί από το κόστος της επένδυσης, την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής του σταθμού και τις προεξοφλημένες ταμειακές ροές, οι οποίες είναι τυπικά ένας συνδυασμός διαφόρων υποκείμενων αξιών, όπως η τιμή του πετρελαίου, της ηλεκτρικής ενέργειας και του διοξειδίου του άνθρακα. Η αύξηση της αστάθειας των τιμών, οι τεχνικές αλλαγές και η ρυθμιστική αβεβαιότητα όλα καθιστούν τις επενδύσεις στις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όλο και πιο επισφαλείς, απαιτώντας προσεγγίσεις στοχαστικών μοντέλων για την υποστήριξη των επενδυτικών αποφάσεων. Η βιβλιογραφία των στοχαστικών μοντέλων και η εφαρμογή τους στον ενεργειακό τομέα έχουν επομένως ανθίσει τα τελευταία χρόνια. Οι Reinelt και Keith (2007), για παράδειγμα, εξέτασαν το κόστος της ρυθμιστικής αβεβαιότητας στις επενδύσεις μετασκευής για τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, βασιζόμενοι σε ένα μοντέλο δύο διαστάσεων (ασταθής τιμή του φυσικού αερίου, αβέβαιοι κανονισμοί για τον άνθρακα) για διαφορετικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα. Παρ' όλα αυτά, μία τέτοια διαχωρισμένη σύγκριση των εναλλακτικών επενδυτικών επιλογών είναι ανεπαρκής και μένει σιωπηρή τόσο για το βέλτιστο χρονοδιάγραμμα επένδυσης, όσο και για το βέλτιστο μείγμα τεχνολογιών.

Τα μοντέλα 'πραγματικών' δικαιωμάτων (real options) (Black and Scholes, 1973; Dixit and Pindyck, 1994) είναι ελκυστικά από αυτήν την άποψη και λαμβάνουν υπ' όψιν την αξία αναμονής (McDonald and Siegel, 1986). Επομένως δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια τέτοια μοντέλα εφαρμόζονται όλο και περισσότερο στην ενεργειακή βιβλιογραφία, αν και οι περισσότερες εφαρμογές έχουν αντιμετωπίσει μόνο μία στοχαστική μεταβλητή κάθε φορά. Παρ' όλα αυτά, τέτοια μοντέλα πολλών διαστάσεων που αντιπροσωπεύουν διάφορες στοχαστικές διαδικασίες είναι ακόμα σπάνια και συνήθως δεν λαμβάνουν υπ' όψιν ούτε πολλαπλές τεχνολογικές επιλογές, ούτε την προσαρμοσμένη στον κίνδυνο προεξόφληση που προκαλείται από την αυτοσυσχέτιση των σχετικών περιουσιακών στοιχείων.

Στη μελέτη τους οι Rohlfis και Madlener (2014) επίσης μοντελοποιούν την περίπτωση ενός επενδυτή που αντιμετωπίζει το δίλημμα μεταξύ της επιλογής διαφορετικών τεχνολογιών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και της επιπλέον δυνατότητας να αναβάλλει την επενδυτική επιλογή. Επειδή όλες οι τεχνολογικές επιλογές που εξετάζονται παράγουν ηλεκτρική ενέργεια (ή τελικά επιπλέον θερμότητα ή ατμό) τα μελλοντικά έσοδα από τέτοιες επενδύσεις καθορίζονται από μερικές βασικές υποκείμενες αξίες, όπως οι τιμές του πετρελαίου, της ηλεκτρικής ενέργειας και του άνθρακα. Ο οικονομικός κίνδυνος αυτών των ενδεχόμενων κερδών ως εκ τούτου εξαρτάται από την αβεβαιότητα της κάθε υποκείμενης αξίας, καθώς και από το συνδυασμό τους, που είναι συγκεκριμένης τεχνολογίας. Επομένως στόχος είναι να ενδογενοποιηθεί η αντιμετώπιση του κινδύνου εφαρμόζοντας παραδείγματος χάριν ένα ενδογενές προεξοφλητικό επιτόκιο. Αυτή η ενδογενής αντιμετώπιση του κινδύνου αντιμετωπίζει δύο κύρια εμπόδια. Αρχικά, με βάση την υπόθεση των σταθερών χρονικά παραμέτρων (π.χ. ρυθμός ανάπτυξης και αστάθεια) για τις στοχαστικές διαδικασίες των υποκείμενων αξιών, ο κίνδυνος των ενδεχόμενων εσόδων γίνεται χρονικά εξαρτώμενος όταν προβλέπονται σταθερές αναλογίες μεταξύ των ποσοτήτων εισόδου και εξόδου. Αυτό προκαλεί μία χρονική εξάρτηση στη βέλτιστη τεχνολογία. Κατά δεύτερο λόγο, ένα επιπλέον κύριο εμπόδιο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι η εκτίμηση των αβέβαιων ταμειακών ροών που αποκτούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Λόγω της ισχυρής αυτοσυσχέτισης των μεταγενέστερων εσόδων, μία ξεχωριστή εκτίμηση των ταμειακών ροών που προκύπτουν παραμένει ανακριβής. Η προσέγγιση που παρουσιάζουν λαμβάνει υπ' όψιν αυτήν τη σταθερή αναλογία μεταξύ εισόδων και εξόδων, ζητώντας ως εκ τούτου διαχωρισμό ανάμεσα στην προεξόφληση με βάση το χρόνο και με βάση τον κίνδυνο.

Αρχικά πραγματοποιήθηκαν έρευνες, όπου ο κάθε σταθμός παραγωγής εξετάστηκε μεμονωμένα, οι οποίες έδειξαν μεγάλες δυνατότητες για άμεσες επενδύσεις σε συμβατικούς σταθμούς παραγωγής (λιθάνθρακα και αέριων καυσίμων). Οι τεχνολογίες δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα βρέθηκε να έχουν λιγότερες ευκαιρίες, ειδικά για την τεχνολογία ολοκληρωμένου συνδυασμένου κύκλου εξαερίωσης λιθάνθρακα. Παρ' όλα αυτά, η δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα, επιπρόσθετα με τους σταθμούς παραγωγής συνδυασμένου ατμού και αερίου, μπορεί να γίνει οικονομικά βιώσιμη μέχρι το 2020. Για τις ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες, η προβλεπόμενη αξία προαίρεσης είναι αρκετά χαμηλότερη απ' ό,τι για τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής. Λόγω των αναμενόμενων βελτιώσεων στα χερσαία και παράκτια αιολικά πάρκα, προβλέπεται μία υψηλή αξία αναμονής. Σε ένα δεύτερο βήμα, πραγματοποιήθηκαν συνδυασμένες εκτιμήσεις των

διαφόρων τεχνολογιών και βρέθηκε ότι η ανανεώσιμη ενέργεια καθώς και οι τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα εκτοπίζονται σε μεγάλο βαθμό από τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής λιθάνθρακα και συνδυασμένου κύκλου αερίου και ατμού αντίστοιχα.

Σε ένα επιπλέον βήμα, εκτελέστηκε μία παραλλαγή της αρχικής ($t=2015$) τιμής της άδειας διοξειδίου του άνθρακα (5, 20, 45 ευρώ) και εξετάστηκε η επιρροή μίας κατώτατης τιμής στη διαδικασία δημοπρασίας των αδειών και τη φορολογία του διοξειδίου του άνθρακα. Βρέθηκε τελικά ότι με την τιμή της άδειας διοξειδίου του άνθρακα στα 5 ευρώ προτιμάται κατά πολύ ο συμβατικός σταθμός παραγωγής λιθάνθρακα, ενώ για την τιμή των 45 ευρώ ο σταθμός παραγωγής συνδυασμένου κύκλου αερίου και ατμού με δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα γίνεται η πρώτη επιλογή. Η επιβολή κατώτατης τιμής στο διοξείδιο του άνθρακα έχει αρνητική επιρροή στους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής. Παρ' όλα αυτά μία πολύ μεγαλύτερη αξία αναμονής προβλέπεται από το μοντέλο, ενώ οι επενδύσεις σε τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα καθυστερούν περαιτέρω. Η φορολογία διοξειδίου του άνθρακα έχει παρόμοιο αντίκτυπο με την επιβολή του ορίου για τα σενάρια χαμηλών και μεσαίων τιμών διοξειδίου του άνθρακα. Για την υψηλή αρχική τιμή των 45 ευρώ, η φορολογιακή πολιτική μειώνει σημαντικά την αξία αναμονής συγκριτικά με την πολιτική επιβολής κατώτατης τιμής.

Πριν τη διεξαγωγή της μελέτης τους οι Rohlfs και Madlener ήταν πεπεισμένοι ότι μία επιβολή κατώτατης τιμής στο διοξείδιο του άνθρακα μειώνει τον κίνδυνο επενδύσεων σε σταθμούς παραγωγής, δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα και, ως εκ τούτου, αυξάνει τις πιθανότητες αυτής της τεχνολογίας. Απροσδόκητα, λόγω της εξάλειψης του χαμηλότερου κλάδου της τιμής άδειας του διοξειδίου του άνθρακα, βρέθηκε μία πού αυξημένη αξία αναμονής, καθυστερώντας την επενδυτική απόφαση. Αυτά τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η επιβολή κατώτατης τιμής στο διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να μην είναι η καλύτερη δυνατότητα για την υποστήριξη επενδύσεων σε σταθμούς παραγωγής ορυκτών καυσίμων με τεχνολογία δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα τα επόμενα χρόνια, ένα αποτέλεσμα που είναι πολύ ενδιαφέρον για τους διαμορφωτές πολιτικής.

5.3.2 Αβεβαιότητες

Ένα σημαντικό θέμα στη συζήτηση για την κλιματική αλλαγή είναι ο ρόλος των τεχνολογικών εξελίξεων, της τεχνολογικής καινοτομίας που οφείλεται δηλαδή στις κλιματικές πολιτικές. Ένα άλλο κεντρικό ζήτημα όταν εξετάζουμε τις βέλτιστες πολιτικές για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή είναι η παρουσία αβεβαιότητας στη γνώση για τις κλιματικές ζημιές. Πολλά έχουν γραφτεί για τον αντίκτυπο της αβεβαιότητας στην επιλογή της βέλτιστης μείωσης εκπομπών. Τις αβεβαιότητες που εισάγει η φορολόγηση του άνθρακα στις στρατηγικές έρευνας και ανάπτυξης που έχουν σκοπό την μεγιστοποίηση του κέρδους μίας επιχείρησης εξέτασαν αρχικά οι Shittu και Baker (2006). Πιο συγκεκριμένα εξέτασαν δύο διαφορετικά προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης: Τη μείωση του κόστους των ενεργειακών τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα και τη μείωση εκπομπών των παρόντων οικονομικών τεχνολογιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η βέλτιστη έρευνα και ανάπτυξη δεν αυξάνεται μονότονα σε ένα καθεστώς φορολόγησης του άνθρακα, ενώ η επένδυση σε εναλλακτικές τεχνολογίες αυξάνεται μόνο όταν η επιχείρηση είναι αρκετά ευέλικτη. Από την άλλη πλευρά, η ανάπτυξη των συμβατικών τεχνολογιών αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια μειώνεται. Οι επιχειρήσεις που είναι πολύ ελαστικές μπορεί να αυξάνουν την έρευνα και ανάπτυξη στις εναλλακτικές τεχνολογίες όταν η αβεβαιότητα που περιβάλλει τη φορολόγηση του άνθρακα αυξάνεται, αλλιώς οι επιχειρήσεις γενικά θα μειώνουν την επένδυση στην έρευνα και ανάπτυξη με την παρουσία αβεβαιότητας. Αργότερα (2007) σε μία άλλη έρευνά τους οι Shittu και Baker χρησιμοποίησαν ένα βέλτιστο μοντέλο ελέγχου για να εξετάσουν την αντίδραση της βέλτιστης επένδυσης μίας επιχείρησης σε ένα πρόγραμμα έρευνας και ανάπτυξης που στοχεύει σε τεχνολογίες χωρίς χρήση άνθρακα με την παρουσία αβεβαιοτήτων σχετικά με μία μελλοντική φορολόγηση άνθρακα. Βρήκαν αρχικά ότι η επιρροή του κινδύνου στις επενδυτικές αποφάσεις εξαρτάται από τη διαμόρφωση του μοντέλου και έπειτα ότι ο κίνδυνος των βραχυπρόθεσμων επενδύσεων σχετικά με το μέγεθος της φορολογίας του άνθρακα μειώνεται, ενώ η αβεβαιότητα τους σχετικά με το χρόνο εφαρμογής της φορολόγησης αυξάνεται. Τέλος το 2010 σε άλλη έρευνα οι ίδιοι συγγραφείς μελετούν τις στρατηγικές έρευνας και ανάπτυξης που χρειάζονται για τη συμμόρφωση με μία κλιματική πολιτική με ένα βέλτιστο οικονομικά τρόπο. Παρέχουν ενδιαφέροντες διευκρινίσεις για τη σύνθεση των χαρτοφυλακίων έρευνας και ανάπτυξης ανάμεσα στις κύριες επιλογές μετριασμού για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων και χάραξης πολιτικών.

Πιο συγκεκριμένα, εξέτασαν τη βέλτιστη επενδυτική αντίδραση ενός υπεύθυνου λήψης αποφάσεων ή ενός τεχνικού διευθυντή σε επιχειρησιακό επίπεδο με ένα χαρτοφυλάκιο από εναλλακτικές τεχνολογίες για μία αυξανόμενη φορολόγηση άνθρακα. Η κατανόηση της βέλτιστης κατανομής των επενδύσεων σε αυτές τις τεχνολογίες είναι κρίσιμη διότι, όπως στους περισσότερους οικονομικούς πόρους, υπάρχει περιορισμός στις δυνατότητες επένδυσης μίας επιχείρησης για την καταβολή αυτών των καινοτόμων προσπαθειών. Επιπρόσθετα, τα έξοδα για την περιβαλλοντική έρευνα και ανάπτυξη είναι αναπόφευκτα και οι επενδυτικές αποφάσεις που λαμβάνονται επί του παρόντος έχουν μελλοντικές συνέπειες στο τοπίο των ενεργειακών τεχνολογιών. Εξερευνώντας επομένως την προσαρμογή της βέλτιστης επένδυσης μίας επιχείρησης σε ένα ενεργειακό χαρτοφυλάκιο έρευνας και ανάπτυξης που αποτελείται από τέσσερις διαφορετικές τεχνολογίες με μία αυξανόμενη φορολογία άνθρακα βρήκαν ότι η κατανομή των επενδύσεων εξαρτάται από την ελαστικότητα υποκατάστασης στη χρήση ενέργειας από ορυκτά ή μη ορυκτά καύσιμα, και τα σχετικά κόστη και την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης. Τέλος, ο κίνδυνος της συνολικής επένδυσης τείνει να μειωθεί ανάλογα με την ευελιξία και τις προδιαγραφές της εκάστοτε επιχείρησης.

Σε πολλές έρευνες σχετικά με την παγκόσμια υπερθέρμανση δίνεται κυρίως έμφαση σε δύο ζητήματα, χωριστά ακόμα: αβεβαιότητα και στρατηγικές αλληλεπιδράσεις. Ο Wirl (2006) στην έρευνά του είχε ως στόχο να εντάξει και τα δύο σε ένα δυναμικό πλαίσιο. Επέκτεινε έτσι τις στρατηγικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγωγών ορυκτών καυσίμων που ανησυχούν για τα κέρδη τους και μιας φορολογικής κυβέρνησης που ανησυχεί για την ευημερία των καταναλωτών προς την αβεβαιότητα, με την παγκόσμια υπερθέρμανση ως στοχαστική μεταβλητή. Η στοχαστικότητα, σε αντίθεση με την ντετερμινιστική έκδοση, απαιτεί διαφοροποίηση μεταξύ αναστρέψιμων και μη αναστρέψιμων εκπομπών. Η αβίαστη περίπτωση (αναστρέψιμων εκπομπών) επιδέχεται επίλυση κλειστού τύπου, όχι όμως και η πιο ρεαλιστική και περιορισμένη περίπτωση (μη αναστρέψιμη). Παρ' όλα αυτά εξάγονται ενδιαφέρουσες αναλυτικές ιδιότητες, παραδείγματος χάριν πότε να σταματήσουν οι εκπομπές αλλά και η έμμεση διατήρηση λόγω της μονοπωλιακής προσφοράς. Με την εμπορία εκπομπών και τη φορολόγηση του άνθρακα υπό καθεστώς αβεβαιότητας ασχολήθηκαν στην έρευνα τους και οι Ermolieva κ.α. το 2010. Η ιδέα της βασισμένης στην αγορά εμπορίας εκπομπών άνθρακα και των φόρων του άνθρακα γίνεται όλο και πιο δημοφιλής ως ένα όργανο πολιτικής παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής. Παρ' όλα αυτά αυτοί οι μηχανισμοί μπορεί να μην έχουν θετικό αποτέλεσμα εκτός και αν η αξία τους αντικατοπτρίζει

κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις και κανονισμούς. Επιπλέον, το γεγονός ότι έχουν ποικίλες εγγενείς εξωγενείς και ενδογενείς αβεβαιότητες εγείρει σοβαρές ανησυχίες για την ικανότητά τους να μειώσουν τις εκπομπές με έναν οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Σε αυτήν την έρευνα εισήγαγαν ένα απλό στοχαστικό μοντέλο που επιτρέπει να αναλυθεί η ευρωστία των οικονομικών μηχανισμών για τη μείωση των εκπομπών με την παρουσία διαφόρων φυσικών και μη αβεβαιοτήτων. Αντίθετα με την τυποποιημένη ανάλυση κατάστασης ισορροπίας, το μοντέλο δείχνει ότι η ρητή εισαγωγή αβεβαιοτήτων σχετικά με τις εκπομπές, τα κόστη μείωσης και τις καταστάσεις ισορροπίας καθιστά σχεδόν αδύνατο για το υπάρχον σύστημα εμπορίας και φορολόγησης να είναι περιβαλλοντικά ασφαλές και οικονομικά αποδοτικό. Προτείνουν επίσης ένα μηχανογραφημένο μοντέλο εμπορίας πολλαπλών παραγόντων, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως πρωτότυπο για την προσομοίωση μιας αγοράς εμπορίας εκπομπών η οποία ρυθμίζεται με έναν αποκεντρωμένο τρόπο. Τέλος, υποστήριξαν ότι μία αγορά αυτού του τύπου είναι καλύτερα εξοπλισμένη να αντιμετωπίσει τις μακροπρόθεσμες μειώσεις εκπομπών καθώς και τους άμεσους κανονισμούς λειτουργίας και τη μη αντιστρεψιμότητα που τις διέπουν.

Ένα αβέβαιο μοντέλο ενεργειακού σχεδιασμού ανέπτυξαν και οι Zang κ.α. το 2012 λαμβάνοντας υπ' όψιν την πολιτική φορολόγησης του άνθρακα. Αυτό το μοντέλο περιλαμβάνει διάφορες τεχνικές προγραμματισμού μέσα σε ένα γενικό μοντέλο ενεργειακού σχεδιασμού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για την ποσοτική ανάλυση διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων πολιτικής που σχετίζονται με διαφορετικά επίπεδα πολιτικής φορολόγησης άνθρακα, αλλά και να αντιμετωπίσει αβεβαιότητες οι οποίες εκφράζονται ως διακριτά διαστήματα και ασαφή σύνολα σε ενεργειακά και περιβαλλοντικά συστήματα. Θεωρώντας χαμηλούς, μεσαίους και υψηλούς φορολογικούς συντελεστές το μοντέλο εφαρμόζεται σε ένα ιδανικό ενεργειακό και περιβαλλοντικό σύστημα και τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι έχουν παραχθεί λογικές λύσεις, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή εναλλακτικών αποφάσεων και επομένως να βοηθήσουν τους αρμόδιους για τη λήψη αποφάσεων να αναγνωρίσουν την επιθυμητή πολιτική φορολόγησης άνθρακα.

Με την μοντελοποίηση της αβεβαιότητας, και πιο συγκεκριμένα στο μακροοικονομικό αντίκτυπο της μείωσης των ανθρακούχων εκπομπών στην Κίνα, ασχολήθηκαν οι Wang και Chen το 2006. Τυπικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν την αβεβαιότητα στις προβλέψεις του μοντέλου υπολογίσιμης γενικής ισορροπίας για να γίνει αποτίμηση διαφόρων θεμάτων πολιτικών τιμολόγησης άνθρακα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το

επίπεδο φορολόγησης του άνθρακα για ένα προκαθορισμένο στόχο μείωσης εκπομπών εξαρτάται από τις ελαστικότητες υποκατάστασης τόσο μεταξύ κεφαλαίου και ενέργειας, όσο και μεταξύ των διαφόρων πρωτογενών μορφών ενέργειας και τεχνολογιών στη συνάρτηση παραγωγής με την τελευταία να είναι όμως η παράμετρος κλειδί για το ρυθμό μείωσης του ΑΕΠ. Ανάμεσα στους διάφορους τομείς, η βαριά βιομηχανία και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζονται πιο ζωτικά από μία φορολόγηση άνθρακα. Σε παρόμοιο πλαίσιο, οι Yao κ.α. μετέπειτα ανέπτυξαν ένα υπολογιστικό πλαίσιο για την ενσωμάτωση της αβεβαιότητας της αιολικής ενέργειας και της φορολόγησης του άνθρακα στο μοντέλο οικονομικής κατανομής φορτίου. Χρησιμοποίησαν πιο συγκεκριμένα την QPSO (quantum-inspired particle swarm optimization) τεχνική βελτιστοποίησης, η οποία εμφανίζει ισχυρότερη δυνατότητα αναζήτησης και μεγαλύτερη ταχύτητα σύγκλισης, με την αιολική ενέργεια να είναι μη γραμμική και να ακολουθεί Weibull κατανομή. Τέλος οι Lemoine και Traeger ανέλυσαν τα πιθανά σημεία αντοχής κάτω από συνθήκες αποστροφής στην αβεβαιότητα και βρήκαν ότι η αποστροφή στην αβεβαιότητα υπό την ύπαρξη ενός ασαφούς σημείου αντοχής αυξάνει τη βέλτιστη φορολογία σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, αλλά μόνο κατά ένα μικρό ποσοστό.

Σε εθνικό επίπεδο σχεδιασμού πολιτικής περί εκπομπών και πιο συγκεκριμένα τις επιπτώσεις της φορολογικής πολιτικής στα ενεργειακά και περιβαλλοντικά συστήματα στο Πεκίνο με την παρουσία αβεβαιότητας ασχολήθηκαν οι Xu και Zang το 2012. Ανέπτυξαν ένα μοντέλο σχεδιασμού ενεργειακών και περιβαλλοντικών συστημάτων το οποίο βοήθησε στην ανάλυση των επιπτώσεων της πολιτικής φορολογίας του άνθρακα σε αυτά τα συστήματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ποσότητες παροχής άνθρακα θα μειώνονταν, ενώ, αντιθέτως, οι ποσότητες παροχής φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας θα αυξάνονταν. Επιπρόσθετα αναλύθηκαν οι αλλαγές στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και άλλων ατμοσφαιρικών ρύπων υπό το καθεστώς φορολογίας του άνθρακα και βρέθηκαν οι ρυθμοί μείωσης τους. Οι MacLeod και Filion από την πλευρά τους εξέτασαν τα ζητήματα και τις επιλοκές της προεξόφλησης και τιμολόγησης του άνθρακα με σκοπό τη μείωσή του στο σχεδιασμό του συστήματος πόσιμου νερού στον Καναδά. Οι εταιρίες ύδρευσης παράγουν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όταν κατασκευάζουν, προσαρμόζουν και λειτουργούν τα συστήματα διανομής νερού. Η προοπτική της εισαγωγής στρατηγικών μείωσης του άνθρακα, όπως η τιμολόγηση των ανθρακούχων εκπομπών και η χρήση χαμηλών επιτοκίων προεξόφλησης για σχεδιασμό έργων, θα μπορούσε δυνητικά να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι εταιρίες ύδρευσης προγραμματίζουν και σχεδιάζουν τα συστήματα πόσιμου νερού. Οι στόχοι της

μελέτης αυτής είναι να εξεταστούν τα ζητήματα και οι διαμάχες γύρω από την επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης και των τιμών των ανθρακούχων εκπομπών για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τα λειτουργικά συστήματα ύδρευσης στον Καναδά, να γίνει ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών που έχουν εξετάσει το θέμα αυτό και να υποδειχθούν οι πιθανές επιπλοκές των στρατηγικών μείωσης του άνθρακα στο σχεδιασμό των συστημάτων ύδρευσης του Καναδά. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όσο ελαττώνεται το επιτόκιο προεξόφλησης τόσο αυξάνεται το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας, κάτι που με τη σειρά του οδηγεί σε αύξηση των τιμών των ανθρακούχων εκπομπών. Επιπλέον μελέτες χρειάζονται σε μεγάλης κλίμακας συστήματα ύδρευσης για τη στήριξη αποφάσεων σε αναβαθμίσεις συστημάτων που εκπονούνται από τους διαχειριστές των εταιριών ύδρευσης. Τέλος, ο Peters κ.α. έκαναν μία περιβαλλοντική εκτίμηση των μηχανών εξαγωγής νερού από αέρα από τη σκοπιά της αβεβαιότητας. Οι συσκευές που συμπυκνώνουν και απολυμαίνουν υδρατμούς για να παράξουν παγωμένο πόσιμο νερό σε περιβάλλοντα γραφείου (air water generators) παρουσιάζονται ως περιβαλλοντικά φιλικές εναλλακτικές σε σχέση με τον παραδοσιακό ψύκτη εμφιαλωμένου νερού. Η μέθοδος που υιοθέτησαν ήταν μία προκαταρκτική αξιολόγηση του κύκλου ζωής με δείκτες επίδοσης για τη χρήση ενέργειας και νερού και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Συνέκριναν αυτές τις μηχανές με τους κύριους ανταγωνιστές τους στην αγορά, τους παραδοσιακούς ψύκτες εμφιαλωμένου νερού και τα ψυγεία, με βάση τις συνθήκες και την ενεργειακή παροχή στην Αυστραλία, και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του τριγωνισμού, όπως ορίζεται στις κοινωνικές επιστήμες, για να συμπεριλάβουν την αβεβαιότητα στη μελέτη τους. Βρήκαν ότι χωρίς μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, ο ισχυρισμός της περιβαλλοντικής ανωτερότητας των συσκευών αυτών δεν υποστηρίζεται από την ποσοτική ανάλυση. Για κάθε δείκτη επίδοσης, που είχε σαν γνώμονα την ενεργειακή κατανάλωση, η χρήση ενέργειας στις συσκευές αυτές ήταν τυπικά μεγαλύτερα από ότι στις εναλλακτικές τους. Εξετάζοντας επομένως τα κύρια περιβαλλοντικά ζητήματα σχετικά με αυτά τα συστήματα, βρέθηκε ότι έχουν χαμηλότερη απόδοση από τους παραδοσιακούς ψύκτες, ενώ και ένα απλό ψυγείο έχει την δυνατότητα να εκτελεί πολλαπλές λειτουργίες ξεπερνώντας έτσι σε απόδοση αυτές τις συσκευές. Αυτά τα συμπεράσματα υποστηρίζονται και από τους τρεις δείκτες επίδοσης που εξετάστηκαν για να συμπεριλαμβάνουν και την αβεβαιότητα στη μελέτη αυτή.

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και προοπτικές

Σε πιο γενικό επίπεδο, τα πιο εμφανή κενά που αναδύονται από την ανασκόπηση είναι οι υπερβολικές μεθοδολογικές προτιμήσεις προς την ποσοτική και βασισμένη σε μοντέλα ανάλυση, και η ισχυρή προτίμηση προς τους τομείς παραγωγής ενέργειας. Αυτό εξηγεί εν μέρει την επικέντρωση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας στους επιστημικούς κινδύνους, και συγκεκριμένα στους οικονομικούς κινδύνους, καθώς πολλοί κοινωνικοί, πολιτικοί και ρυθμιστικοί κίνδυνοι είναι πιο δύσκολο να εκτιμηθούν ποσοτικά. Ταυτόχρονα οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι των πολιτικών περιορισμού της κλιματικής αλλαγής φαίνεται να υποερευνούνται, πιθανόν επειδή στη λειτουργία τους ως κλιματικές πολιτικές θεωρούνται εκ των προτέρων ότι είναι φιλικές προς το περιβάλλον.

Η γεωγραφική εστίαση σε ανεπτυγμένες, δηλαδή βιομηχανοποιημένες, περιοχές του κόσμου δεν μας προκαλεί εντύπωση, καθώς αυτές είναι οι κύριες περιοχές όπου ο περιορισμός της κλιματικής αλλαγής πρόκειται να συμβεί. Παρομοίως έγκειται και η επικέντρωση σε κυβερνήσεις, επιχειρήσεις και γεωργούς, όταν πρόκειται για τους μετόχους που ανέχονται ή δημιουργούν κινδύνους και αβεβαιότητες, στο ίδιο πνεύμα.

Όσον αφορά τις αβεβαιότητες, η ανασκόπησή μας υπέδειξε μία μεγάλη εστίαση σε επιστημικές αβεβαιότητες, δηλαδή ανεπαρκή γνώση ή ακόμα και άγνοια ως προς τις πιθανότητες συγκεκριμένων θετικών ή αρνητικών αποτελεσμάτων. Αβεβαιότητες που προέκυπταν από πειθαρχική διαφωνία ή ανεπαρκή επικοινωνία μόλις που εξετάστηκαν. Ίσως κάποιες από τις παραδειγματικές αβεβαιότητες που θα μπορούσαν να μπουν στη βιβλιογραφία αφαιρέθηκαν από αυστηρό ορισμό. Για παράδειγμα, υπάρχουν πολλές μελέτες για τεχνολογικές ή τεχνοοικονομικές δυνατότητες για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Αυτοί οι δύο όροι επιτρέπουν στους συγγραφείς στις φυσικές επιστήμες, τα οικονομικά και τη μηχανική να παρουσιάσουν τα ευρήματά τους χωρίς να χρειάζεται να βάλουν αυτά τα νούμερα στα κοινωνικά και πολιτικά πλαίσιά τους, ένα ερώτημα που έτσι και αλλιώς δεν είναι γενικά εκπαιδευμένοι να απαντήσουν.

Εκτός από αυτό, ότι ο Kunreuther κ.α. (2014) ορίζουν ως ερμηνευτική αβεβαιότητα, μπορεί να μην εξεταστεί υπό τον όρο αβεβαιότητα, αλλά στο πλαίσιο, για παράδειγμα, της

βιβλιογραφίας της επικοινωνίας επιστήμης-πολιτικής. Αυτό θα σήμαινε ότι θα χρειαζόταν μία διαφορετική προσέγγιση για την ανασκόπηση τέτοιων αβεβαιοτήτων στο πλαίσιο του περιορισμού της κλιματικής αλλαγής.

Άλλοι περιορισμοί αυτής της ανασκόπησης σχετίζονται με την πλαισίωση του κινδύνου. Συχνά, κυρίως στην ποιοτική ανάλυση κινδύνων, άλλα συνώνυμα μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί, όπως ‘αρνητικά αποτελέσματα’, ‘αρνητικές επιπτώσεις’. Πρόσθετες πληροφορίες θα μπορούσαν να προκύψουν από τη μετα-ανάλυση της βιβλιογραφίας που συλλέξαμε, που δεν χρησιμοποιούν ρητά τον όρο κίνδυνος, αλλά παρόμοια συνώνυμα.

Αυτή η ανασκόπηση είναι πρώτα και κύρια βασική εργασία για μεταγενέστερη δουλειά στο WP5 και στις μελέτες περιπτώσεων του TRANSrisk. Παρ’ όλα αυτά, πέρα από το TRANSrisk τα ευρήματά μας είναι σημαντικά με τουλάχιστον τρεις τρόπους: Αρχικά, δίνουν έμφαση στις πολυπλοκότητες της έρευνας για κινδύνους και αβεβαιότητες, που πιθανόν να οδήγησαν σε προκατειλημμένες επιστημονικές αντιλήψεις. Αυτή είναι η περίπτωση, για παράδειγμα, όταν μιλάμε για ερμηνευτικές και παραδειγματικές αβεβαιότητες, που αναφέρονται σε ζητήματα που μπορεί να μην πλαισιώνονται ως αβεβαιότητες ή με μία εστίαση στις αβεβαιότητες, αλλά ως προκλήσεις στην επικοινωνία επιστήμης-πολιτικής και στη διεπιστημονική έρευνα. Νέες προσεγγίσεις πρέπει να βρεθούν για να αντιπροσωπεύουν αυτά τα είδη αβεβαιοτήτων. Κατά δεύτερο λόγο, τα ευρήματά μας βοηθούν να αναθεωρήσουμε άλλες πτυχές του εννοιολογικού μας πλαισίου, όπως το πώς να χαρακτηρίσουμε διαφορετικές επιλογές πολιτικής. Το REDD, για παράδειγμα, είναι μία ενδιαφέρουσα περίπτωση όπου δεν είναι πάντα ξεκάθαρο εάν είναι μία στρατηγική ή ένα όργανο πολιτικής, και επίσης εάν είναι διεθνές, εθνικό, ή υποεθνικό, καθώς έχει επιπτώσεις σε διαφορετικά επίπεδα δικαιοδοσίας. Στην περίπτωση των διαφορετικών κατηγοριών κινδύνων τα ευρήματά μας βοηθούν να προβληματιστούμε σχετικά με τη χρησιμότητα και τη σκοπιμότητα πιο συγκεκριμένων ορισμών των κινδύνων παραδείγματος χάριν ως ‘πιθανότητες x βλάβες’, κάτι που εμποδίζει την ανάλυση πολλών κοινωνικών κινδύνων που δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν επαρκώς. Τέλος, τα αποτελέσματά μας αναγνωρίζουν σημαντικά κενά γνώσης και επομένως περαιτέρω τρόπους για έρευνα, για παράδειγμα στην περιοχή των περιβαλλοντικών κινδύνων, τόσο εξωγενών, όσο και επακόλουθων. Συνεχιζόμενη εργασία σε αυτήν τη μελέτη θα παρέχει πιο συγκεκριμένες προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Βιβλιογραφία

Adams V., Setterfield S., 2013. Estimating the financial risks of *Andropogon gayanus* to greenhouse gas abatement projects in northern Australia. *Environmental Research Letters* 8 (2).

Baker E., Shittu E., 2006. Profit-maximizing R&D in response to a random carbon tax. *Resource and Energy Economics* 28 (2), 160-180.

Bakkalbasi, N., Bauer, K., Glover, J., Wang, L., 2006. Three options for citation tracking: Google Scholar, Scopus and Web of Science. *Biomedical Digital Libraries* 3 (7).

Balcilar M., Demirer R., Hammoudeh S., Nguyen D., 2016. Risk spillovers across the energy and carbon markets and hedging strategies for carbon risk. *Energy Economics* 54, 159-172.

Beck, U. (1992) *Risk Society — Towards a New Modernity*. London: Sage.

Black, F., Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81 (3), 637–654.

Blyth W., Bunn D., 2011. Coevolution of policy, market and technical price risks in the EU ETS. *Energy Policy* 39 (8), 4578-4593.

Chevallier J., 2011. The European carbon market (2005-07): Banking, pricing and risk-hedging strategies. *Handbook of Sustainable Energy*, 395-414.

Chisholm R., Wintle B., 2012. Choosing ecosystem service investments that are robust to uncertainty across multiple parameters. *Ecological Applications* 22 (2), 697-704.

Collins, H., 1985. *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, London: Sage Publications.

Creamer S., Genz A., Blatner K., 2012. The effect of fire risk on the critical harvesting times for Pacific Northwest Douglas-fir when carbon price is stochastic. *Agricultural and Resource Economics Review* 41 (3), 313-326.

Dhavale D., Sarkis J., 2015. Integrating carbon market uncertainties into a sustainable manufacturing investment decision: a Bayesian NPV approach. *International Journal of Production Research*.

Dixit, A. K., Pindyck, R. S. (1994). *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Ermolieva T., Ermoliev Y., Fischer G., Jonas M., Makowski M., Wagner F., 2010. Carbon emission trading and carbon taxes under uncertainties. *Climatic Change* 103 (1-2), 277-289.

Falagas, M.E., Pitsouni, E.I., Malietzis, G.A., Pappas, G., 2008. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *FASEB Journal, Official Public Federation of American Societies for Experimental Biology* 22, 338–342.

Feng Z., Wei Y., Wang K., 2012. Estimating risk for the carbon market via extreme value theory: An empirical analysis of the EU ETS. *Applied Energy* 99, 97-108.

Feng Z., Yu J., Ouyang B., Guo J., Li Z., 2016. The optimal hedge for carbon market: An empirical analysis of EU ETS. *International Journal of Global Energy Issues* 39 (1-2), 129-140.

Gibbons, M. (Ed.), 1994. *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. SAGE Publications, London ; Thousand Oaks, California.

Gross, R. (2010). *Psychology: The science of mind and behaviour* (6th ed.). London, UK: Hodder Arnold Publication.

Hartman, R. 1976. The Harvesting Decision When a Standing Forest Has Value. *Economic Inquiry* 14 (1), 52–55.

Heck N., Smith C., Hittinger E., 2016. A Monte Carlo approach to integrating uncertainty into the levelized cost of electricity. *Electricity Journal* 29 (3), 21-30.

Helm, D., Hepburn, C., 2005. Carbon contracts and energy policy: an outline proposal, October 2005 available at www.dieterhelm.co.uk.

Hepburn C., Grubb M., Neuhoff K., Matthes F., Tse M., 2006. Auctioning of EU ETS phase II allowances: how and why? *Climate Policy* 6, 137-160.

Hunt C., 2011. Prospects for Meeting Australia's 2020 Carbon Targets, given a Growing Economy, Uncertain International Carbon Markets and the Slow Emergence of Renewable Energies. *Economic Analysis and Policy* 41 (1), 5-11.

IIGCC, 2010. 2010 Investor Statement on Catalyzing Investment in a Low-Carbon Economy, Institutional Investors Group on Climate Change.

Insley, M., and K. Rollins. 2005. On Solving the Multirotational Timber Harvesting Problem with Stochastic Prices: A Linear Complementarity Formulation. *American Journal of Agricultural Economics* 87 (3), 735–755.

IPCC, 2014a. Annex II: Glossary [Agard, J., E. L. F. Schipper, J. Birkmann, M. Campos, C. Dubeux, Y. Nojiri, L. Olsson, B. Osman-Elasha, M. Pelling, J. Prather, M. G. Rivera-Ferre, O. C. Ruppel, A. Sallenger, K.R. Smith, A.L. St. Clair, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, and T.E. Bilir (eds.)], in: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1757–1776.

IPCC, 2014b. Summary for policymakers, in: Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, J., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P.,

Kriemann, B., Savolainen, J., Schlömer, S., von Stechow, C., Zwickel, T., Minx, J.C. (Eds.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Ismer, R., Neuhoff, K., 2006. Commitments through financial options, Electricity Policy Research Group working paper available at <http://www.eprg.group.cam.ac.uk/>.

Jiang J., Ye B., Ma X., 2015. Value-at-risk estimation of carbon spot markets based on an integrated GARCH-EVT-VaR model. *Beijing Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis* 51 (3), 511-517.

Jotzo F., Jordan T., Fabian N., 2012. Policy Uncertainty about Australia's Carbon Price: Expert Survey Results and Implications for Investment. *Australian Economic Review* 45 (4), 395-409.

Kalaitzoglou I., Ibrahim B., 2015. Liquidity and resolution of uncertainty in the European carbon futures market. *International Review of Financial Analysis* 37, 89-102.

Knoke T., Weber M., 2006. Expanding carbon stocks in existing forests - A methodological approach for cost appraisal at the enterprise level. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11 (3), 579-605.

Kunreuther, H., Gupta, S., Bosetti, V., Cooke, R., Dutt, V., Ha-Duong, M., Held, H., Llanes-Regueiro, J., Patt, A., Shittu, E., Weber, E., 2014. Integrated Risk and Uncertainty Assessment of Climate Change Response Policies, in: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kunreuther, H., Heal, G., Allen, M., Edenhofer, O., Field, C.B., Yohe, G., 2013. Risk management and climate change. *National Climate Change* 3, 447-450.

Lauri P., Kallio M., Schneider U., 2013. The future development of the use of wood in Russia and its potential impacts on the EU forest sector. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28 (3), 291-302.

Lemoine D., Traeger C., 2015. Ambiguous tipping points. *Journal of Economic Behavior and Organization*.

Lohmann, L., 2010. Regulation as corruption in the carbon offset markets. *Upsetting the Offset: The Political Economy of Carbon Markets*, 175-191. Bohm S. and Dabhi S. London: Zed Books.

MacLeod S., Filion Y., 2012. Issues and Implications of Carbon-Abatement Discounting and Pricing for Drinking Water System Design in Canada. *Water Resources Management* 26 (1), 43-61.

Manley B., Maclaren P., 2012. Potential impact of carbon trading on forest management in New Zealand. *Forest Policy and Economics* 24, 35-40.

Martin P., Walters R., 2013. Fraud risk and the visibility of carbon. *International Journal for Crime, Justice and Social Democracy* 2 (2), 27-42.

McDonald, R., Siegel, D. (1986). The value of waiting to invest. *The Quarterly Journal of Economics*, 101 (4), 707–727.

Mongeon, P., Paul-Hus, A., 2016. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics* 106, 213–228.

Nowotny H., Scott P., Gibbons M., 2001. *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Cambridge: Polity Press.

Palousis N., Luong L., Abhary K., 2010. Sustainability risk identification in product development. *International Journal of Sustainable Engineering* 3 (2), 70-80.

Patt, A.G., Weber, E.U., 2014. Perceptions and communication strategies for the many uncertainties relevant for climate policy. *Wiley Interdisciplinary Reviews Climate Change* 5, 219–232.

Peters G., Blackburn N., Armediom M., 2013. Environmental assessment of air to water machines - Triangulation to manage scope uncertainty. *International Journal of Life Cycle Assessment* 18 (5), 1149-1157.

Reedman L., Graham P., Coombes P., 2006. Using a real-options approach to model technology adoption under carbon price uncertainty: An application to the Australian electricity generation sector. *Economic Record* 82 (SPEC. ISS. 1), S64-S73.

Reinelt, P., Keith, D. (2007). Carbon capture retrofits and the cost of regulatory uncertainty. *The Energy Journal*, 28 (4), 101–127.

Resources for the Future, 2007. *Assessing U.S. Climate Policy Options: A Report Summarizing Work at RFF as Part of the Inter-industry U.S. Climate Policy Forum.*

Reuters, 2010. CEOs seek firm signal on climate policy, available at www.reuters.com/article/idUSTRE6242IQ20100305.

Rohlf W., Madlener R., 2014. Multi-commodity real options analysis of power plant investments: Discounting endogenous risk structures. *Energy Systems* 5 (3), 423-447.

Sarewitz, D., 2010. World view: Curing climate backlash. *Nature News* 464, 28–28.

Schneider L., 2013. The trade-offs of trade: Realities and risks of carbon markets. *Global Corruption Report: Climate Change*, 130-144.

Shittu E., Baker E., 2009. A control model of policy uncertainty and energy R&D investments. *International Journal of Global Energy Issues* 32 (4), 307-327.

Shittu E., Baker E., 2010. Optimal energy R&D portfolio investments in response to a carbon tax. *IEEE Transactions on Engineering Management* 57 (4), 547-559.

Stirling, A., 2007. Risk, precaution and science: towards a more constructive policy debate. Talking point on the precautionary principle. *EMBO Reports* 8, 309–315.

UNFCCC, 2008. Financing Climate Change Action; Investment and Financial Flows for a Strengthened Response to Climate Change, Fact sheet.

Vieira, E.S., Gomes, J.A.N.F., 2009. A comparison of Scopus and Web of Science for a typical university. *Scientometrics* 81, 587–600.

Wang C., Chen J., 2006. Parameter uncertainty in CGE modeling of the macroeconomic impact of carbon reduction in China. *Tsinghua Science and Technology* 11 (5), 617-624.

Wang Y., Wang W., 2014. Risks identification and regulatory system design for carbon market. *Zhongguo Renkou Ziyuan Yu Huan Jing/ China Population Resources and Environment* 24 (3), 25-31.

Wirl F., 2007. Energy prices and carbon taxes under uncertainty about global warming. *Environmental and Resource Economics* 36 (3), 313-340.

Xu Y., Zang H., 2012. Impacts of carbon tax policy on Beijing's energy and environment systems under uncertainty. *Zhongguo Huanjing Kexue/China Environmental Science* 32 (12), 2278-2284.

Yao F., Dong Z., Meng K., Xu Z., Iu H., Wong K., 2012. Quantum-inspired particle swarm optimization for power system operations considering wind power uncertainty and carbon tax in Australia. *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 8 (4), 880-888.

Zang H., Xu Y., Li W., Huang G., Liu D., 2012. An uncertain energy planning model under carbon taxes. *Frontiers of Environmental Science and Engineering in China* 6 (4), 549-558.

Zhu Z., Graham P., Reedman L., Lo T., 2009. A scenario-based integrated approach for modeling carbon price risk. *Decisions in Economics and Finance* 32 (1), 35-48.

Παράρτημα

Επιλογή των λέξεων-κλειδιών

Αρχική λίστα της φάσης 2

Όροι στην ενότητα {πολιτική}	Όροι στην ενότητα {κίνδυνο/αβεβαιότητα}:
'climate policy'	'risk*'
'climate change policy'	'cost*'
'climate change mitigation'	'loss*'
'renewable energy policy'	'damage*'
'CO2 emission reduction'	'negative effect'
'greenhouse gas emissions reduction'	'negative impact'
'GHG emission reduction'	'adverse effect'
'greenhouse gas mitigation'	'negative co-effect*'
'sustainable transport policy'	'burden'
'energy policy'	'system instability'
'renewable electricity'	'obstacle*'
'decarbonisation'	'barrier*'
'decarbonization'	'lock-in'
'net-zero emissions'	'protest*'
'climate neutral*'	'trade-off'
'zero emissions'	'perverse outcome*'
'zero-net emissions'	'unintended outcome*'
'fossil-fuel free'	'unwanted outcome*'
'fossil-fuel independent'	'unwanted consequence*'
'low carbon policy'	'conflict'
'mobility transition'	'market shock*'
'sustainable mobility'	'investment risk'

'demand side management DMS'	'opposition'
'distributed production'	'negative performance'
'energy efficiency'	'vulnerability'
'energy for the poor'	'inefficien*'
'energy access'	'stress'
'energy transition'	'problem*'
'energy transformation'	'unsustainable'
'waste management polic* '	'deplete*'
'climate treaty'	'uncertain*'
'climate agreement'	'knowledge gap*'
'Paris agreement'	'sensitivity analysis'
'Kyoto protocol'	'monte carlo simulation'
'climate negotiation*'	'stochastic analysis'
'emission target*'	'ignorance'
'climate target*'	'ambiguity'
'2 degree target'	'disagreement'
'4 degree target'	'doubt*'
'1.5 degree target'	'probability'
'carbon tax'	'likelihood'
'clean development mechanism'	'imprecision'
'CDM'	'confidence interval'
'REDD'	'low confidence'
'REDD+'	'variance'
'carbon pric*'	'probabilstic'
'emission trad*'	'confidence'
'ETS'	'degree of agreement'
'feed-in premium*'	'metric of confidence'
'adder tariff*'	'scientific consensus'
'feed-in tariff*'	'lack of knowledge']
'tax credit*'	
'CO2 tax'	
'emission tax'	

'pigouvian tax'	
' fuel tax*'	
'emission standard*'	
'command and control'	
'carbon border adjustment'	
'energy trad*'	
'carbon credit*'	
'financial benefits for end-users'	
'market incentive*'	
'renewables auction'	
'demand management'	
'fuel duty'	
'petrol duty'	
'road pric*'	
'congestion charge*'	
'congestion pric*'	
'road toll'	
'time-based fee*'	
'distance-based fee*'	
'cordon-based fee*'	
'support scheme*'	
'vehicle excise duty'	
'vehicle tax*'	
'car tax'	
'vehicle fuel efficiency labelling'	
'minimum energy performance standard* MEPS'	
'carbon charge'	
'net metering'	
'priority dispatch'	
'biofuel mandate'	
'bioenergy mandate'	

'auction*'	
'energy demand'	
'electricity demand'	
'energy consumption'	
'electricity consumption'	
'meat consumption'	
'car sharing'	
'behavior change/behaviour change'	
'lifestyle change'	
'sustainable lifestyle']	

Συντομογραφίες κλάδων

AGRI	Agricultural and Biological Sciences
ARTS	Arts and Humanities
BIOC	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology
BUSI	Business, Management and Accounting
CENG	Chemical Engineering
CHEM	Chemistry
COMP	Computer Science
DECI	Decision Sciences
DENT	Dentistry
EART	Earth and Planetary Sciences
ECON	Economics, Econometrics and Finance
ENER	Energy
ENGI	Engineering
ENVI	Environmental Science
HEAL	Health Professions
IMMU	Immunology and Microbiology
MATE	Materials Science
MATH	Mathematics
MEDI	Medicine

NEUR	Neuroscience
NURS	Nursing
PHAR	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics
PHYS	Physics and Astronomy
PSYC	Psychology
SOCI	Social Sciences
VETE	Veterinary
MULT	Multidisciplinary

Μειωμένη λίστα στη φάση 1

terms in {policy}:	terms in {risk/uncertainty}:
'climate policy'	'risk*'
'climate change policy'	'damage*'
'climate change mitigation'	'negative effect'
'renewable energy policy'	'negative impact'
'CO2 emission reduction'	'adverse effect'
'greenhouse gas emissions reduction'	'negative co-effect*'
'greenhouse gas emission reduction '	'perverse outcome*'
'GHG emission reduction'	'unintended outcome*'
'greenhouse gas mitigation'	'unwanted outcome*'
'sustainable transport policy'	'unwanted consequence*'
'energy policy'	'problem*'
'renewable electricity policy'	'uncertain*'
'decarbonisation'	'knowledge gap*'
'decarbonization'	'sensitivity analysis'
'net-zero emissions'	'monte carlo simulation'
'climate neutral*'	'stochastic analysis'
'zero emissions'	'ignorance'
'zero-net emissions'	'ambiguity'
'fossil-fuel free'	'disagreement'
'fossil-fuel independent'	'doubt*'

'low carbon policy'	'probability'
'mobility transition'	'likelihood'
'sustainable mobility'	'imprecision'
'demand side management'	'confidence interval'
'DMS'	'low confidence'
'distributed production'	'variance'
'energy efficien*'	'probabilistic'
'energy for the poor'	'confidence'
'energy transition'	'degree of agreement'
'energy transformation'	'metric of confidence'
'climate treaty'	'scientific consensus'
'climate agreement'	'lack of knowledge']
'Paris agreement'	
'Kyoto protocol'	
'climate negotiation*'	
'emission target*'	
'climate target*'	
'2 degree target'	
'4 degree target'	
'1.5 degree target'	
'carbon tax'	
'clean development mechanism'	
'REDD'	
'REDD+'	
'carbon pric*'	
'emission trad*'	
'ETS'	
'feed-in premium*'	
'adder tariff*'	
'feed-in tariff*'	
'feed in tariff*'	
'tax credit*'	

'CO2 tax'	
'emission tax'	
'pigouvian tax'	
'fuel tax*'	
'emission standard*'	
'command and control'	
'carbon border adjustment'	
'energy trad*'	
'carbon credit*'	
'financial benefits for end-users'	
'market incentive*'	
'renewables auction'	
'demand management'	
'fuel duty'	
'petrol duty'	
'road pric*'	
'congestion charge*'	
'congestion pric*'	
'road toll'	
'time-based fee*'	
'distance-based fee*'	
'cordon-based fee*'	
'support scheme*'	
'vehicle excise duty'	
'vehicle tax*'	
'car tax'	
'vehicle fuel efficiency labelling'	
'minimum energy performance standard*'	
'MEPS'	
'carbon charge'	
'net metering'	
'priority dispatch'	

'biofuel mandate'
'bioenergy mandate'
'energy demand'
'electricity demand'
'energy consumption'
'electricity consumption'
'meat consumption'
'car sharing'
'behavior* change'
'behaviour* change'
'lifestyle change'
'sustainable lifestyle']

Τελική επιλογή των λέξεων-κλειδιών για τη φάση 2

Λέξεις-κλειδιά με κόκκινο είναι για συγκεκριμένο τομέα

Έρευνα στο Scopus στον τίτλο του άρθρου 'Η λέξεις-κλειδιά, άρθρα, 2006 με 1η Μαρτίου 2016

Επιλογή πολιτικής (OR)	κίνδυνος (OR)	αβεβαιότητα (OR)
Γενική πολιτική	"climate polic*"	risk*
	"climate change polic*"	loss*
	"climate change mitigation"	damage*
	"CO2 emission* reduction"	threat*
	"greenhouse gas emission* reduction"	"negative effect*"
	"GHG emission*"	"adverse effect*"
		uncertain*
		"knowledge gap*"
		ambiguity
		confidence
		disagreement
		doubt*

reduction"		
"greenhouse gas mitigation"	"perverse effect*"	unknown
"GHG mitigation"	"unintended effect*"	"lack of knowledge"
decarbonization	"unwated effect*"	
"nearly zero energy"	"adverse impact*"	
"net-zero emissions"	"negative impact*"	
"climate friendly"	"perverse impact*"	
"climate neutral*"	"unwanted impact*"	
"zero emission*"	"unintended impact*"	
"zero-net emission*"	"negative co-effect*"	
"fossil fuel free"	"adverse co-effect*"	
"fossil fuel independent"	"perverse co-effect*"	
"low carbon"		
"energy efficien*"	"unintended co-effect*"	
"reducing emissions from"	"unwated co-effect*"	
"green economy"	"perverse outcome*"	
"green supply"	"unintended outcome*"	
"green sourc*"	"unwanted outcome*"	
	"negative outcome*"	
Όργανα πολιτικής	"climate treaty"	
	"adverse outcome*"	

	"climate agreement"	"adverse consequence"
	"Paris agreement"	"negative consequence"
	"Kyoto protocol"	"perverse consequence"
	"climate negotiation"	"unwanted consequence"
	"emission target"	obstacle*
	"national emission"	barrier*
	"emission reduction target"	"trade-off"
	"climate target"	
	"2 degree target"	
	"4 degree target"	
	"1.5 degree target"	
	"clean development mechanism"	
	CDM	
	"carbon tax"	
οικονομικά	"carbon price"	
	"emission trade"	
	ETS	
	"environmental service"	

	payment*"
	"carbon market"
	"carbon trad*"
	"emission market"
	"tax credit*"
	"CO2 tax"
	"emission tax"
	"pigouvian tax"
	"carbon-based fee*"
	"fuel tax*"
	"border tax adjustment*"
	"border carbon adjustment*"
	"carbon credit*"
	"green development tax"
	"carbon charge"
	"renewables auction"
	"energy trad*"
	"emission standard*"
Κανονισμοί και πρότυπα	"emission cap" eco-label*
Πολιτικές	"emission

πληροφόρησης	certificat*" "green certificat*" "certificate market" "gree label*" "eco certificat*" RED
Παροχή δημόσιων αγαθών	REDD REDD+ "carbon footprint*" climate AND
Τρόπος ζωής και συμπεριφορά	behavior* change" climate AND lifesyle change "demand side management" DSM "demand management" "sustainable lifestyle" "sustainable behavior" "green behavior" "green lifestyle" "save energy" "energy"

Προδιαγραφές
κλάδων

saving*"
"energy
transition"
"energy
transformation"
"renewable
energy polic*"
"renewable
electricity"
"mobility
transition"
"mobility
transformation"
"modal shift"
"sustainable
mobility"
"sustainable
agriculture"
"sustainable
energy"
"green energy"
"sustainable
forestry"
"sustainable
transport"
"green
transport"
"sustainable
electricity"
"green food"
"sustainable
food"
"sustainable

nutrition"
"sustainable
waste
management"
"sustainable
construction"
"sustainable
building*"
"green
building"
LULUCF
"Land use,
land-use change
and forestry"
climate AND
transport AND
policy
climate AND
building AND
policy
climate AND
agriculture
AND policy
climate AND
forestry AND
policy
climate AND
energy AND
policy
climate AND
food AND
policy
climate AND

**nutrition AND
policy
climate AND
electricity AND
policy
climate AND
waste
management
AND policy
climate AND
construction
AND policy
climate AND
industr* AND
policy**

