



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ

Διπλωματική Εργασία

ΛΟΓΙΣΤΙΚΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

του

ΠΕΤΡΟΥ ΒΕΝΕΤΙΚΑ

Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Λαδάς

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη
Λογιστική και Χρηματοοικονομική

Φεβρουάριος 2023

Περίληψη

Σκοπός είναι η εξέταση του λογιστικού χειρισμού των διοξειδίων του άνθρακα στη ναυτιλία. Παρατηρείται βιβλιογραφικό κενό γύρω από τις πρακτικές λογιστικής διαχείρισης των διοξειδίων του άνθρακα στον κλάδο της ναυτιλίας εξαιτίας της δομής και της πολύπλοκης φύσης του κλάδου. Οι πιο δημοφιλείς πρακτικές λογιστικής άνθρακα είναι η λογιστική διαχείρισης με βάση την παραγωγή και η λογιστική διαχείρισης με βάση την κατανάλωση ενώ υπάρχουν και εναλλακτικές μέθοδοι που βασίζονται στο εισόδημα, την προστιθέμενη αξία και άλλα μεγέθη. Οι εναλλακτικές αυτές προσεγγίσεις εξυπηρετούν καλύτερα τον σχεδιασμό των προϊόντων και υπηρεσιών ή λαμβάνουν καλύτερα υπόψη τους τους φορείς που έχουν περισσότερα οικονομικά οφέλη στην αλυσίδα αξίας.

Υπάρχουν αρκετές δυσκολίες στην εφαρμογή αποτελεσματικών λογιστικών άνθρακα. Ωστόσο, οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις σήμερα συνυπολογίζουν τις ποσότητες εκπομπών αερίων του άνθρακα στη στρατηγική τους για να βελτιώσουν την εταιρική τους ταυτότητα υιοθετώντας τεχνολογίες μείωσης των εκπομπών με διάφορα συστήματα. Τα μέτρα μείωσης των εκπομπών άνθρακα που λαμβάνουν οδηγούν σε κόστος μείωσης με αποτέλεσμα να επωφελούνται από αυτές τις πρακτικές.

Παρά τον ενιαίο στόχο της σύγκλισης και της ενοποιημένης διαδικασίας μεταξύ χωρών και οργανισμών, δεν υπάρχει ακόμη ένα ενιαίο σε παγκόσμιο επίπεδο αναγνωρισμένο και αποδεκτό πρότυπο για τον υπολογισμό του προϊόντος ή του εταιρικού αποτυπώματος άνθρακα που να καλύπτει όλη την αλυσίδα εφοδιασμού εμπορευμάτων μεταφορών.

Abstract

The purpose of this thesis is to examine the accounting of carbon dioxide in shipping. There is a literature gap around carbon accounting practices in the shipping industry due to the structure and complex nature of the industry. The most popular carbon accounting practices are production-based management accounting and consumption-based management accounting practices, while there are alternative methods based on income, value added and other metrics. These alternative approaches better serve the design of products and services or better consider the factors who have more economic benefits in the value chain.

There are several difficulties in implementing effective carbon accounting. However, shipping companies today factor carbon emissions into their strategy to improve their corporate identity by adopting emission reduction technologies with various systems. The carbon reduction measures they take lead to abatement costs, so they benefit from these practices.

Despite the common goal of convergence and unified process between countries and organizations, there is still no single globally recognized and accepted standard for calculating product or corporate carbon footprint covering the entire transport freight supply chain.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1.Εισαγωγή.....	1
1.2.Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα.....	2
1.3.Δομή της διπλωματικής.....	2
1.4.Συνεισφορά της διπλωματικής.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	4
2.1.Εισαγωγικά.....	4
2.2. Ιστορική Εξέλιξη Λογιστικής Άνθρακα.....	4
2.3.Αποτελέσματα Θεωρητικών και Εμπειρικών Ερευνών.....	9
2.4.Πρακτικές Λογιστικής Εκπομπών Άνθρακα.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	18
3.1.Εισαγωγικά.....	18
3.2. Λογιστική Άνθρακα με Βάση την Παραγωγή και με Βάση την Κατανάλωση.....	18
3.3. Λοιπά Είδη Λογιστικής Άνθρακα.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	31
4.1.Εισαγωγικά.....	31
4.2. Στρατηγικές Βιωσιμότητας και Διεθνείς Κανόνες.....	31
4.3.Στατιστικά Στοιχεία.....	34
4.4.Εκπομπές Άνθρακα στη Ναυτιλία.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	41
5.1.Συμπεράσματα.....	41
5.2.Περιορισμοί και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	42
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3 1 Συνοπτική παρουσίαση λογιστικών μεθόδων άνθρακα και οι αρχές τους.....	27
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Τα τελευταία χρόνια, το επάγγελμα του λογιστή έχει αρχίσει να ανησυχεί όλο και περισσότερο για τη λογιστική άνθρακα (IFRS, 2017; Linton et al., 2021; Sun et al., 2020). Παρά το γεγονός ότι οι εκπομπές άνθρακα έχουν μετρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, αυτό είναι ένα σχετικά νέο θέμα στο πεδίο, το οποίο έχει διερευνηθεί μόνο τα προηγούμενα 20 χρόνια (Salon et al., 2010). Απαιτείται ακριβής λογιστική για τον άνθρακα για τη δημιουργία μιας ενιαίας, διαφανούς και ελεγχόμενης μεθοδολογίας υπό το φως της τρέχουσας αύξησης της ζήτησης για μηδενικές εκπομπές σε όλες τις βιομηχανίες (Value Reporting Foundation, 2021).

Δεν υπάρχει ακριβής, πλήρης ορισμός της λογιστικής άνθρακα αυτή τη στιγμή. Ο προσδιορισμός, η αξιολόγηση και η παρακολούθηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε όλα τα επίπεδα της αλυσίδας αξίας, καθώς και ο προσδιορισμός, η αξιολόγηση και η παρακολούθηση των επιπτώσεων αυτών των εκπομπών στον κύκλο του άνθρακα των οικοσυστημάτων, είναι ο ορισμός που παρέχεται από τους Stechemesser & Guenther (2012). Ουσιαστικά, λαμβάνει υπόψη τις απογραφές αερίων θερμοκηπίου, την παρακολούθηση και τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με τις αντισταθμίσεις και τον μετριασμό των εκπομπών.

Οι Ascui & Lovell (2011) σημειώνουν ότι διαφορετικά άτομα έχουν διαφορετικούς ορισμούς της λογιστικής ουσίας, επομένως προσφέρουν έναν πιο περιεκτικό ορισμό που λαμβάνει υπόψη μια ποικιλία λογιστικών πράξεων που διεξάγονται σε διαφορετικά θέματα και σε διαφορετικά επίπεδα, τόσο για απαιτητικούς όσο και για προαιρετικούς στόχους. Ορίζουν πέντε πλαίσια—φυσικά, πολιτικά, βασισμένα στην αγορά, κοινωνική και οικονομική λογιστική του προστασίας— που σχετίζονται με τις κοινότητες πρακτικής. Υποστηρίζουν ότι «η κατανόηση των διαφόρων προοπτικών και η προώθηση θετικής μάθησης και αλλαγής πολιτικών μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την αναγνώριση αυτών των περιστάσεων».

Οι Cooper & Pearce (2011) παρέχουν έναν εναλλακτικό ορισμό της λογιστικής άνθρακα που εστιάζει στα ελαττώματα της μέτρησής της, συμπεριλαμβανομένης της ελλιπούς κάλυψης εκπομπών, μιας διφορούμενης μεθόδου για τον υπολογισμό των ισχυριζόμενων μειώσεων εκπομπών και της έλλειψης σαφήνειας σχετικά με τη λογοδοσία όταν ανατίθενται καθήκοντα σε διαφορετικά μέρη.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο και το Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ (EU ETS) οδήγησαν στην ανάπτυξη έρευνας και μεθόδων λογιστικής για τον άνθρακα. Η ανάπτυξη της μελέτης για τη λογιστική του άνθρακα φαίνεται να οφείλεται κυρίως στην αυξανόμενη γνώση του κοινού για την αλλαγή του κλίματος και στις λογιστικές πρακτικές που υιοθετούν οι οργανισμοί για την αντιμετώπιση των ανησυχιών σχετικά με τον άνθρακα. Ένας αυξανόμενος όγκος ερευνών δείχνει ότι, παρά την ιστορική αντιμετώπισή της ως συστατικό των μελετών περιβαλλοντικής ή εταιρικής κοινωνικής ευθύνης, η λογιστική του άνθρακα γίνεται όλο και περισσότερο ο δικός της τομέας μελέτης (He et al., 2021).

1.2.Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Αυτή η έρευνα εξετάζει τον τρόπο χειρισμού του διοξειδίου του άνθρακα στη λογιστική για τις μεταφορές. Διενεργείται μια τρέχουσα ανασκόπηση της θεωρητικής και εμπειρικής βιβλιογραφίας σε μια προσπάθεια κατανόησης των πολλών κατηγοριών λογιστικής διαχείρισης, των μοναδικών χαρακτηριστικών της ναυτιλιακής βιομηχανίας και των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι λογιστές.

Τα ερευνητικά ερωτήματα τα οποία προσπαθεί η παρούσα εργασία να απαντήσει είναι τα εξής:

- Ποιες λογιστικές πρακτικές άνθρακα εφαρμόζονται στις επιχειρήσεις;
- Ποιες λογιστικές πρακτικές άνθρακα επιλέγουν οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις;

Επιχειρήθηκε μια θεωρητική προσέγγιση με βιβλιογραφική μελέτη επίκαιρων άρθρων δημοσιευμένων σε έγκυρα και αξιόπιστα περιοδικά προκειμένου να αναδειχθούν τα θέματα που απασχολούν τους ερευνητές, καθώς και τυχόν κενά στην τρέχουσα βιβλιογραφία που θα οδηγήσουν στην επιλογή του θέματος μελλοντική εμπειρική έρευνα, επειδή το επιλεγμένο θέμα θεωρείται ότι είναι ιδιαίτερα επίκαιρο και καινοτόμο (niche).

1.3.Δομή της διπλωματικής

Η παρούσα εργασία αποτελείται από τρία κεφάλαια. Μετά την εισαγωγή που παρουσιάζει το σκοπό, τα ερευνητικά ερωτήματα, τη μεθοδολογία, τη δομή και τη συνεισφορά της εργασίας παρουσιάζεται το πρώτο κεφάλαιο με τη βιβλιογραφική επισκόπηση. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται στοιχεία για τον τρόπο με τον οποίο εισήχθη η λογιστική άνθρακα στις πρακτικές που χρησιμοποιούνται στις επιχειρήσεις, παρουσιάζονται αποτελέσματα σύγχρονων θεωρητικών και εμπειρικών ερευνών που εξετάζουν το θέμα και πρακτικές λογιστικής εκπομπών άνθρακα. Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζεται ξεχωριστά η λογιστική άνθρακα για να γίνει κατανοητό το θεωρητικό πλαίσιο και τα είδη εφαρμογής της. Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζεται ο κλάδος της ναυτιλίας από λογιστική σκοπιά και η θέση της Ελλάδας μέσα στον ναυτιλιακό χάρτη. Τέλος, σε ξεχωριστή ενότητα παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας, οι περιορισμοί με τους οποίους εκπονήθηκε και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Η λογιστική άνθρακα συμβάλλει στην ευρύτερη λογιστική βιβλιογραφία προτείνοντας και προωθώντας νέες λογιστικές πρακτικές, όπως η λογιστική για περιουσιακά στοιχεία και υποχρεώσεις άνθρακα, ο προϋπολογισμός άνθρακα, η χρηματοδότηση άνθρακα και η διασφάλιση άνθρακα. Αυτές οι αναδυόμενες πρακτικές και η ενσωμάτωσή τους σε παραδοσιακά λογιστικά συστήματα καταδεικνύουν τον ολοένα και σημαντικότερο ρόλο της λογιστικής στη βιώσιμη ανάπτυξη (He et al., 2021).

1.4. Συνεισφορά της διπλωματικής

Η παρούσα εργασία συνεισφέρει στην βιβλιογραφία καθώς το θέμα του λογιστικού χειρισμού των διοξειδίων του άνθρακα στη ναυτιλία είναι πολύ καινούριο, υπάρχουν νομοθετικά και εφαρμοστικά κενά και διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο ο λογιστής στον τρόπο διαχείρισης του θέματος προς όφελος των ναυτιλιακών επιχειρήσεων. Ακόμη, πρόκειται για μια από τις πρώτες προσπάθειες θεωρητικής προσέγγισης του ζητήματος σε επίπεδο διπλωματικής εργασίας στην Ελλάδα.

Πολλές εσωτερικές και εξωτερικές μεταβλητές, όπως η εταιρική διακυβέρνηση, οι οικονομικοί περιορισμοί, οι ρυθμιστικές απαιτήσεις και οι οικονομικές πιέσεις, έχουν όλες αντίκτυπο στην επιλογή μιας επιχείρησης να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (He et al., 2021). Αυτές οι μελέτες έχουν σημασία για τους υπεύθυνους λήψης πολιτικών και αποφάσεων, εκτός από το ότι είναι ακαδημαϊκά σημαντικές όσον αφορά την ανάπτυξη της θεωρίας σχετικά με τη λήψη αποφάσεων για εταιρική χρήση άνθρακα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1.Εισαγωγικά

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφεται η ιστορική εξέλιξη της λογιστικής άνθρακα με ορόσημο το Πρωτόκολλο του Κιότο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σύγχρονων θεωρητικών και εμπειρικών ερευνών και αναλύονται οι πρακτικές της λογιστικής άνθρακα.

2.2. Ιστορική Εξέλιξη Λογιστικής Άνθρακα

Οι αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες και οι νέοι φορείς άνθρακα επηρεάζουν αναπόφευκτα τις εταιρικές πρακτικές (Howard-Grenville et al., 2014). Η λογιστική άνθρακα αποτελεί «ένα σύστημα που χρησιμοποιεί λογιστικές μεθόδους και διαδικασίες για τη συλλογή, καταγραφή και ανάλυση πληροφοριών που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, τη λογιστική μετατροπή των πληροφοριών αυτών και την αναφορά περιουσιακών στοιχείων, υποχρεώσεων, εξόδων και εσόδων που σχετίζονται με τον άνθρακα για την ενημέρωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων των διαχειριστών και των δυνητικών ενδιαφερομένων μερών» (Tang, 2017). Επομένως, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των προμηθευτών άνθρακα, των επιχειρήσεων και των ενδιαφερομένων τους έχει προσελκύσει σημαντικό ενδιαφέρον από ακαδημαϊκούς ερευνητές και πολλές έρευνες για τη λογιστική του άνθρακα έχουν δημοσιευθεί σε λογιστικά περιοδικά.

Η διαχείριση του άνθρακα αφορά τις πρακτικές μιας επιχείρησης για να μετριάσει τις λειτουργικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Hartmann et al., 2013). Στη βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν πρακτικές διαχείρισης άνθρακα και οργανωτικές αλλαγές που αφορούν αυτές τις πρακτικές και άλλες έρευνες που εξετάζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τις πρακτικές διαχείρισης άνθρακα όπως θα εξεταστούν στο 1.4.

Παρά την ετερογένεια απόψεων για την έννοια της λογιστικής άνθρακα, υπάρχει κοινή άποψη ότι η εταιρική λογιστική άνθρακα αναφέρεται στη χρήση λογιστικών μεθόδων για όλα όσα αφορούν τον άνθρακα όπως αναφέρθηκαν στους παραπάνω ορισμούς. Οι «εταιρίες χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές λογιστικής άνθρακα για να βοηθήσουν τους

διευθυντές τους να συλλέγουν και να καταγράφουν πληροφορίες για τον άνθρακα» (Burrill et al., 2011), «να αξιολογούν την απόδοση» (Lee & Wu, 2014), «να πραγματοποιούν πράσινες επενδύσεις και διαχείριση έργου» (Vesty et al., 2015), «να εφαρμόζουν στρατηγικές άνθρακα» (Bui & Fowler, 2019), «να πραγματοποιούν εμπορία εκπομπών» (Engels, 2009), «να διαχειρίζονται την έκθεση σε κινδύνους» (Kumarasiri & Gunasekarage, 2017), «να ελέγχουν το κόστος του άνθρακα» (Ratnatunga & Balachandran, 2009) και «να βοηθούν στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή» (Linnenluecke et al., 2015).

Από τις πρώτες δημοσιεύσεις στη βιβλιογραφία για τη λογιστική άνθρακα ήταν των Freedman & Jaggi (2005) η οποία συνέπεσε με την έναρξη του Σχεδίου Εμπορίας Εκπομπών της Ε.Ε. (ETS). Η ανάπτυξη της έρευνας για τη λογιστική άνθρακα αντιστοιχεί στην ανάπτυξη της παγκόσμιας νομοθεσίας για τον άνθρακα, των επενδύσεων χαμηλών εκπομπών άνθρακα και της εταιρικής αποκάλυψης στοιχείων άνθρακα. Οι μελέτες γύρω από τη λογιστική άνθρακα εστιάζουν στη λογιστική για τα περιουσιακά στοιχεία και τις υποχρεώσεις άνθρακα, τη γνωστοποίηση εκπομπών του, τη διασφάλιση αντιστάθμισης, τη διαχείριση άνθρακα, την απόδοση και τον αντίκτυπο των θεμάτων άνθρακα στην κεφαλαιαγορά (He et al., 2021).

Η διαφωνία για τη λογιστικοποίηση των δικαιωμάτων εκπομπών άνθρακα οδήγησε στην απόσυρση της Επιτροπής Διεργασιών Διεθνούς Χρηματοοικονομικής Αναφοράς για τα δικαιώματα εκπομπών το 2005. Ελλείπει λογιστικών προτύπων για τα δικαιώματα εκπομπών, τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται πρακτικά (Black, 2013):

- 1) «μια προσέγγιση καθαρής υποχρέωσης που ταξινομεί τα δικαιώματα ως άυλα περιουσιακά στοιχεία και εμφανίζει υποχρέωση εκπομπών μόνο όταν οι εκπομπές υπερβαίνουν τα δωρεάν καταναμημένα δικαιώματα»,
- 2) «μια προσέγγιση ακαθάριστης υποχρέωσης που αναγνωρίζει τη δωρεάν κατανομή στην εύλογη αξία και μια αντίστοιχη ακαθάριστη υποχρέωση» και
- 3) «μια προσέγγιση απογραφής με δωρεάν κατανομή που δίνεται σε μηδενική αξία».

Το Πρωτόκολλο του Κιότο καθιέρωσε την αγορά άνθρακα ως μηχανισμό που βασίζεται στην αγορά για τη μείωση ή τον περιορισμό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις χώρες που το επικυρώνουν. Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο το 1997 «οι αναπτυγμένες χώρες συμφώνησαν να λάβουν νομικά δεσμευτικούς στόχους μείωσης των εκπομπών για το 2012 αναγνωρίζοντας τον κυρίαρχο ρόλο τους ως ιστορικοί ρυπαίνοντες». Ωστόσο, οι στόχοι αποδοχής μόνο από τις αναπτυγμένες χώρες θα ήταν ανεπαρκείς για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Afionis et al., 2012).

Ο σχηματισμός της αγοράς εμπορίας εκπομπών άνθρακα δημιούργησε λογιστικά ζητήματα που δεν υπήρχαν νωρίτερα. Ο νέος μηχανισμός προκάλεσε συζήτηση για τη φύση και αποτελεσματικότητα των διαφόρων πολιτικών για την κλιματική αλλαγή (Callon, 2009; Andrew & Cortese, 2013). Έτσι, σταδιακά η συζήτηση μετατοπίστηκε από το αν οι αναπτυσσόμενες χώρες θα πρέπει να συμμετέχουν σε προσπάθειες μετριασμού στο τι είδους συνεισφορές μετριασμού θα πρέπει να αναλάβουν. Οι συζητήσεις μετριασμού αναφέρονται σε εκπομπές που παράγονται στο σημείο της παραγωγής δηλαδή σε εκπομπές που παράγονται φυσικά μέσω της καύσης ορυκτών καυσίμων (άνθρακα, φυσικό αέριο και πετρέλαιο) για ενέργεια και μεταφορά εντός δικαιοδοσίας ενός κράτους.

Η μελέτη της λογιστικής άνθρακα αναπτύσσεται έκτοτε ραγδαία και σταθερά, ιδίως μετά την υπογραφή της Συμφωνίας του Παρισιού, με σταδιακή μετάβαση από τις ποιοτικές στις εμπειρικές μελέτες. Οι ερευνητές της λογιστικής άνθρακα ανταποκρίνονται στην κλιματική αλλαγή και διερευνούν και εντοπίζουν διάφορα θέματα λογιστικής άνθρακα που είναι σε μεγάλο βαθμό ανύπαρκτα ή αγνοούνται από προηγούμενη λογιστική έρευνα. Ως αποτέλεσμα, η λογιστική άνθρακα αναδύεται ως ανεξάρτητο πεδίο μελέτης, χωριστό από τη γενική εταιρική ευθύνη ή τη βιωσιμότητα.

Η έρευνα για τη λογιστική άνθρακα προσδιορίζει τα πρότυπα και τους καθοριστικούς παράγοντες των διαχειριστικών αντιδράσεων στην κλιματική αλλαγή, καθώς και τις συνέπειες των εκπομπών άνθρακα. Αποκαλύπτει τις ενέργειες που λαμβάνουν οι εταιρείες και δείχνει πώς οι επιχειρήσεις αλλάζουν τις πολιτικές τους ανταποκρινόμενες στους νέους κανονισμούς και τη νομοθεσία για τον άνθρακα, το αίσθημα του κοινού και των ενδιαφερομένων και άλλους παράγοντες (He et al., 2021).

Αν και η συζήτηση για την πολιτική εξετάζει τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής στις επιχειρήσεις σε μακροοικονομικό επίπεδο, κάποιοι ερευνητές επιδιώκουν να προσδιορίσουν τις λογιστικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να συζητήσουν τις προκλήσεις για τη λογιστική άνθρακα τόσο από άποψη έρευνας όσο και από άποψη πρακτικής (Hopwood, 2009). Έτσι, στη βιβλιογραφία ερευνώνται θέματα χρηματοοικονομικής λογιστικής και αναφοράς για την εμπορία άνθρακα και τρόπους με τους οποίους η λογιστική μπορεί να εμπλέκεται στην επικοινωνία των κλιματικών κινδύνων και αβεβαιοτήτων. Οι Hartmann et al. (2013) επέκτειναν αυτή τη συζήτηση και εξήγησαν τη λογιστική άνθρακα από τη σκοπιά της λογιστικής διαχείρισης για την προώθηση της έρευνας στη διαχείριση και τον έλεγχο του άνθρακα.

Η κλιματική αλλαγή έχει θέσει πολλές προκλήσεις μέτρησης, απόδοσης, παρακολούθησης και επαλήθευσης απόδοσης σε παγκόσμιο ή και επιχειρηματικό και ατομικό

επίπεδο. Η πολιτική των διεθνών συμφωνιών όπως το Πρωτόκολλο του Κιότο βασίζεται σε ποσοτικούς στόχους που απαιτούν τον υπολογισμό ανθρωπογενών εκπομπών και τις αφαιρέσεις αερίων του θερμοκηπίου εντός των εθνικών συνόρων. Η ίδια η ύπαρξη νέας αγοράς δικαιωμάτων και πιστώσεων άνθρακα εκτιμάται ότι ανέρχεται σε σχεδόν 142 δις δολάρια Η.Π.Α. το 2010 (Linacre et al., 2011) και εξαρτάται από πολύπλοκες πράξεις μέτρησης και αντιστάθμισης για τη δημιουργία εμπορεύσιμων και ανταλλάξιμων μέσων (MacKenzie, 2009).

Ενώ αρχικά η συζήτηση στη βιβλιογραφία επικεντρώθηκε στον τρόπο αποτίμησης των δικαιωμάτων άνθρακα και στην αστάθεια που προκαλείται «από τις διαφορετικές αποτιμήσεις των περιουσιακών στοιχείων και την αναγνώριση των υποχρεώσεων» (Bebbington & Larrinaga – Gonzalez, 2008), στη συνέχεια επικεντρώθηκε στη δυσκολία που έγκειται στις πολλαπλές επιπτώσεις των δικαιωμάτων άνθρακα. Συγκεκριμένα, ένα επίδομα άνθρακα λειτουργεί ως άδεια για εκπομπές άνθρακα, ένα υποχρεωτικό ανώτατο όριο εκπομπών άνθρακα και ένα χρηματοοικονομικό στοιχείο που μπορεί να γίνει αντικείμενο διαπραγμάτευσης στην αγορά. Η σύγκρουση που δημιουργείται από το χαρακτηριστικό των δικαιωμάτων εκπομπών άνθρακα και η ανάγκη για συνέπεια μεταξύ των περιουσιακών στοιχείων και υποχρεώσεων που σχετίζονται με τον άνθρακα και άλλων γενικών υποχρεώσεων καθιστά δύσκολο για τους δημιουργούς λογιστικών προτύπων να σχεδιάσουν ένα καθολικό λογιστικό πρότυπο για την συγκεκριμένη περίπτωση (Cook, 2009).

Μια ανησυχία για τις αποκλίσεις στη λογιστική είναι «ότι μπορούν να εμποδίσουν τη συγκρισιμότητα των οικονομικών καταστάσεων των επιχειρήσεων» (Griffin, 2013) επειδή οι εταιρίες έχουν απόλυτη διακριτική ευχέρεια όσον αφορά την αναγνώριση και τη μέτρηση των δικαιωμάτων άνθρακα είτε ως περιουσιακά στοιχεία είτε ως υποχρεώσεις και έξοδα (Mete et al., 2010).

Η συζήτηση για τα δικαιώματα εκπομπών άνθρακα έχει παύσει από το 2014. Ωστόσο, το θέμα εξακολουθεί να υφίσταται και να προβληματίζει τη σύγχρονη βιβλιογραφία. Πολλές πρόσφατες έρευνες υπογραμμίζουν το ρόλο της Κίνας στις καθαρές μεταφορές εκπομπών ιδίως δεδομένης της υψηλής έντασης άνθρακα του ενεργειακού της συστήματος το οποίο αντιπροσωπεύει το 25% περίπου του καθαρού ισοζυγίου άνθρακα (Afionis et al., 2017).

Η Κίνα αποτελεί χαρακτηριστικό των περιφερειακών τάσεων όπου οι αναπτυσσόμενες χώρες τείνουν να είναι καθαροί εισαγωγείς και οι αναπτυσσόμενοι καθαροί εξαγωγείς εκπομπών (Davis & Caldeira, 2010; Peters et al., 2011; Peters & Hertwich, 2008a). Το μέγεθος της χώρας σε όρους Α.Ε.Π., πληθυσμού και περιοχών, καθώς κι η εξάρτηση από πόρους και η παραγωγή για εξαγωγές είναι παράγοντες που καθορίζουν αν μια χώρα αποτελεί

καθαρό εισαγωγέα ή εξαγωγέα εκπομπών (Davis & Caldeira, 2010; Peters & Hertwich, 2008a).

Το τρέχον σύστημα κατανομής εκπομπών των Ηνωμένων Εθνών για τα αέρια του θερμοκηπίου αποδίδει τις εκπομπές στην χώρα στην οποία αυτές υλοποιούνται φυσικά κατά την παραγωγή (UNFCCC, 1997). Στη βιβλιογραφία, όμως, προτείνονται και άλλες εναλλακτικές μορφές αρχών λογιστικής για τις εκπομπές άνθρακα οι οποίες εξετάζονται στο επόμενο κεφάλαιο. Ανεξάρτητα από το πού εμφανίζονται αυτές στην αλυσίδα εφοδιασμού, οι εκπομπές μπορούν να αποδοθούν στην χώρα που εξάγει τα ορυκτά καύσιμα που επιτρέπουν αυτές τις εκπομπές (Davis et al., 2012). Επιπλέον, μπορεί να αναγνωριστεί ότι άλλοι παράγοντες εκτός από τα ορυκτά καύσιμα όπως η εργασία και το κεφάλαιο επωφελούνται επίσης από μια ρυπογόνο παραγωγική διαδικασία κερδίζοντας εισόδημα (μισθοί, τόκοι, ενοίκια).

Έτσι, όλες οι εκπομπές που απορρίπτονται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας θα μπορούσαν να αποδοθούν σε συγκεκριμένους παράγοντες (και χώρες) ανάλογα με την αξία που προσθέτουν στην παραγωγή και, επομένως, σύμφωνα με το εισόδημα που αποκτούν (αρχή βάσει εισοδήματος, γνωστή και ως «ενεργοποιημένες» εκπομπές) (Lenzen & Murray, 2010; Marques et al., 2012). Τέλος, οι εκπομπές που προκύπτουν στη διαδικασία παραγωγής μπορούν επίσης να αποδοθούν στο τέλος της αλυσίδας εφοδιασμού, δηλαδή στους καταναλωτές ή ακριβέστερα στους τελικούς χρήστες και τη χώρα διαμονής τους (αρχή που βασίζεται στην κατανάλωση) (Peters & Hertwich, 2008; Davis & Caldeira, 2010).

Σήμερα χιλιάδες οργανισμοί και εταιρίες παρακολουθούν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τις δράσεις μείωσης και την έκθεση στον κλιματικό κίνδυνο μέσω των συστημάτων εσωτερικής διαχείρισης λογιστικής και ελέγχου (PwC, 2010). Ως συνέπεια των συστημάτων εμπορίας εκπομπών, τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις άνθρακα έχουν πλέον οικονομική αξία σε πολλές χώρες γεγονός που προσελκύει το ενδιαφέρον των λογιστών όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο αυτά τα περιουσιακά στοιχεία και υποχρεώσεις πρέπει να εμφανίζονται στις χρηματοοικονομικές καταστάσεις (KPMG, 2008; PwC & IETA, 2007).

Η χρήση οποιουδήποτε λογιστικού συστήματος πλαισιώνεται από την ανάγκη απόδοσης ευθυνών για τις εκπομπές σε έναν συγκεκριμένο τύπο παράγοντα (καταναλωτή, παραγωγό, εξαγωγέα ή δικαιούχο εισοδήματος) και την αντίστοιχη κατανομή των εκπομπών αυτών στον τύπο παράγοντα (Lenzen & Murray, 2010; Marques et al., 2012; Kondo et al., 1998; Rodrigues et al., 2006). Η λογική αυτή βασίζεται στην αρχή της αντισταθμιστικής δικαιοσύνης, δηλαδή στην υποχρέωση αποζημίωσης για τη ζημία που προκύπτει (Lenzen &

Murray, 2010; Marques et al., 2012; Lenzen et al., 2007) ή τα οφέλη που αποκομίζονται από τις εκπομπές (Kondo et al., 1998; Ferng, 2003).

Υπάρχουν τρεις αρχές αντισταθμιστικής δικαιοσύνης: 1) «η αρχή ότι ο ρυπαίνων πληρώνει, δηλαδή, αποδίδεται η ευθύνη αποζημίωσης στον παράνομο εκπομπό», 2) «η αρχή ότι ο δικαιούχος πληρώνει» και 3) «η αρχή ότι η κοινότητα πληρώνει» (Butt, 2007). Πιο αποδεκτή στη βιβλιογραφία θεωρείται η πρώτη αρχή.

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υιοθέτησης καθεμίας από τις τέσσερις διαδεδομένες λογιστικές πρακτικές που εφαρμόζονται (και παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο) εξαρτώνται σημαντικά από το οικονομικό και θεσμικό περιβάλλον εφαρμογής. Για να υπάρξει ένα σημείο αναφοράς αναλύεται πρώτα ένα εξιδανικευμένο περιβάλλον που θεωρείται οικονομολογικά το καλύτερο. Αν οι αγορές είναι πλήρως ανταγωνιστικές και η πολιτική για το κλίμα καλύπτει όλες τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και επιβάλλει μια παγκόσμια ενιαία τιμή σε κάθε τύπο ρύπου, τότε διασφαλίζεται η περιβαλλοντική και οικονομική αποδοτικότητα ανεξάρτητα από το λογιστικό σύστημα που επιλέγεται. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον οι αγορές μεταβιβάζουν πλήρως τα κίνητρα σε όλους τους άλλους παράγοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού (Steininger et al., 2015).

Συγκρίνοντας τις τέσσερις λογιστικές αρχές, προκύπτει στη βιβλιογραφία ότι η μείωση της διαρροής μέσω ενός καναλιού σχετίζεται με την αύξηση της διαρροής μέσω κάποιου άλλου καναλιού. Για παράδειγμα, σε σχέση με τη λογιστική που βασίζεται στην παραγωγή, η προσέγγιση που βασίζεται στην εξόρυξη και μια σχετική πολιτική που ακολουθείται από ορισμένες, αλλά όχι όλες, τις χώρες εξόρυξης δεν ανακατευθύνει τις εμπορικές ροές σε ενδιάμεσα και τελικά αγαθά ούτε οδηγεί σε μετεγκατάσταση της βιομηχανίας που παράγει αυτά τα αγαθά. Έτσι, μπορεί να προκαλέσει αναπροσανατολισμό του εμπορίου ορυκτών καυσίμων και μετεγκατάσταση των τοποθεσιών εξόρυξης σε χώρες εξόρυξης που δεν αποτελούν μέρος του συνασπισμού υποχώρησης. Αυτές οι χώρες ενδέχεται επίσης να αντιμετωπίσουν αύξηση των ενοικίων των πόρων, προκαλώντας πιθανώς επιπτώσεις εκπομπών μέσω του διαύλου εισοδήματος (Steininger et al., 2015).

2.3.Αποτελέσματα Θεωρητικών και Εμπειρικών Ερευνών

Καθώς οι χώρες και οι επιχειρήσεις ενστερνίζονται στόχους μηδενικών καθαρών εκπομπών, η φιλοδοξία να αφαιρεθούν μεγάλες ποσότητες άνθρακα από την ατμόσφαιρα αποτελεί πυλώνα πολιτικών μετριασμού (Carton et al., 2021). Υπάρχουν ανησυχίες όμως για την

σκοπιμότητα των προτεινόμενων τεχνολογιών αρνητικών εκπομπών (Waller et al., 2020) και τις πιθανές επιπτώσεις της εφαρμογής τους σε περιβαλλοντική και κοινωνική δικαιοσύνη (Doelman et al., 2020). Οι ανησυχίες αυτές παραμένουν σε μεγάλο βαθμό αόρατες στα μοντελοποιημένα μονοπάτια που προϋποθέτουν μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη αρνητικών εκπομπών με την πάροδο του χρόνου (Larkin et al., 2017). Υπάρχουν επίσης ανησυχίες για τις πιθανές επιπτώσεις του ηθικού κινδύνου ή της αποτροπής μετριασμού που έχουν οι υποσχέσεις για μελλοντική απομάκρυνση άνθρακα στις τρέχουσες προσπάθειες μείωσης των εκπομπών (Anderson & Peters, 2016).

Οι Bowen & Wittneben (2011) προσδιόρισαν τρία πεδία που συνδυάζονται από την επιστήμη για τον τρόπο μέτρησης των εκπομπών άνθρακα, των κοινωνικών πρακτικών της λογιστικής του άνθρακα και της λογοδοσίας στο πλαίσιο του παγκόσμιου συστήματος διακυβέρνησης άνθρακα. Μέσα από συνεντεύξεις διερεύνησαν αν μπορεί να υπάρξει ακρίβεια, συνέπεια και βεβαιότητα στη λογιστική του άνθρακα και βρήκαν ότι υπάρχουν εντάσεις τόσο εντός όσο και σε όλα τα οργανωτικά πεδία. Η «διαμόρφωση της εξέλιξης της λογιστικής άνθρακα ως διαπραγμάτευση μεταξύ των τριών στόχων αποφέρει ισχυρές συνέπειες για την αντιμετώπιση των προκλήσεων στην λογιστική άνθρακα» (Bowen & Wittneben, 2011).

Οι McLaren et al. (2019) προτείνουν «τη διάσπαση των καθαρών μηδενικών στόχων σε ξεχωριστούς στόχους για την αφαίρεση άνθρακα και τη μείωση των εκπομπών». Κάτι τέτοιο θα εκθέσει συμφέροντα και πολιτικές στη διαμόρφωση στόχων εκπομπών. Σύμφωνα με αυτή την άποψη οι κοινές λογιστικές πρακτικές άνθρακα καθιστούν τις διαφορετικές τεχνολογίες, τα κοινωνικοοικονομικά πλαίσια και τις χρονικές περιόδους της κλιματικής αλλαγής ισοδύναμα, ενώ οι ανησυχίες για την κλιματική δικαιοσύνη και την περιβαλλοντική ακεραιότητα απαιτούν να διατηρούνται ξεχωριστά (Lohmann, 2009, 2011). Αμφισβητείται η ιδέα ότι ένας τόνος διοξειδίου του άνθρακα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως λειτουργικά ισοδύναμος ανεξάρτητα από το πώς, πού ή πότε αποφεύγεται, αφαιρείται ή αποθηκεύεται. Ενώ η λογιστική του άνθρακα εκπληρώνει μια σημαντική λειτουργία για τη δημιουργία συνέπειας και ενότητας στην αξιολόγηση της προόδου προς τους καθορισμένους στόχους, οι συγκεκριμένες μορφές που λαμβάνει δεν είναι ουδέτερες και απαιτούν προσεκτική εξέταση.

Ο συνδυασμός μειώσεων και αφαιρέσεων εκπομπών είναι μια από τις πολλές ισοδυναμίες στη λογιστική άνθρακα. Οι Carton et al. (2021) εξετάζουν τρεις μορφές: (α) «του άνθρακα», (β) «τη γεωγραφική» και (γ) «την χρονική ισοδυναμία» και βρίσκουν ότι η αναίρεση αυτών των ισοδυναμιών μπορεί να προωθήσει μια δίκαιη απάντηση στην κλιματική κρίση.

Πολλά πλαίσια και δραστηριότητες συνδέονται με την λογιστική άνθρακα οδηγώντας σε αντικρουόμενες απόψεις για την έννοια, τον τρόπο εφαρμογής και τους φορείς συμμετοχής. Οι Ascui & Lovell (2012) βρίσκουν «ότι ενώ οι λογιστές έχουν αδιαμφισβήτητη εξουσία στον τομέα της χρηματοοικονομικής αναφοράς δικαιωμάτων και υποχρεώσεων που δημιουργούνται στο πλαίσιο συστημάτων εμπορίας εκπομπών, οι ισχυρισμοί τους για την ικανότητα σε άλλες πτυχές της λογιστικής άνθρακα αλληλεπικαλύπτονται με άλλες».

Η λογιστική άνθρακα αποτελεί μια εξελισσόμενη προσέγγιση για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων για τη δράση για το κλίμα και την αναφορά προόδου των επιχειρήσεων. Καθώς αποτελεί σχετικά νέο θέμα στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές συστηματικές ανασκοπήσεις τα τελευταία χρόνια για αυτό το θέμα. Οι He et al. (2021) διεξήγαγαν συστηματική ανασκόπηση με 117 άρθρα σε λογιστικά περιοδικά για το χρονικό διάστημα 2005-2018 σχετικά με τη λογιστική άνθρακα. Βρήκαν ότι υπάρχουν τέσσερις κύριες ροές που αφορούν (α) την αποκάλυψη άνθρακα, (β) τη διαχείριση, (γ) την απόδοση και διασφάλιση και (δ) το γεγονός ότι πλέον η λογιστική άνθρακα αποτελεί ξεχωριστό λογιστικό κλάδο.

Οι Afionis et al. (2017) προχώρησαν σε συστηματική ανασκόπηση για να περιγράψουν τη λογική πίσω από την απόδοση ευθύνης για τις εκπομπές με βάση την κατανάλωση αντί για την παραγωγή. Εξέτασαν ζητήματα ισότητας και δικαιοσύνης, αυξημένης κάλυψης εκπομπών, ενθάρρυνσης καθαρότερων πρακτικών παραγωγής και πολιτικών οφελών. Η λογιστική CB μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ταιριάζει με τις τρέχουσες πολιτικές πραγματικότητες και προσδιορίζει μηχανισμούς πολιτικής που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την άμεση ή έμμεση αντιμετώπιση των εκπομπών.

Οι Marlowe & Clarke (2022) διεξήγαγαν συστηματική ανασκόπηση 27 άρθρων περιοδικών στον τομέα της λογιστικής άνθρακα για να παρουσιάσουν την τρέχουσα κατάσταση του πεδίου. Βρήκαν ότι υπάρχει έλλειψη διαφάνειας, αξιοπιστίας και συγκρισιμότητας στα τρέχοντα συστήματα μέτρησης, έλλειψη έρευνας για το πώς συνδέονται τα αποθέματα αερίων του θερμοκηπίου με συστήματα παρακολούθησης, λήψης αποφάσεων, αναφοράς και γνωστοποίησης και ανέλυσαν το ρόλο του λογιστικού επαγγέλματος στις εξελίξεις. Πιο συγκεκριμένα, οι Marlowe & Clarke (2022) εντόπισαν ως σύγχρονα θέματα στην έρευνα της λογιστικής άνθρακα τα εξής:

- a) «τις αυξανόμενες εκπομπές άνθρακα που παρατηρούνται σε όλο τον κόσμο»: Οι Wang & Chen (2018) αποδίδουν την αύξηση των εκπομπών άνθρακα στην επιταχυνόμενη αστικοποίηση και υπογραμμίζουν την ανάγκη για μετριασμό των εκπομπών. Ο Livermore (2019) αναδεικνύει τη σημασία της ανάγκης για πίστη στην

καταπολέμηση της κλιματικής κρίσης και ότι όλες οι χώρες μαζί πρέπει να βρουν κοινή λύση.

- b) «την αβεβαιότητα μέτρησης της λογιστικής άνθρακα»: Οι Sperling & Ramaswami (2018) εντόπισαν μοτίβα ασυνέπειας στις μεθοδολογίες λογιστικής άνθρακα για τις πόλεις. Σύμφωνα με τους Harris et al. (2020) η έλλειψη δεδομένων για διάφορα στοιχεία οδηγεί σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Οι Kramers et al. (2013) υποστηρίζουν «ότι υπάρχουν διαφορετικά όρια συστημάτων σε διαφορετικές πόλεις γεγονός που αυξάνει την πολυπλοκότητα της λογιστικής άνθρακα».
- c) «την έλλειψη ικανότητας σύγκρισης των αποτελεσμάτων αναφοράς»: Σύμφωνα με τους Kramers et al. (2013) υπάρχουν πολλά εμπόδια που καθιστούν δύσκολη τη συγκρισιμότητα της λογιστικής άνθρακα όπως η ελλιπής διαθεσιμότητα δεδομένων και η έλλειψη γνώσης στη διοίκηση.
- d) «την ανάγκη για εφαρμογή πολιτικής και ολοκληρωμένων διαδικασιών που αφορούν τη λογιστική άνθρακα»: Οι Bowen & Wittneben (2011) τονίζουν «την ανάγκη να δράσουν τα κράτη εφαρμόζοντας μέτρα μείωσης του άνθρακα, την ανάγκη για εφαρμογή ρυθμιστικών μέτρων για την ενθάρρυνση των επενδύσεων και την ανάγκη μείωσης της κατανάλωσης για απώτερη μείωση των κλιματικών επιπτώσεων». Οι Leão et al. (2020) βρίσκουν «ότι υπάρχει έλλειψη διαφάνειας σε 20 εκθέσεις εκπομπών άνθρακα με αναθεωρήσεις αποθεμάτων που αφορούν υποθέσεις, δεδομένα, μετρήσεις παραγόντων εκπομπών και περιορισμούς». Λόγω της έλλειψης σαφήνειας για τον καθορισμό των όρων της λογιστικής άνθρακα, υπάρχει έλλειψη χρησιμότητας για τον ποσοτικό προσδιορισμό των στόχων και απαιτείται διευκρίνιση των ορίων για αποτελεσματική παρακολούθηση και διαχείριση άνθρακα (Kennedy & Sgouridis, 2011).
- e) «την ευκαιρία για το λογιστικό επάγγελμα να ενεργήσει ώστε να πράξει τη διαφορά στον τομέα της λογιστικής άνθρακα»: Σύμφωνα με τον Engels (2009) «υπάρχουν τέσσερις μεγάλες λογιστικές – ελεγκτικές εταιρίες μεταξύ των οποίων η PwC και η Deloitte οι οποίες δραστηριοποιούνται στην ανάπτυξη και διαμόρφωση του πεδίου που περιβάλλει τις λογιστικές απαιτήσεις άνθρακα». Σύμφωνα με τους Mahmoudian et al. (2021) «οι λογιστές αναμένεται να έχουν ηγετικό ρόλο στη διαχείριση της λογιστικής άνθρακα και η οικονομική τους τεχνογνωσία θα βοηθήσει στην υποστήριξη στρατηγικών πρωτοβουλιών για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα».

Ένα άλλο θέμα το οποίο εξετάζεται τελευταία στη βιβλιογραφία αφορά τη διαχείριση βιοτικών καταβόθρων άνθρακα. Ο νέος στόχος «καθαρών εκπομπών» της Ε.Ε. για το 2030 περιλαμβάνει πλέον τα δάση και τη χρήση γης εντός του γενικού στόχου μετριασμού, ο οποίος αν και περιορίζεται από λογιστικούς κανόνες εισάγει έναν βαθμό ευελιξίας μεταξύ των εκπομπών ορυκτών και χερσαίων εκπομπών (Kulovesi & Oberthür, 2020). Τέτοιες λογιστικές πρακτικές ανταποκρίνονται σε πολιτικούς και όχι σε επιστημονικούς προβληματισμούς και ενέχουν διάφορους κινδύνους και πολυπλοκότητες (Löfbrand, 2004; Höhne et al., 2007), εγείροντας ανησυχίες σχετικά με την αποδυνάμωση των στόχων (Climate Action Tracker, 2020). Ενώ οι τεχνικές λογιστικές δυσκολίες με την κατασκευή ισοδύναμου ορυκτού και βιοτικού άνθρακα έχουν αναγνωριστεί εδώ και καιρό, οι κοινωνικές, περιβαλλοντικές και κλιματικές επιπτώσεις συχνά παραμένουν σκοτεινές (Fogel, 2005; Dooley & Gupta, 2017).

Μια βασική ανησυχία με αυτήν την ισοδυναμία σχετίζεται με τα διαφορετικά χρονοδιαγράμματα που εμπλέκονται όπως το αν οι καταβόθρες ορυκτού άνθρακα είναι ουσιαστικά μόνιμες ή αδρανείς, εάν δεν χρησιμοποιηθούν, ενώ ο βιοτικός άνθρακας είναι μέρος του βραχυπρόθεσμου (ή ενεργού) κύκλου άνθρακα. Ενώ τα λογιστικά συστήματα προσπαθούν να αντιμετωπίσουν τον κίνδυνο αντιστροφής από βιοτικές καταβόθρες με διάφορους τρόπους, για παράδειγμα μέσω προσωρινής πίστωσης, αυτές οι λύσεις δεν εξαλείφουν τις μακροπρόθεσμες αβεβαιότητες (Brander et al., 2021). Τα διαφορετικά χρονικά χαρακτηριστικά του ορυκτού έναντι του βιοτικού άνθρακα αντιπροσωπεύουν ένα θεμελιώδες εμπόδιο στην ισοδυναμία.

Οι Mackey et al. (2013) εξηγούν γιατί η χρήση καταβόθρων άνθρακα στην ξηρά ως μέσο για την «αντιστάθμιση» των εκπομπών από την καύση ορυκτών καυσίμων είναι επιστημονικά λανθασμένη. Το σημερινό δυναμικό απομάκρυνσης και αποθήκευσης της γης αντανakλά πρωτίστως την εξάντληση των καταβόθρων άνθρακα λόγω χρήσης γης στο παρελθόν. Δεδομένου ότι η ικανότητα των δασών και άλλων οικοσυστημάτων να δεσμεύουν άνθρακα είναι πεπερασμένη, η αύξηση του άνθρακα στις χερσαίες καταβόθρες απλώς αντικαθιστά τον άνθρακα που έχει χαθεί στην ατμόσφαιρα τους τελευταίους αιώνες. Ο ορυκτός άνθρακας, από την άλλη πλευρά, είναι μόνιμα κλειδωμένος. Έτσι, η καύση ορυκτών καυσίμων μετακινεί τον άνθρακα από τη μόνιμη αποθήκευση στον κύκλο ενεργού άνθρακα, προκαλώντας συνολική αύξηση του άνθρακα στη γη, τους ωκεανούς και την ατμόσφαιρα. Μόλις προστεθεί, αυτός ο πρόσθετος άνθρακας δεν μπορεί να αφαιρεθεί μέσω φυσικών καταβόθρων σε χρονικές κλίμακες που σχετίζονται με τον μετριασμό του κλίματος, οδηγώντας σε αυξημένη θέρμανση (Steffen et al., 2016).

Ένα δίκαιο πλαίσιο της απομάκρυνσης του άνθρακα θα απαιτούσε χωριστές λογιστικές και πολιτικές ατζέντες για τις εκπομπές βιοτικών και ορυκτών καυσίμων. Ένας τέτοιος διαχωρισμός είχε ήδη προταθεί πριν από αρκετές δεκαετίες (WGBU, 1998) και πρόσφατα εμφανίστηκε εκ νέου στην ακαδημαϊκή και πολιτική συζήτηση (New Climate Institute, 2020; Skelton et al 2020; Smith, 2021). Ο διαχωρισμός θα βοηθούσε στην αποφυγή της υποκατάστασης των μειώσεων των εκπομπών ορυκτών καυσίμων με δράσεις που βασίζονται στην ξηρά που κινδυνεύουν να επιδεινώσουν τις κλιματικές αδικίες μέσω περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων. Αντί να χρησιμοποιούνται αφαιρέσεις βιοτικού άνθρακα για την αντιστάθμιση παρελθουσών, συνεχιζόμενων ή υπολειπόμενων εκπομπών ορυκτών, ο περιορισμός των αφαιρέσεων σε τομεακή βάση (π.χ. χερσαίες αφαιρέσεις για χερσαίες εκπομπές) θα ενθάρρυνε βελτιωμένες γεωργικές πρακτικές, θα ελαχιστοποιούσε την εξάρτηση από την δέσμευση γης και επιβάλλουν ταχύτερο μετασχηματισμό των τομέων που εξαρτώνται από ορυκτά καύσιμα (Urton, 2019).

Η δεύτερη ισοδυναμία που ενσωματώνεται στη λογιστική του άνθρακα είναι μεταξύ των εκπομπών άνθρακα και των αφαιρέσεων σε διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες δηλαδή σε τοποθεσίες που διαφέρουν ευρέως ως προς τα βιοφυσικά και κοινωνικοπολιτικά χαρακτηριστικά τους (Carton et al., 2021).

Η αλλαγή του κλίματος ερμηνεύεται συνήθως ως ένα παγκόσμιο πρόβλημα όπου η χωρική θέση των εκπομπών και των αφαιρέσεων άνθρακα είναι άσχετη. Θεωρείται επίσης ως ένα πρόβλημα που πρέπει να μετριαστεί με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, μια αρχή που είναι γραμμένη στη Σύμβαση Πλαίσιο του ΟΗΕ για την αλλαγή του κλίματος (άρθρο 3.3) (Boyd et al., 2009). Αυτός ο συνδυασμός παραγόντων κάνει την ιδέα της γεωγραφικής ισοδυναμίας διαισθητικά ελκυστική.

Από την σκοπιά της νεοκλασικής οικονομίας, οι διαφορές στο οριακό κόστος των προσπαθειών μετριασμού σε όλο τον κόσμο προέρχονται από το συγκριτικό πλεονέκτημα που βασίζεται σε διαφορετικές εγγενείς ικανότητες και προτιμήσεις, δηλαδή, ορισμένα μέρη παρέχουν καλύτερες συνθήκες για την απομάκρυνση του άνθρακα σε σχέση με άλλα και μερικοί άνθρωποι προτιμούν τον τρόπο ζωής με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Αυτή η λογική έχει δημιουργήσει μια ποικιλία μηχανισμών για τη διευκόλυνση της διεθνούς ανταλλαγής ευθυνών μετριασμού, επιτρέποντας σε χώρες και εταιρείες να χρηματοδοτούν τη δράση για το κλίμα αλλού για να επιτύχουν τους στόχους τους. Η χρήση της απομάκρυνσης του άνθρακα σε τέτοιους μηχανισμούς είναι ήδη κοινή πρακτική στην εθελοντική αγορά άνθρακα και συζητείται ενεργά στο πλαίσιο ενός μελλοντικού μηχανισμού εμπορίας στο πλαίσιο της Συμφωνίας του Παρισιού (Mace et al., 2021).

Η αφαίρεση και αποθήκευση άνθρακα συνοδεύεται από συγκεκριμένες γεωφυσικές και βιοφυσικές συνθήκες που υποστηρίζουν τη γεωγραφική ισοδυναμία και τη διεθνή ανταλλαγή ευθυνών αφαίρεσης. Η χωρητικότητα γεωλογικής αποθήκευσης, για παράδειγμα, κατανέμεται άνισα στο διάστημα, υπονοώντας ότι ορισμένες χώρες δεν θα είναι σε θέση να αποθηκεύσουν το δεσμευμένο άνθρακα εντός των δικαιοδοσιών τους (Kelemen et al., 2019; Wei et al., 2021). Ομοίως, τα υψηλότερα ποσοστά βιολογικής δέσμευσης στις τροπικές περιοχές τις ευνοούν ως τοποθεσίες για δάσωση/αναδάσωση και παραγωγή βιοενέργειας σε παγκόσμιες εκτιμήσεις των δυνατοτήτων μετριασμού (Griscom et al., 2017).

Ωστόσο, η ιεράρχηση τέτοιων γεωφυσικών και βιοφυσικών συνθηκών στις παγκόσμιες εκτιμήσεις απομάκρυνσης άνθρακα τείνει να αγνοεί σημαντικούς κοινωνικούς και πολιτικούς παράγοντες που θέτουν υπό αμφισβήτηση αυτές τις εκτιμήσεις (Creutzig et al., 2021) και αυτή την προσοχή ενάντια στην υιοθέτηση της γεωγραφικής ισοδυναμίας. Μελέτες που προσδιορίζουν «διαθέσιμες» τοποθεσίες για την απομάκρυνση του άνθρακα στην ξηρά (Griscom et al., 2017; Bastin et al., 2019; Pozo et al., 2020) συνήθως αγνοούν τις υπάρχουσες χρήσεις και τους χρήστες (όπως τους κτηνοτρόφους) αυτών των περιοχών. Αυτό ισοδυναμεί με μια λεκτική περιθωριοποίηση ορισμένων χρήσεων γης και χρηστών και μπορεί σιωπηρά να νομιμοποιήσει διαδικασίες «πράσινης αρπαγής» (Fairhead et al., 2012).

Μια τρίτη ισοδυναμία για την απομάκρυνση άνθρακα είναι μεταξύ των παρόντων δράσεων μετριασμού και εκείνων που προβλέπεται να υλοποιηθούν στο μέλλον. Η χρονική αυτή ισοδυναμία στηρίζει μεγάλο μέρος της τρέχουσας συζήτησης για την αφαίρεση μεγάλης κλίμακας αλλά εγείρει πολλές ανησυχίες (Carton et al., 2021).

Για παράδειγμα, η χρήση υπέρβασης θερμοκρασίας για τα πρώτα 20 για παράδειγμα έτη και η επακόλουθη πτώση τα επόμενα 50 έτη υποδηλώνει ότι δεν έχει σημασία πότε θα πραγματοποιηθούν δράσεις μετριασμού τα επόμενα 70 χρόνια εφόσον το τελικό αποτέλεσμα παραμένει εντός των συμφωνημένων στόχων θερμοκρασίας. Η πρακτική αυτή προϋποθέτει τη δυνατότητα υποκατάστασης μεταξύ των μειώσεων εκπομπών βραχυπρόθεσμα και των μελλοντικών αφαιρέσεων, μια έννοια που θεσμοθετείται ταχέως σε μηδενικούς στόχους. Όμως, αν δεν έχει σημασία πότε εξισορροπείται ο προϋπολογισμός άνθρακα, τότε μπορεί να υπάρχουν κίνητρα που ωθούν σε άβολες και δύσκολες αποφάσεις και επενδύσεις στο μέλλον (Carton et al., 2021).

2.4. Πρακτικές Λογιστικής Εκπομπών Άνθρακα

Πολλές εταιρίες αποκαλύπτουν πληροφορίες και στοιχεία άνθρακα μέσω διάφορων καναλιών. Κάποιες αναφέρουν τις εκπομπές άνθρακα σε μη κυβερνητικές οργανώσεις στο πλαίσιο ρυθμιστικών συστημάτων, άλλες αποκαλύπτουν τέτοιες πληροφορίες στις ετήσιες εκθέσεις τους ή σε αυτόνομες εκθέσεις βιωσιμότητας ή εταιρικής κοινωνικής ευθύνες και άλλες προχωρούν σε οικειοθελείς αποκαλύψεις (Huggins et al., 2011). Ακόμη, διάφοροι ερευνητές όπως οι Ratnatunga et al. (2011) προτείνουν ένα δικό τους μοντέλο λογιστικής για διάφορα στοιχεία που σχετίζονται με τον άνθρακα όπως στην περίπτωση των Ratnatunga et al. (2011) «προτείνονται τα δικαιώματα, η δέσμευση άνθρακα και οι δυνατότητες ελέγχου των εκπομπών».

Τα νομικά συστήματα με ισχυρή προστασία των επενδυτών και αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς (όπως τα συστήματα κοινού δικαίου) οδηγούν στην εθελοντική αποκάλυψη άνθρακα (Luo et al., 2012; Alrazi et al., 2016; Tang & Luo, 2016). Επίσης, οι εταιρίες σε τομείς έντασης άνθρακα τείνουν να προχωρούν σε περισσότερες γνωστοποιήσεις άνθρακα από εταιρίες σε άλλους τομείς επειδή αντιμετωπίζουν υψηλότερη ρυθμιστική πίεση (Rankin et al., 2011; Choi et al., 2013; Chu et al., 2013; Tang & Luo, 2016).

Η θετική επίδραση των κυβερνητικών ή χρηματιστηριακών κανονισμών σχετικά με την αποκάλυψη άνθρακα στην τάση οικειοθελούς αποκάλυψης των εκπομπών επιβεβαιώνεται από εμπειρικές μελέτες στην Αυστραλία (Liu et al., 2017), στο Ηνωμένο Βασίλειο (Tauringana & Chithambo, 2015), τις ΗΠΑ (Freedman & Park, 2014) και την Κίνα (Yang & Farley, 2016).

Όσον αφορά τη διασφάλιση της αξιοπιστίας των πληροφοριών για τις εκπομπές άνθρακα, επειδή το θέμα απαιτεί όχι μόνο ελεγκτική τεχνογνωσία αλλά και εξειδίκευση σε θέματα που αφορούν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Olson, 2010; Green & Taylor, 2013), υπάρχουν δύο κύριοι τύποι παροχών διασφάλισης άνθρακα, (α) οι ελεγκτικές εταιρίες και (β) οι συμβουλευτικές εταιρίες.

Όλες οι έρευνες γύρω από το θέμα τονίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης των πληροφοριών για την κλιματική αλλαγή στις πρακτικές λογιστικής εκπομπών άνθρακα. Ακόμη, υποστηρίζεται ότι η εισαγωγή της λογιστικής διαχείρισης άνθρακα σε έναν οργανισμό μπορεί να αλλάξει την εργασία και τη συμπεριφορά των παραγόντων και τον τρόπο που αντιδρούν στην εξουσία και στην κλιματική αλλαγή (Vesty et al., 2015).

Η βιβλιογραφία λογιστικής διαχείρισης άνθρακα βελτιώνει την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η λογιστική μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση του άνθρακα. Πολλές λογιστικές έννοιες και προσεγγίσεις, όπως διαδικασίες υποβολής εκθέσεων, αξιολόγηση απόδοσης, εκτίμηση κινδύνου και καθορισμός στόχων, ενσωματώνονται σε συστήματα

διαχείρισης άνθρακα που ενισχύουν τις δυνατότητες των επιχειρήσεων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Tang & Luo, 2014).

Ακόμη, οι Tang & Luo (2014) «προτείνουν ένα σύστημα διαχείρισης άνθρακα που καλύπτει τέσσερα γενικά στοιχεία διαχείρισης άνθρακα: (α) διακυβέρνηση άνθρακα, (β) λειτουργία άνθρακα, (γ) παρακολούθηση απόδοσης και (δ) εμπλοκή των ενδιαφερομένων. Ένα σύστημα διαχείρισης άνθρακα είναι ένα λειτουργικό εργαλείο που χρησιμοποιείται από μια επιχείρηση για την εφαρμογή της πολιτικής της για τον άνθρακα, τη διαχείριση των κινδύνων άνθρακα και τον αποτελεσματικό μετριασμό των εκπομπών άνθρακα».

Οι ερευνητές μπορούν να κάνουν εις βάθος έρευνες για κάθε τύπο εργαλείου διαχείρισης άνθρακα. Παράδειγμα αυτού του τύπου έρευνας προκύπτει από τους Ioannou et al. (2016), οι οποίοι διερευνούν τη χρήση της ρύθμισης στόχων στη διαχείριση άνθρακα. Στην έρενά τους διαπιστώνουν «ότι η δυσκολία του στόχου μείωσης του άνθρακα συνδέεται θετικά με το ποσοστό ολοκλήρωσης του στόχου και ότι αυτή η επίδραση μετριάζεται αρνητικά από την παροχή χρηματικών κινήτρων».

Ένα άλλο δημοφιλές θέμα στη βιβλιογραφία της λογιστικής άνθρακα είναι η απόδοση άνθρακα που αφορά το βαθμό στον οποίο οι επιχειρήσεις προχωρούν σε διαχείριση και έλεγχο των εκπομπών άνθρακα. Ωστόσο, υπάρχει το θέμα της πολυπλοκότητας της μέτρησης της απόδοσης άνθρακα και το θέμα των παραγόντων που επηρεάζουν αυτή την απόδοση. Η μέτρηση εκπομπών άνθρακα είναι πολύπλοκη διαδικασία που βασίζεται κατά πολύ στην εκτίμηση. Η αξιοπιστία και η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων είναι αμφίβολη όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικές μέθοδοι εκτίμησης (MacKenzie, 2009). Επιπλέον, οι ερευνητές που μετρούν τις εκπομπές συχνά έχουν ως περιορισμό τα όρια, το πεδίο εφαρμογής και τη συνολική βάση (Milne & Grubnic, 2011). Ακόμη, ο όρος απόδοση άνθρακα μπορεί να έχει άλλη έννοια ανάλογα με το σκοπό της αξιολόγησης. Μπορεί να είναι απόλυτο ή ποσοστιαίο μέγεθος και να αφορά άλλες χρονικές περιόδους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1.Εισαγωγικά

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζονται τα είδη λογιστικής άνθρακα που εφαρμόζονται σε διάφορους κλάδους επιχειρήσεων. Έμφαση δίνεται στα πιο διαδεδομένα είδη, την λογιστική άνθρακα με βάση την παραγωγή και με βάση την κατανάλωση αλλά εξετάζονται και άλλα πιο εξειδικευμένα και σύγχρονα είδη λογιστικής άνθρακα τα οποία ανταποκρίνονται καλύτερα και πιο αποτελεσματικά στις ανάγκες επιμέρους κλάδων.

3.2. Λογιστική Άνθρακα με Βάση την Παραγωγή και με Βάση την Κατανάλωση

Από τη δεκαετία του '80 με την έλευση της απελευθέρωσης του εμπορίου και της παγκοσμιοποίησης, το παγκόσμιο εμπόριο άρχισε να αυξάνεται σημαντικά (Peters et al., 2011). Παραδοσιακά, η παρακολούθηση των εκπομπών άνθρακα και της εξόρυξης πόρων ανά τομέα γίνεται σε εθνικό επίπεδο (PBL, 2018) ή στην περίπτωση της Ε.Ε. από έναν κοινό οργανισμό (EEA, 2015). Αυτό συμβαίνει γιατί τα Εθνικά Στατιστικά Ινστιτούτα ή οι περιβαλλοντικές υπηρεσίες έχουν μόνο νομική εξουσιοδότηση για την απογραφή δεδομένων σχετικά με οικονομικές συναλλαγές, εκπομπές και χρήση πόρων εντός της χώρας στην οποία ιδρύθηκαν. Οι δείκτες που παράγονται από αυτούς τους οργανισμούς καθορίζουν την πολιτική (Tukker et al., 2020) και έτσι γίνεται κατανοητή η σημασία τους.

Δεδομένου του μεγάλου όγκου προϊόντων που μπορούν να εισέλθουν και να εξέλθουν μιας χώρας, η παραδοσιακή λογιστική έχει καταστεί ανεπαρκής, καθώς αποτυγχάνει να εξηγήσει πώς η παραγωγή σε μια χώρα επηρεάζει μια άλλη μέσω της χρήσης εξαγόμενων αγαθών ή πώς η κατανάλωση σε μια χώρα επηρεάζει μια άλλη μέσω της χρήσης των εισαγόμενων αγαθών (Lenzen et al., 2012). Λόγω της παγκοσμιοποίησης υπάρχουν διαφορετικές προοπτικές σχετικά με το ποιος είναι υπεύθυνος για τις εκπομπές και την εξόρυξη πόρων σε μια χώρα.

Η ευθύνη για τις εκπομπές και τη χρήση των πόρων μπορεί να κατανεμηθεί με διαφορετικούς τρόπους μεταξύ των παραγόντων κατά μήκος των αλυσίδων αξίας. Τα

τελευταία 10-15 έτη έχουν αναπτυχθεί τέσσερις βασικές αρχές κατανομής και παραλλαγές αυτών (Gallego & Lenzen, 2005; Lenzen et al., 2007; 2012; Steininger et al., 2016). Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη είναι η προσέγγιση με βάση την παραγωγή. Σύμφωνα με αυτήν ο ρυπαίνων έχει την ευθύνη. Σε αυτή την προσέγγιση στηρίζονται τα διεθνή συστήματα λογιστικής εκπομπών άνθρακα (UNFCCC, 2008) και οι προσπάθειες μετριασμού άνθρακα όπως η Συμφωνία του Παρισιού (UNFCCC, 2015).

Η λογιστική μέθοδος βάσει παραγωγής κρίνεται ευνοϊκή από την UNFCCC γιατί είναι απλή, έχει συνεπείς μεθοδολογίες κατάρτισης στατιστικών ενέργειας και είναι κατάλληλη για διαφορικές διαδικασίες αναφοράς μεταξύ διαφορετικών κρατών (Afionis et al., 2017). Όλα τα λογιστικά συστήματα, όμως, έχουν έναν βαθμό αβεβαιότητας. Η λογιστική μέθοδος βάσει παραγωγής έχει το ότι η κακή υποδομή σε αναπτυσσόμενες χώρες σε επίπεδο τεχνολογικό είναι ανασταλτικός παράγοντας όταν πρόκειται για την παραγωγή απογραφών εκπομπών με ακριβείς μετρήσεις (Steininger et al., 2015).

Η εστίαση στον μετριασμό με βάση την παραγωγή θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως εξής: Οι χώρες θα μπορούσαν να μειώσουν τις εκπομπές τους αναθέτοντας σε εξωτερικούς συνεργάτες βιομηχανίες έντασης άνθρακα, εισάγοντας τα σχετικά προϊόντα και δημιουργώντας προστιθέμενη αξία χωρίς ρυπογόνες δραστηριότητες. Αυτή η διαπίστωση οδήγησε στην προσέγγιση με βάση την κατανάλωση που αξιολογεί τις εκπομπές του κύκλου ζωής και τους πόρους που εμπλέκονται στην ικανοποίηση της τελικής κατανάλωσης και πρέπει να συμπληρώνει τις αξιολογήσεις βάσει της παραγωγής ώστε να υποδεικνύεται αν αυτή η μετατόπιση του φόρτου ισχύει (Tukker et al., 2020).

Αναγνωρίζεται στη βιβλιογραφία πως οι δύο δημοφιλέστερες λογιστικές πρακτικές άνθρακα είναι με βάση την παραγωγή και με βάση την κατανάλωση. Οι Kramers et al. (2013) υποστηρίζουν «ότι η επιλογή της χρήσης της κατανάλωσης ή της παραγωγής είναι μια από τις πιο θεμελιώδεις αποφάσεις για τον υπολογισμό των εκπομπών σε μια συγκεκριμένη περιοχή». Υπάρχει μεγάλη διαφορά αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο μεθόδων με την προσέγγιση της κατανάλωσης να οδηγεί σε πολύ υψηλότερες τιμές εκπομπών (Leão et al., 2020). Οι Harris et al. (2020) υποστηρίζουν «ότι η ικανότητα επιλογής με βάση την παραγωγή αντί για την κατανάλωση επιτρέπει στους ενδιαφερόμενους να υποτιμήσουν τον αντίκτυπό τους στην κατανάλωση».

Διεθνώς, η κατανομή ευθύνης για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου βασίζεται στη λογιστική μέθοδο βάσει παραγωγής (PB) η οποία μετρά τις εκπομπές που παράγονται στον τόπο όπου παράγονται τα αγαθά και οι υπηρεσίες. Ωστόσο, η αύξηση των

εκπομπών που ενσωματώνονται στο εμπόριο εγείρει το ερώτημα αν πρέπει να συγχωνευτεί η λογική μέθοδος βάσει παραγωγής με άλλες λογιστικές προσεγγίσεις.

Η λογιστική με βάση την κατανάλωση (CB) έχει αναδειχθεί σημαντική εναλλακτική λύση σε αυτό το δίλημμα (Steininger et al., 2014; Bows & Barrett, 2010). Η προσέγγιση αυτή λαμβάνει υπόψη τις εκπομπές στο σημείο της κατανάλωσης που σημαίνει ότι είναι το τέλος καταναλωτή αντί για τον παραγωγό αγαθών και υπηρεσιών και ότι αποδίδονται όλες οι εκπομπές που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της παραγωγής και της διανομής στους τελικούς καταναλωτές αγαθών και υπηρεσιών (Afionis et al., 2017). Η λογιστική με βάση την κατανάλωση προσφέρει μια εναλλακτική λύση στην κυρίαρχη προοπτική παραγωγής για τις εκπομπές άνθρακα όπου οι παραγωγοί εκπομπών άνθρακα θεωρούνται πλήρως υπεύθυνοι για αυτές. Οι προοπτικές που βασίζονται στην παραγωγή και την κατανάλωση είναι δύο ακραία διαφορετικές προσεγγίσεις (Tukker et al., 2020).

Η κύρια διαφορά των δύο λογιστικών προσεγγίσεων έγκειται στο ότι η εφαρμογή της λογιστικής με βάση την κατανάλωση θα συνεπαγόταν ένα κράτος με πολιτική μείωσης να παραχωρήσει την ευθύνη για τις εκπομπές που σχετίζονται με την εξαγωγική του παραγωγή και να αποδεχθεί την ευθύνη για τις εκπομπές των εισαγόμενων αγαθών και υπηρεσιών (Steininger et al., 2014). Για την αντιμετώπιση αυτών των αποδιδόμενων εκπομπών, οι εισαγωγείς θα μπορούσαν να ενισχύσουν τις μειώσεις των εκπομπών εντός τις επικράτειάς τους, να μειώσουν τα επίπεδα κατανάλωσης των κατοίκων τους ή να συμβάλλουν σε προσπάθειες μετριασμού σε ξένες χώρες.

Μέσα στα πλεονεκτήματα της λογιστικής με βάση την κατανάλωση συγκαταλέγονται η αυξημένη κάλυψη εκπομπών, η ενθάρρυνση καθαρότερων πρακτικών παραγωγής, η πολιτικής αποδοχής, ισότητας και δικαιοσύνης. Η υιοθέτησή της θα μπορούσε να επιτρέψει στη διεθνή κοινότητα να πλησιάσει την επίτευξη του απώτερου στόχου της UNFCCC για την αποφυγή μιας επικίνδυνης ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής (Wiedmann, 2009).

Ένα άλλο δημοφιλές επιχείρημα υπέρ της λογιστικής με βάση την κατανάλωση είναι η ευκαιρία για το παγκόσμιο καθεστώς κλιματικής αλλαγής να καλύψει περισσότερες εκπομπές. Μπορούν με αυτή τη μέθοδο να καλυφθούν περισσότερες εκπομπές χωρίς κατ' ανάγκη να διευρυνθεί η συμμετοχή χωρών πέρα από τις αναπτυγμένες. Ωστόσο, όλες οι χώρες σήμερα πια έχουν εκδώσει δεσμεύσεις και καλύπτονται πλέον οι παραλείψεις. Επομένως, αυτού του είδους η λογιστική θα προσέφερε απλά στη διεθνή κοινότητα την ευκαιρία να κατανοήσει καλύτερα τον αντίκτυπο των συναλλαγών στις παγκόσμιες εκπομπές και να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις (Peters & Hertwich, 2008a).

Επιπλέον, η λογιστική προσέγγιση με βάση την παραγωγή δεν καλύπτει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από καύσιμα αεροσκαφών. Σύμφωνα με τους Harris & Symons (2013) «η κατανομή με βάση τον προορισμό φορτίου/ επιβατών εφαρμοζόταν πριν το Πρωτόκολλο του Κιότο αλλά η έλλειψη επαρκών δεδομένων οδήγησε στην απόρριψη τέτοιων προτάσεων ως μη πρακτικών». Οι πρόσφατες προσπάθειες της Ε.Ε. να ενσωματώσει τις διεθνείς αεροπορικές εκπομπές στο Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών της ETS συνάντησαν αντιστάσεις από αναπτυσσόμενες χώρες που αμφισβήτησαν την συνέπεια της πρότασης με τις αρχές της UNFCCC. Η υιοθέτηση της λογιστικής με βάση την κατανάλωση μπορεί να επιλύσει το συγκεκριμένο αδιέξοδο, καθώς οι χώρες με την κατανάλωση θα αναλάμβαναν την ευθύνη για τις εκπομπές που αφορούν τη διεθνή μεταφορά εμπορευμάτων (Afionis et al., 2017).

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η ευκαιρία για το καθεστώς αλλαγής του κλίματος που θα καλύψει τις εκπομπές που ενσωματώνονται στο εμπόριο που οδηγεί στην αντιμετώπιση της διαρροής άνθρακα. Η ισχυρή διαρροή άνθρακα λαμβάνει χώρα όταν οι κλάδοι έντασης άνθρακα μιας οικονομίας αποφασίζουν να μεταφέρουν την παραγωγική τους βάση από μια αναπτυγμένη χώρα που μπορεί να έχει θεσπίσει νομοθεσία για τις τιμές άνθρακα, σε μια αναπτυσσόμενη που υπόκειται σε περιορισμένους ελέγχους εκπομπών (Peters, 2010; Grasso & Roberts, 2014). Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε σχετική απανθρακοποίηση πλούσιες χώρες αλλά είναι ονομαστικές καθώς οι μειώσεις εκπομπών είναι κάτι παραπάνω από αντισταθμιστικές (Peters & Hertwich, 2008b).

Επιπρόσθετα, η επιλογή της λογιστικής με βάση την κατανάλωση συνεπάγεται την ένταξη του εξαγωγικού τομέα των αναπτυσσόμενων χωρών στο πεδίο εφαρμογής της διεθνούς πολιτικής για το κλίμα, μια κίνηση με οφέλη για τη διευκόλυνση της διάδοσης καθαρότερων πρακτικών και τεχνολογιών παραγωγής σε αυτές τις χώρες (Afionis et al., 2017). Σύμφωνα με τους Barrett et al. (2013) «η παραγωγή ενέργειας, οι τομείς έντασης ενέργειας και οι μεταφορές είναι οι κύριες πηγές εκπομπών ρύπων που βρίσκονται στο επίκεντρο της λογιστικής μεθόδου βάσει παραγωγής ενώ μια λογιστική με βάση την κατανάλωση θα έφερνε στο προσκήνιο τη συμβολή των υπηρεσιών και των βιομηχανικών προϊόντων».

Η λογιστική άνθρακα με βάση την κατανάλωση βοηθά τους τελικούς ή ενδιάμεσους καταναλωτές να εντοπίσουν τις επιπτώσεις των αγορών τους στις αλυσίδες εφοδιασμού. Οι φορείς θα μπορούσαν να προσπαθήσουν να βοηθήσουν τους προμηθευτές να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις ή να στραφούν σε προμηθευτές χαμηλών επιπτώσεων των ίδιων (τελικών ή ενδιάμεσων) προϊόντων (π.χ. de Boer et al., 2019). Ακόμη, οι φορείς θα

μπορούσαν να μετατοπίσουν τις δαπάνες σε εναλλακτικά προϊόντα ή υπηρεσίες χαμηλού αντίκτυπου που παρέχουν παρόμοια λειτουργικότητα. Επίσης, θα μπορούσαν να απέχουν από την αγορά προϊόντων με αλυσίδες εφοδιασμού υψηλού αντίκτυπου και να μετατοπίσουν τις δαπάνες σε προϊόντα χαμηλού αντίκτυπου και συναφείς δραστηριότητες. Τέτοιες προσεγγίσεις ευνοούνται σημαντικά από τη διαφάνεια στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων αλλά μπορεί να μην είναι πάντα ρεαλιστικά εφικτές (Tukker et al., 2020).

Οι χρήστες ενδιάμεσων αγαθών, ειδικότερα, έχουν λιγότερη ελευθερία δεδομένου ότι χρειάζονται τέτοιες ενδιάμεσες εισροές για την παραγωγή άλλων υλικών, προϊόντων ή υπηρεσιών. Η αλλαγή των εισροών μπορεί να λειτουργήσει μόνο εάν αλλάξει η διαδικασία ή ο σχεδιασμός του προϊόντος και οι εισροές (εκτός από τα πιθανά κέρδη μείωσης της αποδοτικότητας) καθορίζονται από το επίπεδο παραγωγής. Ένας σημαντικός περιορισμός της προσέγγισης που βασίζεται στην κατανάλωση είναι ότι, ιδιαίτερα για τους ενδιάμεσους χρήστες που παράγουν παραγωγή άλλου υλικού ή προϊόντος, παραβλέπει τις επιπτώσεις στον κύκλο ζωής αυτού του υλικού και του προϊόντος (Tukker et al., 2020).

Η προσέγγιση της λογιστικής με βάση την κατανάλωση αντιμετωπίζει προβλήματα ανταγωνιστικότητας επειδή δεν επηρεάζεται το κόστος των εξαγόμενων προϊόντων, καθώς επίσης και επειδή τόσο τα εισαγόμενα όσο και τα εγχώρια προϊόντα απαιτείται να συμμορφώνονται με την ίδια περιβαλλοντική νομοθεσία, δέσμευση φόρου άνθρακα ή μείωσης άνθρακα (Peters & Hertwich, 2008b; Girod et al., 2014). Τα μειονεκτήματα της μεθόδου λογιστικής με βάση την κατανάλωση έγκεινται στις ανησυχίες για την αποτελεσματικότητα, σε πρακτικά εμπόδια και στην πολιτική ασυμβατότητα.

Σύμφωνα με τον Liu (2015) «και οι δύο προσεγγίσεις (με βάση την παραγωγή και με βάση την κατανάλωση) έχουν κοινό στόχο». Η λογιστική με βάση την κατανάλωση τον επιτυγχάνει έμμεσα ωθώντας τους καταναλωτές να ασκήσουν πίεση στους παραγωγούς ενώ η λογιστική μέθοδος βάσει παραγωγής στοχεύει άμεσα στους παραγωγούς. Ενώ οι τρέχοντες περιβαλλοντικοί κανονισμοί και πολιτικές στοχεύουν στους παραγωγούς, η εισαγωγή των καταναλωτών στην εξίσωση θα είχε ως αποτέλεσμα περίπλοκες διαδικασίες χάραξης πολιτικής περιορίζοντας την πρακτικότητα. Για αυτό, είναι καλύτερο να δοθούν κίνητρα στους παραγωγούς να επενδύσουν σε πιο καθαρές πρακτικές παραγωγής και στη συνέχεια απλώς να μεταβιβάσουν αυτό το κόστος στους καταναλωτές.

Ενώ η λογιστική με βάση την κατανάλωση προωθεί τη μείωση των μη εισαγόμενων εκπομπών, αυτό που τελικά έχει σημασία είναι η διαφορά στην ένταση άνθρακα των ξένων εξαγωγικών αγορών σε σύγκριση με τις εγχώριες αγορές τους, καθώς οι εμπορικές στρεβλώσεις είναι πιθανό να μετατοπίσουν την ξένη παραγωγή από τις εξαγωγές σε

εγχώριους τομείς οι οποίοι είναι συχνά εντάσεως άνθρακα. Υπό αυτή την έννοια, οι Jakob et al. (2014) υποστηρίζουν «ότι η λογιστική με βάση την κατανάλωση δεν παρέχει απαραίτητα μια σύνδεση μεταξύ των ενεργειών μιας χώρας και των αλλαγών στις εκπομπές».

Η λογιστική με βάση την κατανάλωση ανακατανέμει τις εκπομπές από τους παραγωγικούς βιομηχανικούς τομείς στους τελικούς καταναλωτές προϊόντων. Αν και οι δύο λογιστικές προσεγγίσεις αντιπροσωπεύουν τις δύο όψεις του ίδιου νομίσματος, οι διαφορές τους έχουν εκτεταμένες επιπτώσεις όταν πρόκειται για την κατάρτιση εθνικών καταλόγων εκπομπών. Ένα σύστημα λογιστικής μεθόδου βάσει παραγωγής θα μετρούσε τις εκπομπές που παράγονται φυσικά εντός της δικαιοδοσίας ενός κράτους, ενώ ένα σύστημα λογιστικής με βάση την κατανάλωση θα αφαιρούσε τις εκπομπές που ενσωματώνονται στις εξαγωγές του και θα συνυπολόγιζε τις εκπομπές που ενσωματώνονται στις εισαγωγές του.

Διαφορετικά σύνολα δεδομένων παράγουν διαφορετικά αποθέματα εκπομπών (Andres et al., 2012). Η παρακολούθηση και μέτρηση του άνθρακα είναι πιο περίπλοκη στην λογιστική με βάση την κατανάλωση με αβεβαιότητα δεδομένων που προέρχεται από την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα δεδομένων των κύριων εμπορικών εταιρών και πιο περίπλοκους υπολογισμούς από ό,τι στην λογιστική μέθοδο βάσει παραγωγής και η ανεπαρκής αναφορά αποτελούν εμπόδια στη διαδικασία (Peters & Hertwich, 2008b).

Η υπάρχουσα βιβλιογραφία για τη λογιστική με βάση την κατανάλωση επικεντρώνεται σε τεχνικές πτυχές αναπτύσσοντας και εξορθολογίζοντας μεθόδους για τον υπολογισμό των εκπομπών που ενσωματώνονται στο εσωτερικό ή χρησιμοποιώντας τις για την ενημέρωση συζητήσεων για τον επιμερισμό των βαρών και την κατανομή ενός παγκόσμιου προϋπολογισμού εκπομπών άνθρακα μεταξύ χωρών. Ενώ αρκετές μελέτες υποστηρίζουν ότι η υιοθέτηση της λογιστικής με βάση την κατανάλωση θα είχε οφέλη για τη διεθνή πολιτική για την κλιματική αλλαγή (Steininger et al., 2014), άλλες υιοθετούν μια πιο σκεπτικιστική στάση αμφισβητώντας την αποτελεσματικότητα και την πολιτική σκοπιμότητά της, καθώς και τη συνολική της εφαρμογή στον πραγματικό κόσμο λόγω μεθοδολογικών πολυπλοκοτήτων (Jakob et al., 2014; Lininger, 2015; Liu, 2015).

3.3. Λοιπά Είδη Λογιστικής Άνθρακα

Ενώ η λογιστική βάσει παραγωγής είναι η λογιστική αρχή που έχει υιοθετήσει η UNFCCC, οι ανησυχίες σχετικά με τους περιορισμούς της στην αντιμετώπιση των εκπομπών που ενσωματώνονται στο διεθνές εμπόριο έχουν οδηγήσει σε αυξημένες εκκλήσεις για εναλλαγή

ή συγχώνευση με άλλες λογιστικές προσεγγίσεις (Springmann, 2012; Peters, 2008). Έτσι, πρακτικά χρησιμοποιούνται και άλλα είδη λογιστικής άνθρακα από τις επιχειρήσεις.

Ένα πλήρως λειτουργικό σύστημα λογιστικής εκπομπών άνθρακα πρέπει να βασίζεται σε μέτρηση που να είναι ακριβής, συνεπής στον χώρο και τον χρόνο και να ενσωματώνει την αβεβαιότητα των δεδομένων. Ωστόσο, η επίτευξη αυτών των στόχων είναι δύσκολη επειδή οι τρέχουσες προσπάθειες λογιστικής άνθρακα κατανέμονται σε τρία διαφορετικά οργανωτικά πεδία καθένα από τα οποία δίνει προτεραιότητα σε διαφορετικούς στόχους (Bowen & Wittneben, 2011).

Μια εναλλακτική προτεινόμενη μέθοδος διαφορετική από την λογιστική με βάση την παραγωγή ή με βάση την κατανάλωση είναι η προσέγγιση με βάση την εξαγωγή. Σύμφωνα με αυτήν οι εκπομπές άνθρακα παράγονται τελικά από τη χρήση ορυκτών καυσίμων και έτσι η κατανομή αυτών των εκπομπών στους παραγωγούς που αποκτούν εισόδημα από την εξαγωγή και την πώληση ορυκτών καυσίμων παρέχει χρήσιμες πληροφορίες. Ουσιαστικά, η συγκεκριμένη προσέγγιση βασίζεται στο εισόδημα σύμφωνα με την αρχή της ευθύνης του παραγωγού, κατανέμοντας τις εκπομπές που επιτρέπονται από τις πωλήσεις του προϊόντος στον παραγωγό ή αποδέκτη του εισοδήματος αυτού του προϊόντος (Liang et al., 2017). Οι εκπομπές αυτές κατανέμονται σύμφωνα με προηγούμενα βήματα στην αλυσίδα αξίας σύμφωνα με την αξία που προσθέτουν στην παραγωγή (Steininger et al., 2016).

Μια άλλη λογιστική μέθοδος είναι η προσέγγιση με βάση την προστιθέμενη αξία. Οι εκπομπές τελικής κατανάλωσης που βασίζονται στην κατανάλωση κατανέμονται σε προηγούμενα στάδια της αλυσίδας αξίας σύμφωνα με την προστιθέμενη αξία. Το σκεπτικό αυτής της προσέγγισης είναι ότι δίνει μια εικόνα για το ποιος αποκομίζει τα περισσότερα οικονομικά οφέλη από τέτοιες εκπομπές του κύκλου ζωής. Σύμφωνα με την αρχή ότι ο δικαιούχος πληρώνει (Steininger et al., 2016) και είναι στενά συνδεδεμένος με την αρχή της ικανότητας πληρωμής (Caney, 2010), οι παράγοντες αυτοί θεωρούνται οικονομικά πιο ικανοί να υποστηρίξουν και να συμβάλλουν στον μετριασμό των εκπομπών (Lenzen et al., 2007; Pinero et al., 2019).

Η λογιστική με βάση την προστιθέμενη αξία δίνει ενδιαφέρουσες ιδέες για το ποιος παράγει τα περισσότερα οφέλη στο υπάρχον σύστημα παραγωγής. Ωστόσο, δεν υποδεικνύει με σαφήνεια τον τρόπο με τον οποίο οι φορείς θα μπορούσαν να μειώσουν τις εκπομπές τους ή τις επιπτώσεις συνολικά. Ο μετριασμός πρέπει να καθοδηγείται από μέτρα πολιτικής τα οποία στοχεύουν να αναγκάσουν τους φορείς να επενδύσουν στον μετριασμό των εκπομπών άνθρακα οδηγώντας σε κάποια διαφορετική δομή της αλυσίδας αξίας και σε αλλαγές στην κατανομή της προστιθέμενης αξίας.

Εκτός από τις δύο βασικές προσεγγίσεις υπάρχουν και οι παραλλαγές τους. Οι Rodrigues et al. (2006) και οι Qian et al. (2019) χρησιμοποιούν τον μέσο όρο των εκπομπών με βάση την κατανάλωση και το εισόδημα. Οι Kander et al. (2015) προτείνουν μια τεχνολογικά διορθωμένη προσέγγιση με βάση την κατανάλωση. Κατά την άποψή τους, «η προσέγγιση που βασίζεται στην κατανάλωση δεν δίνει κίνητρο στους εξαγωγείς να χρησιμοποιούν καθαρές τεχνολογίες, καθώς οι ενσωματωμένες επιπτώσεις στις εξαγωγές τους καταλήγουν στους τελικούς καταναλωτές στο εξωτερικό». Ως εκ τούτου, προτείνεται να επιβραβεύονται οι χώρες που εξάγουν προϊόντα με ενσωματωμένες εκπομπές που είναι χαμηλότερες από τις μέσες ενσωματώσεις στο παγκόσμιο εμπόριο για αυτό το προϊόν. Οι εκπομπές και οι εξαγωγές με βάση την παραγωγή παρέχονται απευθείας ανά τομέα και χώρα ως επεκτάσεις.

Οι προσεγγίσεις της εξαγωγής και του εισοδήματος δίνουν στους παραγωγούς προϊόντων και αγαθών πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πωλήσεών τους. Σύμφωνα με την ευθύνη του παραγωγού, οι παραγωγοί μπορούν να σχεδιάσουν προϊόντα και υπηρεσίες ώστε να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις στον κύκλο ζωής. Παράδειγμα τέτοιων πρακτικών είναι ο οικολογικός ή κυκλικός σχεδιασμός προϊόντων ή η προσφορά συστημάτων προϊόντων – υπηρεσιών (PSS) αντί για προϊόντα που αφήνουν το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας στον φορέα που προσφέρει την πρόταση αξίας. Με το κόστος στη φάση χρήσης να αποτελεί ευθύνη του παραγωγού, υπάρχει κίνητρο για τον ίδιο να σχεδιάζει προϊόντα με μεγάλη διάρκεια ζωής, εύκολα επισκευάσιμα και χωρίς τη χρήση πολλής ενέργειας (Stahel, 2016).

Ωστόσο, η προσέγγιση αυτή δεν αντικατοπτρίζει τις δυνατότητες μετριασμού των επιλογών παραγωγής ή κατανάλωσης. Ακόμη, είναι δύσκολη η εφαρμογή για τους παραγωγούς που έχουν περιορισμένη ευελιξία στην αλλαγή της πρότασης αξίας τους. Για παράδειγμα, μια επιχείρηση μπορεί να στηρίζεται στη πώληση πετρελαίου και να μην μπορεί να αλλάξει το σκοπό της (Tukker et al., 2020).

Οι εναλλακτικές προσεγγίσεις μπορούν να εκτελεστούν με διάφορες βελτιώσεις όπως τις ακόλουθες (Tukker et al., 2020):

1. Κατανομή οικονομικών παραγόντων σε χώρες: Μπορεί να γίνει με την αρχή της εδαφικής ή της οικιστικής (Usubiaga & Acosta-Fernandez, 2015). Στη πρώτη περίπτωση οι επιπτώσεις κατανέμονται στη χώρα όπου ο παράγοντας παράγει εισόδημα ή προστιθέμενη αξία ή καταναλώνει, ανεξάρτητα από την εθνικότητα. Στη δεύτερη περίπτωση, αυτές οι επιπτώσεις κατανέμονται στη χώρα όπου κατοικεί ο

παράγοντας, ακόμη και αν η δράση που προκαλεί τις επιπτώσεις λαμβάνει χώρα εκτός αυτής της χώρας.

2. Κατανομή των εκπομπών που σχετίζονται με τη χρήση καυσίμων. Τα καύσιμα που αφορούν τη διεθνή ναυτιλία ή τις αεροπορικές μεταφορές μερικές φορές απλώς παραμελούνται καθώς σε όλες τις προσεγγίσεις απαιτείται κάποιο είδος κατανομής για το οποίο ενδεχομένως λείπουν δεδομένα (Davis & Caldeira, 2010). Τα καύσιμα που υπάρχουν σε μια χώρα χρησιμοποιούνται από πλοία και αεροπλάνα νηολογημένα ή που ταξιδεύουν σε άλλη χώρα. Επομένως ακόμη και σε μια προσέγγιση που βασίζεται στην παραγωγή οι εκπομπές που προκύπτουν από την καύση καυσίμων δεν πρέπει να κατανέμονται στην χώρα στην οποία βρίσκονται οι αποθήκες. Στην περίπτωση άλλων προσεγγίσεων οι εκπομπές αυτές κατανέμονται σε κάποιο βαθμό στα αγαθά ή στους ανθρώπους που μεταφέρονται (Hu et al., 2019).
3. Κατανομή ενσωματωμένων εκπομπών σχηματισμού κεφαλαίου. Στους λογαριασμούς που βασίζονται στην παραγωγή, οι εκπομπές που σχετίζονται με το σχηματισμό κεφαλαίων κατανέμονται προφανώς στον τομέα και τη χώρα που παράγει το κεφάλαιο. Ωστόσο, σε άλλες προσεγγίσεις υπάρχει η επιλογή να κατανεμηθούν οι εκπομπές που ενσωματώνονται στο κεφάλαιο στον τομέα και τη χώρα που χρησιμοποιεί αυτό το κεφάλαιο. Υπάρχουν δύο τρόποι για να γίνει αυτό. Πρώτον, οι επιπτώσεις που ενσωματώνονται στην κεφαλαιοποίηση σε συγκεκριμένο έτος κατανέμονται απευθείας στον οικονομικό τομέα που τις χρησιμοποιεί (Huppes et al., 2006). Δεύτερον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια προσέγγιση που κατανέμει τις επιπτώσεις που ενσωματώνονται στο κεφάλαιο που παρήχθη στο παρελθόν στην τρέχουσα οικονομική παραγωγή σύμφωνα με την απόσβεση αυτού του κεφαλαίου (Chen et al., 2018). Σε αυτή την περίπτωση οι εκπομπές που ενσωματώθηκαν στην παραγωγή κεφαλαίου σε ένα έτος, θα κατανεμηθούν στο επόμενο ή σε άλλο έτος. Οι περισσότερες μελέτες που βασίζονται στην κατανάλωση παραμελούν την κατανομή των επιπτώσεων που ενσωματώνονται στο κεφάλαιο και έτσι παραμελούν ότι μέρος αυτού του κεφαλαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή εξαγόμενων αγαθών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υποτίμηση ή υπερτίμηση των εκπομπών των χωρών που βασίζονται στην κατανάλωση.
4. Χρήση χρονικού πλαισίου που υπερβαίνει τον συνήθη ετήσιο κύκλο στα κανονικά λογιστικά συστήματα: Οι σωρευτικές ιστορικές εκπομπές (μέσω οποιασδήποτε από τις προσεγγίσεις) δίνουν μια εικόνα του βαθμού στον οποίο ένας φορέας ή χώρα είναι υπεύθυνος για τη χρήση ενός συνολικού προϋπολογισμού εκπομπών. Τέτοιες

πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοριστεί ποιος προϋπολογισμός εκπομπών που απομένει μπορεί να τους διατεθεί (π.χ. Frumhoff et al., 2015).

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι πιο δημοφιλείς και συχνά χρησιμοποιούμενες λογιστικές μέθοδοι άνθρακα και βασικά στοιχεία αυτών. Στην περίπτωση της λογιστικής μεθόδου με βάση την παραγωγή οι εκπομπές δημιουργούνται κατά την παραγωγή, στην περίπτωση της λογιστικής μεθόδου με βάση την κατανάλωση, οι εκπομπές δημιουργούνται κατά την χρήση ή κατανάλωση, στην περίπτωση της λογιστικής μεθόδου με βάση την εξαγωγή οι εκπομπές σχετίζονται με τον πλήρη κύκλο ζωής των εξορυχθέντων πόρων, στην περίπτωση της λογιστικής μεθόδου με βάση το εισόδημα οι εκπομπές κατανέμονται προς τα κάτω στην αλυσίδα αξίας, στην περίπτωση της λογιστικής μεθόδου με βάση την προστιθέμενη αξία οι εκπομπές σχετίζονται με το μερίδιο προστιθέμενης αξίας στη διάρκεια του κύκλου ζωής και υπάρχουν και παραδείγματα μεικτών προσεγγίσεων με διάφορες πρακτικές λογιστικής άνθρακα που ενδεχομένως ταιριάζουν καλύτερα σε κάποιους κλάδους.

Πίνακας 3 1 Συνοπτική παρουσίαση λογιστικών μεθόδων άνθρακα και οι αρχές τους

Λογιστική άνθρακα	Αρχή	Αναφορά	Ομάδα στόχος	Μηχανισμός μείωσης εκπομπών
Με βάση την παραγωγή	Οι εκπομπές δημιουργούνται κατά την παραγωγή. Η ευθύνη κατανέμεται πλήρως στους παραγωγούς αγαθών και υπηρεσιών όπου εμφανίζονται στην αλυσίδα αξίας.	UNFCCC (2008)	Παραγωγοί	Μείωση άμεσων εκπομπών και χρήσης πόρων στον τομέα ή εγκατάσταση
Με βάση την κατανάλωση	Οι εκπομπές δημιουργούνται κατά την χρήση/ κατανάλωση. Η ευθύνη για τις εκπομπές του κύκλου ζωής κατανέμεται πλήρως στους τελικούς καταναλωτές αγαθών και υπηρεσιών.	Davis & Caldeira (2010)	Τελικοί καταναλωτές ή χρήστες	Μετατόπιση δαπανών σε προϊόντα και υπηρεσίες χαμηλού αντίκτυπου με γραμμές

				βιώσιμων προμηθειών, περιβαλλοντική φορολογία κ.ά.
Με βάση την εξαγωγή	Οι εκπομπές σχετίζονται με τον πλήρη κύκλο ζωής των εξορυχθέντων πόρων. Η ευθύνη κατανέμεται πλήρως σε όσους εξάγουν έναν πόρο και συνήθως αφορά ορυκτά καύσιμα	Marques et al. (2012), Liang et al. (2017)	Πωλητές / Εξαγωγείς	Ανάληψη ευθύνης παραγωγού – σχεδιασμός προϊόντων και υπηρεσιών έτσι ώστε να υπάρχουν ελάχιστες συνέπειες όπως π.χ με κριτήρια οικολογικού σχεδιασμού, συστήματα ευθύνης παραγωγού κ.ά.
Με βάση το εισόδημα	Οι εκπομπές κατανέμονται προς τα κάτω στην αλυσίδα αξίας. Η ευθύνη κατανέμεται στον προμηθευτή των εισροών σε ρυπογόνες παραγωγικές διαδικασίες σύμφωνα με την αναλογία της νομισματικής αξίας των ενδιάμεσων και πρωτογενών εισροών σε αυτή τη διαδικασία.	Lenzen et al. (2007), Pinero et al. (2019)	Πωλητές / Εξαγωγείς	Ανάληψη ευθύνης παραγωγού – σχεδιασμός προϊόντων και υπηρεσιών έτσι ώστε να υπάρχουν ελάχιστες συνέπειες όπως π.χ με κριτήρια οικολογικού σχεδιασμού,

				συστήματα ευθύνης παραγωγού κ.ά
Με βάση την προστιθέμενη αξία	Οι εκπομπές σχετίζονται με το μερίδιο προστιθέμενης αξίας στη διάρκεια του κύκλου ζωής. Η ευθύνη για τις εκπομπές που βασίζονται στην κατανάλωση κατανέμεται σύμφωνα με την προστιθέμενη αξία που δημιουργείται σε κάθε βήμα της αλυσίδας αξίας.	Rodrigues et al. (2006), Qian et al. (2019)	Όλοι όσοι εμπλέκονται στην αλυσίδα αξίας	Αναγνώριση του ποιος έχει τα περισσότερα οικονομικά κέρδη στην αλυσίδα αξίας και ποιος μπορεί να χρηματοδοτήσει καλύτερα τη μείωση των εκπομπών και τη χρήση πόρων στη διάρκεια του κύκλου ζωής.
Μεικτές προσεγγίσεις	Μπορεί να αφορούν το εύρος εκπομπών με βάση την κατανάλωση και το εισόδημα Μπορεί να αφορούν το μέσο όρο αποτυπώματος με βάση την κατανάλωση και την παραγωγή Μπορεί να αφορούν την κατανάλωση προσαρμοσμένη στην τεχνολογία	Rodrigues et al. (2006) Oliveira (2020) Kander et al. (2015)		

Πηγή: Tukker et al. (2020)

Συνολικά, διαφορετικές λογιστικές προσεγγίσεις υποστηρίζουν διαφορετικές στρατηγικές μετριασμού. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει μια κοινά αποδεκτή λογιστική προσέγγιση (Steininger et al., 2016). Απαιτείται συχνά συνδυασμός για να εντοπίζονται έγκαιρα προβλήματα και να επιλύονται ενώ ένα είδος λογιστικής άνθρακα μπορεί να ταιριάζει σε έναν κλάδο αλλά να θεωρείται ακατάλληλο για κάποιον άλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ

4.1.Εισαγωγικά

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζεται η λογιστική άνθρακα στο ναυτιλιακό κλάδο. Μέσα από τη χρήση στατιστικών και άλλων στοιχείων παρουσιάζονται βασικά στοιχεία και πληροφορίες για την εφαρμογή λογιστικών πρακτικών άνθρακα στη ναυτιλία.

4.2. Στρατηγικές Βιωσιμότητας και Διεθνείς Κανόνες

Η λογιστική άνθρακα έχει απασχολήσει τον κλάδο της ναυτιλίας, καθώς υπάρχουν κανόνες που τίθενται από παγκόσμιους οργανισμούς όπως ο IMO (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός – International Maritime Organization) που αποτελεί θεσμό του ΟΗΕ και έχει υιοθετήσει πολλούς κώδικες, πρωτόκολλα και συνθήκες όπως η MARPOL (Διεθνής Σύμβαση για τη Ρύπανση της Θάλασσας από τα Πλοία – International Convention for the Prevention of Pollution of Ships), η SOLAS (Διεθνής Συνθήκη για την προστασία της ζωής στη θάλασσα – Safety of Life at Sea), ο ISM (Διεθνής Κώδικας Ασφαλούς Διαχείρισης – International Safety Management Code) και άλλες (Θεοτοκάς, 2002).

Η δομή του ναυτιλιακού τομέα είναι πολύπλοκη λόγω των πολλαπλών φύσεων ιδιοκτησίας των πλοίων. Ένα πλοίο μπορεί να ανήκει σε μια επιχείρηση με έδρα σε άλλη χώρα αλλά οι ιδιοκτήτες του να είναι πολίτες άλλης χώρας και να είναι νηολογημένο σε τρίτη χώρα και να εκμεταλλεύεται εταιρία που εδρεύει σε τέταρτη χώρα. Έτσι, μπορούν να ισχύουν πολλαπλές δικαιοδοσίες εκτός του πλαισίου UNCLOS¹ και των συμβάσεων του IMO. Ωστόσο, η χώρα εγγραφής, το κράτος σημαίας είναι πιο σχετική επειδή έχει την υποχρέωση συμμόρφωσης με τις διεθνείς συμβάσεις (Heitmann & Khalilian, 2010).

Εκτός από την συμμόρφωση στους νόμους κρατών και τις νοθεσίες αναγνωρισμένων οργανισμών, οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις ακολουθούν μια πιο βιώσιμη στρατηγική για να

¹ United Nations Convention on the Law of the Sea

προωθήσουν και να συνδέσουν την εταιρική τους επωνυμία με την αειφορία. Μια τέτοια εικόνα μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη αποδοχή πελατών και πιθανών ενδιαφερομένων και κατ' επέκταση σε καλύτερες απολαβές για την επιχείρηση. Σύμφωνα με τους Schaltegger & Synnestvedt (2002) «μια εταιρία που ακολουθεί περιβαλλοντικές συμμορφώσεις και έχει βιώσιμη στρατηγική μπορεί να έχει τελικά μεγάλα οικονομικά οφέλη, εξοικονόμηση κόστους και μεγέθυνση της αξίας της».

Οι αυξανόμενες ανθρωπογενείς εκπομπές άνθρακα και οι παγκόσμιες θερμοκρασίες αποτελούν μια τεχνολογική, κοινωνική και πολιτική πρόκληση. Χρειάζονται στρατηγικές διαχείρισης άνθρακα για βιώσιμη δράση για το κλίμα. Η οικονομικά αποδοτική μεταφορά άνθρακα από τις σημειακές πηγές στους χώρους χρήσης και αποθήκευσης αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για τη διαχείριση του άνθρακα (Datta et al., 2020).

Οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις παράγουν σημαντικές ποσότητες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα να πρέπει να τις συνυπολογίσουν στην στρατηγική τους για την περιβαλλοντική διαχείριση και την εταιρική κοινωνική τους ευθύνη και ταυτότητα. Για αυτό, εκτός από την εστίαση στη μείωση της ενέργειας και την αποδοτικότητα, οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις οφείλουν να επενδύουν σε εναλλακτικές λύσεις τεχνολογίας μείωσης των εκπομπών καυσαερίων ορυκτών καυσίμων.

Αυτό μπορεί να συμβεί με εξοπλισμό συστημάτων Advanced Emission Purification (AEP) για παράδειγμα. Τα συστήματα αυτού του είδους βοηθούν τις επιχειρήσεις να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις που καθορίζονται από τον IMO για το 2020. Τα συστήματα AEP λειτουργούν ψεκάζοντας καυσαέρια με λεπτή υδρονέφωση μέσα στη χοάνη/ στοίβες του πλοίου. Καθώς η υδρονέφωση συνδυάζεται με το διοξείδιο του θείου στην εξάτμιση, προκαλεί χημική αντίδραση και αφαιρεί το θείο παράγοντας ένα καθαρό λευκό λοφίο. Ως αποτέλεσμα καταργούνται περίπου το 98% των διοξειδίων του θείου, το 40-60% των συνολικών σωματιδίων και το 12% των οξειδίων του αζώτου. Σημαντικά επίσης είναι τα συστήματα SCR (Selective Catalytic Reduction) που μειώνουν τους NOx σε περισσότερο από 90%.

Μελέτες μείωσης του κόστους δείχνουν ότι πολλά οικονομικά αποδοτικά μέτρα μείωσης είναι διαθέσιμα στον ναυτιλιακό τομέα (Alvik et al., 2010). Ακόμη και χωρίς την ύπαρξη κανονισμών, τα περισσότερα μέτρα μείωσης έχουν αρνητικό οριακό κόστος μείωσης δηλαδή η εφαρμογή τους είναι ακόμη και επωφελής. Ακόμη, το συνολικό δυναμικό μείωσης στον τομέα της ναυτιλίας είναι σημαντικό και έως και το 75% των προβλεπόμενων εκπομπών έως το 2050 μπορούν να αποφευχθούν (Buhaug et al., 2009).

Υπάρχουν δύο δημοφιλείς τρόποι ρύθμισης των εκπομπών άνθρακα στη ναυτιλία: (α) μια προσέγγιση που βασίζεται στην UNFCCC και (β) μια τομεακή προσέγγιση. Στην πρώτη περίπτωση, οι εκπομπές πρέπει να κατανεμηθούν σε μεμονωμένες χώρες προσθέτοντας στις συνολικές εθνικές τους εκπομπές. Τότε, θα είναι επιλογή των χωρών το πώς θα μειώσουν τις συνολικές εθνικές εκπομπές τους. Εναλλακτικά, μπορεί να υιοθετηθεί μια τομεακή προσέγγιση με εστίαση στις εκπομπές του ναυτιλιακού τομέα και κατανομή εντός του. Η προσέγγιση αυτή θα έθετε στόχους μείωσης των εκπομπών ειδικά στον ναυτιλιακό κλάδο και θα έπρεπε να ακολουθηθεί μια ενιαία προσέγγιση από όλους τους εμπλεκόμενους. Διαφορετικά, οι κανονισμοί ναυτιλίας που θεσπίζονται σε κάποιες χώρες μπορούν να αποφευχθούν εφόσον άλλες μη δεσμευμένες παρέχουν καταφύγιο σε επιχειρήσεις που επιθυμούν να αποφύγουν τις δεσμεύσεις (Heitmann & Khalilian, 2010).

Και στις δύο περιπτώσεις όμως η κατανομή των εκπομπών σε μεμονωμένες χώρες είναι απαραίτητη ακόμη και αν έχει δημιουργηθεί παγκόσμιο σύστημα στην τομεακή προσέγγιση. Τα κράτη θέλουν να γνωρίζουν τις ποσοτικές και οικονομικές επιπτώσεις των κανονισμών στις βιομηχανίες τους προτού συμφωνήσουν σε ένα διεθνές σχέδιο. Ακόμη, η υποστήριξη και η αστυνόμευση είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική εφαρμογή και επιβολή των κανόνων (Heitmann & Khalilian, 2010).

Ένας νέος μηχανισμός για την επίτευξη διεθνούς συνεργασίας για τη διαχείριση άνθρακα μέσω της αποτελεσματικής αντιστοίχισης πηγή άνθρακα και χρήσης ή δέσμευσης άνθρακα εξετάστηκε από τους Datta et al. (2020). Ο μηχανισμός αυτός βασίζεται στη χρήση της ανάπτυξης του παγκόσμιου εμπορίου LNG για τη μεταφορά άνθρακα σε μεγάλες αποστάσεις πλοίων απλής χρήσης που μεταφέρουν άνθρακα στο ταξίδι επιστροφής τους μετά την παράδοση LNG. Διερεύνησαν ένα θεμελιώδες οικονομικό μοντέλο δέσμευσης, χρήσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCUS) για τη χρήση του άνθρακα προέλευσης στη Νότια Κορέα και της Ιαπωνίας μέσω ενισχυμένης ανάκτησης πετρελαίου (EOR) στις υπεράκτιες Η.Π.Α. Το μοντέλο καθορίζει τους στόχους, την κλίμακα, το κόστος και τις επιπτώσεις για το διεθνές εμπόριο και την εμπορευματοποίηση του άνθρακα, σε σχέση με την τρέχουσα κατάστασή του ως απόβλητου προϊόντος (Datta et al., 2020).

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές άνθρακα έχουν αυξηθεί σταθερά τις τελευταίες δεκαετίες και η σοβαρότητα των επιπτώσεών τους στο παγκόσμιο κλίμα γίνεται αντιληπτή. Αυτό οδήγησε τη συμπερίληψη της διαχείρισης του άνθρακα σε ευρύτερες στρατηγικές μετριασμού. Η παγκόσμια συγκέντρωση άνθρακα έχει αυξηθεί με ρυθμό 20 ppm ανά δεκαετία από το 1980 (NOAA Research, 2019). Αυτό είναι έως και 10 φορές ταχύτερα από οποιαδήποτε παρατηταμένη αύξηση του άνθρακα τα τελευταία 800.000 χρόνια (Hansen et al., 2013). Η

αντιστάθμιση αυτής της σωρευτικής αύξησης ισοδυναμεί με την ετήσια αφαίρεση 100 Gt άνθρακα έως το 2100 (Lindsey, 2018).

Η περιορισμένη και υποτιμημένη τιμολόγηση του άνθρακα επιβαρύνει επί του παρόντος την μείωση του άνθρακα από το περιβάλλον. Οι περισσότεροι μηχανισμοί για τη δημιουργία εσόδων από τον άνθρακα απαιτούν τη διαπραγμάτευση του άνθρακα παγκοσμίως ως εμπόρευμα μεταξύ χωρών και με ελάχιστες κυρώσεις. Η βελτιωμένη οικονομία και το πιθανό κέρδος είναι εφικτά μόνο εάν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον άνθρακα ως παράγοντα για την αύξηση της οικονομικής αξίας, όπως μέσω της χρήσης για ενισχυμένη ανάκτηση λαδιού (EOR) ή την κατασκευή πλαστικών ορυκτών (International Energy Agency, 2019).

4.3. Στατιστικά Στοιχεία

Η δημιουργία απογραφών εκπομπών για τον ναυτιλιακό τομέα είναι μια πρόκληση, μεταξύ άλλων λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας δεδομένων (Wang et al., 2008). Ο κύριος λόγος για την περιορισμένη διαθεσιμότητα δεδομένων είναι ότι τα πλοία δεν είναι υποχρεωμένα να αναφέρουν τη διαδρομή ναυσιπλοΐας τους ούτε την κατανάλωση καυσίμων κατά τη διάρκεια των ταξιδιών τους. Επιπλέον, τα πλοία ποικίλλουν πολύ στις εντάσεις εκπομπών τους που προκαλούνται από διαφορετικούς παράγοντες όπως το μέγεθος, η ηλικία, ο σκοπός, η κατάσταση και η λειτουργία - ιδιαίτερα η ταχύτητα. Αυτό καθιστά δύσκολη τη γενική ανάλυση της μέσης κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών ανά τύπο πλοίου (Buhaug et al., 2009).

Σύμφωνα με μελέτη για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), η θαλάσσια ναυτιλία αντιπροσωπεύει περίπου το 3% των εκπομπών άνθρακα (IMO, 2020). Η παραγωγή εκπομπών από τη ναυτιλία προέρχεται από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για την ενσωματωμένη πρόωση και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επί του παρόντος, οι αποκλειστικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιούν κινητήρες ντίζελ είναι τυπικοί στις θαλάσσιες εφαρμογές (Andersson et al., 2016).

Το 2005 ο παγκόσμιος εμπορικός στόλος μετρούσε 90.662 εκατομμύρια πλοία των 100 τόνων και άνω, μεταφέροντας 7 δις τόνους φορτίου μεταξύ 160 χωρών (Stopford, 2009). Αυτό σημαίνει ότι σημαντικό μέρος των εκπομπών που προκαλούνται στη διεθνή ναυτιλία λαμβάνει χώρα στην ανοιχτή θάλασσα εκτός της δικαιοδοσίας οποιασδήποτε χώρας. Ακόμη,

η ρύθμιση των εκπομπών άνθρακα στη ναυτιλία είναι δύσκολη εξαιτίας των πολλαπλών εθνικοτήτων των μεταφορικών πλοίων. Συχνά τα πλοία είναι νηολογημένα σε μια χώρα, το κράτος σημαίας τους, αλλά οι ιδιοκτήτες τους μπορεί να είναι πολίτες άλλης χώρας, ενώ η εταιρία εκμετάλλευσης να έχει έδρα σε τρίτη χώρα. Για αυτό, απαιτείται μια παγκόσμια προσέγγιση ρύθμισης που να περιλαμβάνει την πλειοψηφία των χωρών ώστε να περιορίζονται οι επιλογές για όσους επιδιώκουν να αποφύγουν τη ρύθμιση των εκπομπών (Heitmann & Khalilian, 2010).

Οι εκπομπές άνθρακα από τη διεθνή ναυτιλία υπολογίζεται ότι θα αυξηθούν από 2,7% το 2010 σε 18% το 2050. Το 2007 το 3,3% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών άνθρακα στον κόσμο προκλήθηκε από την παγκόσμια ναυτιλία με τον διεθνή ναυτιλιακό τομέα να αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μερίδιο ύψους 2,7% (Buhaug et al., 2009). Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) εκτιμά πως αυτές οι εκπομπές αν δεν περιοριστούν μπορούν να φτάσουν μέχρι το 2050 το 12-18% των συνολικών επιτρεπόμενων εκπομπών άνθρακα με βάση ένα σενάριο σταθεροποίησης των ρύπων που προτείνουν οι Buhaug et al. (2009).

Μέχρι το 2010 το μεγαλύτερο μερίδιο αυτών των παγκόσμιων εκπομπών από τη ναυτιλία ήταν ανεξέλεγκτο, καθώς ούτε ο IMO ούτε η UNFCCC (Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή) είχαν δημιουργήσει πρόγραμμα ρύθμισης. Οι διεθνείς εκπομπές καυσίμων περιορίζονται πλέον από τη δέσμευση χωρών στο Πρωτόκολλο του Κιότο. Σε αντίθεση με τις εκπομπές από την εγχώρια ναυτιλία που ανέρχονται σε λιγότερο από 0,6%, οι εκπομπές της διεθνούς ναυτιλίας αποτελούν το μεγαλύτερο μερίδιο εκπομπών και δεν κατανέμονται σε εθνικούς καταλόγους εκπομπών (Heitmann & Khalilian, 2010). Για, αυτό δεν επηρεάζονται από τους κανονισμούς του Κιότο.

Ο κλάδος των θαλάσσιων μεταφορών αφορά το 80% του παγκόσμιο εμπορίου κατ' όγκο και εμφανίζει εκτιμώμενο ρυθμό ανάπτυξης 3,1% ετησίως (UNCTAD, 2009). Το 2007 ο παγκόσμιος στόλος αποτελούνταν από περισσότερα από 100.000 πλοία άνω των 100 γιγατόνων (Buhaug et al., 2009). Από αυτά σχεδόν τα μισά ανήκαν στον παγκόσμιο εμπορικό στόλο (φορτηγά πλοία) με περισσότερα από 1 δις τόνους που αντιπροσωπεύουν το 89% της παγκόσμιας χωρητικότητας (Buhaug et al., 2009).

Το 2007, η διεθνής ναυτιλία ανήλθε στο 2,7% (870 Mt εκπομπές άνθρακα) των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών άνθρακα παγκοσμίως. Οι προβλέψεις για μελλοντικές εκπομπές δείχνουν αυξητική τάση. Χωρίς μέτρα πολιτικής το 2050, οι εκπομπές προβλέπεται να κυμαίνονται ακόμη και μεταξύ 119% και 204% περισσότερο από τις εκπομπές το 2007 (Buhaug et al., 2009). Με αναφορά στην Ευρώπη, οι Faber et al. (2009) διαπιστώνουν ότι τα

πλοία που δραστηριοποιούνται στην περιοχή της E.E., δηλαδή που πλέουν από και προς τα λιμάνια της E.E., συνεισφέρουν σημαντικό μερίδιο ύψους 31% (310 Mt εκπομπές άνθρακα) στις παγκόσμιες εκπομπές της ναυτιλίας το 2006.

Οι Mckinnon et al. (2015) αναφέρουν μελέτη σύμφωνα με την οποία η υλικοτεχνική δραστηριότητα αντιπροσωπεύει περίπου το 5,5% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με το 90% αυτών να προέρχονται από τις εμπορευματικές μεταφορές και τα δύο τρίτα αυτών να παράγονται από φορτηγά. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συμβάλλουν στις ατμοσφαιρικές αλλαγές και τις κλιματικές διαταραχές που είναι επιβλαβείς για το φυσικό και δομημένο περιβάλλον και αποτελούν απειλή για την υγεία και ευημερία.

Οι Heitmann & Khalilian (2010) εξετάζουν τις επιλογές που προτείνονται από τον Επικουρικό Φορέα Επιστημονικών και Τεχνολογικών Συμβουλών (SBSTA) της UNFCCC για την κατανομή εκπομπών άνθρακα από τη διεθνή ναυτιλία σε μεμονωμένες χώρες. Αναλύουν οικονομικά και ρυθμιστικά ζητήματα που σχετίζονται με αυτές τις επιλογές και τις συνέπειες εφαρμογής τους και αξιολογούν τις επιλογές με βάση την περιβαλλοντική αποτελεσματικότητα, τη δυνατότητα νομικής εφαρμογής και τη δίκαιη κατανομή βαρών. Καταλήγουν ότι θα πρέπει να γίνει κατανομή των εκπομπών άνθρακα για τη διεθνή ναυτιλία με βάση την εταιρία εκμετάλλευσης.

4.4.Εκπομπές Άνθρακα στη Ναυτιλία

Τα σενάρια εκπομπών άνθρακα σύμφωνα με τους φιλόδοξους στόχους της θερμοκρασίας όπως αυτοί ορίζονται στη Συμφωνία του Παρισιού απαιτούν την επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών μέχρι τα μέσα του αιώνα, ακολουθούμενη από μια περίοδο καθαρών αρνητικών εκπομπών (Rogelji et al., 2021). Αυτά τα σενάρια εκπομπών προβλέπεται να απαιτούν σημαντική ποσότητα ατμοσφαιρικής απομάκρυνσης διοξειδίου του άνθρακα για να αντισταθμιστούν οι δύσκολες εκπομπές άνθρακα από τις οποίες ένα μεγάλο μερίδιο υποτίθεται ότι παρέχεται από λύσεις βασισμένες στη φύση, όπως η αποκατάσταση και η αναδάσωση οικοσυστημάτων (Paschen et al., 2022).

Ωστόσο, η ενίσχυση της απομάκρυνσης του άνθρακα από χερσαία ή θαλάσσια οικοσυστήματα μπορεί να μεταφραστεί μόνο σε προσωρινή αποθήκευση άνθρακα, καθώς οι ανατροφοδοτήσεις του κύκλου άνθρακα, η υποβάθμιση του οικοσυστήματος, γεγονότα όπως πυρκαγιές και περαιτέρω φυσικές και ανθρώπινες διαταραχές θα μπορούσαν να απελευθερώσουν μέρος του αποθηκευμένου άνθρακα πίσω στην ατμόσφαιρα (Brander et al.,

2021; Parisa et al., 2022). Με τη σειρά του, τίθεται το ερώτημα ποια είναι η αξία της προσωρινής αποθήκευσης και των αντίστοιχων αντισταθμίσεων σε σύγκριση με τις αποφευχθείσες εκπομπές (π.χ. Groom & Venmans 2021) και η αποτυχία να επιλυθούν σωστά. Αυτό το ερώτημα θεωρείται σημαντικό εμπόδιο για την απαιτούμενη εφαρμογή λύσεων βασισμένων στη φύση για την ενίσχυση της απομάκρυνσης του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (Parisa et al., 2022).

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της προσωρινής αποθήκευσης, στη βιβλιογραφία της ναυτιλίας έχουν προταθεί διάφορες λογιστικές μέθοδοι (Dutschke, 2002; Fearnside et al., 2000; Fearnside, 2002; Dornburg & Marland, 2008) οι οποίες μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες: (α) μόνιμες πιστώσεις, (β) προσωρινές πιστώσεις και (γ) ένα μείγμα μόνιμων και προσωρινών πιστώσεων.

Τα τελευταία χρόνια έχουν παρουσιαστεί στη βιβλιογραφία διαφορετικές προσεγγίσεις για την εκτίμηση των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών από τη ναυτιλία (Paxian et al., 2010; Buhaug et al., 2009; Eyring et al., 2005; Endresen et al., 2007; Corbett & Köhler, 2003). Οι προσεγγίσεις από πάνω προς τα κάτω είτε υπολογίζουν τις εκπομπές αθροίζοντας τις παγκόσμιες πωλήσεις καυσίμων είτε μοντελοποιώντας τη δραστηριότητα του παγκόσμιου στόλου με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά πλοίων και ώρες στη θάλασσα. Αντίθετα οι προσεγγίσεις από κάτω προς τα πάνω χρησιμοποιούν επιπλέον προσομοιώσεις συγκεκριμένης διαδρομής για να προσδιορίσουν τη θέση των εκτιμώμενων εκπομπών (Paxian et al., 2010, Wang et al., 2008).

Ο IMO διεξήγαγε δύο σημαντικές μελέτες για τη δημιουργία απογραφής εκπομπών για τον παγκόσμιο ναυτιλιακό τομέα - ιδιαίτερα για τη διεθνή ναυτιλία - για να αναλύσει πιθανά μέτρα μείωσης και μέσα πολιτικής για τη ρύθμιση των εκπομπών (Buhaug et al., 2009). Στη δεύτερη μελέτη GHG του IMO (Buhaug et al., 2009) οι εκπομπές υπολογίστηκαν με την εφαρμογή μιας προσέγγισης βασισμένης στη δραστηριότητα από πάνω προς τα κάτω, καθώς τα δεδομένα για τις στατιστικές πωλήσεων καυσίμων καυσίμων, όπως χρησιμοποιήθηκαν στην πρώτη μελέτη GHG του IMO, θεωρήθηκαν λιγότερο αξιόπιστα (Buhaug et al., 2009).

Οι Faber et al. (2009) διεξήγαγαν μια μελέτη για τις εκπομπές άνθρακα για την Ε.Ε. για λογαριασμό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με βάση μια προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω χρησιμοποιώντας δεδομένα κίνησης πλοίων από το 2006. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι με βάση τις εκπομπές άνθρακα ανά τονομίλι η ναυτιλία είναι πιο αποτελεσματική από άλλους τρόπους μεταφοράς. Ωστόσο, οι συνολικές εκπομπές είναι αρκετά μεγάλες και προβλέπεται να αυξηθούν σημαντικά τις επόμενες δεκαετίες (Buhaug et al., 2009).

Η UNFCCC πρότεινε το 1996 τις εξής οκτώ πιθανές επιλογές κατανομής των εκπομπών άνθρακα από τη ναυτιλία (Heitmann & Khalilian, 2010):

1. Καμία κατανομή: Αντιπροσωπεύει το στάτους κβο δηλαδή οι εκπομπές από τη ναυτιλία αντιμετωπίζονται χωριστά από όλες τις άλλες εθνικές εκπομπές και πρέπει να ελέγχονται από οργανισμό διαφορετικό από την UNFCCC όπως η IMO.
2. Κατανομή στα μέρη ανάλογα με τις εθνικές τους εκπομπές: Είναι μια ρεαλιστική προσέγγιση που προσθέτει αναλογικά τις εκπομπές καυσίμων πλοίων στον εγχώριο κατάλογο εκπομπών όλων των χωρών. Δηλαδή αν οι εκπομπές από τη ναυτιλία αποτελούν το 2% των παγκόσμιων εκπομπών, τότε κάθε χώρα θα προσθέτει 2% στις εθνικές της συνολικές εκπομπές. Σε παγκόσμιο επίπεδο αυτή η επιλογή κατανέμει το βάρος εξίσου αλλά θέτει σε μειονεκτική θέση τις μικρές χώρες και ευνοεί όσους έχουν μεγάλο μερίδιο του διεθνούς ναυτιλιακού στόλου. Για αυτό και απορρίφθηκε ως επιλογή από την SBSTA (Faber & Rensma, 2008).
3. Κατανομή σε συμβαλλόμενα μέρη ανάλογα με την χώρα στην οποία πωλείται το καύσιμο: Μειονέκτημα αυτής της επιλογής είναι ότι οι εθνικές πολιτικές ή προσπάθειες μείωσης δεν θα ήταν πολύ αποτελεσματικές καθώς τα καύσιμα μπορούν εύκολα να αγοραστούν αλλού αποφεύγοντας φόρους και κανονισμούς. Έτσι καθίσταται δύσκολο για ένα μέρος να επηρεάσει τις εκπομπές του στη ναυτιλία μέσω των εθνικών προτύπων αν χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος. Δεδομένου ότι τα καύσιμα θα ακριβύνουν στις χώρες που εφαρμόζουν αυτή την επιλογή, οι πωλήσεις καυσίμων μπορεί να μετακινηθούν σε φθηνότερες τοποθεσίες πολύ γρήγορα μεταφέροντας έτσι τις εκπομπές σε χώρες που δεν υπάγονται στη σύμβαση IMO.
4. Κατανομή στα μέρη ανάλογα με την εθνικότητα της μεταφορικής εταιρίας ή τη χώρα όπου είναι νηολογημένο το σκάφος ή τη χώρα του μεταφορέα: Η ιδανική επιλογή είναι η κατανομή ανάλογα με την εθνικότητα της μεταφορικής εταιρίας δηλαδή του ιδιοκτήτη επειδή προσφέρει καλύτερες επιλογές ελέγχου και κίνητρα για τις εθνικές πολιτικές (SBSTA, 1996). Ωστόσο, τα πλοία συχνά ανήκουν σε επενδυτικά σχήματα όπως η Limited Partnerships στο Ηνωμένο Βασίλειο και μπορούν εύκολα να μετεγκατασταθούν σε άλλη χώρα με μικρό κόστος με αποτέλεσμα να αποφεύγουν τις υποχρεώσεις.
5. Κατανομή στα μέρη ανάλογα με τη χώρα αναχώρησης ή προορισμού του σκάφους. Εναλλακτικά, οι εκπομπές που σχετίζονται με το ταξίδι θα μπορούσαν να μοιραστούν μεταξύ της χώρας αναχώρησης και της χώρας άφιξης. Είναι δύσκολο να εφαρμοστεί αυτή η επιλογή γιατί απαιτεί ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ χώρας

αναχώρησης και χώρας άφιξης κάτι που είναι περίπλοκο για πλοία με πολλά σύντομα ταξίδια και συχνές στάσεις. Επίσης, πρόκειται για επιλογή που δεν επηρεάζεται σημαντικά από εθνικές πολιτικές και έτσι δεν αποτελεί ιδανική επιλογή για ένα ρυθμιστικό σύστημα. Από την άλλη, οι Faber & Rensma (2008) υποστηρίζουν ότι η επιλογή αυτή είναι εφικτή γιατί οι κλήσεις λιμένων καταχωρούνται σε αρχεία καταγραφής που μπορούν να επαληθευτούν από τις λιμενικές αρχές.

6. Κατανομή στα μέρη ανάλογα με τη χώρα αναχώρησης ή προορισμού επιβατών ή φορτίου. Εναλλακτικά, οι εκπομπές που σχετίζονται με το ταξίδι επιβατών ή φορτίου θα μπορούσαν να μοιράζονται μεταξύ χώρας αναχώρησης και άφιξης. Η ανταλλαγή πληροφοριών που απαιτείται και σε αυτή την περίπτωση είναι δύσκολη και πολύπλοκη επειδή τα πλοία συχνά μεταφέρουν φορτίο σε πολλαπλούς προορισμούς (Faber et al., 2007). Αυτό σημαίνει ότι οι εκπομπές πρέπει να κατανεμηθούν σε διάφορα είδη φορτίου καθιστώντας τη συλλογή δεδομένων πιο απαιτητική.
7. Κατανομή σε μέρη ανάλογα με τη χώρα στην οποία ανήκει το φορτίο ή η προέλευση των επιβατών. Περιλαμβάνει τα μειονεκτήματα της 5^{ης} επιλογής αλλά είναι ακόμη πιο περίπλοκη γιατί οι ιδιοκτήτες μπορεί να αλλάζουν συχνά. Απαιτούνται πολλές λεπτομέρειες που προσθέτουν πολυπλοκότητα και μεθοδολογικές δυσκολίες στη συλλογή δεδομένων.
8. Κατανομή στο συμβαλλόμενο μέρος των εκπομπών που παράγονται στον εθνικό του χώρο. Είναι εφικτή επιλογή για τις παράκτιες περιοχές αλλά απορρίπτεται σε επίπεδο διεθνούς ναυτιλίας επειδή αφήνει εκπομπές στην ανοιχτή θάλασσα πέρα από την ευθύνη οποιουδήποτε μέρους (Faber & Rensma, 2008).

Οι αποστολές και οι πελάτες τους, οι εταιρίες logistics, τα κράτη και οι καταναλωτές μοιράζονται τον κοινό στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούνται από τις εμπορευματικές μεταφορές (Cosimato & Troisi, 2014). Για την επίτευξη αυτού του στόχου απαιτείται η ύπαρξη προτύπων που να εγγυώνται τον ακριβή, διαφανή και συγκρίσιμο ποσοτικό προσδιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τις μεταφορικές δραστηριότητες, ώστε να γίνει κατανοητή και συγκρίσιμη η αποτελεσματικότητα των διαφόρων στρατηγικών και διαδικασιών εφοδιαστικής, να εντοπιστούν ευκαιρίες και βέλτιστες πρακτικές μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου και να προωθηθεί η οικολογική διαφάνεια σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού.

Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 16258 «Μεθοδολογία για τον υπολογισμό και τη δήλωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου των υπηρεσιών

μεταφοράς (εμπορευμάτων και επιβατών)» δημοσιεύτηκε το 2012 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CSN, 2012). Το πρότυπο αυτό αποτελεί έναυσμα για την παγκόσμια τυποποίηση και στοχεύει να παρέχει μια κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό και τη δήλωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που σχετίζονται με οποιαδήποτε μεταφορά.

Απώτερος στόχος ήταν να προσφερθεί μια ρεαλιστική και επιστημονικά αποδεκτή προσέγγιση που επιτρέπει σε μια ευρεία ομάδα χρηστών να συντάσσει τυποποιημένες, ακριβείς, αξιόπιστες, συγκρίσιμες και επαληθεύσιμες δηλώσεις κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών άνθρακα. Ωστόσο, το πρότυπο έχει κενά και ασάφειας και αφήνει περιθώρια παρερμηνείας γεγονός που δυσκολεύει τη σύγκριση των αλυσίδων εφοδιασμού (Kellner, 2016).

Παρά τον κοινό στόχο της σύγκλισης και της ενοποιημένης διαδικασίας μεταξύ χωρών και οργανισμών, δεν υπάρχει ακόμη ένα ενιαίο σε παγκόσμιο επίπεδο αναγνωρισμένο και αποδεκτό πρότυπο για τον υπολογισμό του προϊόντος ή του εταιρικού αποτυπώματος άνθρακα που να καλύπτει όλη την αλυσίδα εφοδιασμού εμπορευμάτων μεταφορών (Davydenko et al., 2014). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η άμεση σύγκριση των εκτιμήσεων των αερίων του θερμοκηπίου να μην είναι δυνατή και η πολλαπλότητα των εργαλείων και των μεθοδολογιών να έχει αντίκτυπο στην αντιληπτή ακρίβεια των υπολογισμών. Επιπλέον, συχνά δεν υπάρχει εμπιστοσύνη και σαφήνεια στα αποτελέσματα που λαμβάνονται (Davydenko et al., 2014).

Καθώς ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις ναυτιλίας ζητούν τυποποιημένα, συγκρίσιμα, ακριβή και δίκαια συστήματα κατανομής αερίων του θερμοκηπίου είναι σημαντική η ύπαρξη ενός προτύπου και μιας τυποποιημένης λογιστικής διαδικασίας. Ακόμη, ο υπολογισμός και η μέτρηση είναι σημαντικά όταν οι εκπομπές δεν προκύπτουν από τις μεταφορικές δραστηριότητες της επιχείρησης αλλά από εργασίες τρίτων. Ακόμη, ο ποσοτικός προσδιορισμός των εκπομπών είναι δυνατός μέσω των τιμών των αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδο αποστολής. Αυτό επιτρέπει στους αποστολείς να επιλέγουν εκ των προτέρων την προτιμώμενη λύση μεταφοράς και να αξιολογούν εκ των υστέρων τις τιμές των εκπομπών (Kellner, 2016).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

5.1.Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η εξέταση του λογιστικού χειρισμού των διοξειδίων του άνθρακα στη ναυτιλία. Καθώς στη βιβλιογραφία παρατηρείται βιβλιογραφικό κενό σχετικά με την εξέταση του συγκεκριμένου θέματος κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστούν θεωρητικές και εμπειρικές έρευνες που εξετάζουν τις πρακτικές λογιστικής διαχείρισης των διοξειδίων του άνθρακα γενικά και να εξειδικευτεί το θέμα για τον κλάδο της ναυτιλίας.

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα που τέθηκε αφορά τις λογιστικές πρακτικές άνθρακα που εφαρμόζουν οι επιχειρήσεις. Προκύπτει οι πιο δημοφιλείς πρακτικές είναι η λογιστική διαχείρισης με βάση την παραγωγή και η λογιστική διαχείρισης με βάση την κατανάλωση. Παρά το γεγονός ότι η λογιστική διαχείρισης με βάση την παραγωγή προκρίνεται από τη Συμφωνία του Παρισιού εντούτοις έχουν αναγνωριστεί αρκετές αδυναμίες της με αποτέλεσμα να προκρίνεται η επιλογή της λογιστικής με βάση την κατανάλωση.

Εξειδικεύοντας την εξέταση του ζητήματος προκύπτει όμως ότι διάφορες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν εναλλακτικά είδη λογιστικού χειρισμού των διοξειδίων του άνθρακα όπως πρακτικές με βάση το εισόδημα ή την προστιθέμενη αξία καθώς εξυπηρετούν καλύτερα τον σχεδιασμό των προϊόντων και υπηρεσιών ή λαμβάνουν καλύτερα υπόψη τους τους φορείς που έχουν περισσότερα οικονομικά οφέλη στην αλυσίδα αξίας. Ακόμη, σε διάφορους κλάδους προκρίνεται η χρήση μεικτών μεθόδων που λαμβάνουν υπόψη για παράδειγμα και το εισόδημα και την κατανάλωση ή την παραγωγή και την κατανάλωση και παρουσιάζουν εμπειρικά καλύτερα αποτελέσματα για τις διοικήσεις των επιχειρήσεων.

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα εξετάζει τις λογιστικές πρακτικές άνθρακα που εφαρμόζονται στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις. Καθώς η δομή του ναυτιλιακού τομέα είναι περίπλοκη προκύπτει πως υπάρχουν αρκετές δυσκολίες στην εφαρμογή αποτελεσματικών λογιστικών άνθρακα. Ωστόσο, οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις σήμερα συνυπολογίζουν τις ποσότητες εκπομπών αερίων του άνθρακα στη στρατηγική τους για να βελτιώσουν την εταιρική τους ταυτότητα. Για αυτό υιοθετούν τεχνολογίες μείωσης των εκπομπών με διάφορα

συστήματα. Τα μέτρα μείωσης των εκπομπών άνθρακα που λαμβάνουν οδηγούν σε κόστος μείωσης με αποτέλεσμα να επωφελούνται από αυτές τις πρακτικές.

Στη ναυτιλία χρησιμοποιούνται λογιστικές μέθοδοι όπως μόνιμες πιστώσεις, προσωρινές πιστώσεις και συνδυασμός τους ως λογιστικές πρακτικές διαχείρισης της προσωρινής αποθήκευσης άνθρακα. Ακόμη, φαίνεται να προκρίνονται και οι μεθοδολογίες που αναφέρονται για το σύνολο των επιχειρήσεων.

Το κύριο πρόβλημα που προκύπτει στην περίπτωση του ναυτιλιακού κλάδου έγκειται στο ότι παρά τον ενιαίο στόχο της σύγκλισης και της ενοποιημένης διαδικασίας μεταξύ χωρών και οργανισμών, δεν υπάρχει ακόμη ένα ενιαίο σε παγκόσμιο επίπεδο αναγνωρισμένο και αποδεκτό πρότυπο για τον υπολογισμό του προϊόντος ή του εταιρικού αποτυπώματος άνθρακα που να καλύπτει όλη την αλυσίδα εφοδιασμού εμπορευμάτων μεταφορών.

5.2.Περιορισμοί και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα εργασία χαρακτηρίζεται από ορισμένους περιορισμούς. Αρχικά, πρόκειται για μια αρχική θεωρητική προσέγγιση χωρίς εμπειρική τεκμηρίωση. Ο λόγος για αυτή την επιλογή έγκειται στην πρωτοτυπία του θέματος, στις λίγες βιβλιογραφικές αναφορές που υπάρχουν γύρω από αυτό στον εξειδικευμένο κλάδο της ναυτιλίας και την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση και κατανόηση του θέματος.

Μια πρόταση για μελλοντική έρευνα είναι η διεξαγωγή εμπειρικής ποσοτικής έρευνας με τη χρήση ερωτηματολογίου σε ναυτιλιακές επιχειρήσεις και συγκεκριμένα, σε λογιστές ναυτιλιακών επιχειρήσεων για την εξακρίβωση της προτίμησής τους στις λογιστικές πρακτικές διαχείρισης των εκπομπών άνθρακα που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία και τα προβλήματα και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν στο ναυτιλιακό κλάδο σε σύγκριση με άλλους.

Μια άλλη πρόταση για μελλοντική έρευνα είναι η ποιοτική έρευνα με τη χρήση συνεντεύξεων σε στελέχη διοίκησης ναυτιλιακών επιχειρήσεων σχετικά με το βαθμό στον οποίο η λογιστική διαχείριση εκπομπών άνθρακα συνεισφέρει στη διαδικασία λήψης αποφάσεων που αφορούν επενδύσεις για την εταιρική κοινωνική ευθύνη και την περιβαλλοντική διαχείριση των επιχειρήσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Afionis S., Fenton, A., and Paavola, J. (2012), “EU climate leadership under test”, *Nature Climate Change*, Vol. 2, pp. 837–838.
- Afionis, S., Sakai, M., Scott, K., Barrett, J. and Gouldson, A. (2017), “Consumption – based carbon accounting: does it have a future?”, *WIREs Climate Change*, Vol. 8, p. e438.
- Alrazi, B., C. de Villiers, and C. J. Van Staden (2016), “The environmental disclosures of the electricity generation industry: a global perspective”, *Accounting and Business Research*, Vol. 46, pp. 665–701.
- Alvik, S., Eide, M. S., Endresen, Ø., Hoffmann, P., and Longva, T. (2010), “Pathways to low carbon shipping”, Abatement potential towards 2030, DNV (Det Norske Veritas AS). Διαθέσιμο από: http://www.dnv.com/binaries/Pathways_to_low_carbon_shipping_tcm4-420472_tcm4-428628.pdf.
- Anderson, K., and Peters, G. (2016), «The trouble with negative emissions», *Science*, Vol. 354, pp. 182–183.
- Anderson, K., Brynolf, S., Lindgren, J., and Wilewska – Bien, M. (2016), *Shipping and its Environment – Improving Environmental Performance in Marine Transportation*, Springer.
- Andres, R.J., Boden, T.A., Bréon, F.M., Ciais, P., Davis, S., Erickson, D., Gregg, J.S., Jacobson, A., Marland, G., Miller, J., et al. (2012), “A synthesis of carbon dioxide emissions from fossil-fuel combustion”, *Biogeosciences*, Vol. 9, pp. 1845–1871.
- Andrew, J., and Cortese, C. (2013), “Free market environmentalism and the neoliberal project: the case of the Climate Disclosure Standards Board”, *Critical Perspectives on Accounting*, Vol. 24, pp. 397–409.
- Ascui, F. (2014), “A review of carbon accounting in the social and environmental accounting literature: What can it contribute to the debate?”, *Social and Environmental Accountability Journal*, Vol. 34, No. 1, pp. 6-28.
- Ascui, F., and Lovell, H. (2011), “As Frames Collide: Making Sense of Carbon Accounting”, *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 24, No.8, pp. 978–999.
- Ascui, F. and Lovell, H. (2012), “Carbon accounting and the construction of competence”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 36, pp. 48-59.
- Leão E.B.T.S., Nascimento L.F.M.D., Andrade, J.C.S., and Oliveira, J.A.P.D. (2020), “Carbon accounting approaches and reporting gaps in urban emissions: An analysis of the

greenhouse gas inventories and climate action plans in Brazilian cities”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 245, p. 118930.

Barrett, J., Peters, G., Wiedmann, T., Scott, K., Lenzen, M., Roelich, K., Le Quéré, C. (2013), “Consumption-based GHG emission accounting: a UK case study”, *Climate Policy*, Vol. 13, pp.451–470.

Bastin, J. F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., Zohner, C.M., and Crowther, T.W. (2019), “The global tree restoration potential”, *Science*, Vol. 364, pp.76–79.

Bebbington, J., and Larrinaga-Gonzalez, C. (2008), “Carbon trading: accounting and reporting issues”, *European Accounting Review*, Vol. 17, pp. 697–717.

Black, C.M. (2013), “Accounting for carbon emission allowances in the European Union: in search of consistency”, *Accounting in Europe*, Vol. 10, pp. 223–239.

Bowen, F. and Wittneben, B. (2011), “Carbon accounting: Negotiating accuracy, consistency and certainty across organizational fields”, *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 24, No. 8, pp. 1022-1036.

Bows, A., and Barrett, J. (2010), “Cumulative emission scenarios using a consumption-based approach: a glimmer of hope?”, *Carbon Management*, Vol. 1, pp. 161–175.

Boyd, E., Hultman, N., Roberts, T.J., Corbera, E., Cole, J., Bozmoski, A., Ebeling, J., Tippman, R., Mann, P., Brown, K. and Liverman, D.M. (2009), “Reforming the CDM for sustainable development: lessons learned and policy futures”, *Environmental Science and Policy*, Vol. 12, pp. 820–831.

Brander, M., Ascui, F., Scott, V., and Tett, S. (2021), “Carbon accounting for negative emissions technologies”, *Climate Policy*, Vol. 21, No. 5, pp. 699–717.

Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., Markowska, A.Z., Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W.-Q. and Yoshida, K. (2009), *Second IMO GHG study 2009*, International Maritime Organization (IMO), London.

Bui, B., and Fowler, C.J. (2019), “Strategic responses to changing climate change policies: the role played by carbon accounting”, *Australian Accounting Review*, Vol. 29, pp. 360–375.

Burritt, R.L., Schaltegger, S. and Zvezdov, D. (2011), “Carbon management accounting: explaining practice in leading German companies”, *Australian Accounting Review*, Vol. 21, pp. 80–98.

Butt, D. (2007), “On benefiting from injustice”, *Canadian Journal of Philosophy*, Vol. 37, pp. 129–152.

- Callon, M., (2009), “Civilizing markets: carbon trading between in vitro and in vivo experiments”, *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 34, pp. 535–548.
- Caney, S. (2010), “Climate change and the duties of the advantaged”, *Critical Review of International Social and Political Philosophy*, Vol. 13, No. 1, pp. 203–228.
- Carton, W., Lund, J.F. and Dooley, K. (2021), “Undoing Equivalence: Rethinking Carbon Accounting for Just Carbon Removal”, *Frontiers in Climate*, Vol. 3, p. 664130.
- Chen, Z., Ohshita, S., Lenzen, M., Wiedmann, T., Jiborn, M., Chen, B., Lester, L., Guan, D., Meng, J., Xu, S., Chen, G., Zheng, X., Xue, J.J., Alsaedi, A., Hayat, T. & Liu, Z. (2018), “Consumption-based greenhouse gas emissions accounting with capital stock change highlights dynamics of fast-developing countries”, *Nature Communications*, Vol. 9, No. 1, p. 3581.
- Choi, B.B., Lee, D. and Psaros, J. (2013), “An analysis of Australian company carbon emission disclosures”, *Pacific Accounting Review*, Vol. 25, pp. 58–79.
- Chu, C. I., Chatterjee, B. and Brown, A. (2013), “The current status of greenhouse gas reporting by Chinese companies: a test of legitimacy theory”, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 28, pp. 114–139.
- Climate Action Tracker (2020), “CAT Climate Target Update Tracker: EU”, Climate Action Tracker. Διαθέσιμο από: <https://climateactiontracker.org/climatetarget-update-tracker/eu>.
- Cook, A., (2009), “Emission rights: from costless activity to market operations”, *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 34, pp. 456–468.
- Cooper, S., and Pearce, G. (2011), “Climate Change Performance Measurement, Control and Accountability in English Local Authority Areas”, *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 24, No. 8, pp. 1097–1118.
- Corbett, J.J. and Köhler, H.W. (2003), “Updated emissions from ocean shipping”, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, No. D20, pp. 1–15.
- Cosimato, S. & Troisi, O. (2014), “The influence of green innovation in logistics competitiveness and sustainability. The DHL case study”, *17th Toulon – Verona International Conference Excellence in Services*, Conference Proceedings, pp. 95-112.
- Creutzig, F., Erb, K., Haberl, H., Hof, C., Hunsberger, C., and Roe, S. (2021), “Considering sustainability thresholds for BECCS in IPCC and biodiversity assessments”, *GCB Bioenergy*, Vol. 13, No. 4, pp. 510-515.
- CSN (2012), “EN 16258 Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)” Διαθέσιμο από:

<https://www.en-standard.eu/csn-en-16258-methodology-for-calculation-and-declaration-of-energy-consumption-and-ghg-emissions-of-transport-services-freight-and-passengers/>.

Datta, A., De Leon, R., & Krishnamoorti, R. (2020), “Advancing carbon management through the global commoditization of CO₂: the case for dual – use LNG-CO₂ shipping”, *Carbon Management*, Vol. 11, No. 6, pp. 611-630.

Davis, S.J., and Caldeira, K. (2010), “Consumption based accounting of CO₂ emissions”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 107, No. 12, pp. 5687–5692.

Davis, S.J., Peters, G.P. and Caldeira, K. (2011), “The supply chain of CO₂ emissions”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Vol. 108, pp. 18554–18559.

Davydenko, I., Ehrler, V., de Ree, D., Lewis, A. and Tavasszy, L. (2014), “Towards a global CO₂ calculation standard for supply chains: Suggestions for methodological improvements”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 32, pp. 362-372.

de Boer, B., Rodrigues, J. F., and Tukker, A. (2019), “Modeling reductions in the environmental footprints embodied in European Union’s imports through source shifting”, *Ecological Economics*, Vol. 164, p. 106300.

Doelman, J.C., Stehfest, E., van Vuuren, D.P., Tabeau, A., Hof, A.F., Braakhekke, M.C., Gernaat, D.E.H.J., van den Berg, M., Zeist, W.-J.V., Daioglou, V., Meijl, H.V. and Lucas, P.L. (2020), “Afforestation for climate change mitigation: potentials, risks and trade-offs”, *Global Change Biology*, Vol. 26, pp. 1576–1591.

Dooley, K., and Gupta, A. (2017), “Governing by expertise: the contested politics of (accounting for) land-based mitigation in a new climate agreement”, *International Environmental Agreements: Politics, Law & Economics*, Vol. 17, pp. 483–500.

Dornburg, V. and Marland, G. (2008), “Temporary storage of carbon in the biosphere does have value for climate change mitigation: a response to the paper by Miko Kirschbaum”, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 13, No. 3, pp. 211–217.

Dutschke, M. (2002), “Fractions of permanence - squaring the cycle of sink carbon accounting”, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 7, No. 4, pp.381–402.

Endresen, Ø., Sørgård, E., Behrens, H. L., Brett, P. O., and Isaksen, I. S. A. (2007), “A historical reconstruction of ships fuel consumption and emissions”, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 112, No. D12301, pp. 1–17.

Engels, A., (2009), “The European Emissions Trading Scheme: an exploratory study of how companies learn to account for carbon”, *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 34, pp. 488–498.

European Environment Agency (EEA) (2015), *The European environment—state and outlook 2015: Synthesis report*, European Environment Agency, Copenhagen.

Eyring, V., Köhler, H. W., van Aardenne, J., and Lauer, A. (2005), “Emissions from international shipping: 1. The last 50 years”, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110, No. D17305, pp. 1–12.

Faber, J., Boon, B., Berk, M., den Elzen, M., Olivier, J., and Lee, D. (2007), “Aviation and maritime transport in a post 2012 climate policy regime”, Report 500102 008. Netherlands Environmental Assessment Agency, Bilthoven. Διαθέσιμο από: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500102008.pdf>

Faber, J., Markowska, A., Nelissen, D., Davidson, M., Eyring, V., Cionni, I., Selstad, E., Kågeson, P., Lee, D., Buhaug, Ø., Lindtsad, H., Roche, P., Humpries, E., Graichen, J., Cames, M., and Schwarz, W. (2009), “Technical support for European action to reducing Greenhouse Gas Emissions from international maritime transport”, Delft, CE Delft. Διαθέσιμο από: http://www.ce.nl/publicatie/technical_support_for_european_action_to_reducing_greenhouse_gas_emissions_from_international_maritime_transport/1005

Faber, J., and Rensma, K. (2008), “Left on the High Seas: Global Climate Policies for International Transport. October 2008 update”, Delft, CE Delft. Διαθέσιμο από: http://www.ce.nl/publicatie/left_on_high_seas/846

Fearnside, P. (2002), “Why a 100 year time horizon should be used for global warming mitigation calculations”, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 7, pp. 19–30.

Fearnside, P. M., Lashof, D. A., and Moura-Costa, P. (2000), “Accounting for time in mitigating global warming through land-use change and forestry”, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 5, No. 3, pp. 239–270.

Ferng, J.-J. (2003), “Allocating the responsibility of CO₂ over-emissions from the perspectives of benefit principle and ecological deficit”, *Ecological Economics*, Vol. 46, pp. 121–141.

Fogel, C. (2005), “Biotic carbon sequestration and the Kyoto protocol: the construction of global knowledge by the intergovernmental panel on climate change”, *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, Vol. 5, pp. 191–210.

Freedman, M., and Jaggi, B. (2005), “Global warming, commitment to the Kyoto protocol, and accounting disclosures by the largest global public firms from polluting industries”, *The International Journal of Accounting*, Vol. 40, pp. 215–232.

- Freedman, M., and Park, J.D. (2014), “Mandated climate change disclosures by firms participating in the regional greenhouse gas initiative”, *Social and Environmental Accountability Journal*, Vol. 34, pp. 29–44.
- Frumhoff, P. C., Heede, R., & Oreskes, N. (2015), “The climate responsibilities of industrial carbon producers”, *Climatic Change*, Vol. 132, pp. 157–171.
- Gallego, B., & Lenzen, M. (2005), “A consistent input–output formulation of shared producer and consumer responsibility”, *Economic Systems Research*, Vol. 17, No. 4, pp. 365–391.
- Girod, B., van Vuuren, D.P., and Hertwich, E.G. (2014), “Climate policy through changing consumption choices: options and obstacles for reducing greenhouse gas emissions”, *Global Environmental Change*, Vol. 25, pp. 5–15.
- Grasso, M., and Roberts, T. (2014), “A compromise to break the climate impasse”, *Nature Climate Change*, Vol. 4, pp. 543–549.
- Green, W., and Taylor, S. (2013), “Factors that influence perceptions of greenhouse gas assurance provider quality”, *International Journal of Auditing*, Vol. 17, pp. 288–307.
- Griffin, P.A., (2013), “Cap-and-trade emission allowances and US companies’ balance sheets”, *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, Vol. 4, pp.7–31.
- Griscom, B.W., Adams, J., Ellis, P.W., Houghton, R.A., Lomax, G., Miteva, D. A., et al. (2017), “Natural climate solutions”, *PNAS*, Vol. 114, pp. 11645–11650.
- Groom, B. & Venmans, F. (2021), “The social value of offsets”. Διαθέσιμο από: https://www.researchgate.net/publication/359811345_The_Social_Value_of_Offsets.
- Hansen, J., Kharecha, P., Sato, M., Masson- Delmotte, V., Ackerman, F., Beerling, D.J., Hearty, P.J., Hoegh-Guldberg, O., Hsu, S.-L., Parmesan, C., Rockstrom, J., Rohling, E.J., Sachs, J., Smith, P., Steffen, K., Susteren, L.V., von Schuckmann, K. & Zchos, J.C. (2013), “Assessing dangerous climate change: required reduction of carbon emissions to protect young people, future generations and nature”, *PloS One*, Vol. 8, No. 12, p. e81648.
- Harris, P.G., and Symons, J. (2013), “Norm conflict in climate governance: greenhouse gas accounting and the problem of consumption”, *Global Environmental Politics*, Vol. 13, pp. 9–29.
- Harris, S., Weinzettel, J., Bigano, A., and Kallman, A. (2020), “Low carbon cities in 2050? GHG emissions of European cities using production-based and consumption-based emission accounting methods”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 248, p.119206.
- Hartmann, F., Perego, P. and Young, A. (2013), “Carbon accounting: challenges for research in management control and performance measurement”, *Abacus*, Vol. 49, pp. 539–563.

- He, R., Luo, L., Shamsuddin, A. and Tang, Q. (2021), “Corporate carbon accounting: A literature review of carbon accounting research from the Kyoto Protocol to the Paris Agreement”, *Accounting & Finance*, pp. 1-38.
- Heitmann, N. and Khalilian, S. (2010), “Accounting for CO2 emissions from international shipping: Burden sharing under difficult UNFCCC allocation options and regime scenarios”, Kiel Working Paper No. 1665, Kiel Institute for the World Economy (IfW), Kiel.
- Höhne, N., Wartmann, S., Herold, A., and Freibauer, A. (2007), “The rules for land use, land use change and forestry under the Kyoto Protocol-lessons learned for the future climate negotiations”, *Environmental Science & Policy*, Vol. 10, pp. 353–369.
- Hopwood, A.G., (2009), “Accounting and the environment”, *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 34, pp. 433–439.
- Howard-Grenville, J., Buckle, S. J., Hoskins, B. J. and George, G. (2014), “Climate change and management”, *Academy of Management Journal*, Vol. 57, pp. 615–623.
- Hu, J., Wood, R., Tukker, A., Boonman, H., and de Boer, B. (2019), “Global transport emissions in the Swedish carbon footprint”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 226, pp. 210–220.
- Huggins, A., Green, W.J. and Simnett, R. (2011), “The competitive market for assurance engagements on greenhouse gas statements: is there a role for assurers from the accounting profession?”, *Current Issues in Auditing*, Vol. 5, pp. 1-12.
- Huppes, G., de Koning, A., Suh, S., Heijungs, R., van Oers, L., Nielsen, P., and Guinée, J.B. (2006), “Environmental impacts of consumption in the European Union: High-resolution input-output tables with detailed environmental extensions”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 10, No. 3, pp. 129–146.
- IFRS (2017), “IFRS-IASB chair’s speech: The times, they are a-changin’”. Διαθέσιμο από: <https://www.ifrs.org/news-and-events/news/2017/09/iasb-chairmans-speech-the-times-the-areachangin/>.
- IMO (2020), Fourth IMO GHG Study 2020, International Maritime Organisation.
- International Energy Agency (2019), Putting CO2 to use (Technology Report), International Energy Agency, Paris.
- Ioannou, I., Li, S.X. and Serafeim, G. (2016), “The effect of target difficulty on target completion: the case of reducing carbon emissions”, *The Accounting Review*, Vol. 91, pp. 1467–1492.
- Jakob, M., Steckel, J.C., and Edenhofer, O. (2014), “Consumption-versus production-based emission policies”, *Annual Review of Resource Economics*, Vol. 6, pp. 297–318.

- Kander, A., Jiborn, M., Moran, D.D., & Wiedmann, T.O. (2015), “National greenhouse-gas accounting for effective climate policy on international trade”, *Nature Climate Change*, Vol. 5, No. 5, pp. 431–435.
- Kelemen, P., Benson, S. M., Pilorgé, H., Psarras, P., and Wilcox, J. (2019), “An overview of the status and challenges of CO₂ storage in minerals and geological formations”, *Frontiers in Climate*, Vol. 1, No. 9.
- Kellner, F. (2016), “Allocating greenhouse gas emissions to shipments in road freight transportation: Suggestions for a global carbon accounting standard”, *Energy Policy*, Vol. 98, pp. 565-575.
- Kennedy, S., and Sgouridis, S. (2011), “Rigorous classification and carbon accounting principles for low and zero carbon cities”, *Energy Policy*, Vol. 39, pp. 5259–5268.
- Kondo, Y., Moriguchi, Y. and Shimizu, H. (1998), “CO₂ emissions in Japan: Influences of imports and exports”, *Applied Energy*, Vol. 59, pp. 163–174.
- KPMG (2008), *Accounting for carbon: The impact of carbon trading on financial statements*, KPMG LLP (UK), London, UK.
- Kramers, A., Wangel, J., Johansson, S., Hojer, M., Finnveden, G. & Brandt, N. (2013), “Towards a comprehensive system of methodological considerations for cities’ climate targets”, *Energy Policy*, Vol. 62, pp. 1276–1287.
- Kulovesi, K., and Oberthür, S. (2020), “Assessing the EU’s 2030 climate and energy policy framework: incremental change toward radical transformation?”, *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, Vol. 29, pp. 151–166.
- Kumarasiri, J., and Gunasekarage, A. (2017), “Risk regulation, community pressure and the use of management accounting in managing climate change risk: Australian evidence”, *The British Accounting Review*, Vol. 49, pp. 25–38.
- Larkin, A., Kuriakose, J., Sharmina, M., and Anderson, K. (2017), “What if negative emission technologies fail at scale? Implications of the Paris agreement for big emitting nations”, *Climate Policy*, Vol. 3062, pp. 1–25.
- Lee, K.-H., and Wu, Y. (2014), “Integrating sustainability performance measurement into logistics and supply networks: a multi-methodological approach”, *The British Accounting Review*, Vol. 46, pp. 361–378.
- Lenzen, M., Kanemoto, K., Moran, D., and Geschke, A. (2012), “Mapping the structure of the world economy”, *Environmental Science and Technology*, Vol. 46, pp. 8374–8381.
- Lenzen, M. and Murray, J. (2010), “Conceptualising environmental responsibility”, *Ecological Economics*, Vol. 70, pp. 261–270.

- Lenzen, M., Murray, J., Sack, F. and Wiedmann, T. (2007), “Shared producer and consumer responsibility: Theory and practice”, *Ecological Economics*, Vol. 61, pp. 27–42.
- Liang, S., Qu, S., Zhu, Z., Guan, D., and Xu, M. (2017), “Income-based greenhouse gas emissions of nations”, *Environmental Science & Technology*, Vol. 51, p. 346e355.
- Linacre, N., Kossoy, A., and Ambrosi, P., (2011), *State and trends of the carbon market 2011*, The World Bank Group, Washington, D.C., USA.
- Lindsey, R. (2018), “Climate change: atmospheric carbon dioxide, National Oceanic and Atmospheric Administration, United States Department of Commerce. Διαθέσιμο από: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide4>.”
- Lininger, C. (2015), “Consumption-Based Approaches in Inter-national Climate Policy”, Springer, Cham.
- Linnenluecke, M.K., Birt, J. and Griffiths, A. (2015), “The role of accounting in supporting adaptation to climate change”, *Accounting and Finance*, Vol. 55, pp. 607–625.
- Linton, S., Clarke, A., and Tozer, L. (2021), “Strategies and governance for implementing deep decarbonization plans at the local level”, *Sustainability*, Vol. 13, p. 154.
- Liu, L. (2015), “A critical examination of the consumption-based accounting approach: has the blaming of consumers gone too far?”, *WIREs Climate Change*, Vol. 6, pp.1–8.
- Liu, Z., Abhayawansa, S., Jubb, C. and Perera, L. (2017), “Regulatory impact on voluntary climate change-related reporting by Australian government-owned corporations”, *Financial Accountability and Management*, Vol. 33, pp. 264–283.
- Livermore, J. (2019), “What’s your organization’s carbon budget?”, *Natural Gas-Fired Electricity Analysis*, Vol. 36, pp. 1–10.
- Lohmann, L. (2009), “Toward a different debate in environmental accounting: the cases of carbon and cost–benefit”, *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 34, pp. 499–534.
- Lohmann, L. (2011), “The endless algebra of climate markets”, *Capitalism, Nature, Socialism*, Vol. 22, pp. 93–116.
- Lövbrand, E. (2004), “Bridging political expectations and scientific limitations in climate risk management - on the uncertain effects of international carbon sink policies”, *Climate Change*, Vol. 67, pp. 449–460.
- Luo, L., Lan, Y.-C. and Tang, Q. (2012), “Corporate incentives to disclose carbon information: evidence from the CDP Global 500 Report”, *Journal of International Financial Management and Accounting*, Vol. 23, pp. 93–120.

- Mace, M.J., Fyson, C.L., Schaeffer, M., and Hare, W. L. (2021), *Governing LargeScale Carbon Dioxide Removal: Are We Ready? - An Update*. Carnegie Climate Governance Initiative (C2G), New York, NY.
- MacKenzie, D., (2009), “Making things the same: gases, emission rights and the politics of carbon markets”, *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 34, pp. 440–455.
- Mackey, B., Prentice, I.C., Steffen, W., House, J.I., Lindenmayer, D., Keith, H., and Berry, S. (2013), “Untangling the confusion around land carbon science and climate change mitigation policy”, *Nature Climate Change*, Vol. 3, pp. 552–557.
- Mahmoudian F., Lu, J., Yu, D., Nazari, J.A. & Herremans, I.M. (2021), “Inter-and intra-organizational stakeholder arrangements in carbon management accounting”, *The British Accounting Review*, Vol. 53, p. 100933.
- Marlowe, J. and Clarke, A. (2022), “Carbon Accounting: A Systematic Literature Review and Directions for Future Research”, *Green Finance*, Vol. 4, No. 1, pp. 71-87.
- Marques, A., Rodrigues, J., Lenzen, M. and Domingos, T. (2012), “Income-based environmental responsibility”, *Ecological Economics*, Vol. 84, pp. 57–65.
- Mckinnon, M.C., Cheng, S.H., Garside, R., Masuda, Y.J. and Miller, D.C. (2015), “Sustainability: Map the evidence”, *Nature*, Vol. 528, pp. 185-187.
- McLaren, D., Tyfield, D. P., Willis, R., Szerszynski, B., and Markusson, N. O. (2019), “Beyond “Net-Zero”: a case for separate targets for emissions reduction and negative emissions”, *Frontiers in Climate*, Vol. 1, p. 4.
- Mete, P., Dick, C. and Moerman, L. (2010), “Creating institutional meaning: accounting and taxation law perspectives of carbon permits”, *Critical Perspectives on Accounting*, Vol. 21, pp. 619–630.
- Milne, M.J., and Grubnic, S. (2011), “Climate change accounting research: keeping it interesting and different”, *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, Vol. 24, pp. 948–977.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (2019), “Trends in atmospheric carbon dioxide. Global green-house gas reference network, NOAA Research: National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington D.C.: U.S. Department of Commerce.
- New Climate Institute (2020), *Navigating the Nuances of Net-Zero Targets*. Διαθέσιμο από: https://newclimate.org/sites/default/files/2020/10/NewClimate_NetZeroReport_October2020.pdf.

Oliveira, R.V. (2020), “A methodological framework for developing more just footprints: The contribution of footprints to environmental policies and justice”, *Science and Engineering Ethics*, Vol. 26, pp. 405-429.

Olson, E.G., (2010), “Challenges and opportunities from greenhouse gas emissions reporting and independent auditing”, *Managerial Auditing Journal*, Vol. 25, pp. 934–942.

Parisa, Z., Marland, E., Sohngen, B., Marland, G., and Jenkins, J. (2022), The time value of carbon storage, *Forest Policy and Economics*, Vol. 144, p. 102840.

Paschen, M., Meier, F. and Rickels, W. (2022), “Accounting for terrestrial and marine carbon sink enhancement”, Kiel Working Paper, No. 2204, Kiel Institute for the World Economy (IfW), Kiel.

Paxian, A., Eyring, V., Beer, W., Sausen, R., and Wright, C. (2010), “Present-day and future global bottom-up ship emission inventories including polar routes”, *Environmental Science and Technology*, Vol. 44, No. 4, pp. 1333–1339.

Peters, G.P. (2008), “From production-based to consumption-based national emission inventories”, *Ecological Economics*, Vol. 65, pp. 13–23.

Peters, G.P. (2010), “Policy update: managing carbon leakage”, *Carbon Management*, Vol. 1, pp.35–37.

Peters, G.P. and Hertwich, E.G. (2008a), “CO₂embodied in international trade with implications for global climate policy”, *Environmental Science Technology*, Vol. 42, pp.1401–1407.

Peters, G.P., and Hertwich, E.G. (2008b), “Post-Kyoto greenhouse gas inventories: production versus consumption”, *Climate Change*, Vol. 86, pp.51–66.

Peters, G.P., Minx, J.C., Weber, C.L., and Edenhofer, O. (2011), “Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, Vol. 108, pp. 8903–8908.

Pinero, P., Bruckner, M., Wieland, H. P., Pongracz, E., and Giljum, S. (2019), “The raw material basis of global value chains: Allocating environmental responsibility based on value generation”, *Economic Systems Research*, Vol. 31, No. 2, pp. 206-227.

Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) (2018), *Balans van de Leefomgeving 2018*, Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.

Pozo, C., Galán-Martín, Á., Reiner, D. M., Mac Dowell, N., and Guillén-Gosálbez, G. (2020), “Equity in allocating carbon dioxide removal quotas”, *Nature Climate Change*, Vol. 10, pp. 640–646.

PricewaterhouseCoopers (2010), Carbon Disclosure Project 2010: Global 500 Report, PricewaterhouseCoopers, London, UK.

PricewaterhouseCoopers and IETA (2007), Trouble-Entry Accounting – Revisited, PricewaterhouseCoopers, London, UK.

Qian, Y., Behrens, P., Tukker, A., Rodrigues, J.F.D., and Scherer, L. (2019), “Environmental responsibility for sulfur dioxide emissions and associated biodiversity loss across Chinese provinces”, *Environmental Pollution*, Vol. 245, pp. 898–908.

Rankin, M., Windsor, C., and Wahyuni, D. (2011), “An investigation of voluntary corporate greenhouse gas emissions reporting in a market governance system: Australian evidence”, *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, Vol. 24, pp. 1037–1070.

Ratnatunga, J.T.D., and Balachandran, K.R. (2009), “Carbon business accounting: the impact of global warming on the cost and management accounting profession”, *Journal of Accounting, Auditing and Finance*, Vol. 24, pp. 333–355.

Ratnatunga, J., Jones, S. and Balachandran, K.R. (2011), “The valuation and reporting of organizational capability in carbon emissions management”, *Accounting Horizons*, Vol. 25, pp. 127–147.

Rodrigues, J., Domingos, T., Giljum, S., and Schneider, F. (2006), “Designing an indicator of environmental responsibility”, *Ecological Economics*, Vol. 59, pp. 256–266.

Rogelji, J., Geden, O., Cowie, A., and Reisinger, A. (2021), “Net-zero emissions targets are vague: three ways to fix”, *Nature*, Vol. 591.

Salon, D., Sperling, D., Meier, A., Murphy, S., Gorham, R., and Barrett, J. (2010), “City carbon budgets: A proposal to align incentives for climate-friendly communities”, *Energy Policy*, Vol. 38, pp. 2032–2041.

SBSTA (1996), National Communication of the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, Διαθέσιμο από: <https://unfccc.int/cop3/resource/docs/1996/sbsta/20.htm>.

Schaltegger, S. and Synnestvedt, T. (2002), “The link between “green” and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 65, No. 4, pp. 339-346.

Skelton, A., Larkin, A., Ringsmuth, A., Greiser, C., Fopp, D., McLaren, D., et al. (2020), “10 myths about net zero targets and carbon offsetting, busted. Climate Home News”. Διαθέσιμο από: <https://www.climatechangenews.com/2020/12/11/10-myths-net-zero-targets-carbon-offsetting-busted/>

- Smith, S. M. (2021), “A case for transparent net-zero carbon targets”, *Communications Earth & Environment*, Vol. 2, p. 24.
- Sperling, J.B., and Ramaswami, A. (2018), “Cities and “budget-based” management of the energy-water climate nexus: Case studies in transportation policy, infrastructure systems, and urban utility risk management”, *Environmental Progress & Sustainable Energy*, Vol. 37, pp. 91–107.
- Springmann, M. (2012), “A look inwards: carbon tariffs versus internal improvements in emissions-trading systems”, *Energy Economics*, Vol. 34, pp.228–239.
- Stahel, W. (2016), “The circular economy”, *Nature*, Vol. 531, pp. 435–438.
- Steffen, W., Fenwick, J., and Rice, M. (2016), “Land Carbon: No Substitute for Action on Fossil Fuels”. Διαθέσιμο από: <https://www.climatecouncil.org.au/resources/land-carbon-report/>.
- Steininger, K.W., Lininger, C., Meyer, L.H., Muñoz, P. and Schinko, T. (2015), “Multiple carbon accounting to support just and effective climate policies”, *Nature Climate Change*, pp. 1-7.
- Stechemesser, K., and Guenther, E. (2012), “Carbon accounting: A systematic literature review”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 36, pp. 17–38.
- Steininger, K., Lininger, C., Droege, S., Roser, D., Tomlinson, L., and Meyer, L. (2014), “Justice and cost effectiveness of consumption-based versus production-based approaches in the case of unilateral climate policies”, *Global Environmental Change*, Vol. 24, pp. 75–87.
- Steininger, K.W., Lininger, C., Meyer, L.H., Muñoz, P., and Schinko, T. (2015), “Multiple carbon accounting to support just and effective climate policies”, *Nature Climate Change*, Vol. 6, pp. 35–41.
- Stopford, M. (2009), *Maritime Economics*, 3rd Edition, Routledge.
- Sun, X., Clarke, A., and MacDonald, A. (2020), “Implementing community sustainability plans through partnership: Examining the relationship between partnership structural features and climate change mitigation outcomes”, *Sustainability*, Vol. 12, p. 6172.
- Tang, Q. (2017), “Towards a framework of carbon accounting and its role in corporate carbon management systems: a holistic approach”, *SSRN*. Διαθέσιμο από: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2903366>
- Tang, Q., and Luo, L. (2014), “Carbon management systems and carbon mitigation”, *Australian Accounting Review*, Vol. 24, pp. 84–98.
- Tang, Q., and Luo, L. (2016), “Corporate ecological transparency: theories and empirical evidence”, *Asian Review of Accounting*, Vol. 24, pp. 498–524.

- UNFCCC (1997), “The Kyoto Protocol to the Framework Convention on Climate Change”. Διαθέσιμο από: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
- Tauringana, V., and Chithambo, L. (2015), “The effect of DEFRA guidance on greenhouse gas disclosure”, *The British Accounting Review*, Vol. 47, pp. 425–444.
- Tukker, A., Pollitt, H. and Henkemans, M. (2020), “Consumption-based carbon accounting: Sense and sensibility”, *Climate Policy*, Vol. 20, No. 1, pp. 1-13.
- UNFCCC. (2008), Kyoto protocol reference manual on accounting of emissions and assigned amount, UNFCCC, Geneva.
- UNFCCC (2015), Paris Agreement, UNFCCC, Geneva. Διαθέσιμο από: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english.pdf.
- UNCTAD (2009), Review of maritime transport, UNCTAD, Geneva.
- Upton, S. (2019), “Farms Forests and Fossil Fuels: The Next Great Landscape Transformation?” Διαθέσιμο από: https://www.interest.co.nz/sites/default/files/embedded_images/Farms%2C%20forests%20and%20fossil%20fuels%20-%20Report%20-%20EMBARGOED.PDF.
- Usubiaga, A., and Acosta-Fernández, J. (2015), “Carbon emission accounting in MRIO models: The territory vs. The residence principle”, *Economic Systems Research*, Vol. 27, pp. 458–477.
- Value Reporting Foundation (2021), “Value Reporting Foundation”, Διαθέσιμο από: <https://www.valuereportingfoundation.org/>.
- Vesty, G.M., Telgenkamp, A. and Roscoe, P. J. (2015), “Creating numbers: carbon and capital investment”, *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, Vol. 28, pp. 302– 324.
- Waller, L., Rayner, T., Chilvers, J., Gough, C. A., Lorenzoni, I., Jordan, A., and Vaughan, N.E. (2020), “Contested framings of greenhouse gas removal and its feasibility: social and political dimensions”, *Climate Change*, Vol. 11, pp. 1–17.
- Wang, C., Corbett, J. J., and Firestone, J. (2008), “Improving Spatial Representation of Global Ship Emissions Inventories”, *Environmental Science and Technology*, Vol. 42, No. 1, pp. 193–199.
- Wang, Z., Li, Y., Cai, H., and Wang, B. (2018), “Comparative analysis of regional carbon emissions accounting methods in China: Production-based versus consumption-based principles”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 194, pp. 12–22.

Wei, Y.M., Kang, J.N., Liu, L.C., Li, Q., Wang, P.T., Hou, J. J., Liang, Q.-M., Liao, H., Huang, S.-F. & Biying, Y. (2021), “A proposed global layout of carbon capture and storage in line with a 2 °C climate target”, *Nature Climate Change*, Vol. 11, pp. 112–118.

WGBU (1998), “The Accounting of Biological Sinks and Sources Under the Kyoto Protocol: A Step Forwards or Backwards for Global Environmental Protection?” Διαθέσιμο από: <https://www.wbgu.de/en/publications/publication/ die-anrechnung-biologischer-quellen-und-senken-im-kyoto-protokollfortschritt-oder-rueckschlag-fuer-den-globalen-umweltschutz>.

Wiedmann, T.A. (2009), “Review of recent multi-region input–output models used for consumption-based emission and resource accounting”, *Ecological Economics*, Vol. 69, pp. 211–222.

Yang, H. H., and Farley, A. (2016), “Convergence or divergence? Corporate climate change reporting in China”, *International Journal of Accounting and Information Management*, Vol. 24, pp. 391–414.

Θεοτοκάς, Ι. (2002), Εισαγωγή στις ναυτιλιακές σπουδές, 3^ο Κεφάλαιο.