ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ

Δρ. Δημήτριος Θεοδώρου, Toai Truong και Γεώργιος Φαρδής
Ελληνικές Αποθήκες Σαραντίτης (SARMED), Μάνδρα Αττικής
e-mail: dtheodorou@sarmed.gr

Περίληψη

Οι μεταφορές αντιπροσωπεύουν περίπου το ένα τέταρτο των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας. Η συμβολή αυτή αυξάνεται ταχύτερα από ότι σε οποιονδήποτε άλλο τομέα τελικής χρήσης ενέργειας.

Για το λόγο αυτό απαιτείται καταρχήν μια τυποποίηση της μεθοδολογίας υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος με στόχο τη δημιουργία μιας αξιόπιστης εικόνας των παραγόμενων εκπομπών. Αυτό βοηθάει στην διοχέτευση οικονομικών πόρων σε εκείνους τους τομείς όπου είναι εφικτή η εξοικονόμηση μεγαλύτερης ποσότητας ενέργειας και συνεπώς οδηγεί σε σημαντική μείωση εκπομπών. Επιπλέον, η καταγραφή των εκπομπών χρησιμοποιώντας κοινά αποδεκτές μεθοδολογίες επιτρέπει τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων τόσο μεταξύ διαφορετικών χρονικών περιόδων όσο και μεταξύ επιχειρήσεων.

Προς την κατεύθυνση αυτή κρίνεται αναγκαία - και στον κλάδο των μεταφορών - η υιοθέτηση και η εφαρμογή απαιτήσεων διεθνών προτύπων όπως το **EN 16258** *Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)* και το **PAS 2050** *Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*.

Στην παρούσα εργασία αναλύονται οι μεθοδολογίες εκτίμησης του ανθρακικού αποτυπώματος στην εφοδιαστική αλυσίδα βασισμένες σε διεθνή πρότυπα και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την μεταφορά και διανομή συγκεκριμένης κατηγορίας προϊόντων από την Αθήνα προς προορισμούς ολόκληρης της Ελλάδας. Επιπλέον, διερευνάται ο ρόλος της μετρολογίας στην εξαγωγή αξιόπιστων εκτιμήσεων εκπομπών και στον υπολογισμό της αβεβαιότητας που συνδέεται με τις εκτιμήσεις αυτές.

Λέξεις-Κλειδιά: ανθρακικό αποτύπωμα, αέρια θερμοκηπίου, τυποποίηση, μεταφορές

Abstract

Transport accounts for about a quarter of the world's greenhouse gas emissions associated with energy consumption. This contribution is growing faster than in any other sector of energy end-use.

For this reason, a standardization of the carbon footprint calculation methodology is needed in order to create a reliable picture of the emissions produced. This helps to direct financial resources into those areas where it is possible to save more energy and thus lead

to a significant reduction in emissions. In addition, recording emissions using commonly accepted methodologies allows comparability of results both between different time periods and between enterprises.

In this respect, it is necessary - in the transport sector as well- to adopt and implement requirements of international standards such as **EN 16258** *Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)* and **PAS 2050** *Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*.

The present work analyzes the carbon footprint estimation methodologies in the supply chain based on international standards and presents the results of the calculations for the transportation and distribution of a specific category of products from Athens to destinations throughout Greece. Furthermore, the role of metrology in the production of reliable emission estimates and the calculation of the uncertainty associated with these estimates is investigated.

Key words: carbon footprint, greenhouse gases, standardization, transport

1. Εισαγωγή

Ένας από τους κύριους στόχους σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων καθώς και η ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, ο τομέας των μεταφορών ευθύνεται για το ένα τέταρτο περίπου των παγκόσμιων ενεργειακών εκπομπών (23%). Η Ευρωπαϊκή Ένωση, με σκοπό την προώθηση της βιωσιμότητας στον τομέα των μεταφορών, έχει υιοθετήσει μια σειρά από πρότυπα και κατευθυντήριες γραμμές για την προώθηση των πράσινων εμπορευματικών μεταφορών σε περιφερειακό, εθνικό, αλλά και τοπικό επίπεδο. Απαιτείται όμως μια τυποποίηση της μεθοδολογίας με στόχο τη δημιουργία μιας αξιόπιστης εικόνας των παραγόμενων εκπομπών. Αυτό θα διευκολύνει τη διοχέτευση οικονομικών πόρων σε εκείνους τους τομείς όπου είναι εφικτή η σημαντική μείωση εκπομπών. Επιπλέον, θα γίνει εφικτή η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων τόσο μεταξύ διαφορετικών χρονικών περιόδων όσο και μεταξύ επιχειρήσεων.

Στην παρούσα εργασία αναλύονται οι μεθοδολογίες εκτίμησης του ανθρακικού αποτυπώματος στην εφοδιαστική αλυσίδα βασισμένες σε διεθνή πρότυπα και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την μεταφορά και διανομή συγκεκριμένης κατηγορίας προϊόντων από την Αθήνα προς προορισμούς ολόκληρης της Ελλάδας. Επιπλέον, διερευνάται ο ρόλος της μετρολογίας στην εξαγωγή αξιόπιστων εκτιμήσεων εκπομπών και στον υπολογισμό της αβεβαιότητας που συνδέεται με τις εκτιμήσεις αυτές.

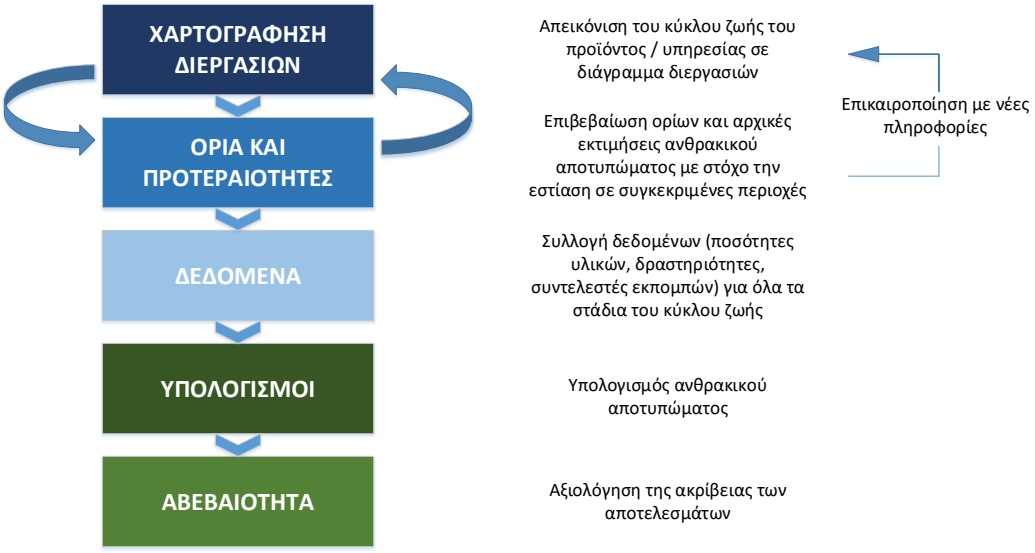
2. Πρότυπο PAS 2050

Ο υπολογισμός των παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου κατά τον κύκλο ζωής προϊόντων ή υπηρεσιών μπορεί να πραγματοποιηθεί με την εφαρμογή του προτύπου PAS 2050:2011. Το σχετικό πρότυπο σχεδιάστηκε από τον Οργανισμό Τυποποίησης του Ηνωμένου Βασιλείου (BSI British Standards), τη μη κερδοσκοπική εταιρεία Carbon Trust και το κυβερνητικό Τμήμα Περιβάλλοντος, Τροφίμων και Αγροτικών Υποθέσεων DEFRA) του Ηνωμένου Βασιλείου. Το πρότυπο βασίστηκε σε μεθόδους υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος όπως αυτές ορίζονται στα πρότυπα του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης ISO 14040:2006 (Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης - Ανάλυση Κύκλου Ζωής – Γενικές Αρχές και Πλαίσιο) και ISO 14044:2006 (Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης - Ανάλυση Κύκλου Ζωής – Απαιτήσεις και Οδηγίες Εφαρμογής). Τα δύο πρότυπα παρέχουν μια σαφή ανάλυση της πρακτικής, των εφαρμογών και των περιορισμών της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής κατά την παραγωγή αγαθών ή την παροχή υπηρεσιών

Οι οργανισμοί ή οι επιχειρήσεις οι οποίοι συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές του προτύπου PAS 2050 οφείλουν να επιβεβαιώνουν ότι ο υπολογισμός, των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου του παραγόμενου προϊόντος ή υπηρεσίας, είναι πλήρης και πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις κάτωθι αρχές:

- Συνάφεια: Οι επιλεχθείσες πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, οι μέθοδοι και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν σχετίζονται με το προϊόν ή την υπηρεσία.
- Πληρότητα: Στην ανάλυση του ανθρακικού αποτυπώματος έχουν περιληφθεί όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος.
- Συνοχή: Να είναι εφικτή κάθε σημαντική σύγκριση με αποτελέσματα αντίστοιχων μελετών.
- Ακρίβεια: Να εξαλείφει, στο μέτρο του δυνατού, την παραμικρή υπόνοια για αβεβαιότητα του τελικού αποτελέσματος.
- Διαφάνεια –Τα αποτελέσματα του ανθρακικού αποτυπώματος που υπολογίζονται σύμφωνα με το πρότυπο PAS 2050, κοινοποιούνται και ελέγχονται από ανεξάρτητο τρίτο μέρος.

Στο **Σχήμα 1** απεικονίζονται τα βήματα υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος σύμφωνα με το πρότυπο PAS 2050.



Σχήμα 1. Πρότυπο PAS 2050: Βήματα υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος

Σύμφωνα με τις οδηγίες του προτύπου, αρχικά πρέπει να διευκρινιστεί αν ο υπολογισμός των παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου κατά τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος ή της υπηρεσίας θα περιλαμβάνει όλα τα στάδια του κύκλου ζωής, από την παραγωγή των πρώτων υλών έως τη διάθεση του προϊόντος στα απόβλητα (cradle to grave) ή τα στάδια από την παραγωγή των πρώτων υλών έως την έξοδο του προϊόντος από τον οργανισμό/επιχείρηση (cradle to gate).

3. Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος στις μεταφορές - Πρότυπο EN 16258

Οι διεθνώς διαθέσιμες μεθοδολογίες που σχετίζονται με τον υπολογισμό των αέριων ρύπων κατά τις εμπορευματικές μεταφορές κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το μέσο μεταφοράς που εξετάζεται, όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 1**:

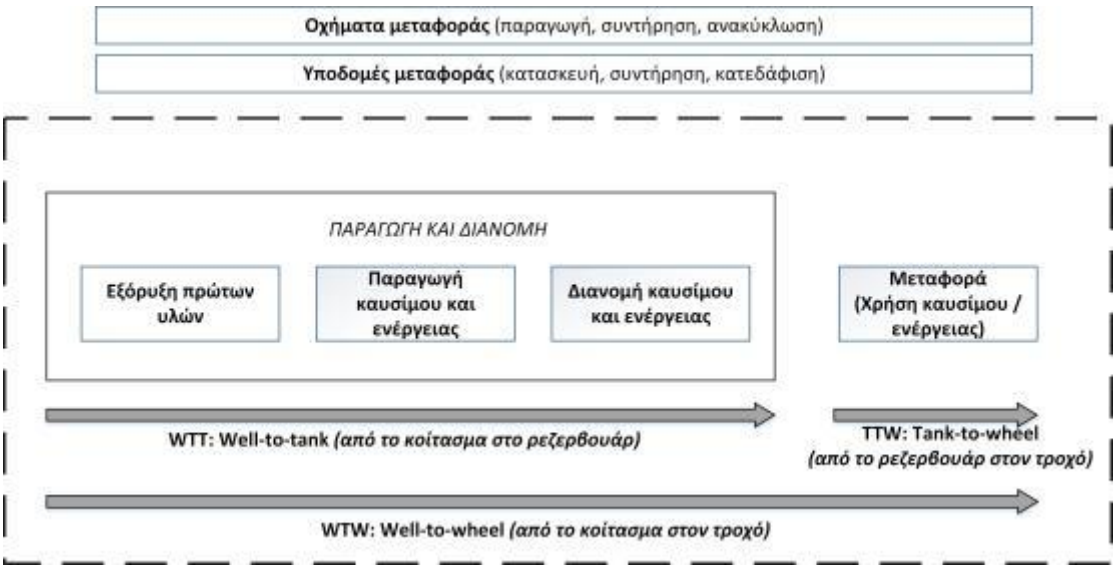
Πίνακας 1: Μεθοδολογίες- Εργαλεία Υπολογισμού Αέριων Ρύπων στις Εμπορευματικές Μεταφορές (Heidi et al., (2013))

		Μέσο μεταφοράς				
		Οδική μεταφορά	**Σιδηροδρομική μεταφορά**	**Παραποτάμια μεταφορά**	**Θαλάσσια μεταφορά**	**Αεροπορική μεταφορά**
Μεθοδολογίες υπολογισμού αέριων εκπομπών	EN 16258	X	X	X	X	X
	Eco TransIT World	X	X	X	X	X
	Carbon Footprint for Metro Group Logistics	X	X		X	X
	Cenex	X				
	COPERT	X				

	Bilan Carbone	X	X	X	X	X
	LIPASTO	X	X		X	X
	NTM	X	X	X		X
	HBEFA	X				
	ARTEMIS	X	X	X	X	
	Smartans Gronn godstransport	X	X			
	Clean Cargo Working Group				X	
	World Ports Climate Initiative				X	

Κάποιες από τις πλέον κατάλληλες μεθοδολογίες για τον υπολογισμό εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στον κλάδο των μεταφορών περιγράφονται στο ευρωπαϊκό πρότυπο *EN 16258 Μεθοδολογία υπολογισμού και δήλωση κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών GHG των υπηρεσιών μεταφοράς (φορτίου και επιβατών).* Για να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια και διαφάνεια κατά τον υπολογισμό των εκπομπών το πρότυπο περιλαμβάνει τυποποιημένες διαδικασίες για τη μέτρηση του CO_2 κατά τη μεταφορά επιμέρους αποστολών και φορτίων.

Με βάση το πρότυπο αυτό σε ένα πρώτο βήμα πρέπει να υπολογιστεί η τελική κατανάλωση ενέργειας (lt καυσίμου, kWh ηλεκτρικής ενέργειας) κάθε τμήματος μεταφοράς και σε ένα δεύτερο βήμα οι τιμές αυτές πρέπει να μετατραπούν με χρήση κατάλληλων συντελεστών μετατροπής, σε τυποποιημένη κατανάλωση ενέργειας (MJ) και εκπομπές ισοδυνάμου CO_2 (kg CO_2e). Οι φάσεις του κύκλου ζωής των υπηρεσιών μεταφορών που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του EN 16258 απεικονίζονται στο **Σχήμα 2** (εντός διακεκομμένης γραμμής). Όπως φαίνεται υπολογίζεται η συνολική κατανάλωση ενέργειας και εκπομπή ρύπων από τα οχήματα λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο την κατανάλωση από το κάθε όχημα (Tank-to-wheel ή TTW), αλλά και την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή και διακίνηση του καυσίμου (Well-to-tank ή WTT).



Σχήμα 2: Πεδίο εφαρμογής του ΕΝ 16258 όσον αφορά στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος.

Ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος σύμφωνα με το πρότυπο ΕΝ 16258 προϋποθέτει την ύπαρξη μιας σειράς πρωτογενών δεδομένων:

- Τύπος οχήματος
- Τύπος καύσιμου
- Κατανάλωση καυσίμου
- Διανυθείσα απόσταση
- Ποσοστό πληρότητας φορτηγού

4. Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος πανελλαδικής μεταφοράς και διανομής ποτών

Η μεθοδολογία που περιγράφεται στο πρότυπο ΕΝ 16258 εφαρμόστηκε για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος που σχετίζεται με την μεταφορά ποτών σε συνθήκες περιβάλλοντος από την Αττική σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια συμπεριλαμβανομένων και νησιωτικών περιοχών.

Η βασική αρχή υπολογισμού βασίζεται στο βάρος της αποστολής και στην απόσταση που διανύθηκε (tkm). Ο βασικός κανόνας υπολογισμού για τον υπολογισμό των εκπομπών των οχημάτων είναι:

Εκπομπές WTW ανά μεταφορά = Απόσταση x Βάρος μεταφερόμενων εμπορευμάτων x (Εκπομπές WTT ανά tkm + Εκπομπές TTW ανά tkm)

Η κατανάλωση ενέργειας χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των εκπομπών των οχημάτων. Η χωρητικότητα σε χρήση (capacity utilization), που ορίζεται ως ο λόγος μεταφερόμενου φορτίου (συμπεριλαμβανομένων των άδειων δρομολογίων) και του ωφέλιμου φορτίου, λήφθηκε υπόψη κατά τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας.

Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου υπολογίστηκαν ως ισοδύναμα διοξειδίου του άνθρακα (CO_2e). Το CO_2e υπολογίζεται ως εξής (σταθμισμένη μάζα):

$$CO_2e = CO_2 + 25 * CH_4 + 298 * N_2O$$

Ο **Πίνακας 2** παρουσιάζει τα δεδομένα και τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς, ενώ ο **Πίνακας 3** τα αποτελέσματα των υπολογισμών ανά προορισμό. Το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα της διανομής των προϊόντων ανέρχεται στους **535,53 tn CO_2e** (WTW).

Πίνακας 2: Δεδομένα και παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς

	Μεταφορά με φορτηγό	**Μεταφορά με πλοίο**
Απόσταση Μεταφοράς	Υπολογισμοί με το εργαλείο EcoTransIT	Υπολογισμοί με το εργαλείο EcoTransIT
Πρότυπα εκπομπών (Emission standards)	Ειδικά πρότυπα εκπομπών της ΕΕ	Χωρίς διαφοροποίηση στα πρότυπα εκπομπών
Συντελεστής πληρότητας (Load Factor)	80% (βάσει στατιστικών στοιχείων)	Βάσει στοιχείων από UNCTAD Maritime Reviews
Συντελεστής δρομολογίων χωρίς φορτίο (Empty trip factor)	80% (βάσει στατιστικών στοιχείων)	Χωρίς άδεια δρομολόγια
Μεγιστο φορτίο (Maximum payload)	Στοιχεία από το εγχειρίδιο συντελεστών εκπομπών για τις οδικές μεταφορές (HBEFA 3.2)	Ανάλογα με το δρομολόγιο
Ειδική κατανάλωση ενέργειας (Ντίζελ, Βαρύ μαζούτ)	Στοιχεία από το εγχειρίδιο συντελεστών εκπομπών για τις οδικές μεταφορές (HBEFA 3.2) θεωρώντας EURO III οχήματα (<7.5 tn μεικτό βάρος)	Υπολογισμοί με το εργαλείο EcoTransIT
Ποσοστό βιοκαυσίμου	Περιεκτικότητα σε βιοκαύσιμα 5% στο συμβατικό ντήζελ	Χωρίς βιοκάυσιμο
Συντελεστές ενέργειας και αερίων θερμοκηπίου	Συμφώνα με EN 16528	Συμφώνα με EN 16528

Πίνακας 3: Αποτελέσματα υπολογισμών ανθρακικού αποτυπώματος ανά προορισμό

ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ	**Ποσότητα εμπορευμάτων (tn)**	**WTW (tn CO_2e)**	**TTW (tn CO_2e)**
Αιτωλοακαρνανία	70,911	4,75	3,83
Αργολίδα	31,939	0,96	0,77
Αρκαδία	21,568	0,84	0,67
Άρτα	11,454	1,00	0,79
Αστυπάλαια	2,179	0,19	0,17
Αττική	2440,123	16,59	13,42
Αχαΐα	112,337	5,73	4,49
Βοιωτία	453,702	10,89	8,62
Γρεβενά	4,248	0,42	0,35
Δράμα	17,345	2,95	2,25
Έβρος	67,126	14,10	11,41
Εύβοια	36,892	0,92	0,74
Ευρυτανία	3,111	0,21	0,16
Ζάκυνθος	46,882	3,66	2,95
Ηλεία	16,002	1,18	0,94
Ημαθία	53,249	5,86	4,63
Ηράκλειο	219,235	30,69	26,31
Θάσος	25,833	4,65	3,87
Θεσπρωτία	11,921	1,43	1,17
Θεσσαλονίκη	1287,412	167,36	128,74

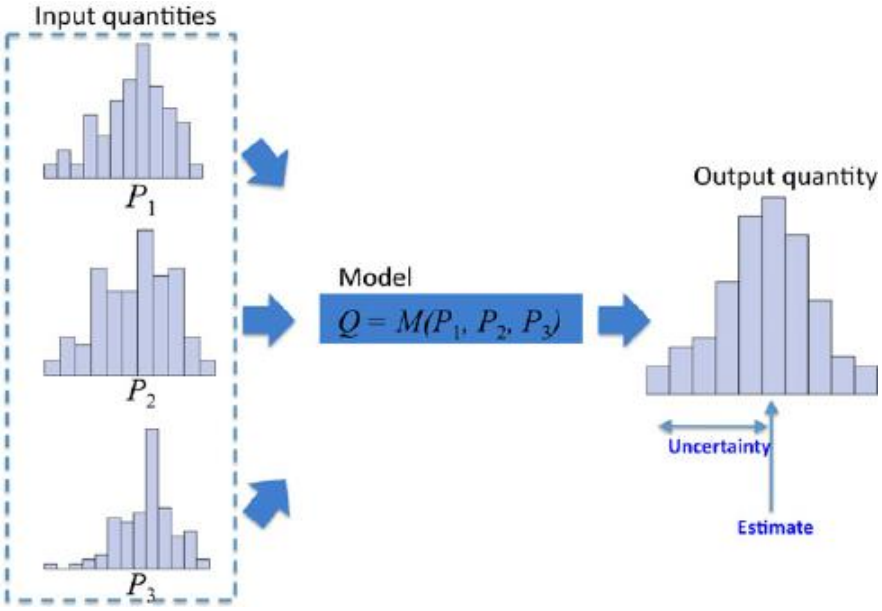
ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ	Ποσότητα εμπορευμάτων (tn)	WTW (tn CO_2e)	TTW (tn CO_2e)
Ικαρία	3,779	0,57	0,53
Ιωάννινα	58,642	5,86	4,87
Καβάλα	17,843	3,03	2,50
Κάλυμνος	5,910	1,71	1,54
Καρδίτσα	11,092	0,78	0,62
Κάρπαθος	2,336	0,40	0,35
Καστοριά	9,575	1,15	0,90
Κέρκυρα	92,422	12,94	10,17
Κεφαλονιά	26,377	2,06	1,66
Κιλκίς	5,209	0,73	0,57
Κοζάνη	3,292	0,36	0,30
Κορινθία	31,654	0,54	0,41
Κήθυρα	5,834	0,49	0,39
Κυκλάδες	200,874	7,83	7,03
Κως	40,180	9,24	8,44
Λακωνία	22,400	1,19	0,94
Λάρισα	132,579	11,53	9,15
Λασίθι	69,593	9,05	8,35
Λέρος	3,415	1,02	0,89
Λέσβος	100,051	33,02	29,01
Λευκάδα	27,913	2,51	1,98
Μαγνησία	99,011	7,52	6,04
Μεσσηνία	46,249	2,82	2,27
Πάτμος	3,339	0,47	0,43
Πέλλα	4,027	0,56	0,44
Πιερία	10,145	1,12	0,88
Πρέβεζα	10,067	0,91	0,72
Πτολεμαΐδα	29,754	3,57	2,80
Ρέθυμνο	17,173	2,75	2,40
Ροδόπη	91,223	18,24	14,60
Ρόδος	186,316	37,26	33,54
Σάμος	13,659	2,19	2,05
Σέρρες	43,478	6,52	5,22
Σύμη	1,029	0,28	0,25
Τρίκαλα	38,095	2,93	2,32
Φθιώτιδα	9,511	0,46	0,36
Φλώρινα	4,154	0,54	0,42
Χαλκιδική	121,253	16,98	13,34
Χανιά	212,943	36,20	31,94
Χίος	41,851	13,81	12,14
ΣΥΝΟΛΟ		**535,53**	439,06

5. Αβεβαιότητα υπολογισμών ανθρακικού αποτυπώματος

Ο οδηγός εφαρμογής του PAS 2050 (Guide to PAS 2050 – How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain) κάνει αναφορά

στην αβεβαιότητα των υπολογισμών του ανθρακικού αποτυπώματος περιλαμβάνοντας οδηγίες για την αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων και για την εκτίμηση της αβεβαιότητας.

Η αβεβαιότητα στο αποτύπωμα άνθρακα προέρχεται από δύο πηγές: την τεχνική αβεβαιότητα και τη φυσική μεταβλητότητα. Η τεχνική αβεβαιότητα δημιουργείται από την περιορισμένη ποιότητα των δεδομένων, την αναποτελεσματική δειγματοληψία, τις λανθασμένες υποθέσεις, την ελλιπή μοντελοποίηση και άλλα προβλήματα στον ίδιο τον υπολογισμό του αποτυπώματος. Αυτοί οι παράγοντες πρέπει να αναλύονται στον υπολογισμό της αβεβαιότητας. Η φυσική μεταβλητότητα αντιπροσωπεύεται στον ορισμό του αποτυπώματος άνθρακα ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας ως μέση ή αντιπροσωπευτική τιμή, επομένως δεν χρειάζεται να προσδιοριστεί ποσοτικά. Επειδή η φύση του υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος περιλαμβάνει εκτιμήσεις και υποκειμενική κρίση, κάθε εισερχόμενο μέγεθος στο μοντέλο έχει κάποιο βαθμό αβεβαιότητας που συνδέεται με αυτό και μπορεί να χαρακτηριστεί με μορφή κατανομής πιθανότητας γύρω από τη μέση τιμή. Η συνιστώμενη προσέγγιση για τον υπολογισμό της αβεβαιότητας είναι η πραγματοποίηση μίας προσομοίωσης Monte Carlo του μοντέλου αποτυπώματος άνθρακα (**Σχήμα 3**).



Σχήμα 3. Βασική αρχή μεθοδολογίας εκτίμησης αβεβαιότητας με τεχνική Monte Carlo

Η ανάλυση αβεβαιότητας παράγει δεδομένα που μπορούν να βοηθήσουν με τους εξής τρόπους:

- Να ποσοτικοποιηθεί η συνολική αβεβαιότητα του αποτυπώματος άνθρακα (εύρος και κατανομή του ανθρακικού αποτυπώματος)
- Να πραγματοποιηθεί ανάλυση ευαισθησίας για τον εντοπισμό σχετικών παραγόντων οι οποίοι έχουν υψηλότερη συνεισφορά στην αβεβαιότητα από άλλους

6. Συμπεράσματα

Ο υπολογισμός ενός αξιόπιστου ανθρακικού αποτυπώματος στις υπηρεσίες μεταφορών είναι ιδιαίτερα σημαντικός καθώς τόσο σε διεθνές όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο υιοθετούνται στρατηγικές με στόχο την μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Ο υπολογισμός και η πιστοποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι ιδιαίτερα σημαντικά για μια επιχείρηση για δύο επιπλέον λόγους: Α. Υποστηρίζεται το φιλικό προς το περιβάλλον προφίλ της επιχείρησης Β. Μέσω του υπολογισμού, αναδύονται αδυναμίες στο σχεδιασμό και στην εκτέλεση των δρομολογίων όπως για παράδειγμα μικρή πληρότητα φόρτωσης οχήματος, παραπάνω διανυθέντα χιλιόμετρα κλπ. Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 16258 μπορεί να αποτελέσει έναν οδηγό σχετικά εύκολα εφαρμόσιμων μεθοδολογιών για τις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον κλάδο των μεταφορών και επιθυμούν να υπολογίσουν το ανθρακικό τους αποτύπωμα. Καθώς οι υπολογισμοί του ανθρακικού αποτυπώματος κάνουν χρήση δεδομένων που βασίζονται σε εκτιμήσεις ή/και υποκειμενική κρίση θα πρέπει να ακολουθείται μια μεθοδολογία όπως αυτή που περιγράφεται στον οδηγό εφαρμογής του PAS 2050 για την εκτίμηση της αβεβαιότητας των υπολογισμών.

7. Βιβλιογραφία

EN 16258, Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers), European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgium, 2012.

Guide to PAS 2050 - How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain, British Standards Institute, London, United Kingdom, 2011.

Heidi A., Uwe C., Igor D., Diederik D.R., Daniel D., Verena E., Alan L., Jaurieke T.: "Calculating Emissions Along Supply Chains – Towards the Development of a Harmonised Methodology", 13th WCTR, July 1518, 2013 – Rio de Janeiro, Brazil

ISO 14040, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland, 2006.

ISO 14044, Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines, International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland, 2006.

PAS 2050, Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, British Standards Institute, London, United Kingdom, 2011.