



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
«Βιώσιμη Λογιστική, Χρηματοοικονομική και Διακυβέρνηση»

Θέμα :

«Ουδετερότητα του άνθρακα και εταιρική απόδοση»

“Carbon neutrality and firm performance”

Ονοματεπώνυμο Φοιτητή : Κουτσαντώνη Παναγιώτα

Επιβλέπων διδάσκων : Περσάκης Αντώνιος

Λάρισα, Φεβρουάριος 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η εργασία μελετά την ουδετερότητα του άνθρακα και τη σχέση της με την εταιρική απόδοση. Αρχικά, παρουσιάζεται βιβλιογραφική επισκόπηση της σύνδεσης της ουδετερότητας του άνθρακα με την κλιματική αλλαγή και της επίδρασης του κινδύνου εκπομπών άνθρακα στη χρηματοοικονομία και την εταιρική χρηματοδότηση

Στόχος είναι η ανάλυση της έννοιας της ουδετερότητας άνθρακα, η κατανόηση του ρόλου της στην κλιματική αλλαγή και η διερεύνηση της επίδρασής της στις επιχειρήσεις. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση καλύπτει τον ορισμό των εκπομπών και του κινδύνου άνθρακα, καθώς και την τρέχουσα διαθεσιμότητα σχετικών δεδομένων. Επιπλέον, εξετάζεται πώς η κλιματική αλλαγή αποτελεί παγκόσμια πρόκληση και πώς η Συμφωνία του Παρισιού (COP21) θέτει στόχο την ουδετερότητα άνθρακα έως το 2050.

Τέλος, εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο ο εταιρικός κίνδυνος μπορεί να σχετίζεται με την έκθεση στον κίνδυνο άνθρακα, ακολουθούμενη από μια ανάλυση της βιβλιογραφίας σχετικά με το εάν και πώς ο κίνδυνος άνθρακα επηρεάζει το κόστος κεφαλαίου των επιχειρήσεων. Επιπλέον, συνοψίζεται η σχέση μεταξύ του κινδύνου εκπομπών άνθρακα και της απόδοσης ή της αξίας της εταιρείας. Επίσης, εξετάζεται εάν ο κίνδυνος άνθρακα έχει αντίκτυπο στη συμπεριφορά της εταιρείας και τον ρόλο των ασφαλιστικών εταιρειών στην ασφάλιση του άνθρακα. Η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα.

Λέξεις κλειδιά : άνθρακας, ουδετερότητα άνθρακα, κλιματική αλλαγή, απόδοση, εταιρική απόδοση

ABSTRACT

This paper examines carbon neutrality and its relationship with corporate performance. Initially, a literature review is presented on the connection between carbon neutrality and climate change, as well as the impact of carbon emissions risk on finance and corporate funding.

The objective is to analyze the concept of carbon neutrality, understand its role in climate change, and explore its effects on businesses. The literature review covers the definition of carbon emissions and carbon risk, along with the current availability of relevant data. Additionally, it examines how climate change is a global challenge and how the Paris Agreement (COP21) sets the goal of achieving carbon neutrality by 2050.

Finally, the paper explores how corporate risk may be related to exposure to carbon risk, followed by a literature analysis on whether and how carbon risk affects the cost of capital for businesses. Furthermore, it summarizes the relationship between carbon emissions risk and a company's performance or value. It also examines whether carbon risk impacts corporate behavior and the role of insurance companies in carbon insurance. The Paper concludes with final remarks and findings.

Keywords: carbon, carbon neutrality, climate change, corporate performance, corporate performance

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.:

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	7
ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	7
1.1. Ορισμοί	7
1.2.Ουδετερότητα άνθρακα έως το 2050: η πιο επείγουσα αποστολή στον κόσμο	9
1.3.Μέτρηση και διαθεσιμότητα δεδομένων	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΟΡΑΜΑ ΤΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	15
2.1. Παγκόσμια κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις	15
2.2. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου του CO ₂ προκαλεί εντατικοποίηση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής	15
2.3. Ουδετερότητα του άνθρακα και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής	16
2.3.1. Προκλήσεις για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα	17
2.4. Επιστήμη της ουδετερότητας άνθρακα	18
2.4.1. Θεωρητική χροιά	18
2.4.2. Τεχνολογική χροιά	21
2.5. Βασικά τεχνολογικά συστήματα ουδετερότητας άνθρακα	22
2.5.1. Σύστημα βιομηχανίας άνθρακα	22
2.6. Σύστημα βιομηχανίας υδρογόνου	24
2.7. Δέκα ανατρεπτικές τεχνολογίες και προβλέψεις του κλάδου	26
2.8. Πέντε στρατηγικά έργα	27
	3

2.8.1. Έργο εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της απόδοσης	27
2.8.2. Έργο μείωσης και δέσμευσης άνθρακα	27
2.8.3. Έργο επιστημονικής και τεχνολογικής καινοτομίας	28
2.8.4. Έργο έκτακτης ανάγκης εφεδρεία	29
2.8.5. Έργο υποστήριξης πολιτικής	29
2.9. Αρχές, σημασία και προοπτικές ουδετερότητας άνθρακα	30
2.9.1. Αρχές που πρέπει να ακολουθηθούν για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα	30
2.9.2. Η ουδετερότητα άνθρακα είναι μια σημαντική πρακτική της παγκόσμιας πράσινης, χαμηλών εκπομπών άνθρακα και βιώσιμης ανάπτυξης	31
2.9.3. Ουδετερότητα του άνθρακα δείκτης ευτυχίας της ανθρωπότητας	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	35
ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΓΙΑ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑ ΑΝΘΡΑΚΑ	35
3.1. Ουδετερότητα άνθρακα για τις επιχειρήσεις: συμβιβασμός ή πόρος	35
3.2. Δέσμευση όφελος ή ζημία	38
3.3. Βιώσιμη επένδυση – ESG - αντίδραση της αγοράς	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΑΣΦΑΛΙΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΑΛΥΣΙΔΑ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	42
ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ	46
ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	46
5.1.Κίνδυνος εκπομπής άνθρακα και κόστος κεφαλαίου	46
5.1.1. Κίνδυνος άνθρακα και κόστος μετοχικού κεφαλαίου	46
5.1.2.Κίνδυνος άνθρακα και κόστος χρέους	50
5.3. Κίνδυνος εκπομπής άνθρακα – οικονομική απόδοση και εταιρική αξία	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο	
ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΕΤΑΙΡΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ	63
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	65

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η απόδοση άνθρακα των επιχειρήσεων γίνεται όλο και πιο σημαντική τα τελευταία χρόνια λόγω των ανησυχιών για την υπερθέρμανση του πλανήτη που συνδέεται με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) δήλωσε στο «Κλιματική Αλλαγή 2021: Η Βάση της Φυσικής επιστήμης» (Climate Change 2021: The Physical Science Basis) ότι η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας οφείλεται αναμφίβολα στην ανθρώπινη επίδραση. Για να περιοριστούν οι ανθρωπογενείς κλιματικοί παράγοντες, τον Δεκέμβριο του 2015 στη COP 21 στη Γαλλία, εκπρόσωποι από περισσότερα από 190 κράτη υπέγραψαν τη Συμφωνία του Παρισιού (PA) και δεσμεύτηκαν να περιορίσουν την υπερθέρμανση του πλανήτη σε «πολύ κάτω από τους 2°C» πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Στην πράξη, πολλές χώρες έχουν ήδη εισαγάγει μηχανισμούς τιμολόγησης άνθρακα για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα, όπως η εμπορία άνθρακα και οι φόροι άνθρακα. Συγκεκριμένα, 25 χώρες έχουν εφαρμόσει φόρους άνθρακα (π.χ. Καναδάς, Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία, Φινλανδία και Σιγκαπούρη) και 36 χώρες έχουν υιοθετήσει συστήματα εμπορίας εκπομπών άνθρακα (π.χ. ΕΕ, ΗΠΑ, Κορέα και Κίνα).

Αυτές οι προσπάθειες πολιτικής για τον περιορισμό των εκπομπών άνθρακα εγείρουν ερωτήματα σχετικά με το εάν οι επιχειρήσεις θα επηρεαστούν από τον κίνδυνο άνθρακα. Ποιοι τύποι επιχειρήσεων είναι πιο ευάλωτοι σε τέτοιες πολιτικές; Οι επιπτώσεις στην απόδοση της εταιρείας θα είναι θετικές ή αρνητικές; Για να απαντηθούν αυτά τα ερωτήματα, αυτή η μελέτη εξετάζει την έρευνα για την οικονομική των εταιρειών που επικεντρώνεται σε θέματα κινδύνου άνθρακα. Αν και σχετίζεται στενά με τη μελέτη μας και είναι σημαντικό, δεν εξετάζουμε την εκτενή βιβλιογραφία για την κλιματική αλλαγή ή τον κλιματικό κίνδυνο.

Η παρακάτω εργασία αποτελεί μια επισκόπηση της έρευνας που βασίζεται στη χρηματοοικονομία σχετικά με τον κίνδυνο εκπομπών άνθρακα, με έμφαση στην εταιρική χρηματοδότηση. Στη βιβλιογραφία των εταιρικών χρηματοοικονομικών, ο κίνδυνος άνθρακα αναφέρεται στον αντίκτυπο της μετάβασης της κοινωνίας σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα στην αξία της επιχείρησης λόγω αυστηρότερων κανονισμών, αλλαγής των προτιμήσεων των καταναλωτών, ζημίας στη φήμη κ.λπ. παράγοντες, όπως ο εταιρικός κίνδυνος, το κόστος

κεφαλαίου, η οικονομική απόδοση, η αξία της εταιρείας και οι εταιρικές αποφάσεις. Παρόλο που η έρευνα για τον κίνδυνο εκπομπών άνθρακα εξακολουθεί να αναπτύσσεται στον τομέα της εταιρικής χρηματοδότησης, η ποσότητα της βιβλιογραφίας για αυτό το θέμα αυξάνεται, ειδικά τα τελευταία χρόνια. Διαπιστώνουμε ότι ορισμένα αποτελέσματα είναι ισχυρά, ενώ άλλα είναι μικτά. Αυτό δείχνει ότι εξακολουθούν να υπάρχουν αντικρουόμενες υποθέσεις, οδηγώντας σε ανάγκη για περισσότερη εξερεύνηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

1.1. Ορισμοί

Με τις παγκόσμιες προσπάθειες για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής μειώνοντας τις εκπομπές άνθρακα στο μηδέν γύρω στα μέσα του αιώνα, η έννοια της «ουδετερότητας άνθρακα» έχει τραβήξει όλο και μεγαλύτερη προσοχή. Υπήρξαν 137 χώρες που ανακοίνωσαν δεσμεύσεις για ουδετερότητα άνθρακα και κυκλοφόρησαν υποστηρικτικές πολιτικές, ανάμεσα στις οποίες, το Μπουτάν και το Σουρινάμ είναι οι δύο χώρες που έχουν επιτύχει ουδετερότητα άνθρακα (Εθνικό Συμβούλιο Δημοσίων Υπηρεσιών, 2021). Σε επίπεδο εταιρείας, οι εταιρείες επιταχύνουν τους ρυθμούς για να ευθυγραμμιστούν με αυτήν την ατζέντα και ο αριθμός των εταιρειών με δεσμεύσεις μηδενισμού διπλασιάστηκε σε λιγότερο από ένα χρόνο, από 500 το 2019 σε περισσότερες από 1.000 το 2020 (Ηνωμένα Έθνη, 2020). Παρατηρείται ότι υπάρχει μια ανοδική τάση των εταιρειών που δεσμεύονται για την ουδετερότητα του άνθρακα.

Η εταιρική συμμετοχή στην ουδετερότητα των εκπομπών άνθρακα θεωρείται πρωτίστως ως εμπορικά εθελοντική πρακτική, καθώς δεν υπάρχει νομική υποχρέωση ώστε οι εταιρείες να υποχρεωθούν να συμβαδίζουν με τον εθνικό στόχο της επίτευξης μηδενικών εκπομπών άνθρακα. Αυτό σημαίνει ότι μια τέτοια δέσμευση για ουδετερότητα άνθρακα αποκαλύπτει τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές ανησυχίες των εταιρειών. Οι εταιρείες αναλαμβάνουν την ευθύνη για την αντιμετώπιση δημόσιων θεμάτων εκτός από την απλή συμμόρφωση με τους κυβερνητικούς κανονισμούς (Neville et al., 2005).

Στη βιβλιογραφία των εταιρικών χρηματοδοτήσεων, ο κίνδυνος εκπομπής άνθρακα αναφέρεται, συνήθως, στον αντίκτυπο της μετάβασης της κοινωνίας σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, στην αξία της επιχείρησης λόγω εκτεταμένων αλλαγών πολιτικής, νομικής, τεχνολογίας, αγοράς και φήμης. Ο κίνδυνος εκπομπής άνθρακα είναι ένας κίνδυνος μετάβασης. Οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν κίνδυνο εκπομπών άνθρακα λόγω της διαδικασίας παραγωγής εντάσεως άνθρακα στο πλαίσιο μιας μετάβασης χαμηλών εκπομπών άνθρακα, και όχι επειδή εκτίθενται σε συγκεκριμένο κίνδυνο για το φυσικό κλίμα (για παράδειγμα, άνοδος της στάθμης

της θάλασσας) (Branco & Rodrigues, 2006). Οι Hoffmann & Busch (2008), θεωρούν ως κίνδυνο εκπομπής άνθρακα *«οποιοδήποτε εταιρικό κίνδυνο που σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή ή τη χρήση ορυκτών καυσίμων»*. Οι Ehlers et al., (2021), ορίζουν τον κίνδυνο εκπομπής άνθρακα ως *«τον πιθανό οικονομικό αντίκτυπο της αυστηροποίησης των πολιτικών για τις εκπομπές άνθρακα»*. Οι Trinks et al., (2022), αναφέρονται στον κίνδυνο εκπομπής άνθρακα, ως ρυθμιστικό κίνδυνο και κίνδυνο αγοράς, που διατρέχουν οι εταιρείες υψηλών εκπομπών άνθρακα κατά τη μετάβαση από ένα σύστημα παραγωγής υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα σε ένα σύστημα παραγωγής χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι Nguyen & Phan, (2020), ορίζουν τον κίνδυνο εκπομπής άνθρακα ως τη χρηματοοικονομική ευπάθεια μιας επιχείρησης στη μετάβαση από μια οικονομία, που βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Στο παρελθόν, οι υψηλές εκπομπές μπορούσαν να εξωτερικεύσουν το κόστος των εκπομπών του άνθρακα και, ως εκ τούτου, δεν ήταν εκτεθειμένοι σε κίνδυνο εκπομπής άνθρακα. Ωστόσο, με έναν αυξανόμενο αριθμό πρωτοβουλιών μείωσης του άνθρακα που αναλαμβάνονται, οι επιχειρήσεις καλούνται να εσωτερικεύσουν το κόστος των εκπομπών άνθρακα, καθιστώντας τον κίνδυνο εκπομπών άνθρακα βασική επιχειρηματική σκέψη (Clarkson et al., 2015).

Στην πράξη, οι μετρήσεις των εκπομπών άνθρακα χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστεί εάν η διαδικασία παραγωγής των επιχειρήσεων έχει ως αποτέλεσμα και σε τί ποσότητα την διαρροή αερίου άνθρακα στο περιβάλλον. Οι εκπομπές άνθρακα προέρχονται γενικά από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, τη γεωργία, την αποψίλωση των δασών, τις διαδικασίες παραγωγής (π.χ. παραγωγή τσιμέντου) και τη χρήση ψυκτικού αερίου. Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο GHG, οι εκπομπές άνθρακα ομαδοποιούνται σε άμεσες και έμμεσες εκπομπές με βάση την παραγωγή και τις οικονομικές δραστηριότητες των επιχειρήσεων. Συγκεκριμένα, οι άμεσες εκπομπές (πεδίο 1) σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων ή την επεξεργασία χημικών ουσιών και υλικών από πηγές που ανήκουν ή ελέγχονται από μια επιχείρηση. Οι έμμεσες εκπομπές αναφέρονται σε εκπομπές από αγορασμένη ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα ή ατμό (πεδίο 2) καθώς και σε εκπομπές από όλες τις άλλες αλυσίδες αξίας, όπως χρήση προϊόντων, αγορασμένα υλικά, δραστηριότητες που ανατίθενται σε εξωτερικούς συνεργάτες και διάθεση απορριμμάτων (πεδίο 3) (National Public Utilities Council, 2021).

1.2. Ουδετερότητα άνθρακα έως το 2050: η πιο επείγουσα αποστολή στον κόσμο

Καθώς ο κόσμος γιορτάζει την πέμπτη επέτειο από την υιοθέτηση της συμφωνίας ορόσημο του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή, ένα πολλά υποσχόμενο κίνημα για την ουδετερότητα των εκπομπών άνθρακα διαμορφώνεται (Guterres, 2020).

Τον Ιανουάριο του 2021, οι χώρες που αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 65 % των εκπομπών επιβλαβών αερίων του θερμοκηπίου και περισσότερο από το 70% της παγκόσμιας οικονομίας δεσμεύτηκαν να επιτύχουν καθαρές μηδενικές εκπομπές μέχρι τα μέσα του αιώνα (Guterres, 2020).

Την ίδια στιγμή, οι κύριοι κλιματικοί δείκτες επιδεινώνονται. Ενώ η πανδημία Covid-19 μείωσε προσωρινά τις εκπομπές, τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα εξακολουθούν να είναι σε υψηλά επίπεδα ρεκόρ – και να αυξάνονται. Η τελευταία δεκαετία ήταν η πιο δύσκολη, που έχει καταγραφεί. Ο αρκτικός θαλάσσιος πάγος τον Οκτώβριο του 2020, ήταν ο χαμηλότερος όλων των εποχών και οι εκτεταμένες πυρκαγιές, οι πλημμύρες, οι ξηρασίες και οι καταιγίδες είναι όλο και περισσότερο η νέα πραγματικότητα. Η βιοποικιλότητα καταρρέει, οι έρημοι εξαπλώνονται, οι ωκεανοί θερμαίνονται και πνίγονται από πλαστικά απόβλητα. Η επιστήμη μας λέει ότι αν δεν μειώσουμε την παραγωγή ορυκτών καυσίμων κατά 6% κάθε χρόνο από τώρα (2020) έως το 2030, τα πράγματα θα χειροτερέψουν. Αντίθετα, τα στοιχεία δείχνουν ότι είμαστε καθ' οδόν για ετήσια άνοδο 2 τοις εκατό (Guterres, 2020).

Η ανάκαμψη της πανδημίας μας δίνει μια απροσδόκητη αλλά ζωτικής σημασίας ευκαιρία να επιτεθούμε στην κλιματική αλλαγή, να διορθώσουμε το παγκόσμιο περιβάλλον, να ανασχεδιάσουμε τις οικονομίες μας και να φανταστούμε ξανά το μέλλον μας. Αυτά που πρέπει να κάνουμε (Guterres, 2020) :

- Πρώτον, πρέπει να οικοδομήσουμε έναν πραγματικά παγκόσμιο συνασπισμό για την ουδετερότητα των εκπομπών άνθρακα έως το 2050 (Guterres, 2020).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευτεί να το πράξει. Το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιαπωνία, η Δημοκρατία της Κορέας και περισσότερες από 110 χώρες έχουν κάνει το ίδιο. Το ίδιο και η επερχόμενη κυβέρνηση των Ηνωμένων Πολιτειών. Η Κίνα έχει δεσμευτεί να φτάσει εκεί πριν από το 2060.

Κάθε χώρα, πόλη, χρηματοπιστωτικό ίδρυμα και εταιρεία θα πρέπει να υιοθετήσει σχέδια για το απόλυτο μηδέν (εκπομπών άνθρακα) και να ενεργήσει τώρα για να μπει στον σωστό δρόμο προς αυτόν τον στόχο, που σημαίνει μείωση των παγκόσμιων εκπομπών κατά 45% έως το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2010. Πριν από τη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Κλίμα τον επόμενο Νοέμβριο στη Γλασκώβη, οι κυβερνήσεις υποχρεούνται από τη Συμφωνία του Παρισιού να είναι όλο και πιο φιλόδοξες κάθε πέντε χρόνια και να υποβάλλουν ενισχυμένες δεσμεύσεις γνωστές ως Εθνικά Καθορισμένες Συνεισφορές (National Determined Contributions), και αυτές οι NDC πρέπει να δείξουν αληθινή φιλοδοξία για ουδετερότητα άνθρακα (Guterres, 2020).

Η τεχνολογία είναι με το μέρος της μείωσης του άνθρακα. Κοστίζει περισσότερο η απλή λειτουργία των περισσότερων από τις σημερινές μονάδες άνθρακα παρά η κατασκευή νέων μονάδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από την αρχή. Η οικονομική ανάλυση επιβεβαιώνει την ορθότητα αυτής της σκέψης. Σύμφωνα με τη Διεθνή Οργάνωση Εργασίας, παρά τις αναπόφευκτες απώλειες θέσεων εργασίας, η μετάβαση στην καθαρή ενέργεια θα δημιουργήσει 18 εκατομμύρια καθαρές νέες θέσεις εργασίας έως το 2030. Πρέπει όμως να αναγνωρίσουμε το ανθρώπινο κόστος που θα προκύψει όταν απαλλαγούμε από τις εκπομπές του άνθρακα και να υποστηρίξουμε τους εργαζόμενους με κοινωνική προστασία, επανεκπαίδευση και αναβάθμιση δεξιοτήτων ώστε η μετάβαση να είναι δίκαιη (Guterres, 2020).

- Δεύτερον, πρέπει να ευθυγραμμίσουμε την παγκόσμια χρηματοδότηση με τη Συμφωνία του Παρισιού και τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, το προσχέδιο του κόσμου για ένα καλύτερο μέλλον.

Είναι καιρός να οριστεί μια τιμή στον άνθρακα, να τερματιστούν οι επιδοτήσεις και οι χρηματοδοτήσεις ορυκτών καυσίμων, να σταματήσει η κατασκευή νέων σταθμών παραγωγής ενέργειας από άνθρακα, να μετατοπιστεί η φορολογική επιβάρυνση του εισοδήματος στον άνθρακα, από τους φορολογούμενους στους υπαίτιους της ρύπανσης, να καθιστούν υποχρεωτικές οι γνωστοποιήσεις χρηματοοικονομικών κινδύνων που σχετίζονται με το κλίμα, και να ενσωματωθεί ο στόχος της ουδετερότητας των εκπομπών άνθρακα σε όλες τις οικονομικές και δημοσιονομικές αποφάσεις. Οι τράπεζες πρέπει να ευθυγραμμίσουν της χορηγήσεις δανείων τους με τον καθαρό μηδενικό στόχο και οι ιδιοκτήτες περιουσιακών στοιχείων και οι διαχειριστές πρέπει να απαλλάξουν τα χαρτοφυλάκιά τους από τον άνθρακα (Guterres, 2020).

- Τρίτον, πρέπει να εξασφαλίσουμε μια σημαντική πρόοδο στην προσαρμογή και την ανθεκτικότητα για να βοηθήσουμε όσους αντιμετωπίζουν ήδη τρομερές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Αυτό δεν συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό σήμερα: η προσαρμογή αντιπροσωπεύει μόνο το 20% της χρηματοδότησης για το κλίμα. Αυτό εμποδίζει τις προσπάθειές μας να μειώσουμε τον κίνδυνο καταστροφής του περιβάλλοντος. Επίσης δεν είναι επικερδές. Κάθε 1δολλάριο που επενδύεται σε μέτρα προσαρμογής θα μπορούσε να αποφέρει σχεδόν 4 δολλάρια σε οφέλη. Η προσαρμογή και η ανθεκτικότητα είναι ιδιαίτερα επείγουσες για τα μικρά νησιωτικά αναπτυσσόμενα κράτη, για τα οποία η κλιματική αλλαγή αποτελεί υπαρξιακή απειλή (Guterres, 2020).

Το μέλλον μας δίνει πολλές ευκαιρίες για να αντιμετωπίσουμε τις καταστάσεις έκτακτης ανάγκης του πλανήτη μας, μέσω μεγάλων διασκέψεων των Ηνωμένων Εθνών και άλλων προσπαθειών για τη βιοποικιλότητα, τους ωκεανούς, τις μεταφορές, την ενέργεια, τις πόλεις και τα συστήματα τροφίμων. Ένας από τους καλύτερους συμμάχους μας είναι η ίδια η φύση: οι λύσεις που βασίζονται στη φύση θα μπορούσαν να παρέχουν το ένα τρίτο των καθαρών μειώσεων στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού. Η γνώση των ιθαγενών μπορεί να βοηθήσει να δείξει το δρόμο. Και καθώς η ανθρωπότητα επινοεί στρατηγικές για τη διατήρηση του περιβάλλοντος και την οικοδόμηση μιας πράσινης οικονομίας, χρειαζόμαστε περισσότερες γυναίκες στο προσκήνιο να λαμβάνουν αποφάσεις. (Guterres, 2020).

Η πανδημία του COVID και η κλιματική αλλαγή μας έφεραν στο κατώφλι της νέας πραγματικότητας. Δεν μπορούμε να επιστρέψουμε στην παλιά κανονικότητα της ανισότητας και της αλόγιστης κυριαρχίας πάνω στον πλανήτη. Αντίθετα, πρέπει να προχωρήσουμε προς έναν ασφαλέστερο, πιο βιώσιμο δρόμο. Αυτό αποτελεί μια σύνθετη δοκιμασία πολιτικών αποφάσεων και ένα επείγον ηθικό τεστ. Με τις σημερινές αποφάσεις να καθορίζουν την πορεία μας για τις επόμενες δεκαετίες, πρέπει να κάνουμε την ανάκαμψη από την πανδημία και τη δράση για το κλίμα δύο όψεις του ίδιου νομίσματος (Guterres, 2020).

1.3. Μέτρηση και διαθεσιμότητα δεδομένων

Κατά την ανασκόπηση προηγούμενων μελετών, βρίσκουμε δύο τύπους προσεγγίσεων για τη μέτρηση του εταιρικού κινδύνου άνθρακα. Μια μεθοδολογία βασίζεται στις εκπομπές άνθρακα,

συμπεριλαμβανομένου του επιπέδου εκπομπών άνθρακα (πεδίο 1, πεδίο 2, πεδίο εφαρμογής 3 ή συνολικά) και την ένταση εκπομπών άνθρακα (ο λόγος των εκπομπών άνθρακα προς τα έσοδα από τις πωλήσεις). Υπάρχει μια γενική υπόθεση, η οποία ελέγχεται από πολλές εμπειρικές μελέτες, ότι όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο των εκπομπών άνθρακα, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος. Σύμφωνα με την Taskforce on Climate-related Financial Disclosure (TCFD), η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα συνεπάγεται αλλαγές στην πολιτική, τη νομοθεσία, την τεχνολογία και τις αγορές, και αυτές οι αλλαγές μπορεί να έχουν οικονομικές επιπτώσεις σε υψηλούς ρύπους. Ως εκ τούτου, θεωρούμε τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (απόδοση) ως καλό δείκτη για τον κίνδυνο άνθρακα μόνο εάν οι εταιρείες βρίσκονται σε μια δικαιοδοσία με πιο αυστηρούς κανονισμούς για το κλίμα. Μια άλλη ομάδα μελετών χρησιμοποιεί την καλή εταιρική απόδοση άνθρακα ως υποκατάστατο για χαμηλό κίνδυνο εκπομπών άνθρακα, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης των εκπομπών και της απόδοσης άνθρακα. Συγκεκριμένα, μείωση εκπομπών είναι η μεταβολή των εκπομπών άνθρακα μεταξύ δύο ή περισσότερων ετών. Η απόδοση άνθρακα είναι ο βαθμός στον οποίο παράγεται το επίπεδο παραγωγής μιας επιχείρησης με χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα σε σχέση με τους ανταγωνιστές της βιομηχανίας (Trinks et al., 2020). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο κίνδυνος εκπομπής άνθρακα αναφέρεται στον αντίκτυπο της μετάβασης της κοινωνίας σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα στην αξία της επιχείρησης. Αντίθετα, η αποκάλυψη άνθρακα αναφέρεται στην πρακτική των εταιρειών να αναφέρουν τις εκπομπές άνθρακα τους, κάτι που μπορεί να μειώσει την ασυμμετρία πληροφοριών αλλά δεν μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο εκπομπών άνθρακα. Επομένως, ο κίνδυνος εκπομπής άνθρακα και η αποκάλυψη άνθρακα είναι δύο διαφορετικές έννοιες, καθώς μια έντιμη εταιρεία θα μπορούσε να είναι είτε υψηλού κινδύνου είτε χαμηλού κινδύνου.

Μια πρόκληση για τη μέτρηση του κινδύνου εκπομπής άνθρακα είναι η απόκτηση πληροφοριών για τις εκπομπές άνθρακα σε επίπεδο επιχείρησης, οι οποίες συνήθως δεν γνωστοποιούνται στις οικονομικές καταστάσεις των εταιρειών και δεν επιβάλλονται από τις περισσότερες χρηματοοικονομικές ρυθμιστικές αρχές (Andrew & Cortese, 2011). Οι μελετητές και οι επενδυτές λαμβάνουν συνήθως πληροφορίες από παρόχους δεδομένων που ακολουθούν το Πρωτόκολλο για τα Αέρια Θερμοκηπίου και παρέχουν δεδομένα για τις εκπομπές άνθρακα σε επίπεδο εταιρείας. Για παράδειγμα, το CDP (παλαιότερα γνωστό ως Carbon Disclosure Project), που ιδρύθηκε από θεσμικούς επενδυτές που ανησυχούσαν για τους κλιματικούς κινδύνους μετάβασης, καλεί τις μεγάλες παγκόσμιες εταιρείες να αποκαλύπτουν οικειοθελώς πληροφορίες

για τον άνθρακα κάθε χρόνο. Οι επιχειρήσεις πρέπει να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο που να συλλαμβάνει πληροφορίες για τις άμεσες και έμμεσες εκπομπές άνθρακα των επιχειρήσεων. Άλλοι πάροχοι δεδομένων, όπως οι Trucost, MSCI, Thomson Reuters, Sustainalytics, Bloomberg και ISS, βασίζονται σε δεδομένα CDP και τα συμπληρώνουν με άλλες πηγές δεδομένων για να σχηματίσουν τελικά δεδομένα εκπομπών άνθρακα σε εταιρικό επίπεδο (Trinks et al., 2020).

Οι Trinks et al., (2020), διαπιστώνουν ότι οι επιχειρήσεις με απόδοση άνθρακα έχουν σημαντικά χαμηλότερο συστημικό κίνδυνο αλλά όχι χαμηλότερο συνολικό κίνδυνο. Οι Xue et al. (2020), διαπιστώνουν ότι οι εταιρείες του HB με καλές επιδόσεις περιβαλλοντικής διαχείρισης, όπως η παρακολούθηση της απόδοσης μείωσης των εκπομπών, μπορούν να μειώσουν αποτελεσματικά τους ιδιοσυγκρασιακούς και συνολικούς κινδύνους τους. Ωστόσο, οι συγγραφείς δεν βρίσκουν σημαντική επίδραση της έντασης του άνθρακα στους σταθερούς κινδύνους.

Αρκετές μελέτες χρησιμοποιούν τον κίνδυνο αθέτησης ως μέτρο του εταιρικού κινδύνου και επιβεβαιώνουν μια θετική συσχέτιση μεταξύ του κινδύνου εκπομπών άνθρακα και της πιθανότητας αθέτησης. Συγκεκριμένα, οι Capasso et al. (2020), διερεύνησαν την επίδραση της έκθεσης σε κίνδυνο εκπομπής άνθρακα στον κίνδυνο εταιρικής αθέτησης με ένα δείγμα στοιχείων του Bloomberg Barclays Aggregate Corporate Index από το 2007 έως το 2017. Διαπιστώνουν ότι οι υψηλές εκπομπές άνθρακα και η υψηλή ένταση άνθρακα μιας επιχείρησης μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένο κίνδυνο αθέτησης, ιδίως μετά την υιοθέτηση της Συμφωνίας του Παρισιού. Σε σχετική εργασία, οι Kabir et al. (2021), αναλύουν τη σχέση μεταξύ των εκπομπών άνθρακα και του κινδύνου αθέτησης με ένα ευρύτερο και πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα 2785 εταιρειών παγκοσμίως από το 2004 έως το 2018. Επίσης, δείχνουν σημαντικό θετικό αντίκτυπο των εκπομπών άνθρακα στον κίνδυνο αθέτησης πληρωμών των επιχειρήσεων, υποδεικνύοντας ότι οι επιχειρήσεις με υψηλότερες εκπομπές άνθρακα είναι πιο πιθανό να αθετήσουν τις υποχρεώσεις ως προς τα χρέη τους. Ο αντίκτυπος είναι ισχυρότερος για τις επιχειρήσεις σε βιομηχανίες έντασης άνθρακα και οικονομίες με υψηλή περιβαλλοντική συνείδηση. Επιπλέον, η ανακοίνωση περιβαλλοντικών πρωτοβουλιών και ο καθορισμός στόχων εκπομπών μπορεί να μειώσει την επίδραση του κινδύνου εκπομπών άνθρακα στον κίνδυνο εταιρικής χρεοκοπίας, ενώ η ανάμειξη σε περιβαλλοντικά σκάνδαλα μπορεί να επιδεινώσει τον αντίκτυπο. Από μια άλλη οπτική γωνία, οι Duong et al. (2021), χρησιμοποιούν 13 δείκτες για να αξιολογήσουν το σκορ διαχείρισης κινδύνου εκπομπής άνθρακα των επιχειρήσεων και να βρουν μια σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ του σκορ και της διαφοράς ανταλλαγής πιστωτικής αθέτησης, υποδεικνύοντας ότι οι

επενδυτές πιστεύουν ότι η καλή διαχείριση του κινδύνου άνθρακα είναι αποτελεσματική στη μείωση της πιθανότητας αθέτησης. Είναι ενδιαφέρον ότι η πιθανότητα αθέτησης υποχρεώσεων των επιχειρήσεων μπορεί επίσης να επηρεάσει θετικά τα επίπεδα εκπομπών τους, καθώς οι εταιρείες με οικονομικούς περιορισμούς και υψηλές πιθανότητες αθέτησης είναι λιγότερο ενθουσιώδεις για να συμβαδίσουν με τις εθνικές περιβαλλοντικές στρατηγικές (Rehman & Liu, 2022).

Εκτός από την πρόταση συσχετισμών ή σχέσεων αιτιών, πολλές από αυτές τις μελέτες εξηγούν γιατί ο κίνδυνος εκπομπής άνθρακα των επιχειρήσεων σχετίζεται θετικά με τον κίνδυνο αθέτησης υποχρεώσεων (Kabir et al., 2021). Πρώτον, κατά τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, θεσπίζονται και επιβάλλονται νέοι κανονισμοί. Οι επιχειρήσεις με υψηλότερους κινδύνους εκπομπών άνθρακα είναι πιο πιθανό να υπόκεινται σε σημαντική κανονιστική πίεση, με αποτέλεσμα αυξημένο κόστος μείωσης και συμμόρφωσης. Δεύτερον, οι υψηλές εκπομπές άνθρακα ενδέχεται να υποφέρουν από κίνδυνο φήμης λόγω της αυξημένης περιβαλλοντικής συνείδησης των ενδιαφερομένων τους, οδηγώντας σε περαιτέρω απώλεια εσόδων. Τρίτον, οι επενδυτές και οι δανειστές χρεώνουν ένα ασφάλιστρο κινδύνου άνθρακα σε επιχειρήσεις υψηλών εκπομπών άνθρακα ως αποζημίωση, αυξάνοντας έτσι το κόστος χρηματοδότησης των εκπομπών. Ως εκ τούτου, τα μειωμένα έσοδα και το αυξημένο κόστος ενισχύουν την πιθανότητα αθέτησης υποχρεώσεων των επιχειρήσεων (Kabir et al., 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΟΡΑΜΑ ΤΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

2.1. Παγκόσμια κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις

Η γη έχει ιστορία περίπου 4,6 δισεκατομμυρίων ετών. Η εμφάνιση των προκαρυωτών κυττάρων, σηματοδότησε την επίσημη ύπαρξη ζωής στη γη. Πριν από περίπου 6 εκατομμύρια χρόνια, εμφανίστηκαν ανθρωποειδή. Από τη γέννηση των οργανισμών, η γη έχει υποστεί 5 μαζικές εξαφανίσεις μεγάλης κλίμακας στην Ύστερη Ορδοβικανή , την Ύστερη Δεβόνια , την Πέρμια-Τριασική, την Τριασική-Ιουρασική και την Ύστερη Κρητιδική (Songqi et al., 2021).

Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή προκάλεσε διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας, η οποία οδήγησε περαιτέρω σε μια αμοιβαία ανατροφοδότηση περιβάλλοντος-ζωής και εξαφανίσεις πολλών ειδών. Μεταξύ αυτών, η πιο καταστροφική μαζική εξαφάνιση σημειώθηκε στην Πέρμια-Τριασική, με περίπου το 96% της θαλάσσιας ζωής και το 70% των χερσαίων οργανισμών να εξαφανίζονται από τον πλανήτη. Πριν από την εμφάνιση των ανθρώπων, καταστροφές όπως ηφαιστειακές εκρήξεις , σύγκρουση ουράνιων σωμάτων και αλλαγές στη θαλάσσια ζωή προκάλεσαν ξαφνικές αλλαγές στη συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που οδήγησαν περαιτέρω σε διακυμάνσεις της παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας, μαζικές εξαφανίσεις και άλλες αλυσιδωτές αλλαγές. Οι βιολογικές εξαφανίσεις έθεσαν επίσης τα θεμέλια για το σχηματισμό της ορυκτής ενέργειας (Songqi et al., 2021).

2.2. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου του CO₂ προκαλεί εντατικοποίηση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής

Μετά την έλευση της εκβιομηχάνισης, η μέση συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα έφτασε στο υψηλότερο επίπεδο σε σχεδόν ένα εκατομμύριο χρόνια παγκοσμίως. Η θερμοκρασία συνεχίζει να αυξάνεται, επιφέροντας μια σειρά απειλών για την ανάπτυξη του οικοσυστήματος στη γη και

την ανθρώπινη κοινωνία. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία, από 0,8 Ma έως την προβιομηχανοποίηση (πριν από το 1750), η παγκόσμια συγκέντρωση CO₂ ήταν χαμηλότερη από 280×10^{-6} . Το 2015, η συγκέντρωση CO₂ ξεπέρασε τα 400×10^{-6} και συνέχισε να αυξάνεται ραγδαία μέχρι το 2019, ξεπερνώντας τα 410×10^{-6} μέσα σε μόλις 4 χρόνια. Τα τελευταία 70 χρόνια, ο ρυθμός αύξησης της συγκέντρωσης CO₂ ήταν περίπου 100 φορές μεγαλύτερος από εκείνον στο τέλος της τελευταίας περιόδου των παγετώνων. Στα τέλη του 1960, ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της συγκέντρωσης CO₂ ήταν $0,7 \times 10^{-6}$, ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της συγκέντρωσης CO₂ ήταν 2×10^{-6} από το 2005 έως το 2019 και η παγκόσμια μέση θερμοκρασία ήταν επίσης 1,1 °C ή και υψηλότερο από αυτό πριν από την εκβιομηχάνιση (Lenton et al., 2019).

Στο μέλλον, η ανθρωπότητα θα βρεθεί αντιμέτωπη με μια σειρά από όλο και πιο σοβαρές κλιματικές αλλαγές και τις αλυσιδωτές επιπτώσεις τους, όπως η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, πιο ακραία καιρικά φαινόμενα, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και η καταστροφή των θαλάσσιων και χερσαίων οικοσυστημάτων. Μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα, εάν η παγκόσμια θερμοκρασία αυξηθεί κατά 2 °C, η στάθμη της θάλασσας θα ανέβει κατά 36–87 cm, το 99% των κοραλλιογενών υφάλων θα εξαφανιστεί, περίπου το 13% των χερσαίων οικοσυστημάτων θα καταστραφεί και πολλά φυτά και ζώα μπορεί να κινδυνεύουν (Lenton et al., 2019).

2.3. Ουδετερότητα του άνθρακα και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Η αλλαγή του κλίματος και η συνεχής αύξηση της θερμοκρασίας της γης είναι συστημικά προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπίσει όλη η ανθρωπότητα από κοινού, και η κοινή διαβούλευση και συζήτηση είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη του στόχου της ουδετερότητας του άνθρακα. Οι χώρες του κόσμου θα πρέπει να λάβουν ενεργά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών CO₂ και να αντιμετωπίσουν από κοινού το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής. Τον Δεκέμβριο του 1997, στη Διάσκεψη της Σύμβασης Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή που πραγματοποιήθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας εγκρίθηκε το *Πρωτόκολλο του Κιότο* και τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, με στόχο τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη περιορίζοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις ανεπτυγμένες χώρες.

Το πρωτόκολλο ορίζει ότι μέχρι το 2010 όλες οι ανεπτυγμένες χώρες θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά 5,2% από το επίπεδο του 1990. Στόχος του είναι να ελέγξει την άνοδο της παγκόσμιας θερμοκρασίας έως 2 °C σε σύγκριση με το επίπεδο πριν από την εκβιομηχάνιση και να προσπαθήσει να διατηρήσει την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας έως 1,5 °C. Ως εκ τούτου, ο κόσμος πρέπει να επιτύχει ουδετερότητα άνθρακα γύρω στο 2050. Σε αυτό το συνέδριο για την κλιματική αλλαγή, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) κλήθηκε να αξιολογήσει τον αντίκτυπο της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας κατά 1,5 °C και τις οδούς εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Στις 8 Οκτωβρίου 2018, η IPCC εξέδωσε την *Ειδική Έκθεση της IPCC για την υπερθέρμανση του πλανήτη κατά 1,5C*, η οποία εντόπισε τον πιθανό αντίκτυπο της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 1,5 °C και πιθανές οδούς μείωσης των εκπομπών. Στην έκθεση, η IPCC διατύπωσε επίσης την πρόταση για την ενίσχυση της παγκόσμιας αντίδρασης υπό την προϋπόθεση της βιώσιμης ανάπτυξης και των προσπαθειών για την εξάλειψη της φτώχειας (Caineng et al., 2021).

2.3.1. Προκλήσεις για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα

Η ουδετερότητα του άνθρακα έχει γίνει κοινός στόχος για την παγκόσμια απάντηση στην κλιματική αλλαγή, αλλά εξακολουθεί να αντιμετωπίζει τις ακόλουθες πέντε προκλήσεις (Caineng et al., 2021) :

1. Υπάρχει μεγάλος αριθμός συνολικών παγκόσμιων εκπομπών CO₂ και η μέση συγκέντρωση CO₂ συνεχίζει να αυξάνεται.
2. Ορισμένες μεγάλες δυνάμεις όπως η Ινδία και η Ρωσία δεν έχουν αναλάβει καμία δέσμευση σχετικά με την προθεσμία για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα.
3. Η ορυκτή ενέργεια εξακολουθεί να κυριαρχεί στην παγκόσμια δομή κατανάλωσης ενέργειας, η οποία περιλαμβάνει άνθρακα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και νέα ενέργεια. Η νέα ενέργεια καταλαμβάνει χαμηλό μερίδιο και η ενεργειακή μετάβαση είναι προκλητική.
4. Παγκόσμιοι νέοι ενεργειακοί πόροι, όπως η ηλιακή ενέργεια και η αιολική ενέργεια, είναι διακοπτόμενοι και ποικίλλουν ως προς τη χωρική κατανομή, γεγονός που επιβάλλει μια πρόκληση στη μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη της νέας ενέργειας.

5. Η ενέργεια υδρογόνου , το CCUS και η αποθήκευση ενέργειας δεν έχουν διαδοθεί στο εμπόριο και δεν έχουν εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα λόγω του υψηλού κόστους εφαρμογής.

2.4. Επιστήμη της ουδετερότητας άνθρακα

2.4.1. Θεωρητική χροιά

Η «επιστήμη της ουδετερότητας άνθρακα» αναφέρεται σε μια θεωρία που μελετά πώς να ελαχιστοποιηθεί το αποτύπωμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο φυσικό περιβάλλον με σκοπό την επίτευξη δυναμικής ισορροπίας μεταξύ των εκπομπών άνθρακα που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες και του συστήματος κύκλου άνθρακα στη γη μέσω της αντικατάστασης της ορυκτής ενέργειας με νέα ενέργεια χωρίς άνθρακα που βασίζεται σε οικονομικές και βιομηχανικές πολιτικές και ενεργειακές τεχνολογίες. Είναι μια διεπιστημονική επιστήμη της ενέργειας και της κοινωνικής επιστήμης (Caineng et al., 2021).

Η «επιστήμη της ουδετερότητας άνθρακα» περιλαμβάνει την ενεργειακή επιστήμη και ακολουθεί την ερευνητική της ιδέα με την αλληλεπίδραση και τη ταυτόχρονη εξέλιξη της Γης, της ενέργειας και των ανθρώπων ως πυρήνα. Με βάση την εξέλιξη του γήινου συστήματος, μελετά τον χρονικό και χωρικό σχηματισμό και την κατανομή, την αξιολόγηση επιλεγμένων περιοχών, την ανάπτυξη και χρήση, την τακτική αντικατάστασης των πηγών ενέργειας και τις προοπτικές ενέργειας. Η «επιστήμη της ουδετερότητας άνθρακα» περιέχει τρία βασικά στοιχεία της ενεργειακής επιστήμης (Caineng et al., 2021) :

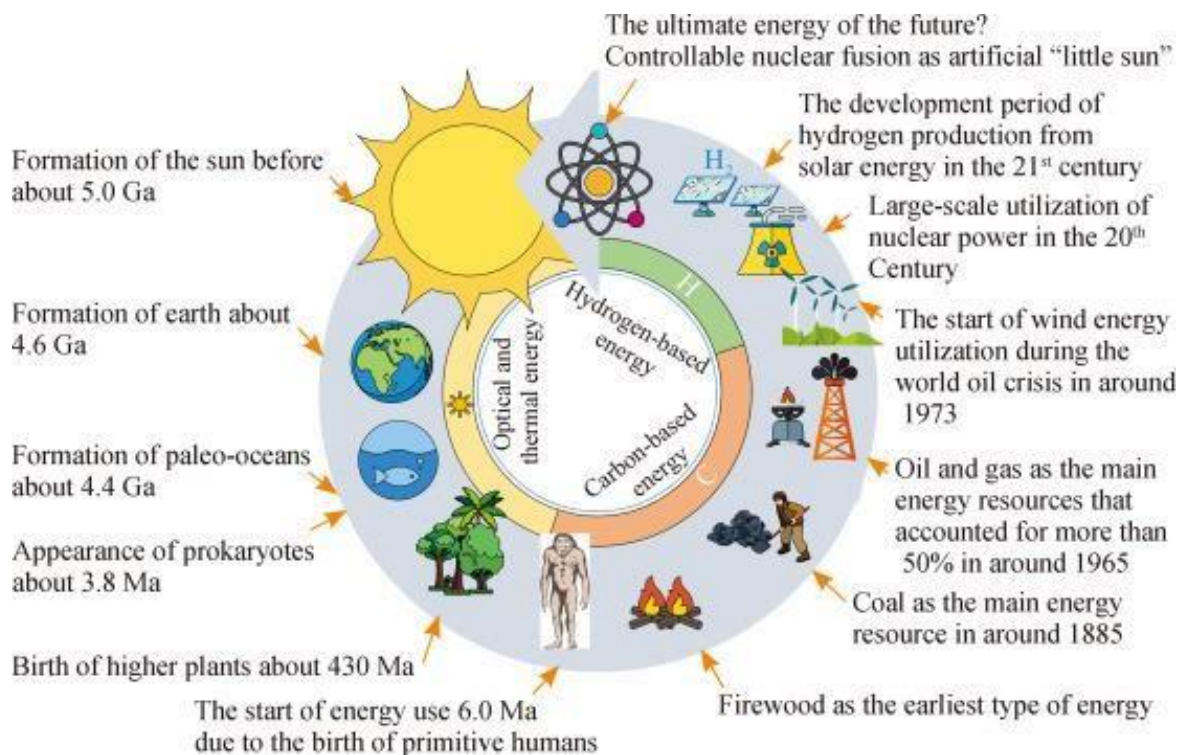
1. Ο σχηματισμός και η κατανάλωση ενέργειας παρέχει ανατροφοδότηση για το κλίμα και το περιβάλλον στη Γη στο πλαίσιο του συστήματος της Γης, το οποίο αντανakλά τη σχέση μεταξύ Γης και ενέργειας.
2. Το περιβάλλον στη Γη είναι το λίκνο της ανθρώπινης εξέλιξης, ενώ οι ανθρώπινες συμπεριφορές αλλάζουν αυτό το λίκνο, το οποίο αντανakλά τη σχέση μεταξύ της Γης και της ανθρωπότητας.

3. Η ανθρωπότητα αναπτύσσει ενέργεια χρησιμοποιώντας τεχνολογικά μέσα, ενώ η ενέργεια μπορεί να οδηγήσει την πρόοδο της ανθρώπινης κοινωνίας, η οποία αντανάκλα τη σχέση μεταξύ του ανθρώπου και της ενέργειας.

Η οικοδόμηση ενός παγκόσμιου ενεργειακού συστήματος με στόχο την ουδετερότητα άνθρακα είναι ο θεωρητικός πυρήνας και το πρωταρχικό καθήκον της «επιστήμης της ουδετερότητας άνθρακα». Η ενέργεια στη Γη ξεκινά από την ευημερία, την εξαφάνιση, την ταφή και την εξέλιξη των οργανισμών κάτω από τον Ήλιο και εξελίσσεται σε συγχρονισμό με το γήινο σύστημα μέχρι που τελικά θα στραφεί στον «τεχνητό ήλιο» (ελεγχόμενη πυρηνική σύντηξη), ολοκληρώνοντας τον απόλυτο κύκλο «από τον ήλιο και στον ήλιο» (Εικ. 1). Για να πραγματοποιήσουμε τον στόχο της ουδετερότητας του άνθρακα, θα προσπαθήσουμε να επιδιώξουμε έναν στόχο ενεργειακής ανάπτυξης ενός συστήματος «νέας ενέργειας» + «έξυπνης ενέργειας» με πυρήνα την καθαρή, χωρίς άνθρακα, έξυπνη και αποδοτική χρήση ενέργειας. Συγκεκριμένα, τα κύρια στοιχεία του ενεργειακού συστήματος θα αλλάξουν θεμελιωδώς,

- από ορυκτή ενέργεια σε νέα ενέργεια και από εξαρτώμενα από άνθρακα σε απαλλαγμένα από άνθρακα ως προς την ενεργειακή μορφή,
- από βασισμένη σε πόρους τεχνολογία ως προς την ενεργειακή τεχνολογία,
- από άμεση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην κατανάλωση ηλεκτρισμένης δευτερογενούς ενέργειας από άποψη ενεργειακής δομής
- από την κεντρική χρήση στην έξυπνη και ισορροπημένη χρήση όσον αφορά τη διαχείριση της ενέργειας (Caineng et al., 2020).

Ο στόχος της ουδετερότητας του άνθρακα είναι σύμφωνα με το σκοπό της έρευνας της ενεργειακής επιστήμης, η οποία επιδιώκει να αποκαλύψει τη συμβίωση της ορυκτής ενέργειας και της μη ορυκτής νέας ενέργειας στο γήινο σύστημα από την άποψη των πόρων, την ομαλή διαδοχή και μετάβαση της ενέργειας άνθρακα και ενέργεια υδρογόνου και ο νόμος της φυσικής αλλαγής για την αρμονική ανάπτυξη του ενεργειακού συστήματος και της πράσινης γης (Songqi et al., 2021).



Εικόνα 1. Μοντέλο ταυτόχρονης εξέλιξης της γης και της ενέργειας

Η «επιστήμη της ουδετερότητας του άνθρακα» είναι επίσης ένας κλάδος των κοινωνικών επιστημών που αφορά την αρμονική και βιώσιμη ανάπτυξη του ανθρώπου και της φύσης, τη χρήση ενέργειας από τον άνθρωπο και τη δυναμική ισορροπία των οικοσυστημάτων στη γη. Δεν είναι μόνο ένα σημαντικό ερευνητικό αντικείμενο στις ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες, αλλά και ο συνδυασμός, η επέκταση και η καινοτομία της κοινωνικής επιστήμης και της ουδετερότητας του άνθρακα με την πάροδο του χρόνου. Η «επιστήμη της ουδετερότητας άνθρακα» εστιάζει σε θεμελιώδεις αλλαγές στο οικονομικό και κοινωνικό πλαίσιο, όπως η διεθνής ενεργειακή οικονομία, οι ενεργειακές πολιτικές και οι ενεργειακοί νόμοι και κανονισμοί με στόχο την ουδετερότητα άνθρακα, και περιλαμβάνει σημαντικά θεωρητικά ερευνητικά ζητήματα στις κοινωνικές επιστήμες. Η θεωρητική έρευνα που σχετίζεται με την ουδετερότητα άνθρακα έχει σταδιακά μετατραπεί σε ζήτημα αιχμής στον τομέα της διεθνούς επιστημονικής τεχνολογικής και ανθρωπιστικής έρευνας. Την 1η Δεκεμβρίου 2010, το Πανεπιστήμιο Kyushu στην Ιαπωνία ίδρυσε το Διεθνές Ινστιτούτο για Έρευνα Ενεργειακών Ουδέτερων Εκπομπών άνθρακα. Στις 27 Φεβρουαρίου 2017, η Σχολή Χημείας του Πανεπιστημίου του Νότινγκαμ δημιούργησε το Εργαστήριο Παγκόσμιας Ουδετερότητας Άνθρακα. Στις 25 Δεκεμβρίου 2020, το Ινστιτούτο

Φυσικής της Ατμόσφαιρας , Κινεζική Ακαδημία Επιστημών, ίδρυσε το Ερευνητικό Κέντρο Ουδετερότητας Άνθρακα. Στις 9 Μαΐου 2021, το Northwest University και η Δημοτική Λαϊκή Κυβέρνηση Yulin ίδρυσαν από κοινού το Yulin Carbon Neutrality Institute. Στις 22 Μαΐου 2021, το Πανεπιστήμιο Jiaotong της Σαγκάης ίδρυσε το Ερευνητικό Ινστιτούτο για την Ανάπτυξη της Ουδετερότητας του Άνθρακα (Songqi et al., 2021).

2.4.2. Τεχνολογική χροιά

Η τεχνολογική χροιά της «επιστήμης της ουδετερότητας άνθρακα» περιλαμβάνει ολόκληρη τη διαδικασία εκπομπής, δέσμευσης, χρήσης, αποθήκευσης και αφαίρεσης CO₂ λόγω της ανθρώπινης παραγωγής και ζωής, καθώς και των σχετικών τεχνολογικών συστημάτων. Καταρχήν, θα πρέπει να μελετήσουμε και να διαμορφώσουμε οικονομικές και βιομηχανικές πολιτικές για να καθοδηγήσουμε τους ανθρώπους σε έναν τρόπο ζωής με χαμηλές εκπομπές άνθρακα και χαμηλή κατανάλωση άνθρακα και να μειώσουμε τις εκπομπές άνθρακα από την ανθρώπινη παραγωγή και ζωή. Δεύτερον, με στόχο τη μείωση των εκπομπών άνθρακα, θα πρέπει να μελετήσουμε τεχνολογίες που σχετίζονται με τη μείωση των εκπομπών άνθρακα, καλύπτοντας παράλληλα τις ενεργειακές και υλικές ανάγκες της ανθρώπινης παραγωγής και ζωής. Τέλος, θα πρέπει να αναπτύξουμε τεχνολογίες δέσμευσης, αποθήκευσης και αφαίρεσης που μπορούν να αντιμετωπίσουν το απόθεμα CO₂ που εκπέμπονταν υπερβολικά στο παρελθόν για να μειώσει αποτελεσματικά τη συγκέντρωση CO₂ στο ατμοσφαιρικό σύστημα στη γη. Η τεχνολογική χροιά της «επιστήμης της ουδετερότητας άνθρακα» περιλαμβάνει τις ακόλουθες τέσσερις πτυχές (Songqi et al., 2021):

1. Τεχνολογίες μείωσης των εκπομπών άνθρακα για καθαρή χρήση ορυκτών ενέργειας, αντικατάσταση με καθαρή ενέργεια, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση πόρων, εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της απόδοσης.
2. Τεχνολογίες μηδενικών εκπομπών άνθρακα όπως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια, ωκεάνια και γεωθερμική ενέργεια), ενέργεια υδρογόνου, προηγμένη αποθήκευση υλικής ενέργειας, σοφή ενέργεια, πυρηνική ενέργεια και ελεγχόμενη πυρηνική σύντηξη.

3. Τεχνολογίες αρνητικών εκπομπών άνθρακα όπως CCUS, μετατροπές και δασοκομία, καταβόθρες άνθρακα στους ωκεανούς και στο έδαφος .
4. Τεχνολογίες οικονομίας άνθρακα όπως φορολογικό σύστημα άνθρακα, σύστημα εμπορίας άνθρακα , σύστημα εμπορίας σύνθετων εκπομπών άνθρακα , πολιτικές οικονομίας άνθρακα και βιομηχανίας άνθρακα και οικονομική επιδότηση άνθρακα.

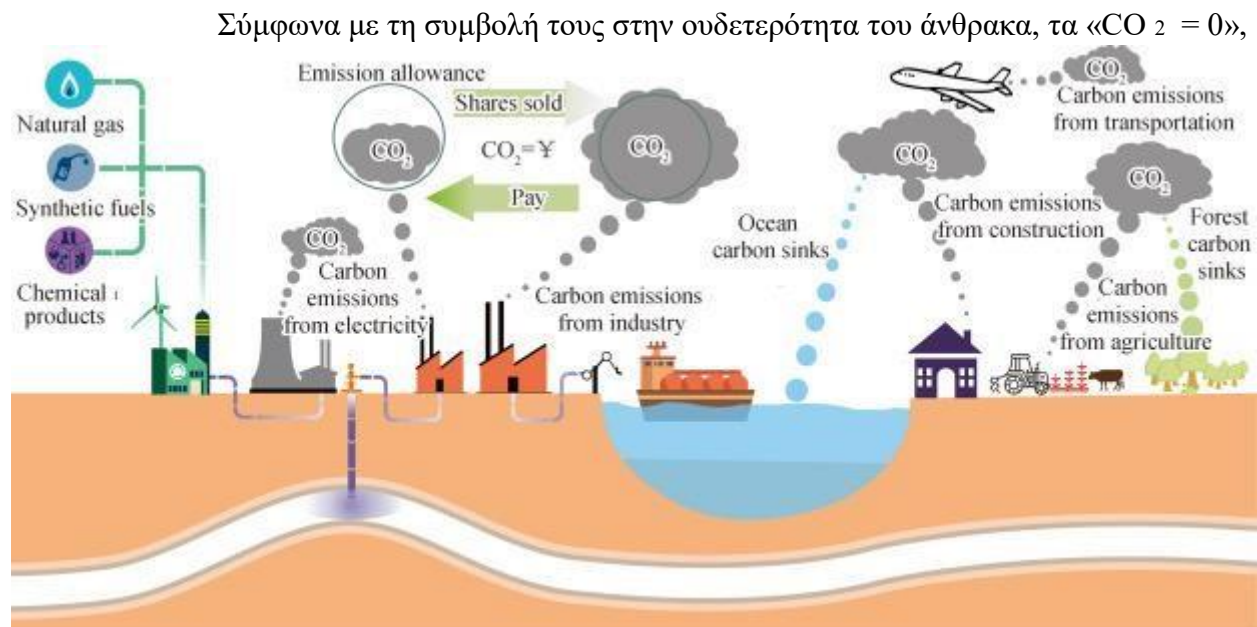
2.5. Βασικά τεχνολογικά συστήματα ουδετερότητας άνθρακα

2.5.1. Σύστημα βιομηχανίας άνθρακα

Ο πυρήνας της ουδετερότητας άνθρακα είναι η μείωση ή ακόμα και η εξάλειψη των εκπομπών CO₂ . Η CCUS/CCS μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο και η βιομηχανία άνθρακα με πυρήνα την CCUS/CCS θα γίνει μια αναδυόμενη βιομηχανία με στόχο την ουδετερότητα του άνθρακα. Το CO₂ έχει τα διπλά χαρακτηριστικά της μετατροπής της οργανικής ύλης στο οικοσύστημα και της παραγωγής φαινομένου του θερμοκηπίου. Μπορεί να χωριστεί σε "γκρίζο άνθρακα" που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή να απομονωθεί από τον άνθρωπο και σε "μαύρο άνθρακα" που δεν μπορεί (Caineng, 2021). Το CO₂ στο σύστημα κύκλου άνθρακα στη γη προέρχεται κυρίως από κατανάλωση ενέργειας, γεωργική και δασική γη, χρήση γης, απόρριψη απορριμμάτων κ.λπ., καταβόθρες άνθρακα οικοσυστήματος, παραγωγή χημικών προϊόντων από CO₂ , τεχνητή πράσινη μετατροπή από CO₂ και γεωλογική. Η μετατόπιση λαδιού από CO₂ μπορεί να αυξήσει το ποσοστό χρήσης του «γκρίζου άνθρακα» και να μειώσει αποτελεσματικά τη συγκέντρωση του CO₂ . Για την υλοποίηση του στόχου της ουδετερότητας άνθρακα, το τεχνολογικό σύστημα της βιομηχανίας άνθρακα με πυρήνα το CCUS/CCS περιλαμβάνει τη δέσμευση άνθρακα, τη μεταφορά άνθρακα, την εκτόπιση λαδιού με ενεργοποίηση άνθρακα, την αποθήκευση άνθρακα , τα προϊόντα άνθρακα και τη χρηματοδότηση άνθρακα κ.λπ. Είναι επαναστατικές τεχνολογίες που μπορεί να εξαλείψουν εντελώς τον «μαύρο άνθρακα» (Εικ. 2). Ως εκ τούτου, η χαμηλού κόστους και ενεργειακά αποδοτική βιομηχανία άνθρακα με πυρήνα το CCUS/CCS θα είναι μία από τις βασικές και αναδυόμενες βιομηχανίες για τις χώρες σε όλο τον κόσμο για την υλοποίηση του στόχου ουδετερότητας άνθρακα. Στο μέλλον, εξαντλημένα

κοιτάσματα πετρελαίου, κοιτάσματα φυσικού αερίου και ορυζώνες με τεράστιες υπόγειες δεξαμενές θα χρησιμοποιηθούν για να συμβάλουν σημαντικά στην ουδετερότητα του άνθρακα. Επιπλέον, θα δημιουργηθούν και θα βελτιωθούν οι μοχλοί οικονομίας άνθρακα και πολιτικής για το φορολογικό σύστημα άνθρακα, το σύστημα εμπορίας άνθρακα, το σύνθετο σύστημα εμπορίας εκπομπών άνθρακα και η οικονομική επιδότηση άνθρακα για τον αποτελεσματικό έλεγχο των εκπομπών CO₂ (Caineng, 2021).

Εικόνα 2. Σύνθεση συστήματος βιομηχανίας άνθρακα με πυρήνα το CCUS/CCS.



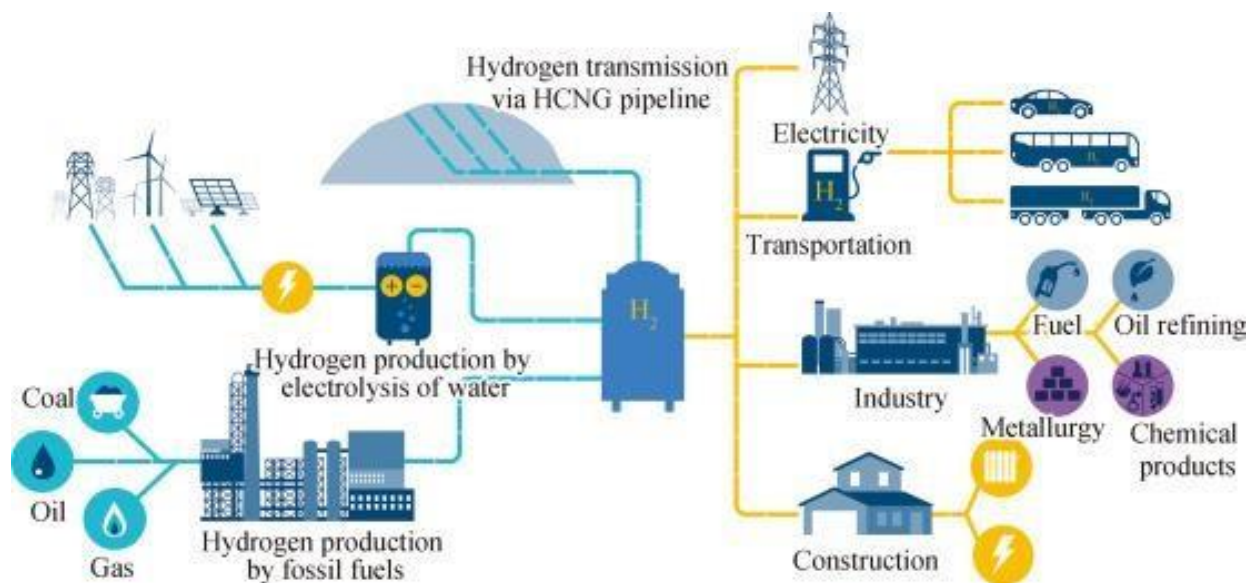
«άνθρακας +» (ή «C +»), «άνθρακας -» (ή «C -»), «άνθρακας» (ή «C=») είναι καθορισμένα σύμβολα (Εικ. 4, Πίνακας 3). Το "CO₂ = 0" αντιπροσωπεύει την ουδετερότητα του άνθρακα, δηλαδή την ισορροπία μεταξύ εκπομπής και απορρόφησης CO₂. Το "Carbon +" αντιπροσωπεύει ενέργεια, προϊόντα ή τεχνολογίες με υψηλή κατανάλωση ενέργειας και υψηλές εκπομπές άνθρακα που δεν πληρούν τις απαιτήσεις ανάπτυξης της ουδετερότητας άνθρακα και που θα αντικατασταθούν ή θα εξαλειφθούν σταδιακά από την αγορά λόγω της αρνητικής τους επίδρασης στην ουδετερότητα άνθρακα, όπως π.χ. ορυκτά καύσιμα υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, προϊόντα όπως τα οχήματα με καύσιμα και τεχνολογίες όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα και η θέρμανση με καύση άνθρακα. Το

"Carbon –" αντιπροσωπεύει την πράσινη ενέργεια και χαμηλές εκπομπές άνθρακα, προϊόντα ή τεχνολογίες που πληρούν τις απαιτήσεις ανάπτυξης της ουδετερότητας άνθρακα και που θα προωθηθούν και θα εφαρμοστούν σταδιακά στο μέλλον λόγω της μακροπρόθεσμης θετικής τους επίδρασης στην ουδετερότητα άνθρακα, π.χ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια και τα προϊόντα που παράγονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η πράσινη ηλεκτρική ενέργεια και το πράσινο υδρογόνο και τεχνολογίες όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθαρής ενέργειας, το CCUS, η αποθήκευση ενέργειας, η έξυπνη ενέργεια και οι καταβόθρες άνθρακα στους ωκεανούς και τα δάση. Το "Carbon=" αντιπροσωπεύει ενέργεια, προϊόντα ή τεχνολογίες με CO₂ ως σημαντικό μέσο επίτευξης για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα βραχυπρόθεσμα, το οποίο είναι πιθανό να προωθηθεί επιλεκτικά και να εφαρμοστεί στο μέλλον λόγω της βραχυπρόθεσμης θετικής του επίδρασης στην ουδετερότητα άνθρακα, όπως Α) ενέργεια και προϊόντα όπως: 1) βιολογικό πετρέλαιο αερομεταφορών, 2) αιθανόλη καυσίμου και 3) χημικά προϊόντα που παράγονται με CO₂ ως πρώτη ύλη και Β) τεχνολογίες όπως: 1) επεξεργασία ενέργειας από βιομάζα, 2) ανακύκλωση σκουπιδιών, 3) σημαντική παραγωγή ενέργειας από CO₂, 4) ψύξη (θέρμανση) διακρίσιμου κύκλου από CO₂, και 5) αποθήκευση θερμοηλεκτρικής ενέργειας με CO₂ (Caineng, 2021).

2.6. Σύστημα βιομηχανίας υδρογόνου

Η ενέργεια του υδρογόνου είναι η καθαρότερη δευτερογενής ενέργεια και ο ιδανικότερος φορέας ενέργειας στη μεταπετρελαϊκή εποχή. Για να πραγματοποιηθεί ο στόχος της ουδετερότητας άνθρακα, θα πρέπει να οικοδομήσουμε ένα σύστημα βιομηχανίας υδρογόνου με πλήρη βιομηχανική αλυσίδα παρόμοια με αυτή της βιομηχανίας άνθρακα και πετρελαιοειδών, και το σύστημα της βιομηχανίας υδρογόνου με επίκεντρο το πράσινο υδρογόνο θα πρέπει να καλύπτει την παραγωγή υδρογόνου, την αποθήκευση υδρογόνου, τη μεταφορά υδρογόνου, τον ανεφοδιασμό υδρογόνου, τη χρήση υδρογόνου, την ανίχνευση υδρογόνου και την ασφάλεια υδρογόνου και θα πρέπει να αφορά τομείς όπως η κυκλοφορία υδρογόνου, η αποθήκευση ενέργειας υδρογόνου, η χημική βιομηχανία υδρογόνου και η μεταλλουργία του υδρογόνου. Σήμερα, το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας υδρογόνου προέρχεται από ορυκτά καύσιμα και χρησιμοποιείται

κυρίως σε βιομηχανικούς τομείς, όπως η διύλιση πετρελαίου, η συνθετική αμμωνία, η παραγωγή μεθανόλης και η χαλυβουργία. Δεν έχει προωθηθεί και εφαρμοστεί ευρέως στις μεταφορές, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή τις κατασκευές. Επί του παρόντος, το υψηλό κόστος εφαρμογής της ενέργειας υδρογόνου είναι ένας από τους κύριους λόγους που περιορίζουν την προώθηση και την εφαρμογή της ενέργειας υδρογόνου σε ηλεκτροπαραγωγή, βιομηχανικούς και αστικούς τομείς. Αναμένεται ότι το κόστος παραγωγής του πράσινου υδρογόνου θα μειωθεί κατά 30% για να είναι χαμηλότερο από αυτό της παραγωγής υδρογόνου από ορυκτά καύσιμα έως το 2030 (IRENA, 2020). Μέχρι το 2050, αναμένεται ότι η παγκόσμια ενέργεια υδρογόνου θα αντιπροσωπεύει περίπου το 18% της δομής της κατανάλωσης ενέργειας στα τερματικά. Η ενέργεια του υδρογόνου θα χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό σε βιομηχανίες, μεταφορές μεγάλων αποστάσεων και σε άλλους τομείς όπου είναι δύσκολο να επιτευχθεί «μηδενική εκπομπή άνθρακα» μέσω της ηλεκτροκίνησης. Η βιομηχανία υδρογόνου με επίκεντρο το πράσινο υδρογόνο θα αντικαταστήσει τις βιομηχανίες πετρελαίου και φυσικού αερίου με επίκεντρο το πετρέλαιο και θα καταστήσει δυνατή την παραγωγή υδρογόνου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Θα κατασκευαστεί μια πλήρης βιομηχανική αλυσίδα ενέργειας υδρογόνου που θα ενσωματώνει την παραγωγή, την αποθήκευση και τη μεταφορά, τη χρήση υδρογόνου σε κυψέλες καυσίμου και σταθμούς ανεφοδιασμού υδρογόνου. Η ενέργεια υδρογόνου θα εφαρμοστεί ευρέως σε βασικούς τομείς όπως η παραγωγή ενέργειας, η βιομηχανία, οι κατασκευές και οι μεταφορές (Εικ. 3) (HIS markit).



Εικόνα 3. Σύνθεση βιομηχανίας υδρογόνου με επίκεντρο το πράσινο υδρογόνο. (1)

Παραγωγή υδρογόνου με ηλεκτρόλυση νερού, (2) μέσω αγωγού HCNG και αγωγού υδρογόνου

2.7. Δέκα ανατρεπτικές τεχνολογίες και προβλέψεις του κλάδου

Στα πεδία άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου, νέας ενέργειας και άλλων ενεργειακών πεδίων, οι κορυφαίες τεχνολογίες και βιομηχανίες που προκαλούν αλλαγές στον ενεργειακό τομέα και συγκεκριμένα, υπόγεια αεριοποίηση άνθρακα , επιτόπια διαδικασία μετατροπής σχιστολιθικού πετρελαίου μεσαίας και χαμηλής ωρίμανσης , CCUS/CCS, υδρογόνο και κυψέλες καυσίμου, βιο-φωτοβολταϊκή παραγωγή ενέργειας, παραγωγή ηλιακής ενέργειας με βάση το διάστημα , έξυπνο μικροδίκτυο οπτικής αποθήκευσης, αποθήκευση ενέργειας, ελεγχόμενη πυρηνική σύντηξη, θα επισημανθούν για να προωθηθεί ο επαναστατικός μετασχηματισμός της δομής παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας και να εγγυηθεί την υλοποίηση του στόχου της ουδετερότητας του άνθρακα και της ελεγχόμενης ενεργειακής ασφάλειας. Θα πρέπει να γίνουν καινοτομίες στην υπόγεια αεριοποίηση άνθρακα και τη διαδικασία επιτόπιας μετατροπής σχιστολιθικού πετρελαίου μεσαίας και χαμηλής ωρίμανσης , και να πραγματοποιηθεί καθαρή χρήση άνθρακα. Θα πρέπει να αναπτυχθούν δυναμικά ασφαλείς, αποτελεσματικές και χαμηλού κόστους τεχνολογίες ενέργειας υδρογόνου και να επικεντρωθούμε στην προώθηση τεχνολογικών καινοτομιών σε όλη τη βιομηχανική αλυσίδα ενέργειας υδρογόνου, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής/αποθήκευσης/μεταφοράς/ανεφοδιασμού υδρογόνου που χρησιμοποιείται στις μεταφορές, αποθήκευση και μεταφορά υδρογόνου μεγάλης κλίμακας και διανομή δικτύου αγωγών, και ολοκληρωμένη παροχή ενέργειας στατικής κυψέλης καυσίμου. Θα πρέπει να αναπτυχθούν καινοτομίες στις τεχνολογίες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, όπως η βιοφωτοβολταϊκή παραγωγή ενέργειας και η παραγωγή ηλιακής ενέργειας με βάση το διάστημα, να διευρυνθούν περαιτέρω τα μονοπάτια για τη χρήση της ηλιακής ενέργειας και να προσπαθήσουμε να πραγματοποιήσουμε τον απόλυτο κύκλο «από τον ήλιο και στον ήλιο» (HIS markit).

2.8. Πέντε στρατηγικά έργα

Η ουδετερότητα άνθρακα είναι ένα συστηματικό και επαναστατικό σημαντικό πρόγραμμα συνεργασίας που περιλαμβάνει πέντε στρατηγικά έργα, όπως εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της απόδοσης, μείωση και δέσμευση άνθρακα, επιστημονική και τεχνολογική καινοτομία, εφεδρεία έκτακτης ανάγκης και υποστήριξη πολιτικής (Yang et al., 2021; Siyu, 2021).

2.8.1. Έργο εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της απόδοσης

Το έργο εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της απόδοσης είναι το πρωταρχικό έργο για την επίτευξη του στόχου για την ουδετερότητα του άνθρακα. Θα πρέπει να προωθηθεί η άκαμπτη ή υποχρεωτική εξοικονόμηση ενέργειας και η υψηλή απόδοση μέσω της ευαισθητοποίησης, των δομικών προσαρμογών, της τεχνολογίας και της διαχείρισης. Θα πρέπει να αφήσουμε την ιδέα ότι «η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η πρώτη πηγή ενέργειας» να ριζώσει, να υποστηρίξουμε καθολικές εκστρατείες εξοικονόμησης ενέργειας και να αλλάξουμε την «παθητική εξοικονόμηση ενέργειας» σε «ενεργητική εξοικονόμηση ενέργειας». Θα πρέπει να προσαρμόσουμε τη δομή της βιομηχανικής κατανάλωσης ενέργειας, να εξαλείψουμε τις ενεργοβόρες βιομηχανίες, να προωθήσουμε την βιομηχανική αναδιάρθρωση, τον μετασχηματισμό και την αναβάθμιση με τακτικό τρόπο και να βελτιώσουμε την αποδοτικότητα της ενεργειακής χρήσης. Θα πρέπει επίσης να επιταχυνθεί η έρευνα και η ανάπτυξη τεχνολογιών και εξοπλισμού εξοικονόμησης ενέργειας, να προωθήσουμε τη βαθιά ενοποίηση της νέας γενιάς ψηφιακής τεχνολογίας και τεχνολογίας πληροφοριών με την ενεργειακή βιομηχανία και να βασιστούμε στην τεχνολογική καινοτομία για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Θα πρέπει να βελτιωθεί το σύστημα εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της απόδοσης, να ενταθούν οι ποινές και να διασφαλισθεί η μακροπρόθεσμη σταθερή διαχείριση της εξοικονόμησης ενέργειας και της μείωσης των εκπομπών άνθρακα (Yang et al., 2021; Siyu, 2021).

2.8.2. Έργο μείωσης και δέσμευσης άνθρακα

Η ουδετερότητα άνθρακα δεν είναι εντελώς απαλλαγμένη από άνθρακα ή μηδενικές εκπομπές άνθρακα. Αντίθετα, σημαίνει ισορροπία μεταξύ της εκπομπής άνθρακα και της απορρόφησης (ή της εξάλειψης) του άνθρακα για την επίτευξη «καθαρών μηδενικών εκπομπών»

μέσω τεχνολογικών μέσων. Για να πραγματοποιηθεί ο στόχος της ουδετερότητας άνθρακα, θα πρέπει να ενισχύσουμε μέτρα όπως η μείωση του άνθρακα, η δέσμευση άνθρακα, η αντικατάσταση του άνθρακα και η ταφή άνθρακα, ώστε να πραγματοποιηθεί η ουδετερότητα άνθρακα τόσο στην παραγωγή ενέργειας όσο και στην κατανάλωση ενέργειας. Με δύο σημεία εκκίνησης την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, θα πρέπει να αυξήσουμε σημαντικά την αποδοτικότητα χρήσης ενέργειας και το ποσοστό χρήσης της καθαρής ενέργειας για μείωση του άνθρακα. Θα πρέπει να συνδυάσουμε την τεχνητή μετατροπή του άνθρακα με την οικολογική δέσμευση άνθρακα, να επιταχύνουμε τη χρήση του CO₂ για την παραγωγή χημικών προϊόντων, να προωθήσουμε ενεργά τη δάσωση και να αυξήσουμε την ικανότητα και την κλίμακα δέσμευσης άνθρακα στα οικοσυστήματα. Θα πρέπει να αντικαταστήσουμε την «παραγωγή άνθρακα» με «πράσινη ενέργεια», το «γκρίζο υδρογόνο» με «πράσινο υδρογόνο» και τη θέρμανση με καύση άνθρακα με γεωθερμική και ηλιακή θέρμανση για να επιτύχουμε την αντικατάσταση της καθαρής ενέργειας (Yang et al., 2021; Siyu, 2021).

2.8.3. Έργο επιστημονικής και τεχνολογικής καινοτομίας

Θα πρέπει να δοθεί πλήρης σημασία στην τεχνολογική καινοτομία ως στρατηγική υποστήριξη για την ουδετερότητα του άνθρακα, να τονίσουμε την ανάπτυξη και την ανακάλυψη τεχνολογιών και να προωθήσουμε τις «καθαρές μηδενικές εκπομπές» από την παραγωγή και τον εφοδιασμό ενέργειας. Θα πρέπει να διασφαλίσουμε καλό τεχνολογικό σχεδιασμό ανώτατου επιπέδου και σχεδιασμό διαδρομής, και για να επιταχύνουμε την τεχνολογική καινοτομία, διότι η ουδετερότητα των εκπομπών άνθρακα πρέπει να είναι ένα σημαντικό καθήκον τεχνολογικής ανάπτυξης τώρα. Θα πρέπει να σχεδιάσουμε ένα σχέδιο δράσης για την τεχνολογική καινοτομία στην ουδετερότητα του άνθρακα και να συντονίσουμε την προώθηση της τεχνολογικής καινοτομίας για να υποστηρίξουμε και να καθοδηγήσουμε τις προσπάθειες ουδετερότητας άνθρακα. Θα πρέπει να αναπτύξουμε έναν οδικό χάρτη τεχνολογικής ανάπτυξης για την ουδετερότητα του άνθρακα, να προτείνουμε τεχνολογικές επιλογές και μονοπάτια ανάπτυξης και να δημιουργήσουμε ένα βασικό ειδικό έργο «Έρευνας και επίδειξης βασικών τεχνολογιών ουδετερότητας άνθρακα». Τέλος να διασφαλίσουμε την υλοποίηση του στόχου για την ουδετερότητα του άνθρακα και την ενεργειακή ασφάλεια σε επίπεδο χώρας (Yang et al., 2021; Siyu, 2021).

2.8.4. Έργο έκτακτης ανάγκης -Εφεδρεία

Θα πρέπει να οικοδομηθεί ένα ασφαλές και αξιόπιστο «σύστημα ενεργειακών αποθεμάτων» για να ενισχύσουμε την ικανότητα ενεργειακής ασφάλειας. Διαφορετικοί τύποι ενέργειας θα έχουν διαφορετικούς προσανατολισμούς στο πλαίσιο του στόχου ουδετερότητας άνθρακα. Το πετρέλαιο θα επιστρέψει στην «ιδιότητα της πρώτης ύλης» και θα διαδραματίσει το ρόλο της διασφάλισης της «επείγουσας ανάγκης» της εθνικής ενεργειακής ασφάλειας και τον «ακρογωνιαίο λίθο» των πρώτων υλών για τη διαβίωση των ανθρώπων. Το φυσικό αέριο θα διαδραματίσει το ρόλο στη διασφάλιση της εθνικής ενεργειακής «ασφάλειας» και του «καλύτερου εταίρου» της νέας ενέργειας. Η νέα ενέργεια θα διαδραματίσει το ρόλο της διασφάλισης της «αντικατάστασης» και της «κύριας δύναμης» της εθνικής ενεργειακής στρατηγικής. Στο μέλλον, θα πρέπει να επιταχυνθεί η κατασκευή ενός ενεργειακού αποθέματος και συστήματος έκτακτης ανάγκης και να οικοδομηθεί ένα σύγχρονο σύστημα παροχής ενέργειας έκτακτης ανάγκης και ένα σύστημα ενεργειακής ασφάλειας (Yang et al., 2021; Siyu, 2021).

2.8.5. Έργο υποστήριξης πολιτικής

Τέλος θα πρέπει να οικοδομηθεί ένα επιστημονικό και εύλογο σύστημα υποστήριξης πολιτικής για να προωθηθεί ενεργά η ομαλή πρόοδος στην ενεργειακή μετάβαση. Θα πρέπει να βελτιωθούν οι νόμοι και οι κανονισμοί που επικεντρώνονται στην αγορά άνθρακα , να δημιουργηθεί μια εθνική επιτροπή ή ηγετική ομάδα για τη διαχείριση της ουδετερότητας άνθρακα για να συντονισθεί η ανάπτυξη και η χρήση πράσινης ενέργειας και χαμηλών εκπομπών άνθρακα και να διασφαλισθεί η υλοποίηση του στόχου ουδετερότητας άνθρακα. Επίσης, θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα σύστημα χρηματοοικονομικής και φορολογικής υποστήριξης για να ωφεληθούν οι συνδεδεμένες επιχειρήσεις και οι κύριες περιοχές παραγωγής τους σε μετάβαση χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Τέλος, θα πρέπει επίσης να διερευνηθεί η δημιουργία πιλοτικών ζωνών πράσινων χρηματοοικονομικών μεταρρυθμίσεων, να δοθούν κίνητρα στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να συμμετέχουν σε συναλλαγές στην αγορά άνθρακα, να εμπλουτισθούν οι ποικιλίες συναλλαγών στην αγορά άνθρακα, να δημιουργηθούν κέντρα τιμολόγησης άνθρακα με διεθνή επιρροή και να ενισχυθεί πλήρως η ανάπτυξη στην αγορά άνθρακα (Yang et al., 2021; Siyu, 2021).

2.9. Αρχές, σημασία και προοπτικές ουδετερότητας άνθρακα

2.9.1. Αρχές που πρέπει να ακολουθηθούν για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα

Η ουδετερότητα των εκπομπών άνθρακα πρέπει να ακολουθεί τέσσερις αρχές: « α) της ανατρεπτικής καινοτομίας στην τεχνολογία, β) της εγγύησης της ενεργειακής ασφάλειας, γ) της πραγματοποίηση του οικονομικού στόχου και δ) της ελεγχόμενης κοινωνικής σταθερότητας». Για να επιτύχουμε τον στόχο της ουδετερότητας άνθρακα, θα πρέπει να μειώσουμε τη ζήτηση ενέργειας μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της βελτίωσης της απόδοσης, να βασιστούμε σε ανακαλύψεις και να υποστηρίξουμε τεχνολογίες που προκαλούν αναστάτωση και να επιταχύνουμε τον επαναστατικό μετασχηματισμό της δομής παραγωγής ενέργειας και κατανάλωσης ενέργειας. Θα πρέπει να μειώσουμε το κόστος παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας μέσω της τεχνολογικής και διοικητικής καινοτομίας και να χρησιμοποιήσουμε τη νέα ενέργεια και τις συναφείς βιομηχανίες με οικονομικό τρόπο. Η διασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας είναι σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη της χώρας. Ταυτόχρονα, θα πρέπει επίσης να διασφαλίσουμε τη σταθερότητα της ανθρώπινης κοινωνίας κατά τον μετασχηματισμό και την αναβάθμιση της κατανάλωσης ενέργειας σε πόλεις ή περιοχές όπου ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι οι κυρίαρχοι τύποι ενέργειας. Η ουδετερότητα άνθρακα θα επαναπροσδιορίσει τις λειτουργίες διαφορετικών τύπων ενέργειας. Ο άνθρακας και το πετρέλαιο θα χρησιμεύσουν ως στρατηγικοί αποθεματικοί πόροι για τη διασφάλιση του μεσοπρόθεσμου και μακροπρόθεσμου εφοδιασμού έκτακτης ανάγκης και υπό ακραίες συνθήκες, προκειμένου να διατηρηθεί η ελεγχόμενη ενεργειακή ασφάλεια και η σταθερή κοινωνική ανάπτυξη στην Κίνα. Το φυσικό αέριο θα είναι ο «καλύτερος εταίρος» στη μετάβαση από την ορυκτή ενέργεια στην καθαρή και τις χαμηλές εκπομπές άνθρακα και ο «σταθεροποιητής» που υποστηρίζει τη μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, γεγονός που καθιστά αναγκαία την περαιτέρω ενίσχυση της ικανότητας φυσικού αερίου για τη διασφάλιση ενεργειακής ασφάλειας σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Στο μέλλον, η ορυκτή ενέργεια θα διασφαλίζει την εθνική ενεργειακή στρατηγική «απόθεμα» και «εγγύηση του πυθμένα» (Caineng et al., 2019).

2.9.2. Η ουδετερότητα άνθρακα είναι μια σημαντική πρακτική της παγκόσμιας πράσινης, χαμηλών εκπομπών άνθρακα και βιώσιμης ανάπτυξης

Η ουδετερότητα του άνθρακα είναι μια πράσινη βιομηχανική επανάσταση. Η ανθρώπινη κοινωνία έχει βιώσει μηχανικές, ηλεκτρικές και πληροφοριακές επαναστάσεις από τότε που ξέσπασε η Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση. Επί του παρόντος, η προηγμένη τεχνολογία πληροφοριών που αντιπροσωπεύεται από μεγάλα δεδομένα και τεχνητή νοημοσύνη σηματοδοτούν την έλευση της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης. Για να συνειδητοποιήσουμε την ουδετερότητα του άνθρακα, αυτή η βιομηχανική επανάσταση θα αλλάξει το παραδοσιακό μοντέλο ανάπτυξης υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα και εκτεταμένης χρήσης και θα επιταχύνει την κατασκευή ενός μοντέλου πράσινης ανάπτυξης με χαμηλές εκπομπές άνθρακα, φιλικό προς το περιβάλλον και αποτελεσματικό. Η τεχνολογική επανάσταση που προκλήθηκε από την ουδετερότητα του άνθρακα θα αλλάξει σημαντικά την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη και θα είναι εξίσου σημαντική με τους προκατόχους της. Η ουδετερότητα του άνθρακα πραγματοποιείται κυρίως μέσω τριών οδών: μείωση των εκπομπών άνθρακα, μεταφορά άνθρακα και μετατροπή άνθρακα. Περιλαμβάνει συγκεκριμένα (Caineng et al., 2019) :

1. μεγαλύτερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης ενέργειας για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα.
2. δυναμική ανάπτυξη και προώθηση της εφαρμογής τεχνολογιών ταφής CO₂ και εκτόπισης λαδιού για την επίτευξη μεταφοράς άνθρακα, και
3. προώθηση της ανάπτυξης της χημικής βιομηχανίας χρησιμοποιώντας CO₂ ως πρώτη ύλη για την παραγωγή μεθανόλης, ουρίας και αποικοδομήσιμων πλαστικών για μεγιστοποίηση της μετατροπής του άνθρακα.

Για την υλοποίηση του στόχου της ουδετερότητας του άνθρακα, μια βιομηχανία άνθρακα με επίκεντρο το CCUS και μια βιομηχανία υδρογόνου με επίκεντρο το πράσινο υδρογόνο θα εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της εκβιομηχάνισης των ανθρώπων.

Η ουδετερότητα άνθρακα είναι μια ενεργειακή επανάσταση μείωσης του άνθρακα. Στην ανθρώπινη ιστορία, ενεργειακές και βιομηχανικές επαναστάσεις έχουν συμβεί εναλλάξ. Κατά τη διάρκεια της Πρώτης Βιομηχανικής Επανάστασης, ο άνθρακας ήταν ο κυρίαρχος τύπος ενέργειας και κατά τη διάρκεια της Δεύτερης Βιομηχανικής Επανάστασης, το πετρέλαιο ήταν ο νέος

κυρίαρχος τύπος ενέργειας. Η ουδετερότητα άνθρακα θα επιταχύνει τον μετασχηματισμό χαμηλών εκπομπών άνθρακα και χωρίς άνθρακα στο ενεργειακό σύστημα στον κόσμο και η παγκόσμια δομή κατανάλωσης ενέργειας θα αλλάξει από το «τετράπλευρο πρότυπο» άνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου και νέας ενέργειας σε ένα νέο πρότυπο όπου η νέα ενέργεια είναι κυρίαρχη ενώ οι άλλοι τρεις τύποι ενέργειας είναι δευτερεύοντες (Caineng et al., 2019).

Διαφορετικό από τους τύπους ορυκτών ενέργειας με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο είναι φυσικά χαμηλών εκπομπών άνθρακα και καθαρό, και είναι η μόνη ποικιλία ορυκτών ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Ως εκ τούτου, το φυσικό αέριο είναι το κλειδί για τον μετασχηματισμό της παγκόσμιας δομής κατανάλωσης ενέργειας, μια γέφυρα που συνδέει την ορυκτή ενέργεια υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα με νέα ενέργεια χωρίς άνθρακα και τον καλύτερο εταίρο για τη συνεχή ανάπτυξη και αντικατάσταση της νέας ενεργειακής βιομηχανίας. Η «ακμή» του φυσικού αερίου και η «χρυσή περίοδος» της νέας ενέργειας αλληλοκαλύπτονται και σωρεύονται. Σύμφωνα με την πρόβλεψη του Διεθνούς Οργανισμού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (IRENA), η νέα ενέργεια, η ηλεκτροδότηση και η αυξημένη ενεργειακή απόδοση θα συμβάλουν περισσότερο από το 90% στη μείωση των εκπομπών CO₂ έως το 2050 και θα είναι οι τρεις πυλώνες της ενεργειακής μετάβασης. Η ταχεία ηλεκτροδότηση της χρήσης τερματικής ενέργειας και η άνοδος της πράσινης τεχνολογίας παραγωγής υδρογόνου θα ενισχύσουν τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Μέχρι το 2050, η ηλεκτρική ενέργεια θα γίνει η πιο σημαντική μορφή κατανάλωσης ενέργειας που θα αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 58% της δομής της κατανάλωσης ενέργειας στα τερματικά, και η ικανότητα παραγωγής ενέργειας θα είναι τριπλάσια από το τρέχον επίπεδο. Η νέα ενέργεια θα αντιπροσωπεύει έως και το 90% της συνολικής ισχύος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και το 30% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας θα χρησιμοποιείται για την παραγωγή πράσινου υδρογόνου και των παραγώγων του (IRENA, 2021)

Η ουδετερότητα του άνθρακα είναι μια οικολογική τεχνολογική επανάσταση. Η τεχνολογική επανάσταση είναι η κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη και την πρόοδο της ανθρώπινης κοινωνίας, τις βιομηχανικές επαναστάσεις και τις ενεργειακές επαναστάσεις. Η επιστημονική καινοτομία και η τεχνολογική πρόοδος είναι το κλειδί για την υλοποίηση του στόχου για την ουδετερότητα του άνθρακα. Ο κόσμος βρίσκεται κάτω από την Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση και την Έκτη Τεχνολογική Επανάσταση, μια τεχνολογική επανάσταση ελεγχόμενη από πληροφορίες που αντιπροσωπεύεται κυρίως από την τεχνολογία ατομικής ενέργειας, την

ευφυή τεχνολογία, την διαστημική τεχνολογία και την βιομηχανική τεχνολογία και περιλαμβάνει μια σειρά από τεχνολογικούς τομείς όπως η νέα ενέργεια, τα νέα υλικά, πληροφορίες, διάστημα, ωκεανός και βιολογία (Yusheng, 2018). Η ενσωμάτωση του στόχου για την ουδετερότητα του άνθρακα με τον νέο γύρο της τεχνολογικής επανάστασης θα καθοδηγήσει τον τελευταίο προς την οικολογική ανάπτυξη. Η νέα τεχνολογική επανάσταση και η βιομηχανική επανάσταση θα προωθήσουν τον τρίτο γύρο ενεργειακής μετάβασης στον κόσμο. Ειδικά στο πλαίσιο του στόχου ουδετερότητας άνθρακα, τα χαμηλά επίπεδα άνθρακα και τα οικολογικά χαρακτηριστικά θα είναι πιο εμφανή στο νέο γύρο της τεχνολογικής επανάστασης. Οι νέες τεχνολογίες χρήσης ενέργειας που αντιπροσωπεύονται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα γίνουν η κυρίαρχη δύναμη και η πράσινη, οικολογική και αειφόρος ανάπτυξη θα είναι ένα σημαντικό θέμα της νέας τεχνολογικής επανάστασης (Wan, 2017).

2.9.3. Ουδετερότητα του άνθρακα -Δείκτης ευτυχίας της ανθρωπότητας

Η ανάπτυξη νέας ενέργειας αποτελεί στρατηγική προτεραιότητα για την επιδίωξη ουδετερότητας άνθρακα και πράσινης ανάπτυξης και ανάπτυξης χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Η πρόοδος στη νέα ενεργειακή τεχνολογία είναι το κλειδί για την προώθηση της μετάβασης από το ενεργειακό μείγμα έντασης πόρων στο ενεργειακό μείγμα έντασης τεχνολογίας και είναι ένα σημαντικό βήμα για την επίτευξη «μηδενικών εκπομπών άνθρακα» από την ενεργειακή χρήση. Για την υλοποίηση του στόχου για την ουδετερότητα του άνθρακα, οι επενδύσεις στο παγκόσμιο ενεργειακό σύστημα μετατοπίζονται σταδιακά από την ορυκτή ενέργεια στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στην ηλεκτροδότηση. Σύμφωνα με την πρόβλεψη του IRENA (2020), όταν οι «μηδενικές εκπομπές άνθρακα» γίνουν πραγματικότητα μέχρι το 2050 στον κόσμο, η συνολική επένδυση στο ενεργειακό σύστημα θα έχει φτάσει τα 130 τρισεκατομμύρια δολάρια, από τα οποία το 29% θα διατεθεί σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το 33% θα διατεθεί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, το 21% θα διατεθεί για την ηλεκτροδότηση της χρήσης τερματικής ενέργειας και το 17% θα διατεθεί για την ορυκτή ενέργεια. Ταυτόχρονα, η απόδοση της επένδυσης στη νέα ενεργειακή τεχνολογία θα είναι πολύ υψηλότερη

από την επένδυση, γεγονός που θα προωθήσει περαιτέρω τη διαδικασία ενεργειακής μετάβασης με επίκεντρο την πρόοδο και την ανάπτυξη της νέας ενεργειακής τεχνολογίας . Το επενδυτικό κόστος του παγκόσμιου ενεργειακού συστήματος θα αυξηθεί κατά 26 τρισεκατομμύρια δολάρια, αλλά τα οφέλη από τη μείωση των περιβαλλοντικών ζημιών και των παθήσεων για την υγεία θα ανέλθουν σε 62-169 τρισεκατομμύρια δολάρια.

Η ουδετερότητα του άνθρακα είναι μια νέα κινητήρια δύναμη για την ανθρώπινη κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη. Επιφέρει αλλαγές στα μοντέλα κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης, αυξάνει την ανάπτυξη του ΑΕΠ και ενισχύει τον δείκτη ευτυχίας όλης της ανθρωπότητας. Η ταχεία χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ενεργειακή μετάβαση θα γίνει ένας παράγοντας που προωθεί την ανάκαμψη της παγκόσμιας οικονομίας. Αναμένεται ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα τριπλασιάσουν τις θέσεις εργασίας σε 42 εκατομμύρια παγκοσμίως έως το 2050 και θα υπάρχουν 100 εκατομμύρια θέσεις εργασίας που σχετίζονται με την ενέργεια, αυξημένες κατά 72% από τώρα. Μέχρι το 2050, η ουδετερότητα των εκπομπών άνθρακα θα επιφέρει πρόσθετο ρυθμό ανάπτυξης 2,4% του ΑΕΠ. Από το 2019 έως το 2050, η σωρευτική αύξηση του ΑΕΠ που θα επιφέρει η ενεργειακή μετάβαση θα φτάσει τα 99 τρισεκατομμύρια δολάρια. Η ουδετερότητα του άνθρακα βελτιώνει το παγκόσμιο οικολογικό περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία και βελτιώνει σημαντικά τη διαβίωση των ανθρώπων. Μέχρι το 2030 και το 2050, ο δείκτης ευτυχίας της ανθρωπότητας θα έχει αυξηθεί κατά 6,9% και 13,5% αντίστοιχα (IRENA, 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΓΙΑ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑ ΑΝΘΡΑΚΑ

3.1. Ουδετερότητα άνθρακα για τις επιχειρήσεις: συμβιβασμός ή πόρος;

Όποια και αν είναι η απάντηση, στο παραπάνω ερώτημα, τα στοιχεία δείχνουν ότι η Περιβαλλοντική Κοινωνική και Εταιρική Διακυβέρνηση (ESG) μπορεί να έχει θετικό ή αρνητικό αντίκτυπο στην αξία της επιχείρησης και οι διαχειριστές δεν μπορούν πλέον να το αγνοήσουν. Δύο θεωρίες ζωτικής σημασίας χρησιμοποιούνται ευρέως για να το εξηγήσουν: η «θεωρία των συμβιβασμών(Trade-off Theory)» και η «Θεωρία της Οικονομίας Βάσει Πόρων (Resource Based Economy)». Το πρώτο υπονοεί ότι η ενασχόληση με κοινωνικά υπεύθυνες δραστηριότητες αποτελεί ανταλλαγή των κερδών των επιχειρήσεων , ενώ το δεύτερο είναι το αντίθετο (Garel & Petit-Romec, 2021).

Ο Friedman (1970) υποστηρίζει ότι ο πιο σημαντικός στόχος μιας επιχείρησης είναι η μεγιστοποίηση των κερδών (Θεωρία των Μετόχων). Το αναμενόμενο κόστος των δεοντολογικών δεσμεύσεων είναι πιθανό να υπερβαίνει τα οφέλη, οδηγώντας κατά συνέπεια σε απώλεια της εταιρικής αξίας. Το κόστος των περιβαλλοντικών δραστηριοτήτων περιλαμβάνει το λειτουργικό κόστος, το κόστος αναντιστοιχίας πόρων, το κόστος υλοποίησης, το κόστος πιστοποίησης και ελέγχου, το κόστος συντήρησης, ακόμη και το κόστος αντιπροσωπείας (Alberti et al. 2000). Μεταγενέστερες μελέτες προσδιορίζουν την Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη (Corporate Social Responsibility-CSR) έναντι των συμφερόντων της εταιρείας. Οι Chen & Metcalf (1980), υποδεικνύουν ότι η εισροή σε περιβαλλοντικά ζητήματα είναι πιθανό να καταλαμβάνει κεφάλαια που θα μπορούσαν να είχαν επενδυθεί σε άλλα κερδοφόρα έργα. Η καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση είναι θυσία των οικονομικών επιδόσεων. Ομοίως, οι Gray & Shadbegian, (1995), προτείνουν, ότι η περιβαλλοντική ρύθμιση θα επηρέαζε την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων καθώς καταλαμβάνει πόρους σε μη παραγωγικές δραστηριότητες όπως η επεξεργασία απορριμμάτων και ο περιβαλλοντικός έλεγχος. Ως αποτέλεσμα, οι Jaggi & Freedman, (1992), υποστήριξαν ότι η περιβαλλοντική δέσμευση των επιχειρήσεων δεν θα ανταμείβεται με υψηλότερη αγοραία αξία. Ο Krüger (2015), χρησιμοποιεί μια βραχυπρόθεσμη μελέτη γεγονότων για να

διερευνήσει τον αντίκτυπο των γεγονότων CSR (Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης) στην απόδοση των τιμών των μετοχών και βρίσκει μια συνολική αρνητική αντίδραση σε γεγονότα CSR (περιλαμβάνονται τα περιβαλλοντικά γεγονότα). Αυτό δείχνει ότι η πτώση της τιμής της μετοχής οφείλεται κυρίως στο κόστος αντιπροσώπευσης.

Ακολουθώντας τη θεωρία των συμβιβασμών(Trade-off Theory) και λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της ουδετερότητας άνθρακα, αυτή η μελέτη εξετάζει το πιθανό κόστος της δέσμευσης για την ουδετερότητα άνθρακα ως δαπάνες για τη δημιουργία στρατηγικών για τον άνθρακα, ανάπτυξη βιώσιμων τεχνολογιών για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα, αγορά καθαρών υλικών και εξοπλισμού για τη διαδικασία παραγωγής χωρίς άνθρακα και την τακτική αποκάλυψη πληροφοριών άνθρακα για την περιβαλλοντική αξιολόγηση από εξωτερικούς ελέγχους και ενδιαφερόμενους φορείς. Με βάση την υποκείμενη υπόθεση της θεωρίας κόστους –οφέλους ότι η ευθύνη μιας επιχείρησης είναι να ενισχύσει την κερδοφορία της, η κατανομή πόρων για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών ευθυνών θα προκαλούσε προβλήματα αντιπροσώπευσης μεταξύ των διευθυντών και των μετόχων. Επομένως, η δέσμευση να είναι ουδέτερη ως προς τον άνθρακα απαιτεί πρόσθετες δαπάνες για τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα τους, το οποίο έρχεται σε σύγκρουση με τον πλούτο των ενδιαφερομένων και οι επενδυτές θα αντιδρούσαν αρνητικά σε τέτοιες δεσμεύσεις.

Ως αντίπαλος της θεωρίας των συμβιβασμών είναι θεωρία της Οικονομίας Βάσει Πόρων (Resource Based Economy), Η θεωρία αυτή απεικονίζει το κίνητρο για τις επιχειρήσεις να αναλάβουν περιβαλλοντικές ευθύνες. Η άποψη που βασίζεται σε πόρους εισήχθη από τον Wernerfelt, (1984), τονίζοντας ότι οι πόροι και όχι τα προϊόντα καθορίζουν την ανταγωνιστική θέση της επιχείρησης στην αγορά. Συγκεκριμένα, ο Grant (1991), τονίζει τη σημασία των άυλων πόρων και των πόρων που βασίζονται στο προσωπικό, οι οποίοι είναι δύσκολο να αξιολογηθούν και τείνουν να παραμελούνται από τους παραδοσιακούς ισολογισμούς, αυτοί οι πόροι αντιστοιχούν σε κοινωνικές ευθύνες. Οι Russo & Fouts (1997), ενσωματώνουν δυνατότητες που προωθούν περιβαλλοντικές δραστηριότητες στα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα των επιχειρήσεων, με την προσδοκία ότι η περιβαλλοντική φροντίδα θα ξεχώριζε τις επιχειρήσεις στην αγορά. Επιπλέον, ο Peteraf (1993), προτείνει, ότι ο εντοπισμός πολύτιμων περιβαλλοντικών πόρων βοηθά τις εταιρείες να δημιουργήσουν εμπόδια στη μίμηση μεταξύ των ανταγωνιστών, συλλαμβάνοντας έτσι διακριτές ικανότητες.

Σύμφωνα με την θεωρία της Οικονομίας Βάσει Πόρων, η περικοπή των δαπανών παραγωγής, η βελτίωση της παραγωγικότητας, η συρρίκνωση των δαπανών για ασφάλιση ρύπανσης και τα περιφερειακά πλεονεκτήματα πολιτικών και φόρων είναι προφανή οφέλη που σχετίζονται με περιβαλλοντικές δεσμεύσεις (Lanis & Richardson, 2015). Επιπλέον, οι εταιρείες με περιβαλλοντικές ευθύνες έχουν πλεονεκτήματα στο να κερδίζουν υποστήριξη από ενδιαφερόμενα μέρη, τα οποία συμβάλλουν στην προώθηση των πωλήσεων, τα πλούσια χρηματοδοτικά κανάλια και τη σταθερότητα του εργατικού δυναμικού (Schnietz & Epstein, 2005). Συγκεκριμένα, οι αυξανόμενες ανησυχίες του κοινού για τα περιβαλλοντικά προβλήματα ωθούν τους καταναλωτές να αγοράζουν πράσινα αγαθά, κάτι που είναι ευεργετικό για τη βελτίωση των πωλήσεων των εταιρειών που είναι προσανατολισμένες στο περιβάλλον (Arora & Gangopadhyay, 1995). Ο Baron, (2009), δηλώνει, ότι η εταιρική αξία δεν αξιολογείται μόνο από την οικονομική απόδοση αλλά και από την κοινωνική απόδοση και οι εταιρείες με υψηλότερες περιβαλλοντικές ευθύνες τείνουν να εκτιμώνται ιδιαίτερα από τους επενδυτές. Τέτοια πλεονεκτήματα στην προσέλκυση επενδύσεων φαίνονται πιο εμφανή κατά την περίοδο της κρίσης Covid-19 (Garel & Petit-Romec, 2021). Επιπλέον, οι εταιρείες, που ασχολούνται με περιβαλλοντικές πρακτικές είναι πιο πιθανό να κερδίσουν υποστήριξη και εμπιστοσύνη από τους εργαζόμενους (Bhattacharya, Korschun & Sen, 2009), προωθώντας έτσι την εργασιακή ικανοποίηση και ταύτιση των εργαζομένων (Kehoe & Wright, 2013), που οδηγούν σε μεγαλύτερη δέσμευση των εργαζομένων προς τις επιχειρήσεις και μειώνουν τον δείκτη κύκλου εργασιών.

Σύμφωνα με τις έρευνες, μπορούμε να αναφέρουμε, ότι η ανάληψη περιβαλλοντικής ευθύνης αποφέρει ποσοτικά μετρήσιμα οφέλη όπως εξοικονόμηση στην παραγωγή και υποστήριξη πολιτικών και προνομιακών φόρων και μη ποσοτικά μετρήσιμα οφέλη, όπως η αναγνώριση από τα ενδιαφερόμενα μέρη. Αυτή η άυλη φήμη βοηθά τις εταιρείες να προωθούν τις πωλήσεις, να προσελκύουν επενδύσεις και να διατηρούν εργαζομένους. Όλα αυτά τα απτά και τα άυλα οφέλη συμβάλλουν στον εφοδιασμό των επιχειρήσεων με θετικές εικόνες και στη βελτίωση της οικονομικής απόδοσης των επιχειρήσεων. Στο πνεύμα της άποψης που βασίζεται στους πόρους, δεδομένου ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό εταιρειών δηλώνει ουδέτερο ως προς τις εκπομπές άνθρακα στην αγορά, η σπανιότητα της δέσμευσης για ουδετερότητα άνθρακα μπορεί να μεταφερθεί σε μοναδικούς πόρους για τις επιχειρήσεις, και τέτοια πιθανά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα παρακινούν τις επιχειρήσεις να αναπτύξουν περιβαλλοντικές ευθύνες.

3.2. Δέσμευση οφέλους ή ζημία

Η θεωρία των συμβιβασμών (trade-off theory), παρέχει μια αρνητική προοπτική ως προς τον σκοπό των εταιρειών που είναι να «βγάλουν χρήματα». Ταυτόχρονα, οι περιβαλλοντικές δραστηριότητες θα προκαλούσαν υπερβολικό κόστος, οδηγώντας σε μείωση της αξίας της εταιρείας. Ο Spicer (1978), παρέχει στοιχεία, ότι οι δαπάνες για τη ρύπανση θα μείωναν τα κέρδη της επιχείρησης, κάτι που έρχεται σε σύγκρουση με την κύρια ανησυχία των επενδυτών για την απόδοση της επένδυσής τους. Οι Walley & Whitehead (1944), τονίζουν, ότι οι επιχειρήσεις πρέπει να επιβαρυνθούν με επιπλέον κόστος για την εγκατάσταση εξοπλισμού ανακύκλωσης για την αντιμετώπιση της ρύπανσης ή των αποβλήτων. Το αυξανόμενο λειτουργικό κόστος πλήττει τις οικονομικές επιδόσεις των επιχειρήσεων μακροπρόθεσμα. Ο Krüger (2015), υποθέτει, ότι για τις εταιρίες οι οποίες δεν επενδύουν σε παράγοντες περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και διακυβέρνησης για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των εταιριών (ESG), η αγοραία αξία των μετοχών τους θα πέφτει στην αγορά. Οι Bhandari & Javakhadze (2017), αποκαλύπτουν, ότι οι περιβαλλοντικές δεσμεύσεις θα καταλάμβαναν κεφάλαια και θα οδηγούσαν σε αναποτελεσματική κατανομή των πόρων, γεγονός που φέρνει μειονεκτήματα στην αξία τους σε σύγκριση με δεσμεύσεις κανονισμών άλλου τύπου.

Επιπλέον, ορισμένοι μελετητές αμφιβάλλουν για τη συνέπεια της περιβαλλοντικής δέσμευσης και των πραγματικών προσπαθειών των επιχειρήσεων. Για παράδειγμα, οι Ramus & Montiel (2005), υποστηρίζουν, ότι ορισμένες εταιρείες υποστηρίζουν ότι λαμβάνουν περιβαλλοντική δέσμευση -ως εργαλείο διαφήμισης- αντί να παίρνουν πραγματικά μέτρα για να διακρίνονται από τους ανταγωνιστές, το οποίο ονομάζεται «greenwashing», αυτή η παγίδα μπορεί να προδώσει την εμπιστοσύνη των επενδυτών και να βλάψει την εταιρική αξία στο τέλος (Delmas & Burbano, 2011). Οι Hassel, Nilsson & Nyquist (2005), διερεύνησαν 337 σουηδικές επιχειρήσεις σε 9 τρίμηνα παρατήρησης, και κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι η εφαρμογή περιβαλλοντικών στρατηγικών μπορεί να θεωρηθεί ως μια ενέργεια «greenwashing» από τους ενδιαφερόμενους φορείς, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο την αξία των επιχειρήσεων. Ο Du (2015) χρησιμοποιεί μια μελέτη εκδήλωσης για να ερευνήσει την αντίδραση της αγοράς στο greenwashing στην Κίνα, βρίσκοντας μια σημαντικά αρνητική συσχέτιση μεταξύ των εκδόσεων greenwashing και των αποδόσεων των μετοχών των εταιρειών.

Δεδομένου ότι η δέσμευση για την ουδετερότητα του άνθρακα αντανάκλα τις εταιρικές περιβαλλοντικές ευθύνες, το υπερβολικό κόστος που δημιουργείται από τις περιβαλλοντικές ευθύνες και ο κίνδυνος επιβεβαίωσης ως «πράσινη πλύση (greenwashing)» από τους ενδιαφερόμενους είναι πιθανό να προκαλέσουν απώλειες στα κέρδη των επιχειρήσεων.

Ωστόσο, πολλές εταιρείες υποστηρίζουν, ότι η περιβαλλοντική δέσμευση θα ενίσχυε την εταιρική τους αξία. Με βάση την θεωρία που βασίζεται στους πόρους, η περιβαλλοντική δέσμευση θα μπορούσε να εξοπλίσει την επιχείρηση με ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα έναντι των αντιπάλων (Barney, 1991). Οι εταιρείες έχουν κίνητρο να αναλάβουν περιβαλλοντικές ευθύνες, όπως η μείωση των εκπομπών άνθρακα, για να κερδίσουν έδαφος στην αγορά. Οι Bragdon & Marlin, (1972), συνδέουν τους δείκτες ελέγχου της ρύπανσης με τους δείκτες κερδοφορίας 17 εταιρειών στη βιομηχανία χαρτοπολτού και χαρτιού και διαπιστώνουν ότι οι εταιρείες χαμηλότερης ρύπανσης τείνουν να έχουν καλύτερες οικονομικές επιδόσεις. Ομοίως, οι King & Lenox, (2001), «ανέλυσαν 652 δημόσιες μεταποιητικές επιχειρήσεις στις ΗΠΑ», παρέχοντας στοιχεία ότι οι καθαρότερες εταιρείες έχουν υψηλότερο Tobin's Q (αγοραία αξία) και η μείωση της ρύπανσης συμβάλλει στα οικονομικά κέρδη των επιχειρήσεων. Επιπλέον, ορισμένες έρευνες επικεντρώνονται στην αντίδραση της αγοράς στην περιβαλλοντική δέσμευση. Οι Klassen & McLaughlin (1996), υπονοούν, ότι οι δημόσιες ανακοινώσεις για τη απόκτηση περιβαλλοντικών βραβείων θα μπορούσαν να αυξήσουν την αποτίμηση των επιχειρήσεων κατά περίπου 80,5 εκατομμύρια δολάρια. Οι Griffin & Sun, (2013), ερεύνησαν τις εθελοντικές δηλώσεις των αμερικανικών εταιρειών για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέσω της υπηρεσίας ειδήσεων CSR. Διαπιστώνουν ότι η δημοσίευση πράσινων πληροφοριών θα έφερνε θετικές μη φυσιολογικές αποδόσεις στις μετοχές.

Η δέσμευση για την ουδετερότητα του άνθρακα δημιουργεί μια οργανωτική υπόσχεση για τη μείωση των εκπομπών πράσινων αερίων στο μηδέν, αποδεικνύοντας την αφοσίωση των εταιρειών στη βελτίωση της περιβαλλοντικής ευθύνης. Η ανάληψη δέσμευσης για μηδενικό άνθρακα θα βοηθούσε τις επιχειρήσεις να αποκτήσουν θετικές εικόνες και μεγαλύτερη αναγνώριση στην αγορά. καθώς η καλύτερη φήμη διευκολύνει τις επιχειρήσεις να λάβουν υποστήριξη από τους ενδιαφερόμενους (Branco & Rodrigues, 2006).

3.3. Βιώσιμη επένδυση – ESG - αντίδραση της αγοράς

Σύμφωνα με τους Feldman, Soyka & Ameer (1997), οι βελτιώσεις στις περιβαλλοντικές επιδόσεις θα οδηγούσαν σε αύξηση περίπου 5% της αξίας των μετόχων. Επιπλέον, οι κοινωνικοί παράγοντες ωφελούν πρόσθετους μετόχους, όπως τους εργαζόμενους και την τοπική κοινωνία (Godfrey, 2005). Οι Lee, Park & Lee, (2013), αναφέρουν ότι οι καλύτερες κοινωνικές ανησυχίες για τους εργαζομένους θα μείωναν τον δείκτη κύκλου εργασιών των εργαζομένων, εξοικονομώντας κόστος αντικατάστασης εργασίας για τις επιχειρήσεις. Επιπλέον, η εταιρική διακυβέρνηση είναι ζωτικής σημασίας για την επιχειρηματική λειτουργία και τη ρύθμιση της εταιρείας. Η καλή εταιρική διακυβέρνηση συνδέεται με χαμηλότερο κόστος κεφαλαίου, υψηλότερες αποδόσεις ιδίων κεφαλαίων, μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ευνοϊκότερη μεταχείριση όλων των ενδιαφερομένων (Faysal, Salehi & Moradi, 2021). Η αποτελεσματική εταιρική διακυβέρνηση είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τον μετριασμό των προβλημάτων αντιπροσώπευσης μεταξύ των διευθυντών και των μετόχων, μειώνοντας έτσι το κόστος αντιπροσωπείας και ενισχύοντας την αξία της εταιρείας.

Δεδομένου ότι η βιώσιμη επένδυση, (ESG), σχετίζεται στενά με την ουδετερότητα άνθρακα, επηρεάζοντας εν τω μεταξύ τη χρηματοοικονομική απόδοση της εταιρείας, είναι αναμενόμενο ότι η αντίδραση της αγοράς στη δέσμευση για ουδετερότητα άνθρακα θα επηρεαστεί από την επίσημη απόδοση ESG της εταιρείας (Pástor, Stambaugh & Taylor, 2021).

Εκτός από την απόδοση ESG, το επίπεδο ουδετερότητας άνθρακα είναι ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας που συμβάλλει στις διαφορετικές αντιδράσεις στην περιβαλλοντική δέσμευση. Η ουδετερότητα άνθρακα μπορεί να ενημερώσει την αγορά για τις προσπάθειες των εταιρειών να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις, γεγονός που συμβάλλει στη μείωση των προβλημάτων ασυμμετρίας πληροφοριών μεταξύ εσωτερικών και ξένων προσώπων (Matsumura, Prakash & Vera-Munoz, 2014). Καθώς οι κεφαλαιαγορές λαμβάνουν υπόψη την περιβαλλοντική γνωστοποίηση (μη χρηματοοικονομικές γνωστοποιήσεις) κατά την αξιολόγηση του ελέγχου περιβαλλοντικών κινδύνων των επιχειρήσεων (Barth & McNichols, 1994), εταιρείες με διαφανείς πληροφορίες άνθρακα μπορούν να τοποθετηθούν ως ελκυστικές επιλογές για επενδυτές που ενδιαφέρονται για το κλίμα (Lewis & Juravle, 2010).

Η ουδετερότητα του άνθρακα βελτιώνει τη διαχείριση των φυσικών κινδύνων από τις εταιρείες, όπως η κλιματική αλλαγή. Ο McLaughlin, (2011), υποστηρίζει ότι η ουδετερότητα

άνθρακα αποκαλύπτει την ευαισθητοποίηση των εταιρειών στον έλεγχο του περιβαλλοντικού κινδύνου. Οι επιχειρήσεις με υψηλότερο επίπεδο περιβαλλοντικής γνωστοποίησης τείνουν να έχουν καλύτερες επιδόσεις στη διαφοροποίηση των φυσικών κινδύνων. Ομοίως, οι Lemma et al., (2020), υποστηρίζουν ότι η αποκάλυψη εκπομπών άνθρακα σηματοδοτεί στην αγορά ότι οι εταιρείες ενδιαφέρονται για την έκθεση σε κινδύνους άνθρακα και τους κανονισμούς. Η πιο διαφανής γνωστοποίηση θα ανταμείβεται με την αναγνώριση της αγοράς για περιβαλλοντική συνεισφορά. Αυτές οι μετοχές τείνουν να έχουν καλύτερη απόδοση σε σχέση με τις αντίστοιχες αποδόσεις μετοχών. Αντίθετα, εάν οι εταιρείες δεν αποκαλύπτουν πληροφορίες για τον άνθρακα, οι επενδυτές είναι πιο πιθανό να θεωρήσουν τη μη γνωστοποίηση ως αρνητικό μήνυμα και να χάσουν το ενδιαφέρον τους για επενδύσεις σε αυτές τις μετοχές (Dhaliwal et al. 2011).

Η ουδετερότητα άνθρακα παρέχει εσωτερικές πληροφορίες για τον άνθρακα στο κοινό και αποκαλύπτει τις ανησυχίες των εταιρειών για κινδύνους άνθρακα, μετριάζοντας επομένως τα προβλήματα ασυμμετρίας πληροφοριών. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες θα επωφεληθούν από την εθελοντική περιβαλλοντική γνωστοποίηση στις οικονομικές επιδόσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΑΣΦΑΛΙΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗΝ ΑΛΥΣΙΔΑ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Σύμφωνα με την Έκθεση της IPCC, απαιτούνται τουλάχιστον 2,4 τρισεκατομμύρια δολάρια για πράσινες επενδύσεις, όπως η τεχνολογία μείωσης του άνθρακα για την πρόληψη της «υπερθέρμανσης του πλανήτη στους 1,5 °C», που αντιπροσωπεύει περίπου το 2,5% του παγκόσμιου ΑΕΠ (Έκθεση IPCC, 2018). Για να υποστηρίξει μια τέτοια τεράστια επενδυτική ανάγκη, η πράσινη χρηματοδότηση έχει σταδιακά προσελκύσει την προσοχή στην πράξη και τη θεωρία (Wang et al., 2021). Πολλές κυβερνήσεις έχουν λάβει μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών άνθρακα των επιχειρήσεων και το ανώτατο όριο. Το εμπόριο είναι ένα από αυτά ως ένα κοινό εργαλείο βασισμένο στην αγορά, το οποίο έχει υιοθετηθεί από 34 περιοχές σε όλο τον κόσμο από τον Απρίλιο του 2022 (Παγκόσμια Τράπεζα, 2022). Κάτω από την τεράστια περιβαλλοντική πίεση, οι οικονομικοί οργανισμοί (είτε εθελοντικοί είτε εξουσιοδοτημένοι) πρέπει να εξετάσουν το ενδεχόμενο να επενδύσουν στις νέες πράσινες τεχνολογίες (μείωση άνθρακα) ή να αναβαθμίσουν τον παλιό εξοπλισμό τους. (An et al., 2021). Η πραγματοποίηση τέτοιων πράσινων επενδύσεων σημαίνει ταυτόχρονα αύξηση του κόστους, αλλά και προσέλκυση της προσοχής των καταναλωτών με την αύξηση του πράσινου του προϊόντος. Επιπλέον, στο πλαίσιο του ανώτατου ορίου και του εμπορίου, θα εξοικονομηθεί το επίδομα άνθρακα στη διαδικασία παραγωγής, έτσι οι επιχειρήσεις έχουν την ευκαιρία να κερδίσουν κέρδη από την αγορά εμπορίας άνθρακα (Ji et al., 2023). Ωστόσο, υπάρχει κίνδυνος αποτυχίας στη νεοεμφανισθείσα πράσινη τεχνολογία, η οποία σε κάποιο βαθμό μειώνει την προθυμία των επιχειρήσεων για πράσινες επενδύσεις, ειδικά για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις (MME) (Niu et al., 2022).

Ο τομέας παραγωγής με σχετικά υψηλές εκπομπές άνθρακα συνήθως μεταδίδει τον κίνδυνο στις ασφαλιστικές εταιρείες μέσω της ασφάλισης και στη συνέχεια διαφοροποιεί τους κινδύνους, γεγονός που όχι μόνο την καθιστά απαραίτητη προϋπόθεση για ορισμένες επιχειρηματικές δραστηριότητες, αλλά υποδηλώνει επίσης ότι ο ασφαλιστικός κλάδος έχει τεράστιο αντίκτυπο στις περιβαλλοντικές αλλαγές επηρεάζοντας τις οικονομικές παραγωγικές δραστηριότητες (Διεθνές Νομισματικό Ταμείο, 2016). Εκτός από τις παραγωγικές δραστηριότητες, η ασφάλιση μπορεί να επηρεάσει το περιβάλλον με διάφορους τρόπους (Mills, 2003). Για παράδειγμα, μέσω άμεσων

επενδύσεων, η βρετανική ασφαλιστική εταιρεία Gerling επένδυσε 100 εκατομμύρια δολάρια για τη δημιουργία Συνεργατών Επενδύσεων Αειφορίας για την παροχή ασφάλισης στόχων άνθρακα και άλλων χρηματοοικονομικών προϊόντων άνθρακα για την προώθηση της μείωσης του άνθρακα. Μία άλλη πρακτική που μπορούν να υιοθετήσουν οι ασφαλιστές είναι να σχεδιάσουν νέα ασφαλιστικά προϊόντα, όπως ασφάλιση άνθρακα ή άλλες πράσινες ασφάλειες, που αντισταθμίζουν τον κίνδυνο για ανώριμες πράσινες τεχνολογίες (Mills, 2003). Ένα παράδειγμα είναι και η μεγαλύτερη ασφαλιστική εταιρεία στη Νορβηγία, η Storebrand, η οποία έχει αναπτύξει έργα εξοικονόμησης άνθρακα και χρησιμοποιεί εξοικονομούμενες εκπομπές άνθρακα για την πληρωμή αξιώσεων από έργα των πελατών της που δεν έχουν εκτελεστεί σωστά. Με την ανάπτυξη της ασφάλισης άνθρακα, για διαφορετικά σενάρια ασφάλισης, οι ασφαλιστικές εταιρείες καταλήγουν σε νέους όρους, όπως ασφάλιση παροχής άνθρακα, ασφάλιση απώλειας άνθρακα κ.λ.π. Οι ασφαλιστές υποχρεούνται να πληρώσουν για την απώλεια της περιουσίας του ασφαλισμένου που προκαλείται από φυσικές καταστροφές ή ατυχήματα στα οποία οι τελικές εκπομπές άνθρακα του ασφαλισμένου υπερβαίνουν τους στόχους εκπομπών άνθρακα που έχουν τεθεί από τον ασφαλισμένο. Επομένως, για τον κίνδυνο αποτυχίας στις επενδύσεις πράσινης τεχνολογίας των κατασκευαστών, η ασφάλιση άνθρακα μπορεί να είναι ένα κατάλληλο εργαλείο για τη διασπορά του κινδύνου (Yang et al., 2022).

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ασφαλιστής της ασφάλισης άνθρακα δεν θα πληρώσει για άλλες ζημιές που προκαλούνται από την αποτυχία της τεχνολογίας μείωσης του άνθρακα, όπως απώλεια πωλήσεων. Αντίθετα, ο ασφαλιστής πληρώνει μόνο για τις ζημιές που προκύπτουν από την αδυναμία του ασφαλισμένου να επιτύχει τον στόχο μείωσης των εκπομπών για λόγους που δεν μπορεί να ελέγξει (όπως ατυχήματα που προκαλούνται από την τεχνολογία). Εκτός από τον τρόπο αποζημίωσης που προσφέρει η Storebrand, όπου ο ασφαλιστής αποζημιώνει με "αρνητική εκπομπή άνθρακα", υπάρχει ένας άλλος τρόπος αποζημίωσης, όπου ο ασφαλιστής αποζημιώνει την ασφαλισμένη εταιρεία με κεφάλαια (π.χ. η ασφάλεια άνθρακα που προσφέρει η China Pacific Property Insurance Co., Ltd.). Ο τελευταίος τρόπος υιοθετείται συχνά στην πραγματικότητα. Για παράδειγμα, τον Σεπτέμβριο του 2021, η China Pacific Insurance Company παρείχε ασφάλιση άνθρακα για επιχειρήσεις του έργου Donghai Bridge Offshore Wind Power Phase II. Εάν το έργο τελικά δημιουργήσει πρόσθετες εκπομπές άνθρακα ή ακούσιες απώλειες μείωσης εκπομπών λόγω ατυχημάτων ή φυσικών καταστροφών, η ασφαλιστική εταιρεία θα καταβάλει το συμφωνημένο ποσό αποζημίωσης ευθύνης. Σε σύγκριση με τον τρόπο αντιστάθμισης με άνθρακα της Storebrand,

με αυτόν τον τρόπο, η ασφαλιστική εταιρεία δεν χρειάζεται να αναπτύξει νέα έργα μείωσης των εκπομπών άνθρακα (όπως η δέσμευση άνθρακα στη δασοκομία), επομένως διαφορετικοί τρόποι αποζημίωσης ασφάλισης μπορεί να έχουν διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις για το σύνολο της προσφοράς αλυσίδα (Yang et al., 2022).

Επιπλέον, σε διαφορετικά κράτη της ασφαλιστικής αγοράς ή σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης της ασφάλισης, τα αποτελέσματα της ασφάλισης ενδέχεται να διαφέρουν. Για παράδειγμα, για την ασφάλιση άνθρακα, αφενός, όταν βρίσκεται σε αρκετά ώριμο στάδιο (η ασφαλιστική αγορά) μπορεί να θεωρηθεί ως μια απόλυτα ανταγωνιστική αγορά. Από την άλλη πλευρά, όταν η αγορά ασφάλισης άνθρακα βρίσκεται σε περίοδο ανάπτυξης (ή αγορά ατελούς ανταγωνισμού), οι ασφαλιστικές εταιρείες πρέπει να εξετάσουν το ενδεχόμενο να διευρύνουν το μερίδιο αγοράς καθώς και την κερδοφορία, και ως εκ τούτου πρέπει να εξετάσουν το ενδεχόμενο της συνάφειας μέσω της καινοτομίας του προϊόντος και της κάλυψης νέων κινδύνων (Liu et al., 2022).

Αν και υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός χρηματοοικονομικών προϊόντων για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα, θεωρητικά, δεν υπάρχει τελικό συμπέρασμα για τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Από τη θετική πλευρά, ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν ότι η ανάπτυξη νέου χρηματοοικονομικού προϊόντος μπορεί να αυξήσει τις επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογίες και κατά συνέπεια να βελτιώσει το περιβάλλον. Ωστόσο, περισσότερες οικονομικές επιλογές προσελκύουν επίσης επενδύσεις και ενισχύουν την παραγωγή, αυξάνοντας έτσι την περιβαλλοντική ρύπανση και τις εκπομπές άνθρακα. Ως μέρος της πράσινης χρηματοδότησης, η πράσινη ασφάλιση δεν έχει λάβει μεγάλη προσοχή και δεν έχουν εξεταστεί πολλές έρευνες για τις περιβαλλοντικές επιρροές της. Ειδικά, επειδή η ασφάλιση άνθρακα είναι μια αναδυόμενη πράσινη ασφάλιση, οι επιπτώσεις της στις δραστηριότητες παραγωγής και λειτουργίας, και ως εκ τούτου στις εκπομπές άνθρακα, είναι ακόμη ασαφείς (Yin et al., 2019).

Ας υποθέσουμε, ότι ένας κατασκευαστής παράγει και πουλά ένα προϊόν στους πελάτες. Για να μειώσει τις εκπομπές άνθρακα και έτσι να εξοικονομήσει κόστος στο πλαίσιο του μηχανισμού ανώτατου ορίου και εμπορίου, ο κατασκευαστής κάνει πράσινες επενδύσεις για μια νέα αλλά ανώριμη τεχνολογία μείωσης του άνθρακα με αβέβαιη απόδοση. Για να καλύψει τον κίνδυνο αποτυχίας επίτευξης του στόχου μείωσης των εκπομπών άνθρακα, ο κατασκευαστής αγοράζει μια ασφάλεια άνθρακα από τον ασφαλιστή. Η ασφάλιση άνθρακα βοηθά τον κατασκευαστή να διασπείρει τον κίνδυνο και το πώς επηρεάζει την ποσότητα εκπομπών άνθρακα. Συγκρίνοντας τις

περιπτώσεις ασφάλισης άνθρακα για την αντιστάθμιση του κινδύνου αποτυχίας της πράσινης επένδυσης (τρόπος ασφάλισης άνθρακα, CIM) και ΜΗ ύπαρξης ασφάλισης άνθρακα (χωρίς λειτουργία ασφάλισης άνθρακα, NCIM), τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ασφάλιση άνθρακα μπορεί να μειώσει το εμπόδιο εισόδου στις πράσινες επενδύσεις για τον κατασκευαστή, κάτι που επιτρέπει σε περισσότερες επιχειρήσεις, ιδιαίτερα στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ), να κάνουν πράσινες επενδύσεις, μειώνοντας έτσι τις εκπομπές άνθρακα. Επιπλέον, ο κατασκευαστής που αγοράζει ασφάλιση άνθρακα μπορεί να κερδίσει περισσότερα κέρδη και να παράγει περισσότερα σε σύγκριση με την περίπτωση που δεν αγοράζει ασφάλεια άνθρακα. Επιπλέον, εάν ο ασφαλιστής αποζημιώσει τον κατασκευαστή με άνθρακα, η ασφάλιση άνθρακα μπορεί να μειώσει περαιτέρω τις εκπομπές άνθρακα και να είναι καλή για το περιβάλλον υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Ωστόσο, η ασφάλιση άνθρακα οδηγεί σε υψηλότερες εκπομπές άνθρακα εάν ο ασφαλιστής αποζημιώσει τον κατασκευαστή με κεφάλαια. Επιπλέον, οι επιπτώσεις της ασφάλισης άνθρακα επηρεάζονται επίσης από τη στρατηγική επιλογή του ασφαλιστή. Ο κατασκευαστής κερδίζει το μεγαλύτερο κέρδος και εκπέμπει τον περισσότερο άνθρακα εάν ο ασφαλιστής είναι μη στρατηγικός. Αντίθετα, ο κατασκευαστής κερδίζει λιγότερα αλλά εκπέμπει λιγότερο άνθρακα εάν ο ασφαλιστής είναι στρατηγικός. Εν τω μεταξύ, είτε η κυβέρνηση αναγκάζει τις επιχειρήσεις για πράσινες επενδύσεις είτε όχι, μπορεί επίσης να οδηγήσει σε διαφορετικές επιπτώσεις της ασφάλισης άνθρακα. Συγκεκριμένα, η ασφάλιση άνθρακα αποδίδει καλύτερα στη μείωση των εκπομπών άνθρακα όταν οι κατασκευαστές προσφέρονται εθελοντικά να μειώσουν τις εκπομπές άνθρακα, αλλά δεν έχουν κυβερνητική εντολή (Wu & Chiu, 2023).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

5.1.Κίνδυνος εκπομπής άνθρακα και κόστος κεφαλαίου

Όταν θέλουμε να αναλύσουμε τον αντίκτυπο του κινδύνου εκπομπής άνθρακα στο κόστος του κεφαλαίου, εξετάζουμε δύο προοπτικές (Li et al., 2014):

- το κόστος των ιδίων κεφαλαίων και
- το κόστος του χρέους

5.1.1. Κίνδυνος άνθρακα και κόστος μετοχικού κεφαλαίου

Μια ομάδα μελετών εξετάζει τις διαφορές στις αποδόσεις των αποθεμάτων μεταξύ επιχειρήσεων με υψηλές και χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Η κυρίαρχη άποψη είναι ότι οι επενδυτές απαιτούν αποδόσεις ανάλογες με το προβλεπόμενο επίπεδο κινδύνου. Δεδομένου ότι η μετάβαση σε χαμηλές εκπομπές άνθρακα ολόκληρης της οικονομίας δημιουργεί αυξανόμενους ρυθμιστικούς κινδύνους και κινδύνους αγοράς για εταιρείες με υψηλές εκπομπές, οι χρηματοοικονομικοί επενδυτές απαιτούν αποζημίωση για τέτοιους κινδύνους και έτσι αυξάνουν το κόστος του μετοχικού κεφαλαίου για εταιρείες με υψηλές εκπομπές άνθρακα (Trinks et al., 2022). Ορισμένες εμπειρικές μελέτες υποστηρίζουν αυτήν την άποψη. Για παράδειγμα, οι Oestreich & Tsiakas (2015), παρατηρούν ένα ασφάλιστρο άνθρακα στο γερμανικό χρηματιστήριο, με τις εταιρείες που έλαβαν δωρεάν δικαιώματα άνθρακα να υπερέχουν των άλλων εταιρειών. Οι Bolton & Kacperczyk (2021), αναφέρουν, ότι οι αμερικανικές επιχειρήσεις με υψηλότερες εκπομπές άνθρακα (και αλλαγές στις εκπομπές) έχουν υψηλότερες αποδόσεις αποθεμάτων και προτείνουν ότι το ασφάλιστρο άνθρακα δεν μπορεί να εξηγηθεί από διαφορές στην απροσδόκητη κερδοφορία ή άλλους γνωστούς παράγοντες κινδύνου (πίνακας 1.).

Ωστόσο, η αγορά ασφάλισης άνθρακα δεν είναι πάντα αποδεδειγμένη. Για παράδειγμα, οι SY In et al. (2019), παρατηρώντας αμερικανικές εταιρείες από τις αρχές του 2005 μέχρι το τέλος του 2015, δημιούργησαν ένα χαρτοφυλάκιο αποδοτικών-ελάχιστα αποδοτικών εκπομπών

άνθρακα(EMI-efficient-minusinefficient) με βάση την ένταση εκπομπών άνθρακα (προσαρμοσμένες στα έσοδα) σε επίπεδο επιχείρησης. Διαπίστωσαν με αυτόν τον τρόπο, ότι το χαρτοφυλάκιο EMI παράγει θετικές μη κανονικές αποδόσεις από το 2010, οι οποίες δεν μπορούν να αιτιολογηθούν από τους γνωστούς παράγοντες κινδύνου.

Οι Gorgen et al. (2019), υποστηρίζουν ότι αν και ο κίνδυνος εκπομπής άνθρακα μπορεί να εξηγήσει τη συστηματική διακύμανση των αποδόσεων, δεν υπάρχουν στοιχεία σχετικά με το ασφάλιστρο κινδύνου εκπομπής άνθρακα κι αυτό γιατί ο κίνδυνος εκπομπών άνθρακα έχει άμεση σχέση με ΜΗ τιμολογημένες μεταβολές των ταμειακών ροών . Υπάρχουν δύο πιθανοί λόγοι για τους οποίους οι επενδυτές δεν τιμολογούν τον κίνδυνο εκπομπής άνθρακα. Πρώτον, δεν ξέρουν πώς να ερμηνεύουν ή να αξιολογούν πληροφορίες που σχετίζονται με τον κίνδυνο εκπομπών άνθρακα. Δεύτερον, βλέπουν τις πληροφορίες για τον άνθρακα ως ασήμαντες και δεν πιστεύουν ότι ο κίνδυνος εκπομπής άνθρακα θα επηρεάσει τη φήμη ή το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα των επιχειρήσεων (Najah, 2012).

Μια άλλη ομάδα μελετών αναλύει άμεσα τη συσχέτιση μεταξύ του κινδύνου εκπομπής άνθρακα και του κόστους μετοχικού κεφαλαίου. Οι Trinks et al. (2022), δείχνουν σημαντικό θετικό αντίκτυπο της εκπομπής άνθρακα των επιχειρήσεων στο κόστος των ιδίων κεφαλαίων τους. Διαπιστώνουν ότι ο αντίκτυπος είναι πιο έντονος όπου ο κίνδυνος εκπομπών άνθρακα είναι ένα εξέχον ζήτημα, όπως σε τομείς με υψηλές εκπομπές και σε επιχειρήσεις που υπόκεινται σε κανονισμούς τιμολόγησης άνθρακα. Οι Bui et al. (2020), υποδεικνύουν επίσης, ότι η ένταση του άνθρακα συνδέεται θετικά με το κόστος του μετοχικού κεφαλαίου και ότι η συσχέτιση μπορεί να μετριαστεί μέσω εκτεταμένης γνωστοποίησης εκπομπών άνθρακα. Οι συγγραφείς εξηγούν ότι ο λόγος είναι ότι η γνωστοποίηση παρέχει στους επενδυτές περισσότερες πληροφορίες και μειώνει τις εκτιμήσεις τους για τον υψηλό κίνδυνο εκπομπών, μειώνοντας έτσι το απαιτούμενο ασφάλιστρο. Αυτό το επιχείρημα υποστηρίζεται από τους Albarrak et al. (2019), οι οποίοι διαπιστώνουν ότι η διάδοση πληροφοριών άνθρακα μέσω του Twitter μπορεί να μειώσει σημαντικά το κόστος ιδίων κεφαλαίων των επιχειρήσεων. Ομοίως, οι Kim et al. (2015), βρήκαν μια σημαντική θετική σχέση μεταξύ της έντασης του άνθρακα και του κόστους του μετοχικού κεφαλαίου για τις κορεατικές επιχειρήσεις. Σε αντίθεση με τους Bui et al. (2020), οι οποίοι πιστεύουν ότι τα αποτελέσματα δεν διαφέρουν μεταξύ των επιχειρήσεων που αποκαλύπτουν οικειοθελώς τις εκθέσεις βιωσιμότητας και εκείνων που δεν το κάνουν.

Οι ερευνητές σε αυτόν τον τομέα χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους και μετρήσεις για να εξετάσουν εάν ο κίνδυνος εκπομπής άνθρακα ενσωματώνεται πλήρως από τους επενδυτές. Αν και οι περισσότερες μελέτες επιβεβαιώνουν ότι ο κίνδυνος εκπομπών άνθρακα αυξάνει σημαντικά το κόστος των ιδίων κεφαλαίων, υπάρχουν ασυνέπειες στα ερευνητικά συμπεράσματα.

Πίνακας 1 Κίνδυνος άνθρακα και κόστος ιδίων κεφαλαίων

Κίνδυνος άνθρακα	Κόστος ιδίων κεφαλαίων	Σημάδι	Χρονική περίοδος	Παραπομπή
δικαιώματα εκπομπής άνθρακα	αποδόσεις μετοχών	+	2003–2012	Oestreich & Tsiakas
εκπομπές άνθρακα και αλλαγές στις εκπομπές	αποδόσεις μετοχών	+	2005–2017	Bolton & Kacperczyk
ένταση άνθρακα	αποδόσεις μετοχών	–	2005–2015	SY In et al.
ένταση άνθρακα	αποδόσεις μετοχών	–	2008–2016	Bernardini et al.
επιδόσεις σε θέματα άνθρακα και μετάβασης	αποδόσεις μετοχών	/	2010–2017	Gorgen et al.
ένταση άνθρακα	κόστος ιδίων κεφαλαίων με βάση το CAPM	+	2008–2016	Trinks et al.
ένταση άνθρακα	κόστος ιδίων κεφαλαίων με βάση το μοντέλο των Ohlson και Juettner-Nauroth (2005) και το μοντέλο του Eason (2004)	+	2007–2011	Kim et al.
ένταση άνθρακα	κόστος ιδίων κεφαλαίων με βάση το μοντέλο του Easton (2004)	+	2010–2015	Bui et al.

5.1.2. Κίνδυνος άνθρακα και κόστος χρέους

Όσον αφορά τις σχέσεις μεταξύ του κινδύνου άνθρακα και του κόστους του χρέους, το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας βασίζεται στη θεωρία αντιπροσώπων, σύμφωνα με την οποία τα προβλήματα αντιπροσωπείας προκύπτουν όταν οι προσδοκίες των δανειστών και των δανειοληπτών για έργα έντασης άνθρακα δεν ευθυγραμμίζονται. Συγκεκριμένα, εάν ένα έργο έντασης άνθρακα είναι επιτυχές, οι μέτοχοι θα επωφεληθούν από τα περισσότερα κέρδη, ενώ οι δανειστές θα επωμιστούν το μεγαλύτερο μέρος του κόστους εάν δεν είναι επιτυχές. Επιπλέον, από τη βιβλιογραφία που εξετάζουμε στην προηγούμενη ενότητα, διαπιστώνουμε πράγματι ότι μια αύξηση του κινδύνου άνθρακα μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο αθέτησης υποχρεώσεων και τον πιστωτικό κίνδυνο των επιχειρήσεων (Kabir et al., 2021). Ως εκ τούτου, οι εταιρείες με υψηλό κίνδυνο εκπομπών άνθρακα θα χρεωθούν υψηλότερα επιτόκια καθώς οι δανειστές πρέπει να αντισταθμίσουν την αυξημένη αβεβαιότητα των ταμειακών ροών, τον κίνδυνο αθέτησης υποχρεώσεων και τον κίνδυνο φήμης (Zhou et al., 2018) (πίνακας 2).

Σε εμπειρικές αναλύσεις, αν και η υπάρχουσα βιβλιογραφία επιβεβαιώνει τη θετική συσχέτιση μεταξύ του κινδύνου άνθρακα και του κόστους του χρέους, υπάρχουν αποκλίσεις στα ευρήματα σε κάποιο βαθμό. Οι Delis et al. (2019), μελέτησαν την αγορά κοινοπρακτικών δανείων και σύγκριναν το επιτόκιο δανείου μεταξύ επιχειρήσεων ορυκτών καυσίμων και μη ορυκτών καυσίμων με ένα παγκόσμιο δείγμα. Δείχνουν ότι μόνο μετά την υιοθέτηση της Συμφωνίας του Παρισιού οι τράπεζες άρχισαν να τιμολογούν τον κίνδυνο λανθανόντων αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων, οδηγώντας σε αύξηση του κόστους πίστωσης για τις εταιρείες ορυκτών καυσίμων. Οι Ehlers et al. (2021), μελέτησαν εάν οι τράπεζες τιμολογούν τον κίνδυνο εκπομπών άνθρακα σε όλους τους τομείς ώστε να αντικατοπτρίζει ένα ευρύτερο φαινόμενο πέρα από έναν συγκεκριμένο τομέα. Βρίσκουν επίσης σημαντικό ασφάλιστρο άνθρακα στην αγορά κοινοπρακτικών δανείων μετά την υιοθέτηση της Συμφωνίας του Παρισιού, αν και είναι σχετικά χαμηλό, περίπου 3–4 μονάδες βάσης. Είναι ενδιαφέρον ότι επιβεβαιώνουν ότι το ασφάλιστρο υπάρχει μόνο για τις άμεσες εκπομπές άνθρακα, υποδηλώνοντας ότι οι τράπεζες ανησυχούν λιγότερο για το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα των επιχειρήσεων παρά για τις άμεσες εκπομπές τους. Συνοπτικά, και οι δύο μελέτες δείχνουν ότι οι τράπεζες δεν ξεκίνησαν να τιμολογούν τον κίνδυνο άνθρακα μέχρι τη Συμφωνία του Παρισιού. Σε σχέση με αυτούς, οι Kleimeier & Viehs (2016), βρίσκουν ότι οι

εκπομπές άνθρακα, που προκύπτουν είχαν σημαντική θετική επίδραση στα περιθώρια δανείων πριν από την έγκριση της Συμφωνίας του Παρισιού. Διαπιστώνουν επίσης ότι για τις αδιαφανείς εταιρείες, η εθελοντική γνωστοποίηση μπορεί να μειώσει σημαντικά τα περιθώρια τραπεζικών δανείων. Ωστόσο, για τις διαφανείς εταιρείες, η εθελοντική γνωστοποίηση δεν έχει κανένα αντίκτυπο. Αυτό το αποτέλεσμα είναι συνεπές με τα ευρήματα ότι η μειωμένη ασυμμετρία πληροφοριών μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερο κόστος κεφαλαίου. Οι λόγοι για τις διαφορές στα συμπεράσματα μπορεί να είναι οι διαφορές μεταξύ των εταιρειών του δείγματος. Αν και τόσο οι Ehlers et al. (2021) και οι Kleimeier & Viehs (2016), χρησιμοποιούν εκπομπές άνθρακα σε επίπεδο επιχείρησης ως δείκτη του κινδύνου άνθρακα, οι Kleimeier & Viehs (2016), καλύπτουν εταιρείες που ανταποκρίνονται στο CDP και οι Ehlers et al. (2021), καλύπτουν δείγματα εταιρειών στη βάση δεδομένων Trucost, η οποία περιλαμβάνει όχι μόνο εταιρείες που αποκαλύπτουν τις εκπομπές άνθρακα τους, αλλά και εταιρείες των οποίων οι εκπομπές εκτιμώνται μέσω ενός μοντέλου εισροών-εκροών. Επιπλέον, οι συγγραφείς χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθοδολογίες για τον υπολογισμό των επιπέδων εκπομπών των εταιρειών. Οι Kleimeier & Viehs (2016), χρησιμοποιούν εκπομπές άνθρακα προσαρμοσμένες στη βιομηχανία και στο μέγεθος της εταιρείας και οι Ehlers et al. (2021), μετρούν τον κίνδυνο άνθρακα ως ετήσιες εκπομπές άνθρακα σε σχέση με τα ετήσια έσοδα. Οι διαφορές στα αποτελέσματά τους μπορεί επίσης να οφείλονται σε διαφορετικές περιόδους δειγματοληψίας. Συγκεκριμένα, οι Ehlers et al. (2021), χρησιμοποιούν τα έτη 2006 έως 2015 για να δηλώσουν την περίοδο πριν από τη Συμφωνία του Παρισιού και οι Kleimeier & Viehs (2016) καλύπτουν τα έτη 2007 έως 2013. Διαφορετικά ταξινομούν τις εταιρείες υψηλού και χαμηλού κινδύνου με βάση το εάν διαθέτουν αποθέματα ορυκτών καυσίμων οι Delis et al. (2019).

Μια άλλη ομάδα μελετών βασίζεται σε συγκεκριμένες χώρες. Οι Chen & Silva Gao (2012), επικεντρώνονται στην αγορά ομολόγων των ΗΠΑ και βρίσκουν σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού εκπομπών άνθρακα και των περιθωρίων απόδοσης έως τη λήξη για τον τομέα των ηλεκτρικών επιχειρήσεων κοινής ωφελείας. Πιο πρόσφατα, οι Jung et al. (2018), επιβεβαιώνουν μια σημαντική και θετική σχέση μεταξύ της εκπομπής άνθρακα (μετρούμενη ως εκπομπών πεδίου 1 διαιρούμενο με τα έσοδα από πωλήσεις) και του κόστους του χρέους για τις αυστραλιανές επιχειρήσεις που δεν ανταποκρίνονται στο CDP μεταξύ 2009 και 2013. Το κόστος μπορεί να ακυρωθεί εάν οι επιχειρήσεις επιδείξουν επίγνωση του κινδύνου εκπομπών άνθρακα.

Επιπλέον, χρησιμοποιώντας ένα δείγμα καναδικών επιχειρήσεων μεταξύ 2012 και 2015, ο Maaloul (2018), διαπιστώνει ότι τόσο οι συνολικές εκπομπές άνθρακα όσο και η ένταση των εκπομπών μπορούν να αυξήσουν το κόστος του χρέους. Οι Kumar & Firoz (2018), ερευνούν τις ινδικές επιχειρήσεις κατά την περίοδο 2011 έως 2014 και διαπιστώνουν ότι οι εταιρείες με υψηλότερα επίπεδα άμεσων εκπομπών άνθρακα έχουν υψηλότερο κόστος χρέους. Ωστόσο, αντί να βρουν μια θετική σχέση μεταξύ του κινδύνου άνθρακα και του κόστους του χρέους, οι Zhou et al. (2018), καταλήγουν σε διαφορετικό συμπέρασμα. Δείχνουν ότι η σχέση μεταξύ του κινδύνου άνθρακα και του κόστους του χρέους έχει σχήμα U για τις κινεζικές ιδιωτικές εταιρείες σε βιομηχανίες με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα. Η διαφορά στα αποτελέσματα μπορεί να οφείλεται στη διαφορά στην εκτίμηση του κινδύνου άνθρακα. Οι Zhou et al. (2018), ορίζουν τον κίνδυνο άνθρακα ως μια τακτική μεταβλητή με βάση τις κυρώσεις που επιβαρύνουν τις επιχειρήσεις για τις εκπομπές άνθρακα, ενώ άλλες μελέτες σε αυτόν τον τομέα προτιμούν να ορίζουν τον κίνδυνο άνθρακα χρησιμοποιώντας εκπομπές άνθρακα ή ένταση άνθρακα.

Συνοψίζοντας, οι συγγραφείς σε αυτόν τον τομέα έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικά μέτρα κινδύνου άνθρακα και κόστους χρέους για να αναλύσουν τις σχέσεις μεταξύ των δύο εννοιών και κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα : ότι ο κίνδυνος άνθρακα αυξάνει το κόστος χρέους των επιχειρήσεων. Στον Πίνακα 2, περιγράφεται πώς μετρούνται ο κίνδυνος και το κόστος σε κάθε άρθρο μαζί με την κατεύθυνση της εκτιμώμενης σχέσης, την επιλογή δείγματος, τη χρονική περίοδο και την αναφορά του άρθρου.

Πίνακας 2 Κίνδυνος άνθρακα και κόστος χρέους

Κίνδυνος άνθρακα	Κόστος χρέους	Σημάδι	Χρονική περίοδος	Παραπομπή
ένταση άνθρακα (εκπομπές πεδίου 1 σε σχέση με τα έσοδα)	περιθώρια δανείων	+	μετά την PA (2015)	Ehlers et al. 2019
εταιρείες ορυκτών καυσίμων	επιτόκιο δανείου	+	μετά την PA (2015)	Delis et al. 2019
εκπομπές άνθρακα προσαρμοσμένες στη βιομηχανία και στο μέγεθος της εταιρείας (πεδίο 1 και πεδίο 2)	περιθώριο δανείου	+	2007–2013	Kleimeier & Viehs 2016
ποσοστό εκπομπών	περιθώρια απόδοσης έως τη λήξη	+	2002, 2003, 2006, 2007, 2008	Chen & Silva Gao 2012
ένταση άνθρακα (εκπομπές πεδίου 1 σε σχέση με τα έσοδα από πωλήσεις)	δαπάνη τόκων διαιρεμένη με τον μέσο όρο διετούς έντοκου χρέους	+	2009–2013	Jung et al. 2018
συνολικές εκπομπές άνθρακα / ένταση άνθρακα	σταθμισμένο μέσο κόστος χρέους	+	2012–2015	Maaloul 2018
εκπομπές άνθρακα (πεδίο 1)	για τον τίτλο ο συνολικός τόκος διαιρεμένος με το συνολικό μακροπρόθεσμο χρέος	+	2011–2014	Kumar & Firoz 2018
μια τακτική μεταβλητή που βασίζεται στην τιμωρία λόγω εκπομπής άνθρακα	δαπάνη τόκων διαιρούμενο με το μέσο έντοκο χρέος	U	2011–2015	Zhou et al. 2018

5.3.Κίνδυνος εκπομπής άνθρακα – οικονομική απόδοση και εταιρική αξία

Στην παραδοσιακή θεωρία εταιρικής χρηματοδότησης, ο μόνος στόχος των επιχειρήσεων είναι να μεγιστοποιήσουν την αξία των μετόχων. Οι δραστηριότητες για τη μείωση της περιβαλλοντικής ζημίας συνεπάγονται πρόσθετο κόστος και θέτουν τις επιχειρήσεις σε ανταγωνιστικό μειονέκτημα (Aupperle et al. 1985). Ωστόσο, όπως αποδεικνύεται από σχετική βιβλιογραφία, ορισμένοι οικονομικοί μηχανισμοί μπορούν να οδηγήσουν σε θετική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης του άνθρακα και της αξίας της εταιρείας (Yan et al. 2020). Σύμφωνα με την υπόθεση του Porter, αν και η περιβαλλοντική ρύθμιση μπορεί να συνεπάγεται πρόσθετο κόστος, μπορεί επίσης να δώσει ώθηση στην εταιρική αξία των επιχειρήσεων και να ενθαρρύνει τις επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες για να αυξήσουν την παραγωγή και τα κέρδη τους (Yan et al. 2020). Επίσης, η συμμετοχή των εταιρειών σε δραστηριότητες μείωσης του άνθρακα μπορεί να ενισχύσει τη φήμη τους, να τους δώσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και τελικά να οδηγήσει σε μια κερδοφόρα κατάσταση τόσο για τον άνθρακα όσο και για την οικονομική απόδοση. Επιπλέον, οι επενδυτές μπορεί να δίνουν υψηλότερες αποτιμήσεις σε επιχειρήσεις με καλύτερες επιδόσεις άνθρακα λόγω των περιβαλλοντικών τους προτιμήσεων (Dam & Scholtens 2015).

Σε εμπειρικές αναλύσεις, οι περισσότερες μελέτες έχουν επιβεβαιώσει την αρνητική επίδραση του κινδύνου άνθρακα στην απόδοση και την αξία της εταιρείας. Οι Busch & Lewandowski (2018), διεξήγαγαν μια μετα-ανάλυση 32 μελετών μεταξύ 2010 και 2016 και υποδηλώνουν ότι οι εκπομπές άνθρακα συσχετίζονται αρνητικά με την οικονομική απόδοση των επιχειρήσεων. Ο Nguyen (2018), διαπιστώνει ότι στην Αυστραλία οι εταιρίες που προκαλούν ρύπανση από εκπομπές άνθρακα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα αρνητικού καθαρού εισοδήματος, χαμηλότερο Tobin's q και χαμηλότερο ROE από τις επιχειρήσεις που δεν προκαλούν ρύπανση.. Με 362 ιαπωνικές εταιρείες από το 2003 έως το 2010, οι Lee et al. (2017), διαπιστώνουν ότι οι εκπομπές άνθρακα μειώνουν σημαντικά τα Tobin's q και ROA των επιχειρήσεων. Από διαφορετικές οπτικές γωνίες, αλλά καταλήγοντας σε ένα συνεπές συμπέρασμα, οι Trinks et al. (2020), βρίσκουν ανώτερη βραχυπρόθεσμη κερδοφορία (ROA) σε επιχειρήσεις με απόδοση άνθρακα με βάση ένα παγκόσμιο δείγμα 1572 εταιρειών από το 2009 έως το 2017. Οι Busch & Hoffmann (2011), επιβεβαιώνουν ότι οι εταιρείες με ανώτερη εταιρική περιβαλλοντική απόδοση

(χαμηλότερη ένταση άνθρακα) έχουν σημαντικά υψηλότερο Tobin's q. Λαμβάνοντας ως αντικείμενο έρευνας τις κινεζικές κατασκευαστικές εταιρείες, οι Yan et al. (2020), διαπιστώνουν επίσης ότι η καλή εταιρική απόδοση άνθρακα συμβάλλει σε υψηλότερο Tobin's q.. Επιπλέον, διαπιστώνουν ότι το αποτέλεσμα είναι πιο εμφανές για τις εταιρείες που αποκαλύπτουν πληροφορίες για τον άνθρακα.

Μια άλλη ομάδα μελετών επιβεβαιώνει την αρνητική συσχέτιση μεταξύ του κινδύνου άνθρακα και της αγοραίας αξίας. Οι Griffin et al. (2017), προτείνουν ότι οι εκπομπές άνθρακα επιβάλλουν μια υπονοούμενη από την αγορά έκπτωση μετοχικού κεφαλαίου 79 \$ ανά τόνο για τη διάμεση εταιρεία S&P 500 (δείκτης Standard & Poor's 500), η οποία είναι περίπου το 0,5% της κεφαλαιοποίησης της αγοράς. Οι Matsumura et al. (2014), υποστηρίζουν ότι οι κεφαλαιαγορές τιμολογούν τον κίνδυνο άνθρακα και τιμωρούν τις επιχειρήσεις για τις εκπομπές άνθρακα τους, με μέση μείωση της αξίας της εταιρείας 212.000 \$ για κάθε επιπλέον χίλιους μετρικούς τόνους εκπομπών άνθρακα. Οι Clarkson et al. (2015), υποδηλώνουν σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ των εκπομπών άνθρακα και της αγοραίας αξίας. Επιπλέον, επισημαίνουν ότι οι εκπομπές άνθρακα μπορούν να επηρεάσουν την αποτίμηση των επιχειρήσεων μόνο για επιχειρήσεις των οποίων οι εκπομπές υπερβαίνουν το όριο άνθρακα και η αρνητική επίδραση μπορεί να μετριαστεί εάν οι εταιρείες έχουν χαμηλότερη ένταση άνθρακα από τους ανταγωνιστές τους στον κλάδο. Οι Choi & Luo (2021), αναλύουν τις 500 μεγαλύτερες εταιρείες στη σειρά FTSE Global Equity Index μεταξύ 2008 και 2015 και διαπιστώνουν ότι οι εκπομπές άνθρακα των επιχειρήσεων συσχετίζονται σημαντικά και αρνητικά με την αγοραία αξία τους. Δείχνουν επίσης ότι η αρνητική επίδραση των εκπομπών άνθρακα είναι πιο έντονη για επιχειρήσεις σε χώρες με εθνικά συστήματα εμπορίας άνθρακα και αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Οι Saka & Oshika (2014), μελετούν την ιαπωνική αγορά και καταλήγουν σε ένα παρόμοιο συμπέρασμα: ότι οι εκπομπές άνθρακα έχουν σημαντική αρνητική συσχέτιση με την αγοραία αξία των μετοχών.

Ωστόσο, άλλη βιβλιογραφία αναφέρει, ότι η σχέση μεταξύ της απόδοσης του άνθρακα και της οικονομικής απόδοσης είναι μη γραμμική. Για παράδειγμα, οι Misani & Pogutz (2015), αναφέρουν μια ανεστραμμένη σχέση σχήματος U, διαπιστώνοντας ότι οι επιχειρήσεις έχουν το υψηλότερο Tobin's q. όταν η απόδοση άνθρακα (αρνητική ένταση άνθρακα προσαρμοσμένη στη βιομηχανία) είναι ενδιάμεση. Επιπλέον, οι Tatsuo (2010), Trumpp & Guenther (2017) και

Lewandowski (2017), αναφέρουν μια καμπυλόγραμμη σχέση μεταξύ των εκπομπών άνθρακα (απόδοση άνθρακα) και της οικονομικής απόδοσης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να πούμε, ότι οι μελετητές δεν έχουν καταλήξει ακόμη σε συμφωνία σχετικά με τη σχέση μεταξύ του κινδύνου άνθρακα και της εταιρικής απόδοσης (αξία). Οι περισσότερες, αλλά όχι όλες, οι μελέτες υποδηλώνουν αρνητική συσχέτιση μεταξύ του κινδύνου εκπομπών άνθρακα των επιχειρήσεων και της οικονομικής απόδοσης ή της αξίας της εταιρείας. Ωστόσο, ακόμη και μεταξύ των μελετών που καταλήγουν σε παρόμοια γενικά συμπεράσματα, ορισμένες είναι ασυνεπείς στα λεπτομερή τους αποτελέσματα. Για παράδειγμα, οι Busch και Hoffmann (2011), βρίσκουν ότι η ένταση άνθρακα των επιχειρήσεων έχει σημαντική αρνητική σχέση με το Tobin's q αλλά δεν έχει σημαντική συσχέτιση με το ROA ή το ROE τους. Αντίθετα, οι Lee et al. (2015), διαπιστώνουν ότι οι εκπομπές άνθρακα μειώνουν σημαντικά τόσο το του Tobin's q, όσο και το ROA. Γενικά, οι λόγοι για τις διαφορές στα ευρήματα μπορεί να είναι οι διαφορές στις μεθοδολογίες, όπως το “αν “και “πώς” να λυθεί η αντίστροφη αιτιότητα και άλλες πηγές ενδογένειας. Ένα άλλο θέμα που πρέπει να διερευνηθεί είναι εάν οι διαφορές στα ευρήματα οφείλονται σε διαφορές στις επιλογές μέτρησης. Όπως αναφέρουν οι Busch και Lewandowski (2018), ο κίνδυνος άνθρακα με βάση τις σχετικές εκπομπές μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την οικονομική απόδοση των επιχειρήσεων, ενώ αυτός που μετράται με απόλυτες εκπομπές δεν σχετίζεται με την οικονομική απόδοση. Επιπλέον, η απόδοση του άνθρακα φαίνεται να έχει ισχυρότερη σχέση με τις χρηματοοικονομικές επιδόσεις με βάση τα μέτρα της αγοράς παρά με τα λογιστικά μέτρα. Ο πίνακας 3 περιγράφει λεπτομερώς τους δείκτες μέτρησης του κινδύνου εκπομπών άνθρακα και της απόδοσης της εταιρείας (αξία) σε κάθε άρθρο και υποδεικνύει τις συσχετίσεις μεταξύ τους.

Πίνακας 3 Κίνδυνος άνθρακα, οικονομική απόδοση και αξία επιχείρησης

Αρνητικές επιπτώσεις του κινδύνου άνθρακα στην απόδοση / αξία της εταιρείας			
Δείκτης άνθρακα	Σταθερή απόδοση/αξία	Χρονική περίοδος	Παραπομπή
Είτε σε βιομηχανίες έντασης άνθρακα	πιθανότητα αρνητικού καθαρού εισοδήματος / Tobin's q / ROE	2000–2014	Nguyen (2018)
ένταση άνθρακα (εκπομπές άνθρακα που κλιμακώνονται με βάση την αξία των περιουσιακών στοιχείων)	Tobin's q / ROA	2003–2010	Lee et al. (2015)
- απόδοση άνθρακα (εκπομπές άνθρακα σε σχέση με εκείνες των ομότιμων βέλτιστων πρακτικών)	ROA	2009–2017	Trinks et al. (2020)
- εταιρική περιβαλλοντική απόδοση (αρνητική ένταση άνθρακα)	Tobin's q	2006	Busch & Hoffmann (2011)
- απόδοση άνθρακα (αντίστροφη των εκπομπών άνθρακα ανά μονάδα εσόδων)	Tobin's q	2009–2017	Yan et al. (2020)
εκπομπές άνθρακα (πεδίο 1 και πεδίο 2)	αξία των κοινών ιδίων κεφαλαίων ανά μετοχή	2006–2012	Griffin et al. (2017)
εκπομπές άνθρακα (πεδίο 1, πεδίο 2 και πεδίο 3)	αγοραία αξία των κοινών μετοχών	2006–2008	Matsumura et al. (2014)
εκπομπές άνθρακα (πεδίο 1, πεδίο 2 και πεδίο 3)	αγοραία αξία των κοινών μετοχών	2006–2009	Clarkson et al. (2020)
εκπομπές άνθρακα (πεδίο 1, πεδίο 2)	αγοραία αξία των κοινών μετοχών	2008–2015	Choi & Luo (2021)
ένταση άνθρακα (εκπομπές άνθρακα σε σχέση με τα έσοδα από τις πωλήσεις)	αγοραία αξία των ιδίων κεφαλαίων	2006–2008	Saka & Oshika (2014)

Μη γραμμικές επιδράσεις του κινδύνου εκπομπής άνθρακα στην απόδοση / αξία της εταιρείας

Δείκτης άνθρακα	Σταθερή απόδοση/αξία	Χρονική περίοδος	Παραπομπή
ένταση άνθρακα (εκπομπές άνθρακα σε σχέση με τα έσοδα από τις πωλήσεις)	ROA / ROE / ROS / ROIC / Tobin's q	2003–2015	Lewandowski (2017)
- απόδοση άνθρακα (αρνητική ένταση άνθρακα προσαρμοσμένη στη βιομηχανία)	Tobin's q	2007–2013	Misani & Pogutz (2015)
- απόδοση άνθρακα (αρνητική ένταση άνθρακα)	ROA	2008–2012	Trumpp & Guenther (2017)
- απόδοση άνθρακα (αντίστροφη των εκπομπών άνθρακα ανά έσοδα από πωλήσεις)	ROA	2006	Tatsuo (2010)

Σημείωση: Το "-" αντιπροσωπεύει την απόδοση άνθρακα, η οποία είναι αντίθετη από τον κίνδυνο άνθρακα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^Ο ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΕΤΑΙΡΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Δεδομένου ότι οι κεφαλαιαγορές έχουν λάβει υπόψη τον κίνδυνο άνθρακα, οι εταιρείες είναι πιθανό να ανταποκριθούν χειραγωγώντας ορισμένες εσωτερικές αποφάσεις. Πρόσφατα, ορισμένοι μελετητές διερεύνησαν εάν η έκθεση στον κίνδυνο άνθρακα διαμορφώνει τις αποφάσεις χρηματοοικονομικής αναφοράς των εταιρειών. Οι Amin et al. (2021) μελέτησαν εάν η έκθεση των επιχειρήσεων στον κίνδυνο εκπομπής άνθρακα επηρεάζει τις αποφάσεις διαχείρισης κερδών των διευθυντών. Βρίσκουν μια σημαντική θετική σχέση μεταξύ των εκπομπών άνθρακα και της διαχείρισης πραγματικών κερδών (REM), υποδεικνύοντας ότι οι διαχειριστές επιλέγουν να αναφέρουν ισχυρές οικονομικές επιδόσεις για να αντισταθμίσουν τον αρνητικό αντίκτυπο των υψηλών εκπομπών άνθρακα. Οι συγγραφείς διαπιστώνουν περαιτέρω ότι η εταιρική διακυβέρνηση, οι περιφερειακοί περιβαλλοντικοί κανονισμοί και ο επενδυτικός προσανατολισμός των θεσμικών επενδυτών μπορούν να επηρεάσουν τη σχέση. Επιπλέον, οι Lemma et al. (2020), επιβεβαιώνουν ότι οι εταιρείες της Νότιας Αφρικής με υψηλότερη έκθεση στον κίνδυνο εκπομπής άνθρακα (ένταση άνθρακα) τείνουν να συμμετέχουν σε δραστηριότητες διαχείρισης κερδών, μειώνοντας έτσι την ποιότητα της χρηματοοικονομικής αναφοράς. Υποστηρίζοντας τη θεωρία της αντιπροσωπείας, ο Velte (2021), διαπιστώνει ότι η απόδοση του άνθρακα μειώνει τη διαχείριση κερδών βάσει δεδουλευμένων (ACC) αλλά αυξάνει το REM. Ο συγγραφέας υποστηρίζει ότι οι διαχειριστές χρησιμοποιούν τη στρατηγική εκπομπής άνθρακα για να κρύψουν τη συμπεριφορά κερδών και τείνουν να υιοθετούν μια κρυφή πολιτική διαχείρισης κερδών μεταβαίνοντας από το ACC σε πιο αδιαφανές REM.

Μια άλλη ομάδα μελετών δείχνει ότι ο κίνδυνος άνθρακα μπορεί επίσης να επηρεάσει τις οικονομικές επιλογές των επιχειρήσεων. Ο Ngwakwe (2013), διαπιστώνει ότι οι επιχειρήσεις προτιμούν να πληρώνουν υψηλότερα μερίσματα εάν συμμετέχουν σε σχέδια μείωσης των εκπομπών άνθρακα, υποδεικνύοντας ότι υπάρχει σημαντική θετική σχέση μεταξύ της μείωσης των εκπομπών άνθρακα των επιχειρήσεων και των μερισμάτων τους. Ομοίως, οι Balachandran & Nguyen (2018), διερευνούν την επίδραση του κινδύνου εκπομπών άνθρακα στη μερισματική πολιτική για αυστραλιανές εισηγμένες εταιρείες. Τα εμπειρικά αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι

οι εταιρείες σε τομείς με υψηλές εκπομπές είναι λιγότερο πιθανό να πληρώνουν μερίσματα και έχουν χαμηλότερους δείκτες πληρωμής μερισμάτων από ότι οι εταιρείες χαμηλών εκπομπών μετά την επικύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Αποδίδουν τα αποτελέσματα στο γεγονός ότι όσο υψηλότερος είναι ο κίνδυνος εκπομπών άνθρακα, τόσο μεγαλύτερη είναι η αβεβαιότητα για τις μελλοντικές αποδόσεις και, επομένως, τόσο χαμηλότερη είναι η (πιθανότητα) μερισμάτων. Επιπλέον, με τη μοναδική φορολογική ρύθμιση που λειτουργεί ταυτόχρονα τόσο με τεκμαρτά όσο και με παραδοσιακά φορολογικά συστήματα στην Αυστραλία, εξετάζουν την ετερογένεια της επίδρασης του κινδύνου άνθρακα μεταξύ των δύο διαφορετικών φορολογικών περιβαλλόντων. Διαπιστώνουν ότι η σημασία του περιβάλλοντος του τεκμαρτού φόρου έγκειται μόνο στην επίδραση του κινδύνου εκπομπών άνθρακα στον δείκτη πληρωμής μερισμάτων και όχι στην απόφαση πληρωμής.

Θεωρώντας την επικύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο από την Αυστραλία, και πάλι, ως εξωγενές γεγονός, οι Nguyen & Phan (2020), διερευνούν την επίδραση του κινδύνου άνθρακα στην εταιρική κεφαλαιακή δομή. Διαπιστώνουν ότι οι υψηλές εκπομπές άνθρακα μείωσαν σημαντικά τόσο τη λογιστική όσο και τη μόχλευση της αγοράς μετά το Πρωτόκολλο του Κιότο, ειδικά για τις οικονομικά περιορισμένες εταιρείες, υποδηλώνοντας ότι ο κίνδυνος άνθρακα είναι ένας ουσιαστικός καθοριστικός παράγοντας της εταιρικής κεφαλαιακής δομής. Επιπλέον, οι Bose et al. (2021), διαπιστώνουν ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να επηρεάσουν τις αποφάσεις εξαγοράς των εταιρειών, με τις εταιρείες υψηλών εκπομπών άνθρακα να προτιμούν να εξαγοράζουν ξένες εταιρείες παρά εγχώριες εταιρείες να αναθέτουν σε εξωτερικούς συνεργάτες τον κίνδυνο εκπομπών άνθρακα. Επιπλέον, οι εκπομπές άνθρακα μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή των αγοραστών μόνο εάν οι στόχοι είναι σε χώρες με χαμηλό ΑΕΠ ή αδύναμα περιβαλλοντικά, ρυθμιστικά πρότυπα ή πρότυπα διακυβέρνησης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παραπάνω εργασία διευκρινίστηκε ο ορισμός της ουδετερότητας του άνθρακα, η σχέση της ουδετερότητας του άνθρακα με την κλιματική αλλαγή και η σχέση της ουδετερότητας του άνθρακα με τις επιχειρήσεις, έγινε μια συνολική επισκόπηση της σχέσης μεταξύ του κινδύνου εκπομπών άνθρακα και των διαφορετικών τύπων απόδοσης της εταιρείας, όπως ο εταιρικός κίνδυνος, το κόστος κεφαλαίου (συμπεριλαμβανομένων των ιδίων κεφαλαίων και του χρέους), η οικονομική απόδοση, η αξία της εταιρείας και οι εταιρικές αποφάσεις.

Οι υπερβολικές εκπομπές CO₂ στον κόσμο έχουν επηρεάσει σημαντικά τη μέση θερμοκρασία στη γη, η οποία συνεχώς αυξάνεται και έχουν δημιουργήσει πρωτόγνωρες προκλήσεις στο περιβάλλον στο οποίο βασίζεται η ανθρωπότητα για την επιβίωση σε αυτόν τον πλανήτη. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η παγκόσμια κλιματική αλλαγή, έχει τεθεί παγκοσμίως ο στόχος για την ουδετερότητα των εκπομπών άνθρακα που θα επιτευχθεί έως το 2050. Η ουδετερότητα του άνθρακα είναι ο κοινός στόχος για όλη την ανθρωπότητα για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης και καλεί όλες τις χώρες στον κόσμο να ενώσουν τα χέρια για να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις από κοινού. Η ουδετερότητα άνθρακα δεν είναι μόνο ένα σημαντικό θεωρητικό ζήτημα της «ενεργειακής επιστήμης» και της «επιστήμης της ουδετερότητας άνθρακα», αλλά και ένα τεχνολογικό ζήτημα σχετικά με τη μείωση των εκπομπών άνθρακα, τις μηδενικές εκπομπές άνθρακα, τις αρνητικές εκπομπές άνθρακα και την εμπορία άνθρακα. Η ουδετερότητα άνθρακα δημιουργεί μια βιομηχανία άνθρακα με επίκεντρο το CCUS/CCS, που καλύπτει τη δέσμευση άνθρακα, τη μεταφορά άνθρακα, τη μετατόπιση πετρελαίου από άνθρακα, την αποθήκευση άνθρακα, τα προϊόντα άνθρακα και τη χρηματοδότηση άνθρακα και μια βιομηχανία υδρογόνου με επίκεντρο το πράσινο υδρογόνο, που καλύπτει την παραγωγή υδρογόνου, την αποθήκευση υδρογόνου, μεταφορά υδρογόνου, ανεφοδιασμός υδρογόνου, χρήση υδρογόνου, ανίχνευση υδρογόνου και ασφάλεια υδρογόνου και περιλαμβάνει κυκλοφορία υδρογόνου, αποθήκευση ενέργειας υδρογόνου, χημική βιομηχανία υδρογόνου και μεταλλουργία υδρογόνου. Ο "γκρίζος άνθρακας" και ο "μαύρος άνθρακας" είναι τα δύο χαρακτηριστικά εφαρμογής του CO₂. Το "Carbon+", το "Carbon—" και το "Carbon=" είναι τρία προϊόντα και τεχνολογίες ουδέτερα από άνθρακα. Οι δέκα κορυφαίες τεχνολογίες και βιομηχανίες που προκαλούν αναστάτωση στον ενεργειακό τομέα, συγκεκριμένα, υπόγεια αεριοποίηση

άνθρακα , επιτόπια διαδικασία μετατροπής σχιστολιθικού πετρελαίου μεσαίας και χαμηλής ωριμότητας , CCUS/CCS, ενέργεια υδρογόνου και κυψέλες καυσίμου, βιο-φωτοβολταϊκή παραγωγή ενέργειας, διαστημική (βασισμένη στην ηλιακή) παραγωγή ενέργειας , έξυπνο μικροδίκτυο οπτικής αποθήκευσης, αποθήκευση ενέργειας, ελεγχόμενη πυρηνική σύντηξη, σοφή ενέργεια (Διαδίκτυο), θα συμβάλλουν στον επαναστατικό μετασχηματισμό της δομής παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας και θα εγγυηθούν την υλοποίηση του εθνικού στόχου της ουδετερότητας άνθρακα και της ελεγχόμενης ενεργειακής ασφάλειας.

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, διαπιστώνουμε, ότι παρόλο που η σχετική βιβλιογραφία σχέσης επιχειρήσεων και ουδετερότητα άνθρακα, αυξάνεται τα τελευταία 2 χρόνια και σταδιακά κινείται προς διάφορα θέματα, αυτά τα πεδία εξακολουθούν να αναδεικνύονται στην ακαδημαϊκή έρευνα. Επιπλέον, έχουμε επισημάνει ότι τα αποτελέσματα της έρευνας σε ορισμένα θέματα είναι σταθερά και οριστικά, αλλά τα αποτελέσματα σε άλλα θέματα παραμένουν υπό συζήτηση. Για παράδειγμα, ότι ενώ ένας αυξανόμενος όγκος στοιχείων υποδηλώνει ότι ο κίνδυνος άνθρακα μπορεί να μειώσει την εταιρική αξία. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι εταιρείες αντιμετωπίζουν απώλειες στην αγοραία αξία από τη δέσμευση να είναι ουδέτερες από άνθρακα και η μείωση στις σωρευτικές μη φυσιολογικές αποδόσεις κυμαίνεται από -2,09% έως 1,21%. Ωστόσο, διαπιστώνουμε ότι οι καλύτερες προηγούμενες επιδόσεις ESG και ένα υψηλότερο επίπεδο αποκάλυψης άνθρακα θα μπορούσαν να μετριάσουν τις αρνητικές αντιδράσεις της αγοράς. Αυτή η μελέτη συνδέει καινοτόμα τη «θεωρία των συμβιβασμών(Trade-off Theory)» και τη «Θεωρία της Οικονομίας Βάσει Πόρων (Resource Based Economy)», με τη συζήτηση της EKE/ESG σχετικά με την αξία της επιχείρησης σε σχέση με τις δεσμεύσεις για την ουδετερότητα του άνθρακα.

Επίσης, η ασφάλιση άνθρακα μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να διαφοροποιήσουν τον κίνδυνο, να αυξήσουν τα κέρδη και να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις εάν οι ασφαλιστές αποζημιώσουν με άνθρακα.

Τέλος μπορούμε να πούμε, ότι η ουδετερότητα άνθρακα και η πράσινη ανάπτυξη και η ανάπτυξη χαμηλών εκπομπών άνθρακα σέβονται, συμμορφώνονται και φροντίζουν τη φύση. Μπορούν να συνειδητοποιήσουν την αρμονική συνύπαρξη του ανθρώπου και της φύσης και αποτελούν σημαντικά στοιχεία και κοινά οράματα της οικολογικής κατασκευής του πολιτισμού. Η ουδετερότητα άνθρακα είναι επίσης μια σημαντική πρακτική της πράσινης βιομηχανικής

επανάστασης, της ενεργειακής επανάστασης μείωσης του άνθρακα και της οικολογικής τεχνολογικής επανάστασης. Θα επιφέρει νέες και βαθιές αλλαγές στην ανθρώπινη κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον και θα ενισχύσει σημαντικά τον δείκτη ευτυχίας της ανθρωπότητας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Albarrak MS, Elnahass M, Salama A (2019) The effect of carbon dissemination on cost of equity. *Bus Strat Env* 28(6):1179–1198.

Alberti, M., L. Caini, A. Calabrese, and D. Rossi. 2000. “Evaluation of the Costs and Benefits of an Environmental Management System.” *International Journal of Production Research* 38 (17): 4455–4466.

Amin AS, Hossain AT, Ranasinghe T, Zhang M (2021) Carbon risk and real earnings management.

An S. *et al.* (2021) Green credit financing versus trade credit financing in a supply chain with carbon emission limits. *Eur. J. Oper. Res.*

Arora, S., and S. Gangopadhyay. 1995. “Toward a Theoretical Model of Voluntary Overcompliance.” *Journal of Economic Behavior & Organization* 28 (3): 289–309.

Andrew J, Cortese C (2011) Carbon disclosures: comparability, the carbon disclosure project and the greenhouse gas protocol. *Australas Account Bus Finance J* 5:5–18.

Aupperle KE, Carroll AB, Hatfield JD (1985) An empirical examination of the relationship between corporate social responsibility and profitability. *AMJ* 28(2):446–463.

Balachandran B, Nguyen JH (2018) Does carbon risk matter in firm dividend policy? Evidence from a quasi-natural experiment in an imputation environment. *J Bank Financ* 96:249–267.

Barney, J. 1991. “Firm Resources and Sustained Competitive Advantage.” *Journal of Management* 17 (1): 99–120.

- Baron, D. P. 2009. "A Positive Theory of Moral Management, Social Pressure, and Corporate Social Performance." *Journal of Economics & Management Strategy* 18 (1): 7–43.
- Barth, M. E., and M. F. McNichols. 1994. "Estimation and Market Valuation of Environmental Liabilities Relating to Superfund Sites." *Journal of Accounting Research* 32: 177–209.
- Bhandari, A., and D. Javakhadze. 2017. "Corporate Social Responsibility and Capital Allocation Efficiency." *Journal of Corporate Finance* 43: 354–377.
- Bhattacharya, C. B., D. Korschun, and S. Sen. 2009. "Strengthening Stakeholder–Company Relationships Through Mutually Beneficial Corporate Social Responsibility Initiatives." *Journal of Business Ethics* 85 (2): 257–272.
- Bolton P, Kacperczyk M (2021) Do investors care about carbon risk? *J Financ Econ* 142(2):517–549.
- Bose S, Minnick K, Shams S (2021) Does carbon risk matter for corporate acquisition decisions? *Finance* 70:102058.
- Bragdon, J. H., and J. Marlin. 1972. "Is Pollution Profitable." *Risk Management* 19 (4): 9–18.
- Branco, M. C., and L. L. Rodrigues. 2006. "Corporate Social Responsibility and Trade-Based Perspectives." *Journal of Business Ethics* 69 (2): 111–132.
- Busch T, Hoffmann VH (2011) How hot is your bottom line? Linking carbon and financial performance. *Bus Soc* 50(2):233–265.
- Busch T, Lewandowski S (2018) Corporate carbon and financial performance: a Meta-analysis: corporate carbon and financial performance. *J Ind Ecol* 22(4):745–759.

Caineng Zou, Fudong Zhang, Dewen Zheng, *et al.* Strategic role of the synthetic hydrogen production and industry in energy independence of China Nat Gas Ind, 39 (1) (2019), pp. 1-10

Caineng Zou, Songqi Pan, Qun Zhao On the connotation, challenge and significance of China's "energy independence" strategy Petrol Explor Dev, 47 (2) (2020), pp. 416-426

Caineng Zou, Dongbo He, Chengye Jia, *et al.* Connotation and pathway of world energy transition and its significance for carbon neutral Acta Pet Sin, 42 (2) (2021), pp. 233-247

Caineng Zou, Bo Xiong, Huaqing Xue, *et al.* The role of new energy in carbon neutral Petrol Explor Dev, 48 (2) (2021), pp. 411-420

Capasso G, Gianfrate G, Spinelli M (2020) Climate change and credit risk. J Clean Prod 266:121634.

Chen LH, Silva Gao L (2012) The pricing of climate risk. J Financial Econo Prac 12(2):115.

Choi B, Luo L (2021) Does the market value greenhouse gas emissions? Evidence from multicountry firm data. Br Account Rev 53(1):100909.

Clarkson PM, Li Y, Pinnuck M, Richardson GD (2015) The valuation relevance of greenhouse gas emissions under the European Union carbon emissions trading scheme. Eur Account Rev 24(3):551–580.

Dam L, Scholtens B (2015) Toward a theory of responsible investing: on the economic foundations of corporate social responsibility. Resour Energy Econ 41:103–121.

Delis M, Greiff K, Ongena S (2019) Being stranded with fossil fuel reserves? Climate Policy Risk and the Pricing of Bank loans SSRN Electronic Journal

Delmas, M. A., and V. C. Burbano. 2011. "The Drivers of Greenwashing." *California Management Review* 54 (1): 64–87.

Dhaliwal, D. S., O. Z. Li, A. Tsang, and Y. G. Yang. 2011. "Voluntary Nonfinancial Disclosure and the Cost of Equity Capital: The Initiation of Corporate Social Responsibility Reporting." *The Accounting Review* 86 (1): 59–100.

Duong HN, Kalev PS, Kalimipalli M, Trivedi S (2021) Do firms benefit from carbon risk management: evidence from the credit default swaps market

Ehlers T, Packer F, de Greiff K (2021) The pricing of carbon risk in syndicated loans: which risks are priced and why? *J Bank Finance*:106180.

Faysal, S., M. Salehi, and M. Moradi. 2021. "Impact of Corporate Governance Mechanisms on the Cost of Equity Capital in Emerging Markets." *Journal of Public Affairs* 21 (2): e2166.

Feldman, S. J., P. A. Soyka, and P. G. Ameer. 1997. "Does Improving a Firm's Environmental Management System and Environmental Performance Result in a Higher Stock Price?" *The Journal of Investing* 6 (4): 87–97.

Friedman, M. 1970. "Comment on Tobin." *The Quarterly Journal of Economics* 84 (2): 318–327.

Garel, A., and A. Petit-Romec. 2021. "Investor Rewards to Environmental Responsibility: Evidence from the COVID-19 Crisis." *Journal of Corporate Finance* 68: 101948.

Gorgen M, Nerlinger M, Wilkens M (2019) Carbon Risk. SRN Electron

J. Godfrey, P. C. 2005. "The Relationship Between Corporate Philanthropy and Shareholder Wealth: A Risk Management Perspective." *Academy of Management Review* 30 (4): 777–798.

Grant, R. M. 1991. "The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation." *California Management Review* 33 (3): 114–135.

Gray, W. B., and R. J. Shadbegian. 1995. “Pollution Abatement Costs, Regulation, and Plant-Level Productivity.” *NBER Working Paper (January 1995)*: 4994.

Griffin, P. A., and Y. Sun. 2013. “Going Green: Market Reaction to CSRwire News Releases.” *Journal of Accounting and Public Policy* 32 (2): 93–113.

Griffin PA, Lont DH, Sun EY (2017) The relevance to Investors of Greenhouse gas Emission Disclosures. *Contemp Account Res* 34(2):1265–1297.

Guterres A., 2020. “*Carbon neutrality by 2050: the world’s most urgent mission*”. United Nations, 11 December

Hassel, L., H. Nilsson, and S. Nyquist. 2005. “The Value Relevance of Environmental Performance.” *European Accounting Review* 14 (1): 41–61.

Hoffmann VH, Busch T (2008) Corporate carbon performance indicators. *J Ind Ecol* 12(4):505–520.

IHS market Hydrogen and renewable gas forum (2020-06-15). Διαθέσιμο μέσω διαδικτύου: <https://cdn.ihsmarkit.com/www/pdf/0720/Hydrogen-and-Renewable-Gas-Forum-Brochure.pdf>, ημερομηνία ανάκτησης 04/09/2024.

SY In, Park KY, Monk A (2019) Is ‘being green’ rewarded in the market?: An empirical investigation of Decarbonization and stock returns. SSRN :54.

IRENA Renewable power generation costs in 2019. Διαθέσιμο μέσω διαδικτύου: <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>, ημερομηνία ανάκτησης 04/09/2024.

IRENA, Global renewables outlook: energy transformation 2050, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi (2020).

IRENA, World energy transitions outlook: 1.5 °C pathway, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi (2021).

Jaggi, B., and M. Freedman. 1992. “An Examination of the Impact of Pollution Performance on Economic and Market Performance: Pulp and Paper Firms.” *Journal of Business Finance & Accounting* 19 (5): 697–713.

Ji J.N. *et al.* (2023) Pricing and carbon reduction strategies for vertically differentiated firms under Cap-and-Trade regulation. *Transport. Res. Part E: Log. Transport. Rev.*

Jung J, Herbohn K, Clarkson P (2018) Carbon risk, carbon risk awareness and the cost of debt financing. *J Bus Ethics* 150(4):1151–1171.

Kabir MN, Rahman S, Rahman MA, Anwar M (2021) Carbon emissions and default risk: international evidence from firm-level data. *Econ Model* 103:105617.

Kehoe, R. R., and P. M. Wright. 2013. “The Impact of High-Performance Human Resource Practices on Employees’ Attitudes and Behaviors.” *Journal of Management* 39 (2): 366–391.

Kim Y-B, An HT, Kim JD (2015) The effect of carbon risk on the cost of equity capital. *J Clean Prod* 93:279–287.

King, A. A., and M. J. Lenox. 2001. “Does It Really Pay to Be Green? An Empirical Study of Firm Environmental and Financial Performance: An Empirical Study of Firm Environmental and Financial Performance.” *Journal of Industrial Ecology* 5 (1): 105–116.

Klassen, R. D., and C. P. McLaughlin. 1996. "The Impact of Environmental Management on Firm Performance." *Management science* 42 (8): 1199–1214.

Kleimeier S, Viehs M (2016) Carbon disclosure, emission levels, and the cost of debt. SSRN Electron J.

Krüger, P. 2015. "Corporate Goodness and Shareholder Wealth." *Journal of Financial Economics* 115 (2): 304–329.

Kumar P, Firoz M (2018) Impact of carbon emissions on cost of debt-evidence from India. *Manag Financ* 44(12):1401–1417.

Lanis, R., and G. Richardson. 2015. "Is Corporate Social Responsibility Performance Associated with Tax Avoidance?" *Journal of Business Ethics* 127 (2): 439–457.

Lee, E. M., S. Y. Park, and H. J. Lee. 2013. "Employee Perception of CSR Activities: Its Antecedents and Consequences." *Journal of Business Research* 66 (10): 1716–1724.

Lee K-H, Min B, Yook K-H (2015) The impacts of carbon (CO₂) emissions and environmental research and development (R&D) investment on firm performance. *Int J Prod Econ* 167:1–11.

Lemma, T. T., M. A. Shabestari, M. Freedman, and M. Mlilo. 2020. "Corporate Carbon Risk Exposure, Voluntary Disclosure, and Financial Reporting Quality." *Business Strategy and the Environment* 29 (5): 2130–2143.

Lenton, J. Rockström, O. Gaffney, *et al.* Climate tipping points—too risky to bet against Nature, 575 (7784) (2019), pp. 592-595

Lewandowski S (2017) Corporate carbon and financial performance: the role of emission reductions: corporate carbon and financial performance. *Bus Strat Env* 26(8):1196–1211.

Lewis, A., and C. Juravle. 2010. “Morals, Markets and Sustainable Investments: A Qualitative Study of ‘Champions’.” *Journal of Business Ethics* 93 (3): 483–494.

Li Y, Eddie I, Liu J (2014) Carbon emissions and the cost of capital: Australian evidence. *Rev Acc Financ* 13(4):400–420.

Liu Z.Y. *et al.* A joint strategy based on ordering and insurance for mitigating the effects of supply chain disruption on risk-averse firms (2022). *Int. J. Prod. Econ.*

Maaloul A (2018) The effect of greenhouse gas emissions on cost of debt: evidence from Canadian firms. *Corp Soc Respon Environ Manag* 25(6):1407–1415.

Matsumura, E. M., R. Prakash, and S. C. Vera-Munoz. 2014. “Firm-Value Effects of Carbon Emissions and Carbon Disclosures.” *The Accounting Review* 89 (2): 695–724.

McLaughlin, P. 2011. “Climate Change, Adaptation, and Vulnerability: Reconceptualising Societal–Environment Interaction Within a Socially Constructed Adaptive Landscape.” *Organization & Environment* 24 (3): 269–291.

Mills E. (2003) The Insurance and Risk Management Industries: New Players in the Delivery of Energy-Efficient Products and Services. *Energy Policy*, 3(12) , 1257 - 1272

Najah MMS (2012) Carbon risk management, carbon disclosure and stock market effects: An international perspective, p 237

National Public Utilities Council. (2021). Race to Net Zero: Carbon Neutral Goals by Country. Available at: <https://www.visualcapitalist.com/race-to-net-zero-carbon-neutral-goals-by-country/>

Neville, B. A., S. J. Bell, B. Mengüç, and M. J. Polonsky. 2005. “Corporate Reputation, Stakeholders and the Social Performance-financial Performance Relationship.” *European Journal of Marketing* 39 (9/10): 1184–1198.

- Nguyen JH (2018) Carbon risk and firm performance: evidence from a quasi-natural experiment. *Aust J Manag* 43(1):65–90.
- Nguyen JH, Phan HV (2020) Carbon risk and corporate capital structure. *Finance* 64:101713.
- Ngwakwe CC (2013) On carbon emission reduction and firm performance: example from 3M company. *Environ Econ* 4:8
- Niu W. *et al.* (2022) Impact of power structure on decarbonizing investment with uncertain innovation: A triple bottom line perspective. *Transport. Res. Part E: Log. Transport. Rev.*
- Oestreich AM, Tsiakas I (2015) Carbon emissions and stock returns: evidence from the EU emissions trading scheme. *J Bank Financ* 58:294–308.
- Pástor, L., R. F. Stambaugh, and L. A. Taylor. 2021. “Sustainable Investing in Equilibrium.” *Journal of Financial Economics* 142 (2): 550–571.
- Ramus, C. A., and I. Montiel. 2005. “When are Corporate Environmental Policies a Form of Greenwashing?” *Business & Society* 44 (4): 377–414.
- Rehman OU, Liu X (2022) Corporate default risk and environmental deterioration: international evidence. *Environ Sci Pollut Res* 29:5736–5761.
- Saka C, Oshika T (2014) Disclosure effects, carbon emissions and corporate value. *Sustain Acc Manag Policy J* 5(1):22–45.
- Schnietz, K. E., and M. J. Epstein. 2005. “Exploring the Financial Value of a Reputation for Corporate Social Responsibility During a Crisis.” *Corporate Reputation Review* 7 (4): 327–345.
- Songqi Pan, Caineng Zou, Yong Li, *et al.* Major biological events and fossil energy formation: on the development of energy science under the earth system framework *Petrol Explor Dev*, 48 (3) (2021), pp. 498-509

Spicer, B. H. 1978. “Investors, Corporate Social Performance and Information Disclosure: An Empirical Study.” *The Accounting Review* 53 (1): 94–111.

Taskforce on Climate-related Financial Disclosure (TCFD). Διαθέσιμο μέσω διαδικτύου <https://www.fsb-tcfd.org/publications/>, ημερομηνία ανάκτησης 04/09/2024.

Tatsuo K (2010) An analysis of the eco-efficiency and economic performance of Japanese companies. *Asian Bus Manag* 9(2):209–222.

Trinks A, Mulder M, Scholtens B (2020) An efficiency perspective on carbon emissions and financial performance. *Ecol Econ* 175:106632.

Trinks A, Ibikunle G, Mulder M, Scholtens B (2022) Carbon Intensity and the Cost of Equity Capital. *EJ* 43.

Trumpf C, Guenther T (2017) Too little or too much? Exploring U-shaped relationships between corporate environmental performance and corporate financial performance: U-shaped relationship between environmental and financial performance. *Bus Strat Env* 26(1):49–68.

United Nations. (2020). Commitments to Net Zero Double in Less Than a Year. Available at: Διαθέσιμο μέσω διαδικτύου : <https://unfccc.int/news/commitments-to-net-zero-double-in-less-than-a-year>, ημερομηνία ανάκτησης 04/09/2024.

Velte P (2021) Environmental performance, carbon performance and earnings management: empirical evidence for the European capital market. *Corp Soc Respon Environ Manag* 28(1):42–53.

Walley, N., and B. Whitehead. 1994. “It’s Not Easy Being Green.” *Reader in Business and the Environment* 36 (81): 4.

Wang M.R. *et al.* (2021). Discovering research trends and opportunities of green finance and energy policy: A data-driven scientometric analysis. *Energy Policy*, 154 : 112295

Wernerfelt, B. 1984. "A Resource-based View of the Firm." *Strategic Management Journal* 5 (2): 171–180.

Wu Q. and Chiu C-H, (2023) The impacts of carbon insurance on supply chain and environment considering technology risk under cap-and-trade mechanism. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 180: 103334

Xue B, Zhang Z, Li P (2020) Corporate environmental performance, environmental management and firm risk. *Bus Strat Env* 29(3):1074–1096.

Yan H, Li X, Huang Y, Li Y (2020) The impact of the consistency of carbon performance and carbon information disclosure on enterprise value. *Financ Res Lett* 37:101680.

Yang H.C. *et al.* (2022) Political risk and green technology improvement: New insights from global evidence. *Innov. Green Dev.*

Yin W. *et al.* (2019) Is financial development in China green? Evidence from city level data. *J. Clean. Prod.*

Zhou Z, Zhang T, Wen K, Zeng H, Chen X (2018) Carbon risk, cost of debt financing and the moderation effect of media attention: evidence from Chinese companies operating in high-carbon industries. *Bus Strateg Environ* 27(8):1131–1144.