



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ – ΤΟΜΕΑΣ ΙΙ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

Αποτύπωμα άνθρακα σε μεγάλες εγκαταστάσεις υγείας

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Βασίλειος Μποζούδης

Αθήνα, Απρίλιος 2023

Η σελίδα έμεινε σκόπιμα κενή.

Εξεταστική Επιτροπή

Άγγελος Τσακανίκας	Αναπλ. Καθηγητής ΕΜΠ (<i>Επιβλέπων</i>)
Μαγδαληνή Κροκίδα	Καθηγήτρια ΕΜΠ (<i>Μέλος της Τριμελούς Επιτροπής</i>)
Δημήτριος Κέκος	Ομ. Καθηγήτρια ΕΜΠ (<i>Μέλος της Τριμελούς Επιτροπής</i>)
Επαμεινώνδας Βουτσάς	Καθηγητής ΕΜΠ
Δημήτριος Καρώνης	Καθηγητής ΕΜΠ
Κωνσταντίνα Κόλλια	Καθηγήτρια ΕΜΠ
Αθανάσιος Δημάκης	Καθηγητής Πανεπιστημίου Huddersfield UK

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της διατριβής για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Πολυτεχνείου (ΕΜΠ), δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Στον αείμνηστο καθηγητή και φίλο Ιωάννη Ζιώμα.

Στη μητέρα μου Αθανασία, που την έχασα τόσο νωρίς και τόσο άδικα.

Στις κόρες μου Αθανασία και Κατερίνα.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε κατά το χρονικό διάστημα 2016 – 2022, στα πλαίσια της ανάθεσης του θέματος από τον αείμνηστο καθηγητή Ιωάννη Ζιώμα, Κοσμήτορα της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ). Το αντικείμενο της διατριβής είναι ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος μεγάλων νοσοκομειακών μονάδων και ειδικότερα, του 401 Γενικού Στρατιωτικού Νοσοκομείου Αθηνών (401 ΓΣΝΑ), με τη δημιουργία του απαραίτητου πλαισίου δράσης και της μεθοδολογίας καταμέτρησης-υπολογισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του νοσοκομείου.

Ευχαριστώ πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Άγγελο Τσακανίκα, για τη συνέχιση της επίβλεψης του διδακτορικού μου, μετά την απώλεια του αείμνηστου φίλου και Κοσμήτορα της Σχολής Γιάννη Ζιώμα και για τις υποδείξεις του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής.

Ευχαριστώ θερμά τον φίλο, συνεργάτη, δάσκαλο και επιστήμονα κ. Γιάννη Σέμπο, ΕΔΙΠ της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ, για την άψογη συνεργασία, την αμέριστη και καθοριστική βοήθεια για να γίνουν αποδεκτές προς δημοσίευση στο περιοδικό «Environmental Modeling & Assessment/Springer Nature» δύο εργασίες μας (τα έτη 2021 και 2022), καθώς και για τις οδηγίες που μου παρείχε στα πλαίσια των δύο παρουσιάσεων της προόδου της εργασίας μου στα Πανελλήνια Συνέδρια Χημικής Μηχανικής στη Θεσσαλονίκη (2017) και στην Πάτρα (2022).

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τη σύζυγό μου Ελένη για την υλική και ψυχολογική της υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια της παρούσας προσπάθειας, τον καλό μας φίλο Ηλία, τους φίλους και εξαιρετικούς Χημικούς Μηχανικούς Αργύρη και Ηρακλή, καθώς και τις κόρες μου Αθανασία και Κατερίνα για τη χαρά και τη δύναμη που μου προσφέρουν και που, με τη βοήθεια του Θεού, φιλοδοξώ να τις δω φοιτήτριες του ΕΜΠ!

Αθήνα, Απρίλιος 2023

Βασίλης Μποζούδης

Πρόλογος

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εντάσσεται στο γνωστικό χώρο της «κλιματικής αλλαγής και προστασίας περιβάλλοντος». Εκπονήθηκε μια πρωτότυπη ερευνητική εργασία, στηριζόμενη στα ερευνητικά συμπεράσματα που προέκυψαν. Η διατριβή επικεντρώθηκε στην περιγραφή και την ερμηνεία ενός σύγχρονου μείζονος ζητήματος για τις μεγάλες δομές υγείας και τη νοσοκομειακή περίθαλψη στην Ελλάδα, τον υπολογισμό και τη διαχείριση του «αποτυπώματος άνθρακα» τους. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του Κλάδου της υγείας, λαμβάνουν ολοένα και μεγαλύτερη σημασία, υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής η οποία επηρεάζει και απειλεί τη ζωή του ανθρώπινου πληθυσμού στο σύνολό του.

Αντικείμενο της διατριβής, αποτελεί η μελέτη του ανθρακικού αποτυπώματος του 401 Γενικού Στρατιωτικού Νοσοκομείου Αθηνών (401 ΓΣΝΑ), στοχεύοντας αρχικά στον υπολογισμό του αποτυπώματος άνθρακα που προέρχεται από τις μετακινήσεις και μεταφορές, αλλά και από τις σταθερές πηγές εκπομπών του νοσοκομείου. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης για τον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο νοσοκομείο του Ελληνικού Στρατού. Το κεντρικό ερώτημα της παρούσας διατριβής επομένως διαμορφώνεται ως εξής: «*Ποιο είναι το ανθρακικό αποτύπωμα του 401 ΓΣΝΑ και πως θα μπορούσε αυτό να μειωθεί;*». Κατά συνέπεια, προτείνονται μέτρα μετριασμού για κάθε κατηγορία εκπομπών, ενώ το μεγαλύτερο όφελος θα μπορούσε να επιτευχθεί από τον εξηλεκτρισμό του νοσοκομείου [δεδομένης της συνέχισης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη Χώρας μας με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)], τη μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων (κυρίως του φυσικού αερίου), την εφαρμογή της τηλεϊατρικής και τη μείωση των οδικών μεταφορών από και προς το νοσοκομείο.

Για την απάντηση του κεντρικού ερωτήματος της διατριβής, επιλέχθηκε μια μεθοδολογία που θα μπορούσε να ερμηνεύσει το γενικότερο εννοιολογικό και θεσμικό πλαίσιο, ενώ περιλαμβάνει τη χρήση διαφόρων μεθοδολογικών εργαλείων, καθώς και την ανάπτυξη ενός νέου, απλού εργαλείου υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος του 401 ΓΣΝΑ αρχικά και των λοιπών νοσοκομείων, στη συνέχεια. Η ερευνητική πορεία περιελάμβανε:

- (α) Την ανασκόπηση βιβλιογραφίας και την προετοιμασία μελέτης,
- (β) Τη διεξαγωγή της έρευνας προς συλλογή των απαραίτητων δεδομένων,

(γ) Την επεξεργασία της βάσης δεδομένων με στατιστικά εργαλεία και

(δ) Τη δημιουργία ενός απλού και εύχρηστου εργαλείου υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος.

Η καινοτομία αυτής της ερευνητικής εργασίας πηγάζει από τη διεπιστημονικότητα της έρευνας και τη χρήση νέων δεδομένων που έχουν προκύψει κατά την ερευνητική πορεία.

Η δομή της παρούσας εργασίας ακολουθεί την ερευνητική πορεία. Αρχικά παρουσιάζεται το υπάρχων πλαίσιο σχετικά με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο, η συνεισφορά του κλάδου της υγείας σε αυτό και οι τρόποι υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος. Στη συνέχεια, γίνεται ο επιμέρους και συνολικός υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος του 401 ΓΣΝΑ, που προκύπτει από τις μεταφορές και από τις λοιπές καθημερινές λειτουργίες του νοσοκομείου και προτείνονται κατάλληλες τεχνικές μείωσης του αποτυπώματος που έχουν εφαρμοστεί επιτυχημένα σε παρόμοιες περιπτώσεις. Τέλος, αναπτύχθηκε ένα απλό στη χρήση εργαλείο υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος προσαρμοσμένο στις απαιτήσεις του νοσοκομείου. Πέραν του υπολογισμού του αποτυπώματος, το εργαλείο παρέχει διάφορα διαγράμματα για τον έλεγχο της πορείας των μέτρων μείωσης, ενώ έχει προταθεί και ένα σύνολο δεικτών απόδοσης και καθιστούν εύκολη την ανάγνωση των αποτελεσμάτων.

Για τη διασφάλιση της ποιότητας του κειμένου της εργασίας, οι βιβλιογραφικές αναφορές ακολουθούν ένα από τα διεθνώς αναγνωρισμένα και χρησιμοποιούμενα βιβλιογραφικά πρότυπα «APA 7th Edition». Η γλώσσα σύνταξης της διατριβής είναι η ελληνική, ενώ η δομή του κειμένου ακολουθεί τα πρότυπα των διατριβών του επιστημονικού πεδίου.

Επιπλέον, τονίζεται ότι η διατριβή δεν χρηματοδοτήθηκε από κάποιον φορέα, ούτε εντάσσεται σε κάποιο ερευνητικό πρόγραμμα, επομένως δεν έλαβε οποιοσδήποτε μορφής υποτροφία. Αποτελεί επομένως ένα ανεξάρτητο έργο που στηρίχθηκε στην μελέτη και προσπάθεια του συγγραφέα.

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση για το μέλλον της ανθρωπότητας και μια απειλή για την υγεία των ανθρώπων και την ποιότητα ζωής τους, που θα έχει σημαντικό αντίκτυπο σε όλες τις οικονομικές δραστηριότητες και τις αλυσίδες τροφοδοσίας στο εμπόριο, τον τουρισμό, τη γεωργία, τη δασοκομία, την αλιεία, κτλ.

Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος της νοσοκομειακής περίθαλψης, η οποία παράγει σημαντικές ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου [«greenhouse gases (GHG)»], πρέπει να εξεταστεί και να αναλυθεί με λεπτομέρεια, έτσι ώστε να σχεδιαστούν και να εφαρμοστούν αποτελεσματικά μέτρα μείωσής τους.

Ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα που εκλύεται από τη χρήση των οχημάτων και λοιπών μέσων μετακίνησης/μεταφοράς προσωπικού, ασθενών, επισκεπτών, προμηθευτών και λοιπών δραστηριοτήτων των νοσοκομείων, σε συνδυασμό με την ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία των νοσοκομείων, περιλαμβάνει το φωτισμό, τη θέρμανση, το μαγείρεμα, τη διαχείριση αποβλήτων και άλλες λειτουργίες που αφορούν την καθημερινή λειτουργία του κάθε νοσοκομείου (συγκεκριμένα, της «εσωτερικής λειτουργίας»), αποτελούν δύο κομβικά σημεία μελέτης, υπολογισμών και αναφοράς, για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου σχεδίου δράσης για την εκτίμηση και, στη συνέχεια, μείωση των εκπομπών GHG στον κλάδο της νοσοκομειακής υγείας γενικότερα, της νοσοκομειακής περίθαλψης στην Ελλάδα ειδικότερα και των νοσηλευτικών ιδρυμάτων του Ελληνικού Στρατού στην παρούσα διδακτορική διατριβή.

Αναπτύσσεται και προτείνεται μια μεθοδολογία υπολογισμού και εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπομπών GHG, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος της εν λόγω μείωσής τους σε σχέση με την ποσότητα GHG που εξοικονομείται ανά πηγή εκπομπής τους. Η μεγαλύτερη μείωση εκπομπών GHG, αναμένεται να πραγματοποιηθεί από την απολιγνιτοποίηση του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, εξαιτίας της σταδιακής κατάργησης του λιγνίτη και της αυξανόμενης χρήσης των καυσίμων χαμηλών εκπομπών άνθρακα και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Σημαντικές μειώσεις εκπομπών θα μπορούσαν να επιτευχθούν επίσης, με την παροχή της τηλεϊατρικής περίθαλψης από το σύνολο σχεδόν του ιατρικού προσωπικού του νοσοκομείου, με την ευρύτερη χρήση των υπάρχουσών τεχνολογιών πληροφορικής/επικοινωνιών.

Επιπλέον, προτείνονται:

α. Ένας αριθμός βασικών δεικτών απόδοσης [ΒΔΑ, «key performance indicators (ΚΡΙ)»], ως απλοί και εύκολα μετρήσιμοι δείκτες (metrics) της λειτουργίας του νοσοκομείου, ως προς το στόχο μείωσης των GHG.

β. Συγκεκριμένοι ΒΔΑ για κάθε προτεινόμενη δράση μείωσης, όπως επίσης και ένας γενικός ΒΔΑ, ο οποίος καλύπτει όλες τις ενέργειες μείωσης και τις πηγές εκπομπών «t CO₂eq ανά ασθενή» ή/και «t CO₂eq ανά ημέρα περίθαλψης».

Τέλος, παρέχεται στο αρμόδιο προσωπικό του νοσοκομείου, ένα απλό υπολογιστικό εργαλείο σε μορφή Excel (αρχικά), για την καταγραφή δεδομένων υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος του 401 ΓΣΝΑ, το οποίο θα συνδράμει στη λήψη αποφάσεων από τη διοίκηση για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Λέξεις-κλειδιά: Μεγάλες Νοσοκομειακές Μονάδες, Αποτύπωμα Άνθρακα, Κλιματική Αλλαγή, Εκπομπές Αερίων Θερμοκηπίου (GHG), Συντελεστής Μετατροπής, Οδικές Μεταφορές, Νοσοκομειακή Περίθαλψη, Υπολογιστικό Εργαλείο.

Abstract

It is a scientifically accepted fact that climate change constitutes a major challenge to the future well-being of the whole humanity. It is a growing threat to human health and well-being, one that will seriously impact and potentially disrupt all economic sectors and supply chains, such as trade, tourism, agriculture, forestry, fisheries, etc.

Medical and hospital care facilities generate their own greenhouse emissions. Hospital transportation activities encompass not only the transportation of patients and medical personnel but also the operation of transportation assets associated with the logistical support of hospital operations. Moreover, the environmental impact of the delivery of medical and hospital care, which generates its own greenhouse gas emissions, needs to be examined and analyzed in detail in order to design and implement effective mitigation actions and measures. Hospital internal energy use processes include the energy consumed for hospital operations, such as lighting, heating, cooking, waste treatment, and other functions associated with the logistical and operational support of hospitals.

The present research focuses on the carbon footprint of the transportation functions/activities, and the stationary emission sources of the 401 Military General Hospital of Athens (401 MGHA), in order to calculate it and develop an action plan for the mitigation of greenhouse gas emissions in the hospital-based healthcare of the Hellenic (Greek) Army.

Based on these, a portfolio of energy saving and emission reduction actions is proposed and mapped according to their abatement cost and greenhouse gas (GHG) reduction potential. The estimation of the carbon footprint of the transport activities and of the other stationary emission sources of the hospital (energy consumption, waste treatment, etc.) for the 401 MGHA will be the starting point for the development of an action plan for the estimation and mitigation of GHG emissions in hospital-based healthcare in Greece.

The highest decrease in GHG emissions is expected to be materialized by the decarbonization of the Greek power sector due to the lignite phase-out and increased share of low-carbon fuels and renewable energy sources. Significant emission reduction potential could also be achieved by the replacement of face-to-face hospital visits with telemedicine, primarily by reducing transport-associated emissions. Furthermore, a number of key performance indicators (KPI) are

proposed as simple and easily monitored metrics of the hospital's performance towards its sustainable low-carbon objectives. Specific KPIs per mitigation action are presented, as well as a general KPI that covers all mitigation actions and sources of emissions in the form of 't CO₂eq per patient', or 't CO₂eq per hospitalization day'.

Title of the dissertation in English:

"The carbon footprint of the large health systems: the 401 Military General Hospital of Athens (401 MGHA)"

Keywords: Large Health Systems, Hospitals, Carbon Footprint, Climate Change, Greenhouse Gas Emissions (GHG), conversion factor, Road Transport, Hospital Care, Computing Tool.

Περιεχόμενα

Εξεταστική Επιτροπή	ii
Ευχαριστίες.....	v
Πρόλογος.....	vi
Περίληψη.....	viii
Abstract	x
<i>“The carbon footprint of the large health systems: the 401 Military General Hospital of Athens (401 MGHA)”</i>	xi
Περιεχόμενα.....	xii
Ευρετήριο	xv
Ευρετήριο Πινάκων	xv
Ευρετήριο Διαγραμμάτων	xv
Ευρετήριο Εικόνων	xv
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	1
1.1. Σκοπός της διδακτορικής διατριβής.....	6
1.2. Μεθοδολογική προσέγγιση της διατριβής	7
1.3. Τα κύρια αποτελέσματα και συμπεράσματα.....	9
1.4. Η θέση της διατριβής.....	10
1.5. Η δομή της διατριβής	11
1.6. Ο Εθνικός Κλιματικός Νόμος	12
1.6.1. Εθνική Στρατηγική και Περιφερειακά Σχέδια για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή	13
1.6.2. Αναθεώρηση των κλιματικών στόχων και εφαρμογή γενικών μέτρων	16
1.6.3. Τομείς εφαρμογής βελτιωτικών μέτρων	18
1.6.4. Απαγόρευση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά ορυκτά καύσιμα	19
1.6.5. Προώθηση οχημάτων μηδενικών εκπομπών	19
1.6.6. Εθνικό Παρατηρητήριο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή.....	21
1.7. Η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή	23
1.8. Η Δέσμη μέτρων «Fit for 55» - Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία.....	25
1.9. Η συμμετοχή του κλάδου της υγείας στις εκπομπές GHG.....	36
1.10. Πρωτόκολλο GHG	40

1.11. Υπολογιστικά εργαλεία αποτυπώματος άνθρακα	42
1.11.1. WWF Footprint Calculator	42
1.11.2. Clim'Foot, Bilan Carbone.....	43
1.11.3. CoolClimate	44
1.11.4. Carbon Footprint.....	45
1.11.5. TerraPass	47
1.11.6. MacKay Carbon Calculator	49
1.12. Εκπομπές πεδίου εφαρμογής 1, 2 και 3.....	50
1.12.1. GHG στην Ελλάδα	51
Κεφάλαιο 2 Το αποτύπωμα άνθρακα στις μεταφορές του 401 Γενικού Στρατιωτικού Νοσοκομείου Αθηνών (ΓΣΝΑ)	53
2.1. Εισαγωγή	53
2.2. Το 401 ΓΣΝΑ	53
2.3. Οι υπολογισμοί του αποτυπώματος άνθρακα.....	55
2.3.1. Ασθενείς και επισκέπτες.....	56
2.3.2. Μεθοδολογία υπολογισμών.....	57
2.3.3. Προσωπικό	70
2.3.4. Νοσοκομειακά οχήματα	71
2.3.5. Προμηθευτές.....	71
2.3.6. Αποκομιδή απορριμμάτων	71
2.4. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	72
2.4.1. Καθορισμός στόχου	73
2.4.2. Ενέργειες μείωσης εκπομπών GHG	74
2.5. Συμπεράσματα	86
Κεφάλαιο 3 Το Αποτύπωμα Άνθρακα «Carbon Footprint (CF)» της εσωτερικής λειτουργίας του 401 Γενικού Στρατιωτικού Νοσοκομείου Αθηνών.....	88
3.1. Οι υπολογισμοί του αποτυπώματος άνθρακα.....	88
3.1.1. Ηλεκτρισμός	88
3.1.2. Ορυκτά καύσιμα	89
3.1.3. Φθοριούχα αέρια.....	89
3.1.4. Διαχείριση στερεών απορριμμάτων.....	97
3.2. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	100
3.2.1. Νοσοκομειακό αποτύπωμα άνθρακα	100

3.2.2. Εκτίμηση αβεβαιότητας στους υπολογισμούς του ανθρακικού αποτυπώματος	101
3.2.3. Σχέδιο δράσης.....	103
3.2.4. Νοσοκομειακοί Βασικοί Δείκτες Απόδοσης (ΒΔΑ)	104
3.2.5. Ευρύτερος εξηλεκτρισμός του 401 ΓΣΝΑ.....	105
3.2.6. Ορυκτά καύσιμα	110
3.2.7. Μεταφορές ασθενών από και προς το νοσοκομείο.....	111
3.2.8. Συστήματα Κλιματισμού και Ψυγεία.....	112
3.2.9. Άλλες ενέργειες μείωσης	112
3.2.10. Το κόστος της μείωσης των εκπομπών GHG	113
3.3. Συμπεράσματα	116
Κεφάλαιο 4 Μοντέλο υπολογισμού Αποτυπώματος Άνθρακα	118
4.1. Περιγραφή εργαλείου υπολογισμού GHG του 401 ΓΣΝΑ.....	119
4.2. Δομή εργαλείου υπολογισμού	119
4.2.1. Φύλλο Υπολογισμού: Ηλεκτρική ενέργεια-ορυκτά καύσιμα	120
4.2.2. Φύλλο Υπολογισμού: Απορρίμματα-ανακύκλωση.....	121
4.2.3. Φύλλο Υπολογισμού: Οδικές κινήσεις μεταφορές.....	121
4.2.4. Φύλλο Υπολογισμού: Λοιπές κατηγορίες.....	123
4.2.5. Φύλλο Υπολογισμού: Σύνοψη και γραφήματα	123
4.2.6. Φύλλο Υπολογισμού: Βασικοί δείκτες απόδοσης ΒΔΑ (KPIs)	126
Επίλογος	129
Βιβλιογραφία	133
Διαδίκτυο.....	137
Ερωτηματολόγιο διδακτορικής διατριβής	
Βεβαιώσεις παρουσίασης σε ΠΣΧΜ	

Ευρετήριο

Σε αυτή την εισαγωγική ενότητα παρουσιάζονται τα ευρετήρια Πινάκων, Διαγραμμάτων και Σχημάτων-Εικόνων, της παρούσας διατριβής.

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1-1	Επτά παράγοντες για ένα φιλικό προς το περιβάλλον («πράσινο») νοσοκομείο...	39
Πίνακας 2-1	Μέσο μεταφοράς ασθενών/επισκεπτών/προσωπικού.....	61
Πίνακας 2-2	Απόσταση που διανύθηκε (σε km), ανά είδος μέσου μεταφοράς, από τους ασθενείς και επισκέπτες.	64
Πίνακας 2-3	Συντελεστές μετατροπής GHG (σε kg CO ₂ e) ανά άτομο και ανά μέσο μεταφοράς ασθενών/επισκεπτών/προσωπικού.	68
Πίνακας 2-4	Εκπομπές GHG ανά μέσο μεταφοράς, από τους ασθενείς/επισκέπτες.....	69
Πίνακας 2-5	Εκπομπές GHG ανά μέσο μεταφοράς, του προσωπικού του 401 ΓΣΝΑ.....	70
Πίνακας 2-6	Το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα των οδικών μεταφορών στο 401 ΓΣΝΑ.	72
Πίνακας 2-7	Εκπομπές GHG ανά μέσο μεταφοράς ανά άτομο.	74
Πίνακας 3-1	Αντιψυκτικά ανά κατηγορία.....	92
Πίνακας 3-2	Το αποτύπωμα άνθρακα από την εσωτερική λειτουργία του 401 ΓΣΝΑ.	100
Πίνακας 3-3	Εκτίμηση αβεβαιότητας του αποτυπώματος άνθρακα του 401 ΓΣΝΑ.	102
Πίνακας 3-4	Προτεινόμενες μειώσεις εκπομπών GHG μέχρι το έτος 2030.....	103

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2-1	Ανάλυση του δείγματος.	62
Διάγραμμα 2-2	Κατανομή για μετακινήσεις με ΙΧ.	62
Διάγραμμα 2-3	Κατανομή για μετακινήσεις με το μετρό.	63
Διάγραμμα 2-4	Κατανομή για μετακινήσεις με μοτοσικλέτα.	63
Διάγραμμα 2-5	Ανάλυση της απόστασης ανά μεταφορικό μέσο.....	65
Διάγραμμα 2-6	Κατανομή για απόσταση με ΙΧ.....	65
Διάγραμμα 2-7	Κατανομή για απόσταση με το μετρό.....	66
Διάγραμμα 2-8	Κατανομή για απόσταση με λεωφορείο.....	66

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1–1	Λογότυπο για χρήση στην επισήμανση με αναφορά στο ανθρακικό αποτύπωμα του προϊόντος	4
------------	---	---

Εικόνα 1–2 Οι κλάδοι που περιλαμβάνονται στη δέσμη μέτρων «Fit for 55». Πηγή: https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/	26
Εικόνα 1–3 Τα μέτρα της δέσμης «Fit for 55» που αφορούν τον τομέα των μεταφορών. Πηγή: https://epthinktank.eu/2022/06/05/fit-for-55-package/	27
Εικόνα 1–4 Το χρονοδιάγραμμα των φάσεων του Μηχανισμού συννοριακής προσαρμογής άνθρακα (ΜΣΠΑ-CBAM). Πηγή: https://www.cleanenergywire.org/factsheets/emission-reduction-panacea-or-recipe-trade-war-eus-carbon-border-tax-debate	28
Εικόνα 1–5 Στόχοι μείωσης εκπομπών ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τη δέσμη μέτρων «Fit for 55». Πηγή: https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-effort-sharing-regulation/	29
Εικόνα 1–6 Νέοι στόχοι σχετικά με τις εκπομπές των αυτοκινήτων και ημιφορτηγών στην ΕΕ. Πηγή: https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-emissions-cars-and-vans/ 30	30
Εικόνα 1–7 Τα μέτρα της δέσμης «Fit for 55» για τις θαλάσσιες και αεροπορικές μεταφορές. Πηγή: https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-afir-alternative-fuels-infrastructure-regulation/	32
Εικόνα 1–8 Τα μέτρα της δέσμης «Fit for 55» για τις οδικές μεταφορές. Πηγή: https://epthinktank.eu/2022/06/05/fit-for-55-package/	33
Εικόνα 1–9 Οι κατηγορίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ. Πηγή: https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-how-the-eu-plans-to-boost-renewable-energy/	34
Εικόνα 1–10 Εργαλείο WWF Footprint Calculator. Πηγή: https://footprint.wwf.org.uk/#/questionnaire	43
Εικόνα 1–11 Εργαλείο Clim'Foot, Bilan Carbone. Πηγή: https://www.climfoot-project.eu/en/bilan-carbone®-clim'foot-tool	44
Εικόνα 1–12 Εργαλείο CoolClimate. Πηγή: https://coolclimate.berkeley.edu/calculator	45
Εικόνα 1–13 Εργαλείο Carbon Footprint. Πηγή: https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx	46
Εικόνα 1–14 Εργαλείο TerraPass, ατομική έκδοση. Πηγή: https://terrapass.co.uk/carbon-footprint-calculator	47
Εικόνα 1–15 Εργαλείο TerraPass, έκδοση επιχείρησης. Πηγή: https://terrapass.co.uk/carbon-footprint-calculator	48
Εικόνα 1–16 Εργαλείο TerraPass, έκδοση εκδήλωσης. Πηγή: https://terrapass.co.uk/carbon-footprint-calculator	49
Εικόνα 1–17 Εργαλείο MacKay. Πηγή: https://mackaycarboncalculator.beis.gov.uk/overview/emissions-and-primary-energy-consumption	50
Εικόνα 2–1 Η κεντρική πύλη εισόδου του 401 ΓΣΝΑ (ΓΣΝΑ 401, 2021).....	54
Εικόνα 2–2 Το Θεώρημα Κεντρικού Ορίου (Παπαδόπουλος, 2022).....	57
Εικόνα 2–3 Η τυποποιημένη κανονική κατανομή. Στον Χ-άξονα το διάστημα εμπιστοσύνης Z και στον Υ-άξονα η πιθανότητα («probability»). Με την μπλε επιφάνεια απεικονίζονται όλες οι μετρήσεις που συμπεριλαμβάνονται στο 95% του διαστήματος εμπιστοσύνης («Wald	

interval»). Παρατηρούμε ότι, τα όρια του Z είναι μεταξύ του -1,96 και +1,96 για το 95% διάστημα εμπιστοσύνης, καθόσον εξαιρούμε τις μετρήσεις 2,5% στα αριστερά και δεξιά του παραπάνω μπλε επιφάνειας.....	59
Εικόνα 2–4 Οι ειδικά εξοπλισμένοι χώροι του Εθνικού Δικτύου Τηλεϊατρικής (ΕΔΙΤ). Πηγή: https://edit.gov.gr/index.php/sxetika-me-to-edit/103-edit/280-ti-perilamvanei-to-edit	79
Εικόνα 3–1 Ψυγείο του τμήματος αιμοδοσίας του 401 ΓΣΝΑ.....	93
Εικόνα 3–2 Ψυγείο φύλαξης ιατρικών αποβλήτων του 401 ΓΣΝΑ.....	94
Εικόνα 3–3 Πλάγια όψη ενός κτιρίου του 401 ΓΣΝΑ με συστοιχίες παραγωγής ψυχρού νερού στην οροφή.	95
Εικόνα 3–4 Τρεις συστοιχίες παραγωγής ψυχρού νερού στην οροφή του 401 ΓΣΝΑ.....	96
Εικόνα 3–5 Συλλέκτης προσαγωγής ψυχρού νερού του 401 ΓΣΝΑ.	97
Εικόνα 3–6 Παράδειγμα εφαρμογής φωτοβολταϊκών συστημάτων σε χώρους στάθμευσης ΙΧ («parking lot PV canopy installations»).....	109
Εικόνα 3–7 Πρόταση τοποθέτησης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε οροφή κτιρίου του 401 ΓΣΝΑ.....	109
Εικόνα 3–8 Προτεινόμενες ενέργειες μείωσης που χαρακτηρίζονται από το κόστος μείωσης και την πιθανή μείωση των GHG.	115
Εικόνα 4–1 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού εκπομπών από ηλεκτρική ενέργεια και ορυκτά καύσιμα.	120
Εικόνα 4–2 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού εκπομπών από απορρίμματα.	121
Εικόνα 4–3 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού εκπομπών από οδικές μετακινήσεις-μεταφορές.	122
Εικόνα 4–4 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού εκπομπών από λοιπές κατηγορίες.....	123
Εικόνα 4–5 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού συνολικού αποτυπώματος άνθρακα.	124
Εικόνα 4–6 Απεικόνιση κατανομής αποτυπώματος εσωτερικής λειτουργίας.	124
Εικόνα 4–7 Γραφήματα ενεργειακού αποτυπώματος ανά κατηγορία και συνολικών ετήσιων εκπομπών αντίστοιχα.....	125
Εικόνα 4–8 Απεικόνιση πίνακα υπολογισμού βασικών δεικτών απόδοσης.....	126
Εικόνα 4–9 Γραφήματα βασικών δεικτών απόδοσης.	127

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα και, ταυτόχρονα, προκλήσεις για την ανθρωπότητα, ως μια πολυεπίπεδη πρόκληση και απειλή για την ευημερία των ανθρώπων σε όλο τον κόσμο, που αλλάζει βασικές παραμέτρους του περιβάλλοντος (π.χ. το λιώσιμο των πάγων) και επηρεάζει το παγκόσμιο οικοσύστημα (π.χ. η άνοδος της στάθμης της θάλασσας). Αυτές οι απότομες αλλαγές στο περιβάλλον του πλανήτη μας, προκαλούν πολλαπλά περιβαλλοντικά, πολιτικά, οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα, όπως για παράδειγμα οι επίμονες ξηρασίες που δυσχεραίνουν ή και καταστρέφουν την αγροτική παραγωγή τροφίμων και οδηγούν στο θάνατο ή στη μαζική μετανάστευση ανθρώπων, οι πολύ έντονες καταιγίδες που οδηγούν σε ζημιές σημαντικών οικονομικών υποδομών, κτλ.

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου [«greenhouse gases (GHG)»] που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα, αυξάνονται συνεχώς και οδηγούν στην αλλαγή του κλίματος της Γης. Επιστήμονες και αναλυτές επισημαίνουν ότι, η παγκόσμια υπερθέρμανση του πλανήτη θα είναι η μελλοντική απειλή για την ανθρωπότητα (Javadinejad et al., 2021; Ostad-Ali-Askari et al., 2020; Talebmorad et al., 2021), χωρίς να διαφαίνεται κάποια βελτίωση ή και περιορισμός της, ειδικά μετά το ξέσπασμα του πολέμου στην Ουκρανία. Είναι επιτακτική πλέον η ανάγκη για την υιοθέτηση ενός παγκόσμιου, ρεαλιστικού, μακρόπνοου σχεδίου δράσης, που θα περιλαμβάνει την ορθολογική χρήση των διατιθέμενων ενεργειακών πόρων, την εξεύρεση εναλλακτικών «καθαρών» πηγών ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών αερίων, κυρίως του CO₂.

Τα 7 κύρια GHG στην ατμόσφαιρα της Γης, είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το όζον (O₃), οι υδρατμοί (H₂O), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) και τα φθοριούχα αέρια [«industrial gases»: υδροφθοράνθρακες (HFCs), υπερφθοράνθρακες (PFCs), εξαφθοριούχο θείο (SF₆), τριφθοριούχο άζωτο (NF₃)]. Όλες αυτές οι αεριούχες ενώσεις δημιουργούν ένα στρώμα (των GHG) στην στρατόσφαιρα, που επιτρέπει να εισέλθει στη Γη η υπέρυθη ακτινοβολία του ήλιου και, ταυτόχρονα, εγκλωβίζουν μέρος αυτής της ακτινοβολίας (δηλαδή της θερμότητας, η οποία επανεκπέμπεται στην επιφάνεια της Γης) στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν σε ένα ποσοστό ακτινοβολίας να επιστρέφει στο διάστημα. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Μέσω αυτού η γη

διατηρείται ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Δίχως αυτό, η γη θα ήταν κρύα περίπου -20°C , και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή. Αντιθέτως, η μέση θερμοκρασία της γης διατηρείται στο επίπεδο των 15°C , χάρις στο φαινόμενο αυτό. Τα αέρια του θερμοκηπίου σχηματίζουν ένα «στρώμα» πάνω από το έδαφος της γης σε συγκεκριμένο ύψος, ώστε αφού επιτρέψουν να εισέλθει η υπέρυθρη ακτινοβολία του ήλιου, αυτή απορροφάται κατά ένα μέρος από τη γη και την ατμόσφαιρα. Η γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1366 W/m^2 , στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα γης - ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα. Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της γης. Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας, που η γη δέχεται (που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1366 W/m^2), απορροφάται, κατά 16% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς. Ένα μέρος λοιπόν της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την είσοδο της, περνά αναλλοίωτη στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται προς τα πάνω με μεγαλύτερο μήκος κύματος, ενώ μια ποσότητα απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το στρώμα των αερίων λοιπόν, επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το CO_2 είναι το πιο σύνηθες παραγόμενο GHG από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και είναι υπεύθυνο για το 64% της παγκόσμιας υπερθέρμανσης που οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα. Μετά την έναρξη της Βιομηχανικής Επανάστασης (γύρω στο 1750), οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν παράγει μια αύξηση 45% στην ατμοσφαιρική πυκνότητα του διοξειδίου του άνθρακα, από 280 mg/L το έτος 1750 σε 415 mg/L το έτος 2019 (Careri et al., 2012; Pachauri and Meyer, 2014; Schneider, 1997; Sebos et al., 2016). Σύμφωνα με το «National Centers for Environmental Information (NOAA, 2019)», η συνδυασμένη θερμοκρασία της ξηράς και των ωκεανών έχει αυξηθεί κατά μέσο όρο $+0,07^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία από το έτος 1880 μέχρι το έτος 1980 και $+0,18^{\circ}\text{C}$ από το έτος 1981 και έπειτα. Σύμφωνα με την ίδια πηγή, το πρόβλημα στην Ευρώπη είναι αρκετά εντονότερο, με τη θερμοκρασία ανά δεκαετία να αυξάνεται κατά $0,45^{\circ}\text{C}$ από το 1981. Παράλληλα, τα τελευταία επτά έτη, από το 2013 έως το 2021, συγκαταλέγονται μεταξύ των δέκα θερμότερων ετών που έχουν καταγραφεί, ενώ για 45

συνεχόμενα έτη η παγκόσμια θερμοκρασία ξεπερνά το μέσο όρο του 20^{ου} αιώνα (NOAA, 2021).

Από τα τέλη του 20^{ου} αιώνα, γίνονται σοβαρές προσπάθειες από την παγκόσμια κοινότητα για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων της ανθρωπίνης παρουσίας στο περιβάλλον, με διεθνείς δεσμεύσεις [«Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη» (γνωστότερη ως συνάντηση κορυφής για την προστασία της Γης) το 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο, το Πρωτόκολλο του Κιότο το 1997, τη Διάσκεψη του Ρίο το 2012, η διάσκεψη του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή στο Παρίσι («Conference of Parties, COP21»), στις 10 Δεκ 2015, κτλ], με εθνικές προσπάθειες μείωσης εκπομπών¹, αλλά και την απαίτηση πολλών ευαισθητοποιημένων πολιτών - καταναλωτών να επιλέγουν φιλικότερες προς το περιβάλλον υπηρεσίες, παροχές, προϊόντα, που οδηγούν τις επιχειρήσεις, τους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, οργανισμούς², κτλ, στο να έχουν έναν ποιο ενεργό ρόλο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η επισήμανση των καταναλωτικών προϊόντων που παράγονται από μεγάλο αριθμό εταιρειών, μέσω μιας οπτικής αναπαράστασης επί των συσκευασιών, της ποσότητας των εκπομπών των GHG αερίων τα οποία παράγονται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, από τα αρχικά στάδια της δημιουργίας έως την τελική χρήση ή την απόρριψη του προϊόντος, είναι αποτέλεσμα της αυξανόμενης ευαισθητοποίησης των καταναλωτών αλλά και των επιχειρήσεων για την προστασία του περιβάλλοντος.

¹Για παράδειγμα, στο πλαίσιο της εκτίμησης του αποτυπώματος διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) των ελληνικών νομών από ενεργειακές χρήσεις του οικιακού τομέα για το 2010, διοργανώθηκε το Πρωτάθλημα Εξοικονόμησης Ενέργειας (Π.ΕΞ.Ε, WWF Ελλάς και Helesco), έγινε καταγραφή του σε επίπεδο νοικοκυριού, στις δραστηριότητες που αφορούν στη χρήση θερμότητας με συμβατικά καύσιμα (θέρμανση, μαγείρεμα, ζεστό νερό), στη χρήση ηλεκτρισμού (φωτισμός, κλιματισμός, ηλεκτρικές συσκευές), στις μεταφορές (το τμήμα που αφορά στη μετακίνηση των πολιτών), αλλά και σε δευτερογενείς δραστηριότητες.

²Οργανισμός: κάθε φορέας ή υπηρεσία με δημόσιο χαρακτήρα, που λειτουργεί για την επίτευξη ενός στόχου.



Εικόνα 1–1 Λογότυπο για χρήση στην επισήμανση με αναφορά στο ανθρακικό αποτύπωμα του προϊόντος³

Προκειμένου να μειωθούν τα 7 GHG που αναφέρονται στο Συνέδριο για την Κλιματική Αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών [«United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)»], τα οποία έχουν αναγνωριστεί ως οι κύριοι ανθρωπογενής παράγοντες της παγκόσμιας υπερθέρμανσης του πλανήτη (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆ και NF₃), όλα τα έθνη θα πρέπει να αναπτύξουν φιλικούς προς το περιβάλλον κανονισμούς, αλλά και να λάβουν αντίστοιχα μέτρα στοχεύοντας στον περιορισμό της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας παγκοσμίως. Καλούνται επιπλέον να υποβάλουν εκθέσεις σχετικά με τα μέτρα που υιοθετήθηκαν και να συνεισφέρουν από κοινού και μεμονωμένα στην επιστροφή στα επίπεδα εκπομπών του 1990.

Σύμφωνα με την συμφωνία των Παρισίων («Paris Agreement», 2016), τα 193 μέλη που την έχουν υπογράψει έχουν δεσμευτεί να υλοποιήσουν μια σειρά μετασχηματισμών με απώτερο στόχο τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η συμφωνία λειτουργεί σε κύκλους πέντε ετών, με ολοένα και πιο φιλόδοξους στόχους. Μέχρι το 2020, υποχρεούνται να

³Η εταιρεία Carbon Trust (<http://www.carbontrust.com>), ανέπτυξε το Σήμα Μείωσης του Ανθρακικού Αποτυπώματος (*Carbon Reduction Label*). Το Σήμα διαβεβαιώνει τους καταναλωτές ότι, η επιχείρηση που το χρησιμοποιεί στην επισήμανση και τη διαφήμιση των προϊόντων της έχει υπολογίσει τις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής τους. (Πηγή: http://gr.dsorganic.com/services/carbon-footprinting-services/project-certification/?subscribe=already#blog_subscription-3)

αναφέρουν τις εκπομπές GHG της χώρας τους στο UNFCCC και να υποβάλουν τις Εθνικές Δεσμεύσεις [«National Determined Contributions (NDC)»], τις οποίες σκοπεύουν να πετύχουν μέσα στα επόμενα έτη. Μέσα από τη συμφωνία, παρέχεται επίσης ένα πλαίσιο οικονομικής και τεχνικής βοήθειας από τις αναπτυγμένες χώρες, προς τις αυτές που το χρειάζονται. Τα εθνικά σχέδια μείωσης των εκπομπών GHG, πρέπει να περιορίσουν την αύξηση της θερμοκρασίας στους 2°C, και κατά προτίμηση στον 1,5°C σε σύγκριση με το προβιομηχανικά επίπεδα, λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές και βιομηχανικές συνθήκες κάθε χώρας (UNFCCC,2015).

Όπως εκτιμά η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας, η Κίνα, η Ινδία, η Ευρώπη και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (Η.Π.Α.) παράγουν το 80% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) που παράγεται συνολικά σε όλον τον πλανήτη, όμως οι ενέργειές τους δεν αρκούν για να επιλυθεί η κλιματική κρίση.

Οι εταιρίες ορυκτών καυσίμων αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια στο χάρτη των παγκόσμιων εκπομπών GHG. Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα δεδομένα, τριάντα εταιρίες ορυκτών καυσίμων παράγουν σχεδόν το 50% του μεθανίου που εκπέμπεται από τον ενεργειακό τομέα στον πλανήτη. Επιπλέον, κρατικές εταιρίες απολυταρχικών καθεστώτων (Σαουδική Αραβία, Ρωσία, Κίνα κ.α.) είναι οι δώδεκα μεγαλύτεροι ρυπαντές-πετρελαϊκές εταιρίες, με αυτές να παράγουν σχεδόν 3.000 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα. Για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης του χειμώνα 2022-23, οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες γέμισαν τις υπόγειες αποθήκες τους με φυσικό αέριο, ωστόσο η Ελλάδα είναι κραυγαλέα απύσχα στο συγκεκριμένο σχέδιο προετοιμασίας. Η διάθεση φυσικού αερίου αποτελεί καίριο κομμάτι για τη βιομηχανία αλλά και την οικιακή χρήση. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και η βιομηχανία στηρίζονται σε ποσοστό περίπου 30% στη χρήση φυσικού αερίου, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για την οικιακή θέρμανση είναι στο 25%. Η ενεργειακή ακρίβεια ωθεί αρκετές βιομηχανίες στη χρήση του φθηνότερου άνθρακα, με τις επιπτώσεις για το περιβάλλον να είναι σημαντικές. Σε εγχώριο επίπεδο, η Ελλάδα βρίσκεται στις χώρες με τους υψηλότερους ρυθμούς ενεργειακής φτώχειας, με σχεδόν ένα στα πέντε νοικοκυριά να αδυνατούν να θερμάνουν επαρκώς την οικία τους (Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 2022).

1.1. Σκοπός της διδακτορικής διατριβής

Ο σκοπός αυτής της διδακτορικής διατριβής είναι, η δημιουργία του απαραίτητου πλαισίου δράσης και η μεθοδολογία καταμέτρησης-υπολογισμού των GHG, με σκοπό την ανάπτυξη ενός:

α. Σχεδίου δράσης για τη μείωση των εκπομπών αερίων στη στρατιωτική νοσοκομειακή περίθαλψη (αρχικά) και, γενικότερα, στη νοσοκομειακή περίθαλψη.

β. Εργαλείου καταγραφής και υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος του 401 ΓΣΝΑ (σε πρώτη φάση, το οποίο δύναται να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα νοσοκομεία), για την παροχή στη διοίκηση του νοσοκομείου όλων των δεδομένων που θα οδηγούν στη λήψη μέτρων μείωσής του, το οποίο θα :

- ✓ Είναι εύχρηστο, απλό, κατανοητό και πρακτικό.
- ✓ Συμπεριλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες του νοσοκομείου, για τον ακριβή υπολογισμό των GHG του.
- ✓ Χρησιμοποιεί τους συντελεστές μετατροπής που θα προκύπτουν από την ετήσια αναφορά του αρμόδιου υπουργείου [Ministry of Environmental and Energy (MEEN)]
- ✓ Υπολογίζει και ταυτόχρονα παρουσιάζει τα ζητούμενα αποτελέσματα, παρέχοντας ταυτόχρονα γραφήματα αυτών και συγκρίσιμα στοιχεία παρελθόντων ετών ή και πρόβλεψη των επόμενων.

Το αποτύπωμα άνθρακα του 401 Γενικού Στρατιωτικού Νοσοκομείου Αθηνών (401 ΓΣΝΑ), του μεγαλύτερου στρατιωτικού νοσοκομείου της Ελλάδας, υπολογίζεται για πρώτη φορά. Η ανάλυση των εκπομπών και τα σχετικά δεδομένα, λήφθηκαν μεταξύ Ιανουαρίου 2018 και Δεκεμβρίου 2018.

Δημιουργήθηκε μια μεθοδολογία καταγραφής και υπολογισμού των GHG, ένα χαρτοφυλάκιο δράσεων για την τυποποιημένη μέτρηση και μείωσή τους, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη ενός σχεδίου δράσης για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων στη νοσοκομειακή περίθαλψη του Ελληνικού Στρατού. Με βάση αυτή την ανάλυση, Βασικοί Δείκτες Απόδοσης (ΒΔΑ) προτείνονται σαν απλό μέτρο για την εκτίμηση της λειτουργίας του νοσοκομείου, σε σχέση με ένα χαρτοφυλάκιο δράσεων μείωσης των αερίων και την επίτευξη του στόχου χαμηλών εκπομπών GHG. Επιπρόσθετα, προτείνεται ένας απλός και εύκολος τρόπος καταγραφής, ένα σύστημα παρακολούθησης (monitoring scheme) του αποτυπώματος

άνθρακα των δραστηριοτήτων, καθώς και μέτρα δραστικής μείωσης των εκπομπών CO₂ του 401 ΓΣΝΑ. Για το σκοπό αυτό, έχει δημιουργηθεί ένα υπολογιστικό αρχείο που θα δοθεί στο προσωπικό του 401 ΓΣΝΑ για να είναι σε θέση να παρακολουθεί και να λαμβάνει μέτρα (εφόσον απαιτηθεί) για τον περιορισμό των εκπομπών GHG του νοσοκομείου. Τέλος, παρουσιάζονται ΒΔΑ της λειτουργίας του νοσοκομείου, για τον υπολογισμό του κόστους μείωσης των εκπομπών GHG, σε συσχέτισμό με την πιθανή μείωση αυτών (Bozoudis et al., 2022).

1.2. Μεθοδολογική προσέγγιση της διατριβής

Για την απάντηση του κεντρικού ερωτήματος της διατριβής, επιλέχθηκε μια μεθοδολογία που θα μπορούσε να ερμηνεύσει το γενικότερο εννοιολογικό και θεσμικό πλαίσιο, ενώ περιλαμβάνει τη χρήση διαφόρων μεθοδολογικών εργαλείων. Η ερευνητική πορεία περιελάμβανε την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και την μελέτη αυτής, τη διεξαγωγή της έρευνας με την επιτόπια συλλογή των απαραίτητων δεδομένων σε συνεργασία με το προσωπικό του 401 ΓΣΝΑ, την καταγραφή των στοιχείων που συλλέχθηκαν καθώς και τη μέτρηση για πρώτη φορά του όγκου των μη ιατρικών αποβλήτων του 401 ΓΣΝΑ (συμπεριλαμβάνονται και τα προς ανακύκλωση υλικά) καθώς και του μεταφορικού μέσου που χρησιμοποιείται από το προσωπικό, τους ασθενείς και τους επισκέπτες του νοσοκομείου το έτος 2018. Ακολούθησε η αρχική δημιουργία και η επεξεργασία της βάσης δεδομένων με στατιστικά εργαλεία για τη δημιουργία ενός εύχρηστου εργαλείου υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος.

Αναλυτικότερα, αρχικά πραγματοποιήθηκε μια ευρεία και σε βάθος βιβλιογραφική επισκόπηση και προετοιμασία της έρευνας. Η συγκεκριμένη φάση είχε τους εξής στόχους:

1. Να συλλεχθούν χρήσιμες πληροφορίες από ερευνητικά έργα που έχουν γίνει έως τώρα, ώστε να αξιοποιηθούν στο σχεδιασμό της ερευνητικής φάσης.
2. Να αναπτυχθεί το γενικότερο πλαίσιο γύρω από τη διατριβή.
3. Να υλοποιηθεί ένα πλήρες και δομημένο ερωτηματολόγιο για την έρευνα πεδίου, ώστε να συλλεχθούν τα απαραίτητα δεδομένα για την απάντηση των ερωτημάτων της διατριβής.

Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας βοήθησε στη δημιουργία του ερωτηματολογίου, που ήταν ένα από τα κύρια εργαλεία έρευνας στο πρώτο μέρος της εργασίας που αναφέρεται στο αποτύπωμα που προκύπτει από τις οδικές μεταφορές του 401 ΓΣΝΑ. Η έρευνα απευθύνθηκε στους επισκέπτες, ασθενείς αλλά και το προσωπικό του 401 ΓΣΝΑ, που εισήλθαν στο νοσοκομείο κατά το διάστημα από τις 24 Μαρτίου 2018 έως 30 Ιουνίου 2018. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε συνολικά από 1.000 άτομα σε αυτή την περίοδο, σε διαφορετικές ημέρες και ώρες, εργάσιμες και μη, με την επιτόπια παρουσία στην κεντρική πύλη του 401 ΓΣΝΑ. Το γεγονός αυτό, καθιστά το δείγμα αντιπροσωπευτικό, ενώ διασφαλίζει την καταλληλότητα του στην εξαγωγή των απαραίτητων γενικευμένων στοιχείων.

Στο στάδιο της επεξεργασίας των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν εξειδικευμένες στατιστικές μέθοδοι, με τη βασική μέθοδο να αποτελεί το «Θεώρημα Κεντρικού Ορίου». Λόγω του δείγματος μεγάλου μεγέθους, μπορούμε με ασφάλεια να δεχτούμε ότι ακολουθείται κατά προσέγγιση κανονική κατανομή. Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκαν οι ιδιότητες της κανονικής κατανομής και να προβούμε σε στατιστική συμπερασματολογία για τον πραγματικό πληθυσμό, με διαστήματα εμπιστοσύνης 95%.

Για την πληρότητα της έρευνας ήταν απαραίτητη και η συλλογή δεδομένων σχετικά την ετήσια κατανάλωση πετρελαίου από τα διάφορα νοσοκομειακά οχήματα και οι αποστάσεις που διανύθηκαν από τα φορτηγά των προμηθευτών, καθώς και από τα απορριμματοφόρα οχήματα του Δήμου Αθηναίων.

Το δεύτερο κομμάτι της επεξεργασίας δεδομένων, αναφέρεται στα στοιχεία που προέκυψαν από την διερεύνηση των εσωτερικών πηγών του νοσοκομείου. Απαιτήθηκε η συλλογή δεδομένων που αφορούν στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για κεντρική θέρμανση και άλλες εσωτερικές χρήσεις, αλλά και στην εκτίμηση των παραγόμενων φθοριούχων αερίων από τα ψυγεία και τα κλιματιστικά. Η μετατροπή των δεδομένων αυτών σε επεξεργάσιμα στοιχεία έγινε χρησιμοποιώντας τους συντελεστές μετατροπής που διατίθενται από Εθνική Απογραφή Αέριων Ρύπων για τα έτη 1990-2018 (NIR, 2020). Επιπλέον, ήταν απαραίτητη η εκτίμηση του παραγόμενου μεθανίου που προκύπτει από διαχείριση των στερεών αποβλήτων του νοσοκομείου. Και σε αυτή την περίπτωση, χρησιμοποιήθηκε μια εμπειρική εξίσωση εύρεσης των αποικοδομήσιμων οργανικών ανθράκων (NIR, 2020).

Οι υπολογισμοί και η ανάλυση που έγινε στο προηγούμενο βήμα, βοήθησε στην αρχική δημιουργία ενός απλού εύχρηστου εργαλείου υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος. Δημιουργήθηκε ένα αρχείο Excel, στο οποίο εντάχθηκαν όλες οι επιμέρους κατηγορίες ρίπων, οι συντελεστές μετατροπής και τα απαραίτητα μεγέθη, ώστε ο χρήστης εισάγοντας τις απαραίτητες πληροφορίες να μπορεί να υπολογίσει το αποτύπωμα άνθρακα ανά κατηγορία αλλά και το συνολικό. Το εργαλείο προσφέρει επίσης τη δυνατότητα δημιουργίας χρήσιμων διαγραμμάτων για τον έλεγχο και την αξιολόγηση των μέτρων μετριασμού των εκπομπών, ενώ παρέχει και ένα σύνολο βασικών δεικτών απόδοσης για τη γρήγορη και αποτελεσματική ανάγνωση των δεδομένων (Bozoudis et al., 2022). Δύναται να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε νοσοκομείο.

1.3. Τα κύρια αποτελέσματα και συμπεράσματα

Η παρούσα διατριβή επικεντρώθηκε στην εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα των σταθερών πηγών εκπομπής και του αποτυπώματος άνθρακα των μετακινήσεων του 401 ΓΣΝΑ. Η ανάγνωση των αποτελεσμάτων, αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη ενός σχεδίου δράσης για τη μείωση των εκπομπών GHG, τη μείωση της χρησιμοποιούμενης ενέργειας και, επομένως, του ετήσιου λειτουργικού προϋπολογισμού για υγεία του ΥΠΕΘΑ.

Επί των αποτελεσμάτων, τη μεγαλύτερη συνεισφορά στο αποτύπωμα άνθρακα του νοσοκομείου, προέρχεται από τις έμμεσες εκπομπές GHG εξαιτίας της κατανάλωσης του ηλεκτρισμού (περίπου 52%). Η άλλη σημαντική πηγή εκπομπών GHG είναι η κατανάλωση φυσικού αερίου και ντίζελ (περίπου 27%) για θέρμανση και δραστηριότητες μεταφοράς. Ειδικότερα, οι μετακινήσεις με ΙΧ ευθύνονται για ένα μεγάλο ποσοστό των εκπομπών του συγκεκριμένου τομέα. Η συνεισφορά της κάθε πηγής ενέργειας στο αποτύπωμα άνθρακα του νοσοκομείου, είναι παρόμοια με τις εκπομπές άλλων τομέων υγείας που έχουν αναφερθεί και σε άλλες ερευνητικές εργασίες (Eckelman et al., 2020; Purohit et al., 2021).

Προτείνονται συγκεκριμένες και ρεαλιστικές δράσεις μείωσης των εκπομπών, που μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του νοσοκομείου και έχουν βρει επιτυχημένη εφαρμογή σε αντίστοιχες υγειονομικές εγκαταστάσεις του εξωτερικού. Οι έμμεσες εκπομπές GHG που σχετίζονται με την κατανάλωση ηλεκτρισμού, αναμένεται να μειωθούν σημαντικά με τη σταδιακή μετάβαση σε ΑΠΕ και την απολιγνιτοποίηση στην Ελλάδα. Μέτρα όπως η εγκατάσταση συγχρόνων συστημάτων φωτισμού και μόνωσης, αλλά και η υιοθέτηση

«πράσινων» τεχνικών εύρεσης προμηθευτών και διαχείρισης των αποβλήτων, θα είχαν ουσιαστική επίδραση στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών. Επιπλέον, η ευρύτερη χρήση της τηλεϊατρικής είναι καίρια στη μετάβαση του 401 ΓΣΝΑ σε μηδενικές εκπομπές άνθρακα.

Προτάθηκε επίσης ένα πλαίσιο Βασικών Δεικτών Απόδοσης (ΒΔΑ), οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μεγέθη για τη μέτρηση και την αξιολόγηση της προόδου της μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος των νοσοκομειακών. Δύο γενικοί ΒΔΑ («t CO₂eq ανά ασθενή» και «t CO₂eq ανά ημερών περίθαλψης»), καλύπτουν όλες τις ενέργειες μείωσης και τις πηγές των εκπομπών, αλλά και ένας ακριβής αριθμός ΒΔΑ ως προς τις πηγές εκπομπών GHG ή ενέργειες μείωσης, προτάθηκαν με απώτερο στόχο να βοηθήσουν στην αποτελεσματική μέτρηση και αξιολόγηση των ενεργειών μετριασμού των εκπομπών.

Τέλος, το εργαλείο που αναπτύχθηκε μπορεί να αποτελέσει την αρχή στη χάραξη μιας αποτελεσματικής στρατηγικής μείωσης των εκπομπών. Σε αυτό υπολογίζονται και καταγράφονται με ακρίβεια οι εκπομπές αερίων από κάθε είδους πηγή, που αφορά τη γενικότερη λειτουργία του νοσοκομείου. Η χρήση του από το μη εξειδικευμένο προσωπικό, θα παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί, αλλά και για τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν ανά τομέα.

1.4. Η θέση της διατριβής

Η διοίκηση του κάθε νοσοκομείου (πολιτικού ή στρατιωτικού), αναζητά την επίλυση των προβλημάτων που παρακωλύουν ή/και δυσχεραίνουν το έργο της. Ένα από αυτά τα προβλήματα θα αποτελεί στο άμεσο μέλλον και η απαίτηση δημιουργίας ενός αποτελεσματικού πλαισίου δράσης μέσω της καταμέτρησης/υπολογισμού/περιορισμού των εκπομπών GHG του κάθε νοσοκομείου, στα πλαίσια των δεσμεύσεων της χώρας μας στη διεθνή κοινότητα για τη δραστική μείωση των εκπομπών άνθρακα.

Η παρούσα διατριβή, αναπτύσσει βήμα-βήμα ένα σχέδιο δράσης για τη μείωση των εκπομπών αερίων στη νοσοκομειακή περίθαλψη (στρατιωτική ή πολιτική) και παρέχει ένα εργαλείο καταγραφής και υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος του 401 ΓΣΝΑ (σε πρώτη φάση, το οποίο δύναται να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα νοσοκομεία). Με αυτό τον τρόπο, η εκάστοτε διοίκηση ενός νοσοκομείου, δύναται να το εφαρμόσει για χρονικό διάστημα ενός έτους την παρούσα μεθοδολογία και στη συνέχεια να μελετήσει όλα τα δεδομένα που θα συλλεχθούν, με σκοπό τη λήψη μέτρων μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα του νοσοκομείου που διοικεί.

1.5. Η δομή της διατριβής

Η παρούσα διατριβή χωρίζεται σε τρία κύρια μέρη και αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Το πρώτο μέρος αφορά τον πρόλογο, την περίληψη στα ελληνικά και τα αγγλικά, τον πίνακα περιεχομένων καθώς και τα ευρετήρια πινάκων, διαγραμμάτων και εικόνων. Το δεύτερο μέρος, αποτελεί τον κυρίως κορμό της διατριβής και περιλαμβάνει τα τέσσερα κεφάλαια της ερευνητικής εργασίας. Το τελευταίο μέρος, απαρτίζεται από τον επίλογο, το κομμάτι της βιβλιογραφίας και το συνοδευτικό υλικό της διατριβής.

Η αρχή του κυρίως κορμού είναι η εισαγωγή, στην οποία παρουσιάζονται αναλυτικά το περιεχόμενο της διατριβής και τον βασικό ερευνητικό της άξονα. Ακολούθως, παρουσιάζεται η βιβλιογραφική επισκόπηση της διατριβής, στην οποία γίνεται η εισαγωγή στο εννοιολογικό πλαίσιο της διατριβής και παραθέτονται τα μέχρι τώρα διεθνή και εγχώρια στοιχεία που αφορούν τη θεματική της διατριβής. Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται θεματικές όπως οι ισχύουσες νομοθεσίες, οι διεθνείς προσπάθειες μετριασμού του προβλήματος των αερίων του θερμοκηπίου και η συμμετοχή του κλάδου της υγείας σε αυτές, τα υπάρχοντα πρωτόκολλα και τα εργαλεία υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο.

Με την ολοκλήρωση του θεωρητικού πλαισίου της διατριβής, ακολουθεί η έρευνα γύρω από τις δύο κατηγορίες εκπομπών άνθρακα που μελετήθηκαν. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στο αποτύπωμα άνθρακα που προκύπτει από τις μεταφορές του 401 ΓΣΝΑ. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύονται οι τεχνικές υπολογισμού του αποτυπώματος που ακολουθήθηκαν για την εύρεση του. Το αποτύπωμα λόγω των μεταφορών προκύπτει από ένα συνδυασμό μετακινήσεων ασθενών, προσωπικού και άλλων οχημάτων, με την ανάλυση να γίνεται ανά κατηγορία. Αναφέρονται επίσης τρόποι μείωσης του αποτυπώματος που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν.

Το τρίτο κεφάλαιο, αποτελεί το κομμάτι έρευνας σχετικά με το αποτύπωμα των εσωτερικών λειτουργιών του νοσοκομείου. Σε αυτό, παρουσιάζονται οι τεχνικές εκτίμησης του αποτυπώματος καθώς και οι υπολογισμοί των ετήσιων εκπομπών. Για τις διάφορες κατηγορίες εσωτερικών λειτουργιών, εκτιμάται το αποτύπωμα άνθρακα τους και παραθέτονται τρόποι ελάττωσης του. Γίνεται επίσης ανάλυση των βασικών δεικτών απόδοσης, που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην επίτευξη των κλιματικών στόχων που έχουν τεθεί από τη διοίκηση του νοσοκομείου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το απλό υπολογιστικό εργαλείο εκτίμησης του ανθρακικού αποτυπώματος, που έχει δημιουργηθεί με στόχο να βοηθήσει στη χάραξη της αποδοτικότερης στρατηγικής μείωσης των εκπομπών. Αυτό συνδυάζει τις πληροφορίες και τις αναλύσεις των δύο προηγούμενων κεφαλαίων, με τρόπο ώστε να είναι κατανοητές από τον χρήστη και να μπορεί να τροποποιηθεί αναλόγως. Αναλύεται η κάθε υποενότητα του εργαλείου, η χρησιμότητα της και ο τρόπος λειτουργίας των επιμέρους κομματιών του.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, περιλαμβάνεται μια εκτενής βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε τόσο στο θεωρητικό κομμάτι της διατριβής, όσο και κατά τα υπολογιστικά στάδια. Η διατριβή ολοκληρώνεται με το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων.

1.6. Ο Εθνικός Κλιματικός Νόμος

Ο Νόμος 4936/2022 (Εθνικός Κλιματικός Νόμος) ψηφίστηκε τον Μάιο του 2022 και ορίζει το θεσμικό πλαίσιο για τη σταδιακή μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και θέτει συγκεκριμένους στόχους για τη «μετάβαση στην κλιματική ουδετερότητα και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή» της χώρας μας.

Σκοπός του νόμου (Άρθρο 1) είναι «η δημιουργία ενός συνεκτικού πλαισίου δράσης για τη βελτίωση της προσαρμοστικής ικανότητας και της κλιματικής ανθεκτικότητας της χώρας και τη διασφάλιση της σταδιακής μετάβασης της χώρας στην κλιματική ουδετερότητα έως το έτος 2050, με τον πλέον περιβαλλοντικά βιώσιμο, κοινωνικά δίκαιο και οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Οι θεσπιζόμενες πολιτικές και τα μέτρα για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής έχουν ως στόχο τη μείωση των εκπομπών και την αύξηση των απορροφήσεων, την ενίσχυση της ασφάλειας δικαίου στους επενδυτές και τους πολίτες, και την ομαλή μετάβαση της οικονομίας και της κοινωνίας στην κλιματική ουδετερότητα.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο μακροπρόθεσμος στόχος κλιματικής ουδετερότητας της παρ. 1, ορίζονται ως ενδιάμεσοι κλιματικοί στόχοι για τα έτη 2030 και 2040 η μείωση των καθαρών ανθρωπογενών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον πενήντα πέντε τοις εκατό (55%) και ογδόντα τοις εκατό (80%), αντίστοιχα, σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 1990, λαμβάνοντας υπόψη τις προβλέψεις του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) το οποίο καταρτίζεται σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κανονισμού (ΕΕ) 2018/1999 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Δεκεμβρίου 2018 για τη

διακυβέρνηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Δράσης για το Κλίμα (L 328) και ειδικότερα με τη διαδικασία του άρθρου 5 της υπ' αριθμ. 31/30.9.2019 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου (Α' 147), περί κύρωσης του ΕΣΕΚ», όπως αναφέρεται σε αυτόν.

1.6.1. Εθνική Στρατηγική και Περιφερειακά Σχέδια για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή

Σύμφωνα με το άρθρο 4 του εν λόγω νόμου, «για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή εκπονούνται (σύμφωνα με τα καθοριζόμενα/αναγραφόμενα στο Νόμο 4936/2022):

1. Η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ), σύμφωνα με το άρθρο 5 του εν λόγω νόμου», όπως παρακάτω (Άρθρο 5):

«Εκπονείται από το Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας, υποβάλλεται προς παροχή γνώμης στο Εθνικό Συμβούλιο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή και εγκρίνεται με Πράξη του Υπουργικού Συμβουλίου που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Η ΕΣΠΚΑ αποτελεί κείμενο στρατηγικού προσανατολισμού με στόχο τη χάραξη κατευθυντήριων γραμμών. Πριν από την έγκρισή της τίθεται υποχρεωτικά σε δημόσια διαβούλευση στον διαδικτυακό τόπο «gov.gr» για τριάντα (30) τουλάχιστον ημέρες.

Η ΕΣΠΚΑ καλύπτει χρονική περίοδο δέκα (10) τουλάχιστον ετών. Η ΕΣΠΚΑ αξιολογείται τουλάχιστον ανά πενταετία από το Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας και αναθεωρείται, εφόσον απαιτείται, έπειτα από γνώμη του Εθνικού Συμβουλίου για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή, η οποία παρέχεται εντός προθεσμίας τριάντα (30) ημερών από τη λήψη του σχετικού αιτήματος.

Η ΕΣΠΚΑ περιλαμβάνει τουλάχιστον:

α) ανάλυση στόχων και κατευθυντήριων αρχών της Στρατηγικής, βάσει των διεθνών συμφωνιών και των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (πλαίσιο αναφοράς).

β) εκτίμηση των αναμενόμενων κλιματικών μεταβολών στη χώρα, βάσει διαφορετικών κλιματικών σεναρίων, ανάλυση τρωτότητας οικονομικών τομέων και κοινωνικών δραστηριοτήτων και εκτίμηση των επιπτώσεων των κλιματικών μεταβολών στους διάφορους τομείς της οικονομικής και κοινωνικής δραστηριότητας, καθώς και της βιωσιμότητας του

φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος, κυρίως σε εθνικό επίπεδο με παράλληλο, κατ' αρχήν, προσδιορισμό του οικονομικού μεγέθους των εν λόγω επιπτώσεων.

γ) προσδιορισμό των τομέων προτεραιότητας που χρήζουν μέτρων προσαρμογής για την κλιματική αλλαγή, με βάση την ανάλυση τρωτότητας της περ. β), διερεύνηση και καταγραφή των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για διάφορους τομείς της οικονομικής και κοινωνικής δραστηριότητας και τη βιωσιμότητα του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος. Οι τομείς προτεραιότητας περιλαμβάνουν, κατ' ελάχιστον, την υγεία, τον τουρισμό, τη γεωργία και κτηνοτροφία, τη δασοπονία, την ενέργεια, την ασφάλιση, τις υποδομές και τις μεταφορές, το δομημένο περιβάλλον, την προστασία της βιοποικιλότητας, των οικοσυστημάτων, των υδάτινων πόρων και των παράκτιων ζωνών, καθώς και την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς.

δ) προκαταρκτική εκτίμηση του κόστους προσαρμογής.

ε) ενσωμάτωση πολιτικών προσαρμογής σε ευρύτερες πολιτικές.

στ) διεθνή διάσταση της πολιτικής προσαρμογής.

ζ) προτάσεις για δράσεις ευαισθητοποίησης, εκπαίδευσης και έρευνας», σύμφωνα με το άρθρο 5.

Επίσης, σύμφωνα με το άρθρο 4, εκπονούνται:

«2. Τα Περιφερειακά Σχέδια Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΚΠΑ), σύμφωνα με το άρθρο 6 του εν λόγω νόμου », όπως παρακάτω (Άρθρο 6):

«Κάθε Περιφέρεια καταρτίζει Περιφερειακό Σχέδιο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ). Το ΠεΣΠΚΑ αποτελεί ολοκληρωμένο σχέδιο που προσδιορίζει και ιεραρχεί τα απαραίτητα μέτρα και τις δράσεις προσαρμογής σε περιφερειακό επίπεδο.

Το ΠεΣΠΚΑ εγκρίνεται με απόφαση του Περιφερειακού Συμβουλίου εντός δύο (2) μηνών από την έκδοση της αρνητικής απόφασης της παρ. 6 του άρθρου 5 ή την ολοκλήρωση της διαδικασίας του άρθρου 7 της υπό στοιχεία ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ. 107017/28.8.2006 κοινής

απόφασης των Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Οικονομίας και Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων (Β' 1225), κατόπιν εισήγησης της οικείας Διεύθυνσης Περιβάλλοντος και Χωρικού Σχεδιασμού, μετά από γνώμη της Περιφερειακής Επιτροπής Διαβούλευσης, του Εθνικού Συμβουλίου για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή και του Υπουργείου Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας, το οποίο γνωμοδοτεί για τη συμβατότητά του με τις κατευθύνσεις και τους στόχους της ΕΣΠΚΑ. Σε περίπτωση άπρακτης παρέλευσης της προθεσμίας των δύο (2) μηνών, η έγκριση του ΠεΣΠΚΑ γίνεται με κοινή απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών και Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Οι γνώμες του πρώτου εδαφίου παρέχονται εντός αποκλειστικής προθεσμίας εξήντα (60) ημερών από τη λήψη του αιτήματος. Σε περίπτωση άπρακτης παρέλευσης της ανωτέρω προθεσμίας, η διαδικασία έγκρισης συνεχίζεται ακωλύτως.

Το ΠεΣΠΚΑ περιλαμβάνει τουλάχιστον:

α) ανάλυση στόχων.

β) σύντομη αναφορά στα στοιχεία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της περιφέρειας.

γ) εκτίμηση των αναμενόμενων κλιματικών μεταβολών στην περιφέρεια και ανάλυση της κλιματικής τρωτότητας επιμέρους τομέων και γεωγραφικών περιοχών.

δ) εκτίμηση των άμεσων και μακροπρόθεσμων επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών σε διάφορους τομείς του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος και της οικονομικής και κοινωνικής δραστηριότητας και καθορισμό των τομεακών και χωρικών προτεραιοτήτων.

ε) προτεινόμενα μέτρα και δράσεις για τους τομείς και τις περιοχές προτεραιοτήτων, εκτίμηση του πιθανού κόστους υλοποίησής τους και αναφορά των πιθανών φορέων υλοποίησης, καθώς και των λοιπών εμπλεκόμενων φορέων.

στ) εξέταση ενσωμάτωσης των προτεινόμενων μέτρων και δράσεων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σε άλλες υφιστάμενες πολιτικές, όπως πολιτικές διαχείρισης φυσικών καταστροφών.

ζ) εξέταση συμβατότητας και συμπληρωματικότητας των ΠεΣΠΚΑ με άλλα περιφερειακά σχέδια.

η) συνέργεια και μεταφορά τεχνογνωσίας μεταξύ ΠεΣΠΚΑ, ιδίως όμορων περιφερειών.

θ) τρόπο διαβούλευσης, όπως ερωτηματολόγια, στοιχεία διαβούλευσης και ανταλλαγής πληροφοριών με κοινωνικούς εταίρους που δραστηριοποιούνται στην περιοχή, με στόχο τη διερεύνηση της δικής τους εκτίμησης για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και την εκ μέρους τους λήψη μέτρων προσαρμογής.

ι) αναφορά των ειδικότερων μέτρων ευαισθητοποίησης και ενημέρωσης του ενδιαφερόμενου κοινού και των κοινωνικών εταίρων.

ια) παρακολούθηση της εφαρμογής και υλοποίησης του ΠεΣΠΚΑ.

ιβ) μη τεχνική περίληψη.

Τα ΠεΣΠΚΑ καλύπτουν χρονική περίοδο επτά (7) τουλάχιστον ετών. Τα ΠεΣΠΚΑ, αξιολογούνται ανά πενταετία τουλάχιστον από τη Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωρικού Σχεδιασμού της οικείας περιφέρειας και αναθεωρούνται, εφόσον απαιτείται», όπως αναγράφεται στον εν λόγω νόμο.

1.6.2. Αναθεώρηση των κλιματικών στόχων και εφαρμογή γενικών μέτρων

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Εθνικού Κλιματικού Νόμου, «ο Υπουργός Περιβάλλοντος και Ενέργειας, κατόπιν εισήγησης της Διεύθυνσης Κλιματικής Αλλαγής και Ποιότητας της Ατμόσφαιρας του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τα τελευταία διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα και τις ετήσιες εκθέσεις προόδου του άρθρου 27, το αργότερο έως την 31η Δεκεμβρίου 2024 και ακολούθως κάθε πέντε (5) τουλάχιστον έτη, αξιολογεί την πορεία προς την κλιματική ουδετερότητα και προτείνει σχετικά μέτρα, την αναθεώρηση των ενδιάμεσων κλιματικών στόχων της παρ. 2 του άρθρου 1 ή τη θέσπιση νέων ενδιάμεσων στόχων, προς την Κυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Ουδετερότητα. Τα

βασικά αποτελέσματα της αξιολόγησης και η πρόταση νέων μέτρων από τον Υπουργό Περιβάλλοντος και Ενέργειας τίθενται σε δημόσια διαβούλευση από τον Οργανισμό Φυσικού Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (ΟΦΥΠΕΚΑ), κατά το άρθρο 26. Η Κυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Ουδετερότητα, λαμβάνοντας υπόψη την ανωτέρω πρόταση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας και την έκθεση διαβούλευσης που συντάσσεται από τον ΟΦΥΠΕΚΑ, εγκρίνει πρόσθετα μέτρα για την επίτευξη των ενδιάμεσων κλιματικών στόχων και του μακροπρόθεσμου στόχου επίτευξης κλιματικής ουδετερότητας, καθώς και την αναθεώρηση των ενδιάμεσων κλιματικών στόχων της παρ. 2 του άρθρου 1», σύμφωνα με το άρθρο 8.

Οι Πολιτικές και τα Μέτρα των δράσεων του εν λόγω νόμου, καθορίζονται στο άρθρο 10. Για την επίτευξη του στόχου της κλιματικής ουδετερότητας του άρθρου 1, στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) δύνανται να προβλέπονται και να εφαρμόζονται, πέραν των μέτρων των άρθρων 11 έως 24, μέτρα και πολιτικές για:

«α) τη μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε όλους τους τομείς της οικονομίας.

β) τη μεγαλύτερη δυνατή διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), βάσει των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνολογιών και πρακτικών αποφυγής επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον, τη βιοποικιλότητα και το τοπίο.

γ) τη σταδιακή εξάλειψη όλων των ορυκτών καυσίμων και την υποκατάστασή τους από ΑΠΕ, με γνώμονα την ασφάλεια εφοδιασμού, σε συνάρτηση με την τεχνολογική εξέλιξη. Ειδικότερα, επιδιώκονται, κατά προτεραιότητα, η εξάλειψη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά ορυκτά καύσιμα και η μείωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υγρά ορυκτά καύσιμα, μέσω της διασύνδεσης των μη διασυνδεδεμένων νησιών με το ηλεκτρικό δίκτυο της ηπειρωτικής χώρας και της εγκατάστασης συστημάτων ΑΠΕ, καθώς και συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας.

δ) τη σταδιακή υποκατάσταση του φυσικού αερίου από ανανεώσιμα αέρια, όπως βιομεθάνιο και πράσινο υδρογόνο, ιδίως στις μεταφορές και τη βιομηχανία.

ε) την προώθηση της ηλεκτροκίνησης.

στ) την προώθηση της βιώσιμης αστικής κινητικότητας και της χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς.

ζ) τη βελτίωση του ανθρακικού αποτυπώματος των κτιρίων και των υποδομών των αστικών και περιαστικών περιοχών και των οικισμών.

η) τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διαχείριση των αποβλήτων και την προώθηση της κυκλικής οικονομίας.

θ) την αύξηση των απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου από φυσικά οικοσυστήματα ή μέσω αποθήκευσής τους σε γεωλογικούς σχηματισμούς ή με την επαναχρησιμοποίησή τους.

ι) την προώθηση της συνέργειας των πολιτικών που αφορούν συνδυαστικά, αφενός στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και αφετέρου στη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας σε τοπικό και εθνικό επίπεδο.

Στο ΕΣΕΚ προσδιορίζονται αναλυτικά οι ειδικότεροι στόχοι μείωσης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας, αύξησης της ενεργειακής απόδοσης, συμμετοχής των ΑΠΕ στους τομείς της ηλεκτροπαραγωγής, των μεταφορών και της θέρμανσης και ψύξης, ανάπτυξης υποδομών αποθήκευσης ενέργειας, καθώς και οι συγκεκριμένες πολιτικές για την επίτευξή τους».

1.6.3. Τομείς εφαρμογής βελτιωτικών μέτρων

Σύμφωνα με το άρθρο 10, παράγραφος 3, «για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή σύμφωνα με το άρθρο 1 και την απορρόφηση του κόστους των επιπτώσεών της, δύνανται να λαμβάνονται και να εφαρμόζονται μέτρα και πολιτικές για:

α) την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και τον περιορισμό της τρωτότητας σε όλους τους τομείς της οικονομίας, του φυσικού περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας. Τα ειδικότερα μέτρα και οι πολιτικές προσδιορίζονται στην Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή και τα Περιφερειακά Σχέδια για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή.

β) τη δημιουργία πράσινων υποδομών και την αξιοποίηση λύσεων βασισμένων στη φύση.

γ) την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας, με έμφαση στην προστασία και αποκατάσταση οικοσυστημάτων που συμβάλλουν στην προσαρμογή και ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή.

δ) τον σχεδιασμό βιώσιμης αστικής ανάπτυξης που λαμβάνει υπόψη κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές στρατηγικές για τη βελτίωση της αστικής ανθεκτικότητας.

ε) την προώθηση της βιώσιμης γεωργίας, κτηνοτροφίας, αλιείας και παραγωγής τροφίμων.

στ) την προστασία ευπαθών οικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των ακτών και των μικρών νησιών», στα πλαίσια των γενικών μέτρων πολιτικής του υπόψη νόμου.

1.6.4. Απαγόρευση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά ορυκτά καύσιμα

Σύμφωνα με το άρθρο 11, «απαγορεύεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά ορυκτά καύσιμα από την 31η Δεκεμβρίου 2028. Υφιστάμενες άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά ορυκτά καύσιμα παύουν να ισχύουν κατά την ημερομηνία αυτή. Με κοινή απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας και του αρμοδίου για τα θέματα δίκαιης αναπτυξιακής μετάβασης Υπουργού, που δύναται να εκδοθεί μέχρι την 31η Δεκεμβρίου 2025, επισπεύδεται η καταληκτική ημερομηνία της παρ. 1, αφού ληφθούν υπόψη η επάρκεια ισχύος και η ασφάλεια εφοδιασμού, σύμφωνα με τις προβλέψεις του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα».

1.6.5. Προώθηση οχημάτων μηδενικών εκπομπών

Σύμφωνα με το άρθρο 12, «από την 1η Ιανουαρίου 2026, εντός των διοικητικών ορίων της Περιφέρειας Αττικής και της Περιφερειακής Ενότητας Θεσσαλονίκης της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, τα νέα Επιβατηγά Δημόσιας Χρήσης αυτοκίνητα (ΤΑΞΙ) με άδεια κυκλοφορίας, καθώς και το ένα τρίτο (1/3) των νέων οχημάτων που ταξινομούνται για σκοπούς εκμίσθωσης σε τρίτους είναι οχήματα μηδενικών εκπομπών. Εξαιρούνται οι νησιωτικοί

Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) α' βαθμού των ως άνω περιοχών. Έως την 31η Δεκεμβρίου 2023, το Αυτοτελές Τμήμα Ηλεκτροκίνησης του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, σε συνεργασία με την αρμόδια υπηρεσία του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών, επαναξιολογεί την προβλεπόμενη στο πρώτο εδάφιο ημερομηνία εφαρμογής των ως άνω μέτρων και τη σκοπιμότητα επέκτασής τους και σε άλλες περιφέρειες ή περιφερειακές ενότητες της Επικράτειας και εισηγείται την έκδοση της κοινής απόφασης της παρ. 4 του άρθρου 33, κατόπιν εκτίμησης των σχετικών επιπτώσεων.

Από την 1η Ιανουαρίου 2024 το ένα τέταρτο (1/4) τουλάχιστον των νέων εταιρικών αυτοκινήτων ιδιωτικής χρήσης, που ταξινομούνται ανά εταιρεία σωρευτικά, είναι αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα ή υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα εξωτερικής φόρτισης ρύπων, έως πενήντα (50) γραμμαρίων διοξειδίου του άνθρακα, ανά χιλιόμετρο (CO₂/χλμ). Για τον υπολογισμό του ποσοστού του πρώτου εδαφίου προσμετρώνται τα νέα αυτοκίνητα που αποκτώνται με πώληση και χρηματοδοτική μίσθωση. Το ποσοστό υπολογίζεται σε ετήσια βάση. Η υποχρέωση υφίσταται για κάθε εταιρεία που έχει αποκτήσει τουλάχιστον τέσσερα (4) εταιρικά αυτοκίνητα εντός του οικονομικού έτους. Αν η εταιρεία δεν έχει αποκτήσει τουλάχιστον τέσσερα (4) εταιρικά αυτοκίνητα εντός του οικονομικού έτους, στον υπολογισμό του πρώτου εδαφίου προσμετρώνται τα αυτοκίνητα που αποκτήθηκαν σωρευτικά από την 1η Ιανουαρίου 2024 και για όλα τα επόμενα έτη. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης της εταιρείας με την υποχρέωση της παρούσας, επιβάλλεται διοικητικό πρόστιμο ύψους δέκα χιλιάδων (10.000) ευρώ. Το πρόστιμο δεν επιβάλλεται αν η εταιρεία έχει προβεί σε παραγγελία του οχήματος πριν την 1η Ιανουαρίου 2024 και αυτό δεν έχει παραληφθεί για λόγους που δεν οφείλονται στον αγοραστή και σε κάθε περίπτωση για λόγους ανωτέρας βίας.

Στο Εθνικό Σχέδιο για την Ηλεκτροκίνηση του άρθρου 43 του ν. 4710/2020 (Α' 142) τίθενται στόχοι με σκοπό τη διασφάλιση της επάρκειας των δημοσίως προσβάσιμων σημείων επαναφόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, σύμφωνα με όσα ορίζονται στον παρόντα και τους στόχους του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα για τη διεύθυνση της ηλεκτροκίνησης.

Από την 1η Ιανουαρίου 2030 ή, εφόσον προβλέπεται διαφορετική ημερομηνία, από την ημερομηνία αναφοράς που προβλέπεται στο ενωσιακό δίκαιο, νέα επιβατικά και ελαφρά

επαγγελματικά οχήματα που ταξινομούνται είναι μόνο οχήματα μηδενικών εκπομπών», όπως αναφέρεται στον νόμο.

1.6.6. Εθνικό Παρατηρητήριο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή

Σύμφωνα με το άρθρο 25, «στο Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας συστήνεται Εθνικό Παρατηρητήριο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή. Το Εθνικό Παρατηρητήριο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή αποτελεί ανοιχτό δίκτυο ανταλλαγής πληροφοριών και ενημέρωσης με συμμετοχή των Υπουργείων Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας, Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Εσωτερικών, της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και άλλων ερευνητικών, ακαδημαϊκών και δημόσιων φορέων και είναι προσβάσιμο μέσω της Ενιαίας Ψηφιακής Πύλης της Δημόσιας Διοίκησης (gov.gr-ΕΨΔ).

Το Εθνικό Παρατηρητήριο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή υποστηρίζει την εθνική πολιτική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και συμβάλλει:

α) στην παρακολούθηση και αξιολόγηση της ανθεκτικότητας της χώρας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

β) στην παροχή αξιόπιστων στοιχείων προς τη διοίκηση και την επιμόρφωση των στελεχών της για την υποστήριξη του σχεδιασμού, της αξιολόγησης και της επικαιροποίησης πολιτικών και δράσεων και γενικότερα για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

γ) στην παροχή πληροφόρησης προς τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για την υποστήριξη της ενσωμάτωσης των κινδύνων της κλιματικής αλλαγής στον επιχειρησιακό τους σχεδιασμό και τη λήψη μέτρων προσαρμογής των δραστηριοτήτων τους στην κλιματική αλλαγή.

δ) στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση της ελληνικής κοινωνίας αναφορικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και την προσαρμογή σε αυτή.

ε) στην παροχή στοιχείων για τη σύνταξη εθνικών εκθέσεων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή στο πλαίσιο των διεθνών και ευρωπαϊκών υποχρεώσεων της χώρας.

Το Εθνικό Παρατηρητήριο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή, αξιοποιώντας υφιστάμενες δράσεις και πρωτοβουλίες εθνικής εμβέλειας, αναπτύσσει και διατηρεί ενιαία εθνική βάση κλιματικών δεδομένων, η οποία είναι ηλεκτρονική και δημόσια προσβάσιμη και επικαιροποιείται συνεχώς, ώστε να παρέχει αξιόπιστες προγνώσεις και άλλες σχετικές κλιματικές υπηρεσίες. Ειδικότερα, η ενιαία εθνική βάση κλιματικών δεδομένων περιλαμβάνει:

α) την παροχή αξιόπιστων πληροφοριών και δεδομένων για τη μεταβολή του κλίματος στην Ελλάδα στο παρελθόν, παρόν και μέλλον.

β) την πρόβλεψη και παρακολούθηση των κινδύνων και επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο περιβάλλον συμπεριλαμβανομένης της παράκτιας ζώνης, την κοινωνία και την οικονομία, με έμφαση στους πλέον ευάλωτους στην κλιματική αλλαγή τομείς.

γ) την παρακολούθηση των δράσεων και πολιτικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, μέσω συστήματος δεικτών και άλλων κατάλληλων μεθόδων και εργαλείων.

δ) την ανάπτυξη και λειτουργία Εθνικού Πληροφοριακού Διαδικτυακού Κόμβου για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή και άλλων κατάλληλων ενημερωτικών και πληροφοριακών μέσων και εργαλείων.

ε) δράσεις ενημέρωσης, ευαισθητοποίησης και επιμορφωτικών προγραμμάτων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

στ) κάθε άλλη δράση ή υπηρεσία που μπορεί να συμβάλει στην υλοποίηση της εθνικής πολιτικής για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Το Εθνικό Παρατηρητήριο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή συνεργάζεται με άλλους φορείς και υπηρεσίες, οι οποίες υποχρεούνται να παρέχουν στοιχεία και πληροφορίες και να υποστηρίζουν εν γένει τη λειτουργία του.

Το Εθνικό Παρατηρητήριο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή δύναται να ζητεί τη δωρεάν παροχή στοιχείων, πληροφοριών και εργαλείων που εξυπηρετούν τον σκοπό του, από κάθε δημόσιο ή ιδιωτικό φορέα, που λαμβάνει εθνική ή ενωσιακή χρηματοδότηση για την παραγωγή αυτών των στοιχείων και πληροφοριών ή την ανάπτυξη της λειτουργίας αυτών των εργαλείων», όπως καθορίζεται στο νόμο.

Το εν λόγω νομοσχέδιο δημιούργησε έντονους προβληματισμούς σε φορείς όπως η WWF Ελλάς, η Greenpeace και η Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης (Greenpeace, 2022). Οι προβληματισμοί αφορούν τις πολλές εξαιρέσεις που προβλέπονται στον κλιματικό νόμο αλλά και το περιθώριο για αναπροσαρμογή των στόχων προς πιο ελαστικούς. Η έγκριση νέων πόρων για την επίτευξη των μέτρων που θέτονται είναι αμφίβολη, θέτοντας σε κίνδυνο την εφαρμογή του νομοσχεδίου, ενώ τα μέτρα για τη συνολική απεξάρτηση από τους υδρογονάνθρακες απουσιάζουν.

1.7. Η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή

Για να επιτευχθεί ο στόχος της κλιματικής ουδετερότητας έως το έτος 2050 – όταν αναμένεται στον πλανήτη να παράγονται τα GHG που μπορούν να απορροφηθούν από την ατμόσφαιρα – η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ θα πρέπει σχεδόν να διπλασιάζεται κάθε χρόνο από το έτος 2021 έως το έτος 2026, ώστε να ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση. Όσον αφορά στα βιοκαύσιμα, η ζήτηση πρέπει να τετραπλασιάζεται, ενώ όσον αφορά στη θέρμανση από ΑΠΕ, θα πρέπει να τριπλασιάζεται.

Οι ηγέτες κάθε χώρας πρέπει να ανταποκριθούν στις τεράστιες αυτές απαιτήσεις, ώστε να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή. Ήδη οι δεσμεύσεις που ελήφθησαν στη Γλασκώβη, στα πλαίσια της 26ης διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή στις αρχές Νοεμβρίου 2021, δε θεωρούνται αρκετές ώστε να αντιμετωπιστούν οι χειρότερες συνέπειες της κλιματικής κρίσης σύμφωνα με την Υπηρεσία. Ωστόσο, σχεδόν 200 χώρες υιοθέτησαν τα συμπεράσματα της Συνόδου της Γλασκώβης, με τους αναλυτές να τονίζουν ότι η συμφωνία ήταν ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση, όμως οι δράσεις πρέπει να ενταθούν. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της Συνόδου, η επίτευξη του 1,5°C είναι βιώσιμη εφόσον τηρηθούν στο έπακρο οι δεσμεύσεις που τέθηκαν. Αυτές περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα μέτρων, όπως τη σταδιακή κατάργηση των ορυκτών καυσίμων ως πηγή ενέργειας, την προστασία των φυσικών οικοτόπων και την παύση της αποψίλωσης των δασών την επόμενη δεκαετία. Η επιτάχυνση

της εναλλαγής προς την ηλεκτροκίνηση και η δέσμευση για παραγωγή οχημάτων μηδενικών εκπομπών έως το 2035 υπογράφηκε από τις κορυφαίες αυτοκινητοβιομηχανίες. Παράλληλα 100 χώρες δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις παγκόσμιες εκπομπές μεθανίου κατά 30% έως το 2030. Για την υλοποίηση των δεσμεύσεων απαιτείται ένα πολύ υψηλό κεφάλαιο, που θα καλυφθεί από τη συνεισφορά των αναπτυσσόμενων χωρών, δημόσιων και ιδιωτικών πιστωτικών ιδρυμάτων αλλά και κεντρικών τραπεζών.

Τα αποτελέσματα της Συνόδου της Γλασκώβης συζητήθηκαν εκτενώς στην 27^η διάσκεψη που έλαβε χώρα στην Αίγυπτο στα μέσα Νοεμβρίου 2022. Ο πόλεμος στην Ουκρανία και οι επιπτώσεις του, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για γρηγορότερη μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τον τερματισμό της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Το ζήτημα της χρηματοδότησης των αναπτυσσόμενων χωρών, που είχε συμφωνηθεί, απασχολεί για ακόμα μια χρονιά, καθώς ο αρχικός στόχος για συγκέντρωση 100 δισεκατομμυρίων δολαρίων έχει καθυστερήσει (COP27, 2022).

Για σχεδόν τρεις δεκαετίες, οι αναπτυσσόμενες χώρες αναζητούν οικονομική βοήθεια για την αντιμετώπιση των απωλειών και των ζημιών που έχει προκαλέσει σε αυτές η υπερθέρμανση του πλανήτη. Στην 27^η διάσκεψη, αποφασίστηκε η χρηματοδότηση των αναπτυσσόμενων χωρών, ώστε να διασωθούν και να ανοικοδομηθούν οι κοινωνικές και φυσικές υποδομές τους. Προς αυτό το σκοπό συμφωνήθηκε η σύσταση ενός ειδικού ταμείου και της αντίστοιχης επιτροπής, η οποία θα ξεκινήσει να εργάζεται από το 2023, για τον τρόπο εφαρμογής του νέου μηχανισμού χρηματοδότησης. Η συγκεκριμένη απόφαση της συνόδου αποτελεί ορόσημο, καθώς τα αναπτυσσόμενα κράτη έρχονται συχνά αντιμέτωπα με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, παρά το γεγονός ότι έχουν συμβάλει ελάχιστα στη ρύπανση που θερμαίνει τον πλανήτη. Αποτελεί επιπλέον ένα ζήτημα ισότητας των εθνών που πλήττονται από τα ακραία καιρικά φαινόμενα, αλλά και των μικρών νησιωτικών κρατών που αντιμετωπίζουν υπαρξιακές απειλές λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.

Ωστόσο, η διάσκεψη ολοκληρώθηκε χωρίς να βρεθούν επιπλέον λύσεις στην αντιμετώπιση της βασικής αιτίας αυτών των καταστροφών, δηλαδή την καύση ορυκτών καυσίμων. Ορισμένες χώρες επιδίωξαν την αυστηροποίηση των δεσμεύσεων προς την σταδιακή κατάργηση κάθε μορφής ορυκτών καυσίμων, ωστόσο η προσπάθεια τους παρεμποδίστηκε από χώρες που στηρίζονται στην καύση και την παραγωγή πετρελαίου, με αποτέλεσμα το τελικό ψήφισμα για τα ορυκτά καύσιμα να παραμένει το ίδιο με το αντίστοιχο της Γλασκώβης. Αυτό ήταν αρκετό,

ώστε να ενταθούν οι ανησυχίες σχετικά με τις δράσεις κατάργησης των ορυκτών καυσίμων ως πηγή ενέργειας, καθώς η επόμενη σύνοδος θα διεξαχθεί στο Ντουμπάι των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων, μια από τις μεγαλύτερες χώρες-παραγωγούς πετρελαίου.

Η χρηματοδότηση ήταν ξανά στο επίκεντρο των συζητήσεων, με την τελική συμφωνία να τονίζει ότι απαιτούνται 4 έως 6 τρισεκατομμύρια δολάρια ετησίως για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το έτος 2030, ώστε να είναι εφικτός ο στόχος μηδενικών εκπομπών έως το 2050. Το μεγαλύτερο μερίδιο αφορά επενδύσεις με χρηματοδότηση του ιδιωτικού τομέα, ενώ περίπου ένα τρισεκατομμύριο δολάρια το χρόνο θα μπορούσαν να διατεθούν από την Παγκόσμια Τράπεζα.

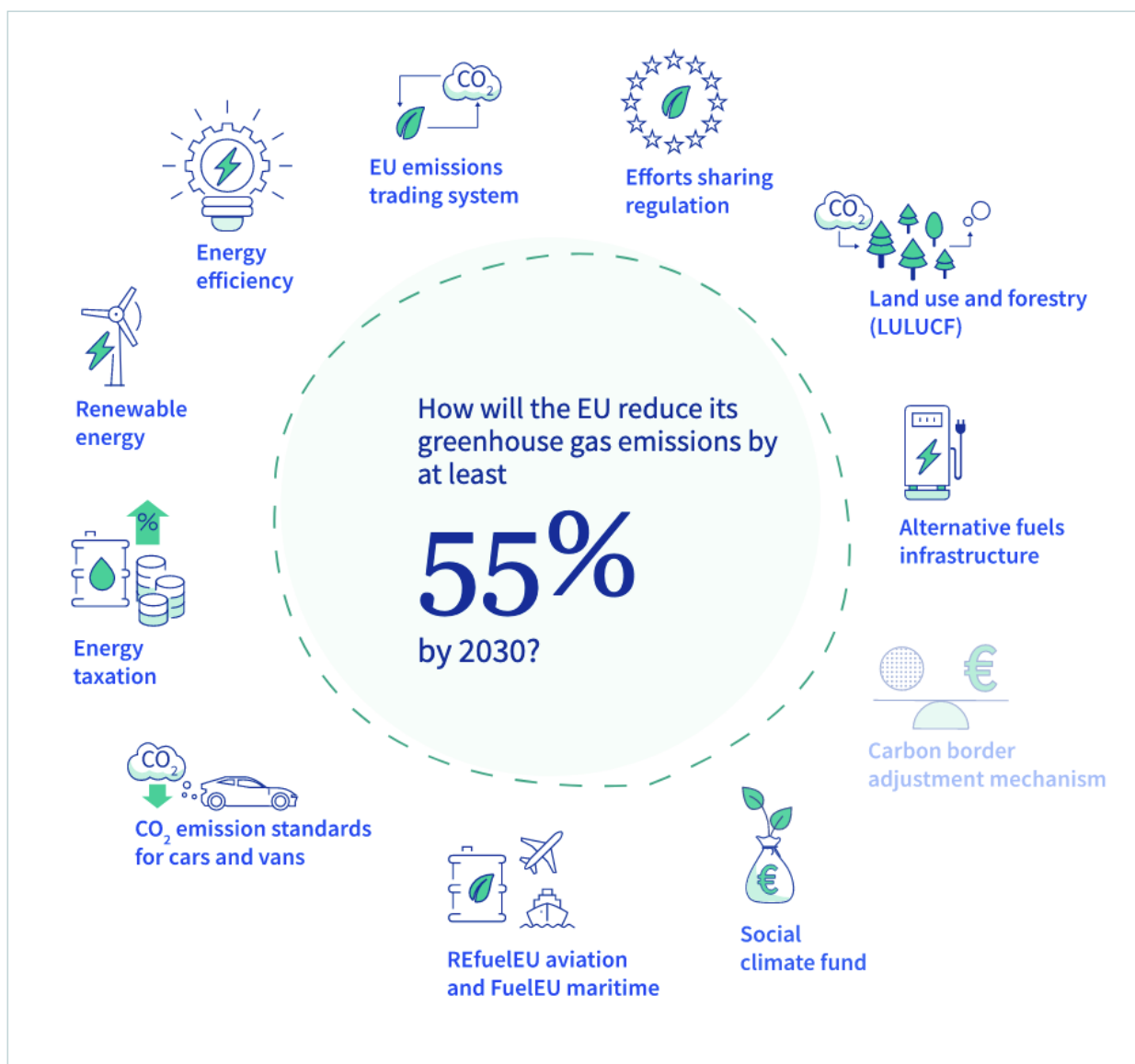
1.8. Η Δέσμη μέτρων «Fit for 55» - Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Η επίτευξη του κλιματικού στόχου της ΕΕ για μείωση των εκπομπών της κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030, καθίσταται πλέον νομική υπερχρέωση μέσω του ευρωπαϊκού νομοθετήματος για το κλίμα. Η δέσμη «Προσαρμογή στον στόχο του 55%» (Fit for 55) «είναι μια σειρά προτάσεων για την αναθεώρηση και την επικαιροποίηση της ενωσιακής νομοθεσίας και για τον καθορισμό νέων πρωτοβουλιών, με στόχο να διασφαλιστεί ότι οι πολιτικές της ΕΕ συνάδουν με τους κλιματικούς στόχους που έχουν συμφωνηθεί από το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. Η δέσμη μέτρων στοχεύει στη διαμόρφωση ενός συνεκτικού και ισορροπημένου πλαισίου για την επίτευξη των κλιματικών στόχων της ΕΕ μέσα από τη δίκαιη και κοινωνικά ισότιμη μετάβαση και τη διατήρηση και ενίσχυση την καινοτομία και την ανταγωνιστικότητα της ενωσιακής βιομηχανίας, εξασφαλίζοντας παράλληλα ισότιμους όρους ανταγωνισμού έναντι των οικονομικών φορέων τρίτων χωρών και εδραιώνοντας τη θέση της ΕΕ ως πρωτοπόρου στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο επίπεδο» (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2022).

Η δέσμη Fit for 55 υποβλήθηκε στο Συμβούλιο της ΕΕ τον Ιούλιο του 2021 και συζητείται σε διάφορους τομείς πολιτικής, όπως το περιβάλλον, η ενέργεια, οι μεταφορές και τα οικονομικά και δημοσιονομικά θέματα.

Στην ιστοσελίδα του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου/Συμβούλιο της ΕΕ, περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία νομοθετικής κατοχύρωσης των στόχων για το κλίμα, όπου «αρχικά οι προτάσεις της δέσμης «Fit for 55» παρουσιάζονται και συζητούνται σε τεχνικό επίπεδο, στις Ομάδες του Συμβουλίου που είναι αρμόδιες για τον σχετικό τομέα πολιτικής, προτού φτάσουν στα χέρια

των πρέσβων των κρατών μελών στην ΕΕ. Στη συνέχεια οι υπουργοί της ΕΕ, σε διάφορες συνθέσεις του Συμβουλίου, ανταλλάσσουν απόψεις και επιδιώκουν να καταλήξουν σε συμφωνία επί κοινής θέσης σε ό,τι αφορά τις προτάσεις. Η κοινή θέση αποτελεί τη βάση επί της οποίας, στη συνέχεια, η Προεδρία του Συμβουλίου διαπραγματεύεται με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο για την επίτευξη κοινής συμφωνίας ενόψει της τελικής έγκρισης των νομοθετικών πράξεων» (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2022).



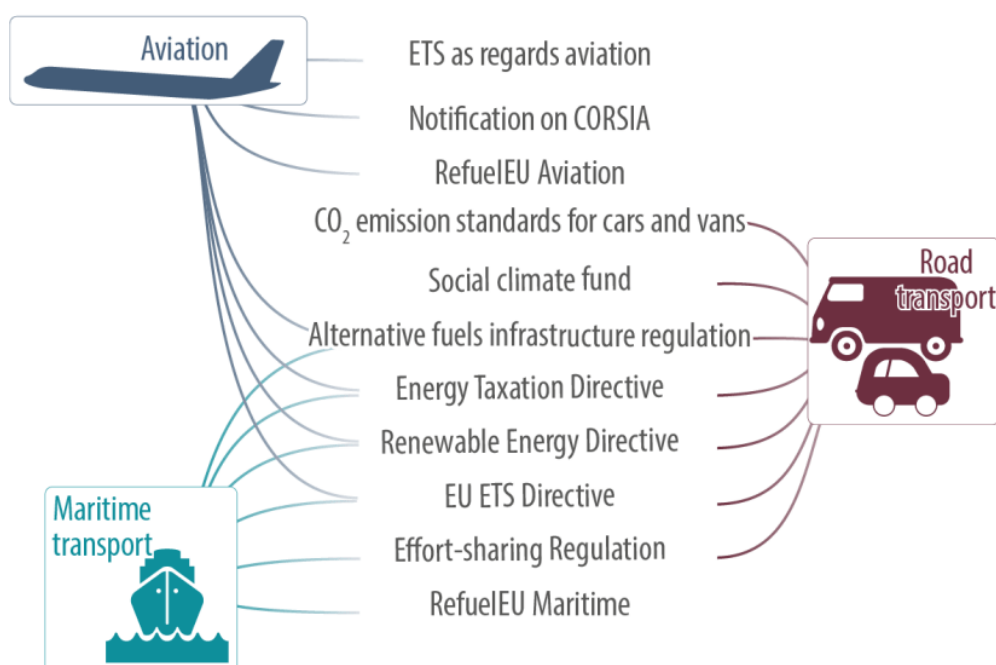
Εικόνα 1–2 Οι κλάδοι που περιλαμβάνονται στη δέσμη μέτρων «Fit for 55». Πηγή: <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

Η δέσμη περιλαμβάνει ένα σύνολο θεμάτων σχετικά με την κλιματική πολιτική, όπως:

α) «Σύστημα εμπορίας εκπομπών (ΣΕΔΕ) της ΕΕ, το οποίο αναμένεται να οδηγήσει σε συνολική μείωση των εκπομπών στους σχετικούς τομείς κατά 61 % έως το 2030 σε σύγκριση με το 2005. Η πρόταση στοχεύει στο να συμπεριληφθούν οι εκπομπές από τις θαλάσσιες μεταφορές στο ΣΕΔΕ της ΕΕ, αλλά και να καταργηθεί σταδιακά η δωρεάν κατανομή δικαιωμάτων εκπομπής στις αερομεταφορές και στους τομείς που πρόκειται να καλυφθούν από τον μηχανισμό συννοριακής προσαρμογής άνθρακα (ΜΣΠΑ). Επιπλέον, να εφαρμοστεί το παγκόσμιο σύστημα αντιστάθμισης και μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για τις διεθνείς αεροπορικές μεταφορές (CORSIA) και να αναθεωρηθεί το αποθεματικό για τη σταθερότητα της αγοράς». Το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο κατέληξαν τον Δεκέμβριο του 2022 σε προσωρινή πολιτική συμφωνία για τον τομέα των αεροπορικών μεταφορών, σχετικά με την ισχύουσα αναθεώρηση των κανόνων του συστήματος εμπορίας εκπομπών της ΕΕ. Για τον τομέα των αεροπορικών μεταφορών, «η συμφωνία παρέχει τη διαβεβαίωση ότι οι αεροπορικές μεταφορές συμβάλλουν στους στόχους μείωσης των εκπομπών της ΕΕ στο πλαίσιο της συμφωνίας του Παρισιού».

Transport: a challenging sector for climate action

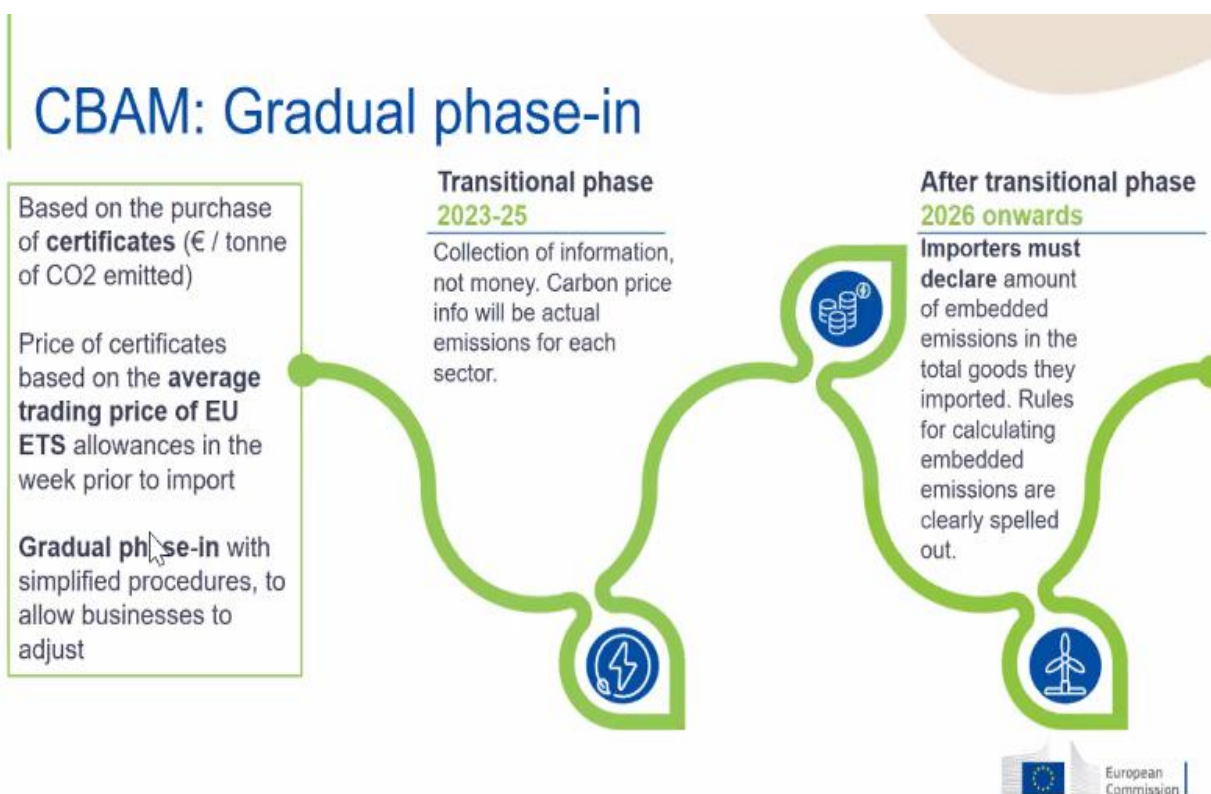
6 legislative proposals to reduce transport emissions



EPRS | European Parliamentary Research Service

Εικόνα 1–3 Τα μέτρα της δέσμης «Fit for 55» που αφορούν τον τομέα των μεταφορών. Πηγή: <https://epthinktank.eu/2022/06/05/fit-for-55-package/>

β) «Μηχανισμός συνοριακής προσαρμογής άνθρακα (ΜΣΠΑ - The carbon border adjustment mechanism (CBAM), ώστε να αποφευχθεί η ματαίωση των προσπαθειών της ΕΕ για μείωση των εκπομπών λόγω της αύξησης των εκπομπών εκτός των συνόρων της με τη μετεγκατάσταση της παραγωγής σε χώρες εκτός ΕΕ (όπου οι πολιτικές που εφαρμόζονται για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής είναι λιγότερο φιλόδοξες από εκείνες της ΕΕ) ή την αύξηση των εισαγωγών προϊόντων υψηλής έντασης άνθρακα. Ο ΜΣΠΑ έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί παράλληλα με το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της ΕΕ, ώστε να αντικατοπτρίζει και να συμπληρώνει τη λειτουργία του όσον αφορά τα εισαγόμενα εμπορεύματα. Θα αντικαταστήσει σταδιακά τους υφιστάμενους μηχανισμούς της ΕΕ για την αντιμετώπιση του κινδύνου διαρροής άνθρακα, ιδίως τη δωρεάν κατανομή δικαιωμάτων του ΣΕΔΕ της ΕΕ».

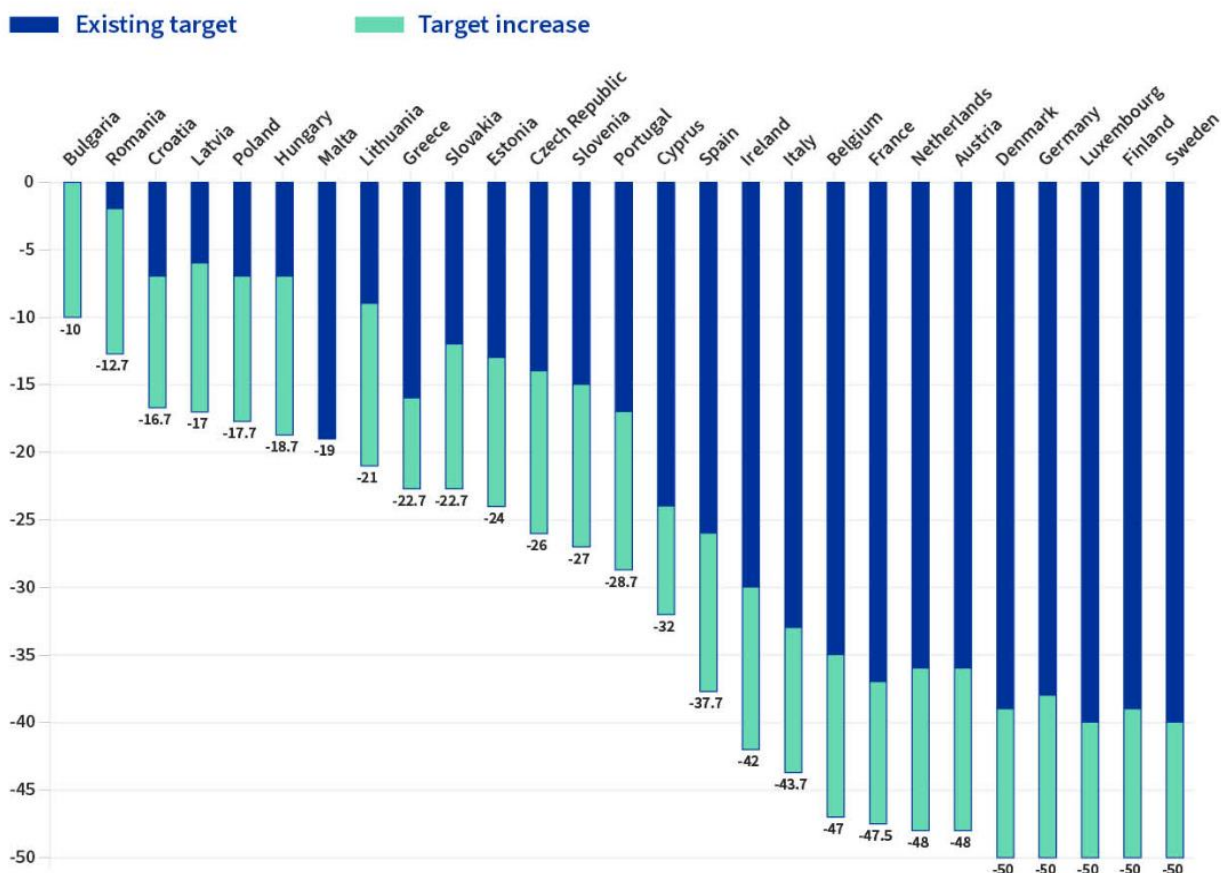


Εικόνα 1–4 Το χρονοδιάγραμμα των φάσεων του Μηχανισμού συνοριακής προσαρμογής άνθρακα (ΜΣΠΑ-CBAM). Πηγή: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/emission-reduction-panacea-or-recipe-trade-war-eus-carbon-border-tax-debate>

γ) Ως προς τους στόχους των κρατών μελών για μείωση των εκπομπών, «ο κανονισμός για τον επιμερισμό των προσπαθειών θέτει επί του παρόντος δεσμευτικούς ετήσιους στόχους εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τα κράτη μέλη σε τομείς που δεν καλύπτονται από το

σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ ή από τον κανονισμό για τις δραστηριότητες χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοπονίας (LULUCF)».

Proposed projected target increases by 2030 per member state (in %)



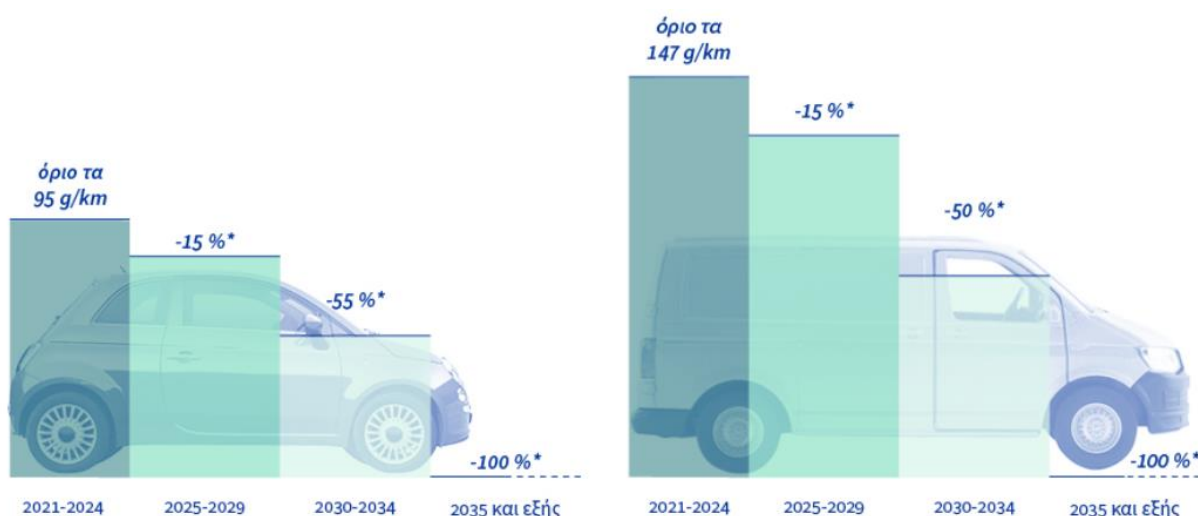
Εικόνα 1–5 Στόχοι μείωσης εκπομπών ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τη δέσμη μέτρων «Fit for 55». Πηγή: <https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-effort-sharing-regulation/>

«Η πρόταση αυξάνει τον στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδο ΕΕ από 29% σε 40% σε σύγκριση με το 2005 και επικαιροποιεί αναλόγως τους εθνικούς στόχους. Η μέθοδος υπολογισμού για τον καθορισμό των εθνικών στόχων εξακολουθεί να βασίζεται στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ, με περιορισμένο αριθμό στοχευόμενων διορθώσεων ώστε να καλυφθούν οι ανησυχίες σχετικά με την οικονομική αποδοτικότητα» (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2022).

Για την Ελλάδα ο ήδη υπάρχον στόχος για μείωση κατά 16% των εκπομπών σε σχέση με το 2005, αναδιαμορφώνεται σε μείωση περίπου 23%. Τα υψηλότερα ποσοστά ανήκουν σε χώρες της κεντρικής Ευρώπης και της Σκανδιναβικής χερσονήσου, με τους νέους στόχους να απαιτούν μείωση των εκπομπών κατά 50%.

δ) Αλλαγές στον τομέα δραστηριοτήτων χρήσης γης, καθώς «είναι αναγκαίο να αντιστραφεί η τρέχουσα πτωτική τάση των απορροφήσεων άνθρακα και να ενισχυθούν οι φυσικές καταβόθρες άνθρακα σε ολόκληρη την ΕΕ». Με την αναθεώρηση της νομοθεσίας προβλέπονται καθαρές απορροφήσεις αερίων του θερμοκηπίου ύψους τουλάχιστον 310 εκατομμυρίων τόνων ισοδυνάμου CO₂ έως το 2030, ποσότητα η οποία κατανέμεται μεταξύ των κρατών μελών με τη μορφή δεσμευτικών στόχων. Το συγκεκριμένο μέτρο αποτελείται από δύο φάσεις. Στην πρώτη, που διαρκεί μέχρι το 2025, τα κράτη μέλη πρέπει να εξισορροπήσουν τις εκπομπές και τις απορροφήσεις άνθρακα από τη χρήση γης, ενώ στη δεύτερη φάση από το 2015 έως το 2030 υποχρεούνται να φτάσουν τον στόχο των καθαρών απορροφήσεων και να συνεισφέρουν σε ακόμη πιο φιλόδοξους στόχους.

ε) Νέα πρότυπα εκπομπών CO₂ για τα αυτοκίνητα και τα ημιφορτηγά, με την πρόταση να εισάγει αυξημένους στόχους μείωσης σε επίπεδο ΕΕ για το 2030 και να θέτει νέο στόχο 100% για το 2035, ορίζοντας παράλληλα και σταδιακούς στόχους ανά τετραετία. Δηλαδή, από το 2035 δεν θα είναι πλέον δυνατή η διάθεση στην ενωσιακή αγορά αυτοκινήτων ή ημιφορτηγών με κινητήρα εσωτερικής καύσης.



Εικόνα 1–6 Νέοι στόχοι σχετικά με τις εκπομπές των αυτοκινήτων και ημιφορτηγών στην ΕΕ.

Πηγή: <https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-emissions-cars-and-vans/>

Συναφώς αναφέρεται ότι, «τα προτεινόμενα αυστηρότερα πρότυπα CO₂ για τα αυτοκίνητα και τα ημιφορτηγά έχουν στόχο να στηρίξουν τα κράτη μέλη στην επίτευξη των αυξημένων εθνικών στόχων τους βάσει του κανονισμού για τον επιμερισμό των προσπαθειών, τονώνοντας παράλληλα την τεχνολογική καινοτομία στον τομέα». Τα αυτοκίνητα και τα ημιφορτηγά

ευθύνονται για περίπου το 15% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ΕΕ, επομένως αποτελούν κρίσιμο πεδίο για την επίτευξη των συνολικών στόχων. Με τον τρόπο αυτό θα βελτιωθεί η ποιότητα του αέρα και επομένως η ποιότητα ζωής των πολιτών, ενώ αναμένεται να έχει θετική επίπτωση και στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

στ) Οικολογικότερα καύσιμα στις αεροπορικές και θαλάσσιες μεταφορές, στους τομείς δηλαδή που βασίζονται αποκλειστικά σχεδόν σε ορυκτά καύσιμα. Τα βιώσιμα καύσιμα μεταφορών μπορούν να διαδραματίσουν καίριο ρόλο στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι αεροπορικές και οι θαλάσσιες μεταφορές ευθύνονται για το 14,4% και 13,5% αντιστοίχως των εκπομπών από μεταφορές στην ΕΕ. Με δύο κανονισμούς για τη διασφάλιση ισότιμων όρων ανταγωνισμού για βιώσιμες αεροπορικές μεταφορές (γνωστός και ως πρωτοβουλία ReFuelEU aviation) και τον αντίστοιχο κανονισμό για τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στις θαλάσσιες μεταφορές (FuelEU maritime) στοχεύετε να αυξηθεί η χρήση βιώσιμων καυσίμων από τα αεροσκάφη και τα πλοία, ώστε να μειωθεί το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα. Ο κανονισμός θα υποχρεώνει τους προμηθευτές αεροπορικών καυσίμων να αυξήσουν σταδιακά το ποσοστό ανανεώσιμων καυσίμων, ειδικότερα των συνθετικών καυσίμων, που διανέμονται στους αερολιμένες της ΕΕ. Το ελάχιστο αυτό ποσοστό θα ξεκινήσει από 2% το 2025 και σταδιακά θα αυξάνεται μέχρι και το 2050 που θα πρέπει να είναι 63%. Επιπλέον οι αεροπορικές εταιρίες θα υποχρεούνται να ανεφοδιάζονται με βιώσιμα καύσιμα, αλλά και να μην ανεφοδιάζουν τα αεροσκάφη με επιπλέον του απαιτούμενου καύσιμα, ώστε να μειωθεί η κατανάλωση του. Όσον αφορά τα πλοία μεγάλης χωρητικότητας (>5000 τόνων), θα υποχρεούνται να μειώσουν την ένταση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την ενέργεια που χρησιμοποιείται επί του πλοίου. Η προβλεπόμενη μείωση ξεκινά από 2% το 2025 φτάνοντας έως το 75% το έτος 2050. Επιπλέον από το 2030 θα πρέπει τα συγκεκριμένα πλοία όσο είναι προσδεμένα στην αποβάθρα να τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια από ξηράς για τις ανάγκες τους. Με τους παραπάνω τρόπους επιχειρείται η διάδοση των βιώσιμων καυσίμων αλλά και η ενίσχυση της καινοτομίας στους τομείς των καυσίμων και των μεταφορών (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2022).

Λιμάνια

Στα πλέον πολυσύχναστα θαλάσσια λιμάνια:

→ τουλάχιστον το 90 % των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και των επιβατηγών θα πρέπει να έχουν πρόσβαση σε από ξηράς παροχή ηλεκτρικής ενέργειας

Στα περισσότερα λιμάνια εσωτερικής ναυσιπλοΐας:

→ τουλάχιστον μία εγκατάσταση παροχής από ξηράς ηλεκτρικής ενέργειας (έως το 2030)



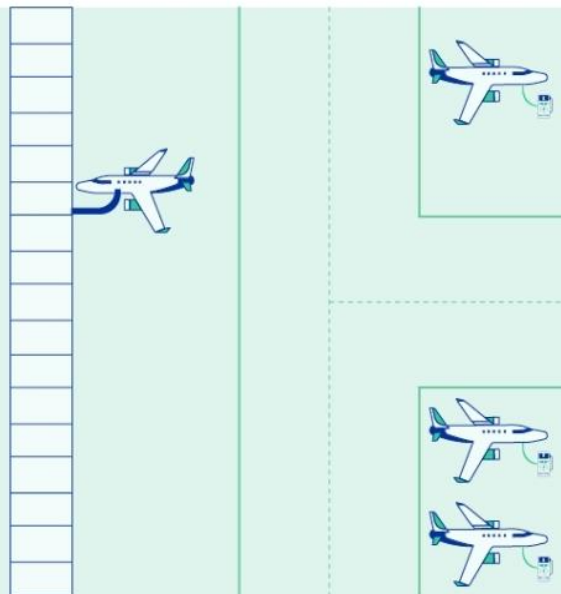
Αεροδρόμια

Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας για:

→ όλες τις θέσεις στάθμευσης αεροσκαφών που συνδέονται με τερματικό σταθμό έως το 2025

→ όλες τις απομακρυσμένες θέσεις στάθμευσης αεροσκαφών έως το 2030

Δυνατότητα εξαίρεσης αεροδρομίων με λιγότερες από 10 000 πτήσεις ανά έτος.



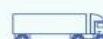
Εικόνα 1–7 Τα μέτρα της δέσμης «Fit for 55» για τις θαλάσσιες και αεροπορικές μεταφορές.

Πηγή: <https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-afir-alternative-fuels-infrastructure-regulation/>

Τι θα αλλάξει;



επιβατηγά αυτοκίνητα και φορτηγά κάτω των 3,5 τόνων



Φορτηγά άνω των 3,5 τόνων

Οδικές μεταφορές

Σταθμοί επαναφόρτισης:

→ Τουλάχιστον κάθε 60 χλμ. στο κύριο οδικό δίκτυο



έως τα τέλη του 2025



έως τα τέλη του 2030



→ κάθε έτος η συνολική παραγόμενη ισχύς από σταθμούς επαναφόρτισης θα πρέπει να αυξάνεται παράλληλα με τον αριθμό των ταξινομημένων αυτοκινήτων



→ Τουλάχιστον ένας σταθμός επαναφόρτισης σε κάθε ασφαλή και προστατευμένο χώρο στάθμευσης (τέλη 2030)

→ σταθμοί επαναφόρτισης και στις αστικές περιοχές

Παρεκκλίσεις για δρόμους μειωμένης κίνησης



60 χλμ.

Σταθμοί ανεφοδιασμού με υδρογόνο:

→ Τουλάχιστον κάθε 200 χλμ. στο κύριο οδικό δίκτυο (τέλη 2030)

→ περισσότεροι σταθμοί στις αστικές περιοχές



200 χλμ.

Σημεία ανεφοδιασμού με υγροποιημένο μεθάνιο:

→ Τουλάχιστον κατά μήκος του κύριου οδικού δικτύου ώστε τα οχήματα που χρησιμοποιούν μεθάνιο να μπορούν να κυκλοφορούν σε όλη την ΕΕ



Οι νέες υποδομές θα πρέπει:

→ να δίνουν τη δυνατότητα χρέωσης χωρίς συμβόλαιο

→ να δέχονται ηλεκτρονικές πληρωμές

→ να ενημερώνουν ξεκάθαρα τους χρήστες για τις εναλλακτικές τιμές



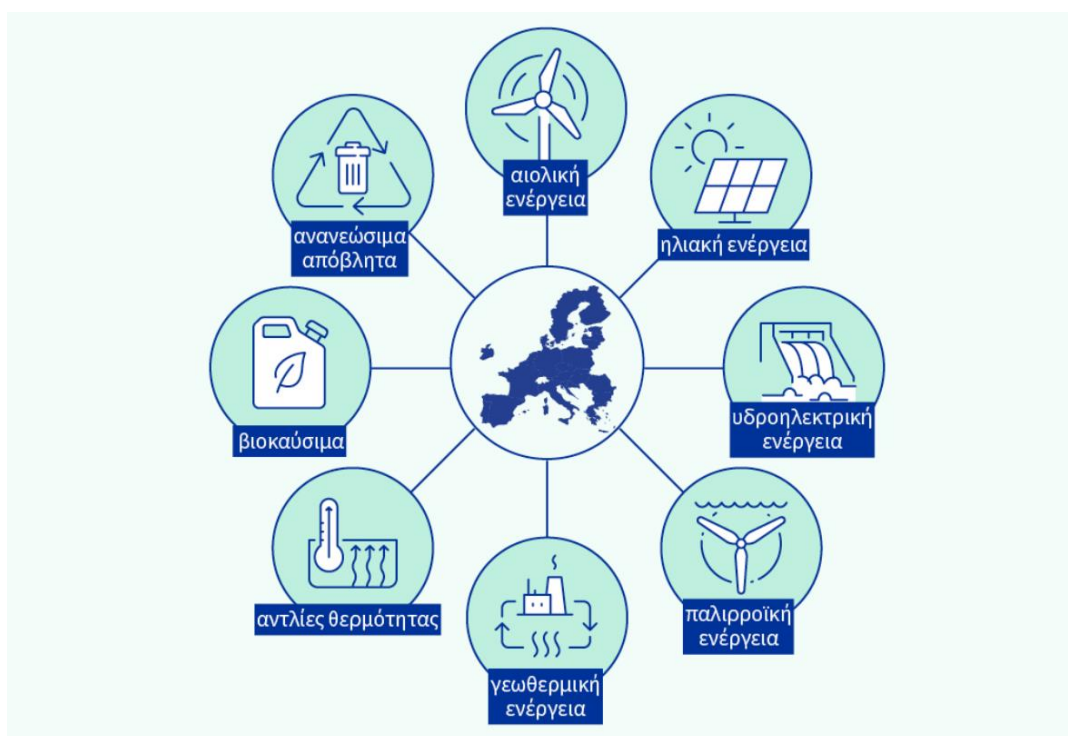
Εικόνα 1–8 Τα μέτρα της δέσμης «Fit for 55» για τις οδικές μεταφορές. Πηγή:

<https://epthinktank.eu/2022/06/05/fit-for-55-package/>

ζ) Θέσπιση του κοινωνικού ταμείου για το κλίμα για την «αντιμετώπιση των κοινωνικών και διανεμητικών επιπτώσεων του νέου συστήματος». Τα άτομα με χαμηλό εισόδημα και οι πολύ μικρές επιχειρήσεις ενδέχεται να επηρεαστούν από τις υψηλότερες τιμές των ορυκτών καυσίμων που προκύπτουν από την εισαγωγή ενός νέου συστήματος εμπορίας εκπομπών για κτίρια και οδικές μεταφορές και καύσιμα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το προτεινόμενο

ταμείο για το κοινωνικό κλίμα θα παρέχει υποστήριξη σε ευάλωτες ομάδες που πλήττονται περισσότερο από αυτό το νέο σύστημα. Με βάση κοινωνικά σχέδια για το κλίμα που θα εκπονηθούν από τα κράτη μέλη, το ταμείο στοχεύει να προχωρήσει σε μέτρα στήριξης και επενδύσεις προς όφελος των ευάλωτων νοικοκυριών, πολύ μικρών επιχειρήσεων και χρηστών μεταφορών. Υπολογίζεται ότι στην ΕΕ 34 εκατομμύρια άνθρωποι είναι ενεργειακά φτωχοί, νούμερο που αναμένεται να αυξηθεί πολύ με την αύξηση των τιμών ενέργειας από το 2021, ενώ προϋπολογισμός στο σύνολο του ανέρχεται στα 65 δισεκατομμύρια ευρώ στα κράτη μέλη μεταξύ 2026 και 2032.

η) Νέες οδηγίες σχετικά με την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ), όπου «προτείνεται να αυξηθεί ο στόχος σε επίπεδο ΕΕ για το μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο συνολικό ενεργειακό μείγμα από τουλάχιστον 32% που ισχύει σήμερα σε τουλάχιστον 40% έως το 2030».



Εικόνα 1–9 Οι κατηγορίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ. Πηγή: <https://www.consilium.europa.eu/el/infographics/fit-for-55-how-the-eu-plans-to-boost-renewable-energy/>

Οι ΑΠΕ έχουν χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, καθώς εκπέμπουν λιγότερο άνθρακα από τα ορυκτά καύσιμα. Η ενίσχυση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών στον ενεργειακό τομέα

της ΕΕ είναι κρίσιμο στην προσπάθεια μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος. Το 2020 το 22% της ενέργειας του καταναλώθηκε στην ΕΕ προερχόταν από ανανεώσιμες πηγές, με τον νέο στόχο για το 2030 να διπλασιάζει σχεδόν αυτό το ποσοστό. Σε εθνικό επίπεδο, τα κράτη μέλη έχουν καθορίσει τους εθνικούς τους στόχους για το 2030 όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές μέσα από τα εθνικά σχέδια για την ενέργεια και το κλίμα (ΕΣΕΚ). Σχετικά με τους επιμέρους στόχους χρήσης ανανεώσιμων πηγών, για τα κτήρια έχει τεθεί ο στόχος του 49% έως το 2030 ενώ για τη βιομηχανία θα αυξάνεται κατά 1% κάθε έτος. Για τη διευκόλυνση στη μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έχει προταθεί και ένα σύνολο μέτρων επιτάχυνσης των διαδικασιών αδειοδότησης (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2022).

θ) Αναθεώρηση της ισχύουσας οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση με την αύξηση του παρόντος στόχου σε επίπεδο ΕΕ για την «ενεργειακή απόδοση από 32,5% σε 36% για την τελική κατανάλωση ενέργειας και σε 39% για την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας». Η κατανάλωση λιγότερης ενέργειας έχει άμεσο όφελος στο περιβάλλον, μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αλλά και της γενικότερης μόλυνσης. Σύμφωνα με τους νέους κανόνες τα κράτη μέλη θα υποχρεούνται να μειώσουν την τελική κατανάλωση ενέργειας σταδιακά ανά έτος μέχρι να επιτευχθεί μείωση 1,5% ετησίως. Αυτή η μείωση είναι σχεδόν διπλάσια από τον προηγούμενο στόχο του 0,8%. Όσον αφορά τον δημόσιο τομέα, θα απαιτείται μείωση 1,7% ετησίως ενώ προβλέπεται και σταδιακή ανακαίνιση των κτηρίων για τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης. Τα νέα δημόσια κτήρια από το 2028 θα πρέπει να είναι μηδενικών εκπομπών, ενώ όλα τα νέα κτήρια μετά το 2030 θα ανήκουν στην ίδια κατηγορία, με την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης να είναι υποχρεωτικό. Επιπλέον, τα κράτη μέλη θα ορίσουν ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης σε οικιστικά και μη οικιστικά κτήρια, περιορίζοντας έτσι την ποσότητα ενέργειας που μπορεί να καταναλωθεί. Προβλέπονται επίσης δεσμεύσεις για την τοποθέτηση ηλιακών πάνελ σε νέα κτήρια του δημοσίου τομέα αλλά και οικιστικά, βελτιώνοντας παράλληλα τις πράσινες ηλεκτρικές υποδομές, όπως σημεία επαναφόρτισης και εγκατάσταση ευρύτερου δικτύου ηλεκτρισμού.

ι) Επιτάχυνση της ανάπτυξης υποδομών για την επαναφόρτιση ή τον ανεφοδιασμό οχημάτων με εναλλακτικά καύσιμα και την εναλλακτική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας για πλοία σε λιμένες και σταθμευμένα αεροσκάφη. Στόχος είναι η διασφάλιση της επάρκειας των υποδομών επαναφόρτισης ή και ανεφοδιασμού με καύσιμα όπως υδρογόνο και υγροποιημένο

μεθάνιο προς ανεφοδιασμό αυτοκινήτων, φορτηγών, πλοίων και αεροπλάνων. Εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 13,4 εκατομμύρια αυτοκίνητα και ημιφορτηγά εναλλακτικού καυσίμου στην ΕΕ, που αντιστοιχούν στο 5%. Αυτό το ποσοστό αναμένεται να δεκαπλασιαστεί μέχρι το 2050, συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση των εκπομπών. Θα είναι υποχρεωτικό να υπάρχουν σταθμοί επαναφόρτισης στο δίκτυο ανά τουλάχιστον 60 χιλιόμετρα, ενώ για ανεφοδιασμό με υδρογόνο οι σταθμοί θα βρίσκονται ανά τουλάχιστον 200 χιλιόμετρα στο κύριο οδικό δίκτυο. Σε λιμάνια και αεροδρόμια, θα είναι υποχρεωτική η πρόσβαση σε σταθμό ηλεκτρισμού στα πλοία και τα αεροσκάφη (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2022).

ια) Τέλος, η αναθεώρηση της φορολογίας των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας. *«Στόχος των μέτρων είναι να ευθυγραμμιστεί η φορολογία των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας με τις πολιτικές της ΕΕ για την ενέργεια, το περιβάλλον και το κλίμα, αλλά και να διαφυλαχθεί και να βελτιωθεί η εσωτερική αγορά της ΕΕ με την επικαιροποίηση της γκάμας των ενεργειακών προϊόντων και της διάρθρωσης των συντελεστών, καθώς και με τον εξορθολογισμό της χρήσης φορολογικών απαλλαγών και μειώσεων από τα κράτη μέλη».* Αυτό θα ενθαρρύνει τη μετάβαση σε καθαρότερη ενέργεια και μια πιο βιώσιμη βιομηχανία. Η ενεργειακοί φόροι θα αφορούν το πραγματικό ενεργειακό περιεχόμενο και την απόδοση του καυσίμου και όχι τόσο τον όγκο που καταναλώνεται. Τα ορυκτά καύσιμα θα φορολογούνται με υψηλότερο συντελεστή, συμπεριλαμβανομένου και των ακτοπλοϊκών και αεροπορικών μεταφορών. Επιπλέον δεν θα υπάρχει διαχωρισμός στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ νοικοκυριών και επιχειρήσεων, εξισορροπώντας τη φορολογία τους.

1.9. Η συμμετοχή του κλάδου της υγείας στις εκπομπές GHG

Το αποτύπωμα άνθρακα είναι το τελικό ποσό εκπομπών GHG που παράγονται από μία χώρα, ένα πρόσωπο, έναν οργανισμό, κτλ, σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και εκφράζεται ως ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂eq) (Holmner et al., 2014). Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να συγκριθούν οι εκπομπές μεταξύ των GHG. Μέσω της ποσοτικοποίησης των εκπομπών, είναι πιο εύκολο να αναγνωριστούν οι κύριες πηγές τους, παρέχοντας τη δυνατότητα να μελετηθεί το αποδοτικότερο σύστημα για τη μείωση τους.

Ο κλάδος της υγείας (νοσοκομειακές λειτουργίες και εγκαταστάσεις), έχει το δικό του αποτύπωμα άνθρακα και είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην παγκόσμια υπερθέρμανση.

Δεδομένου ότι και τα νοσοκομεία αποτελούν δημόσιους ή ιδιωτικούς φορείς/οργανισμούς /υπηρεσίες/επιχειρήσεις, οι οποίες επιβάλλεται να έχουν έναν ποιο ενεργό ρόλο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, είναι λογικό αυτός ακριβώς ο «ενεργός τους ρόλος» και ο «πράσινος» προσανατολισμός τους, να εμπεριέχεται και στην αποστολή της κάθε νοσοκομειακής μονάδας, θέτοντας ως στόχο όλων των βιώσιμων διαδικασιών που θα αναπτυχθούν, την επίτευξη της μέγιστης δυνατής απόδοσης (έργου) με την μικρότερη δυνατή δαπάνη πρώτης ύλης, υλοποιώντας δράσεις αποδοτικής/ανταποδοτικής ανακύκλωσης και ανάπτυξης οικολογικής συνείδησης στους εργαζομένους και ασθενείς, εξοικονόμησης ενέργειας, επενδύοντας σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Επίσης, η δημοσίευση της εταιρικής κοινωνικής υπευθυνότητας που περιλαμβάνει τις δράσεις για την προστασία του περιβάλλοντος και τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιδόσεις του νοσοκομείου, θέτει τις θεμέλιες βάσεις για την μελλοντική του αναγνώριση ως «πράσινου» νοσοκομείου.

Οι νοσοκομειακές εγκαταστάσεις αποτελούν σύγχρονες, ρυπογόνες μονάδες και ενεργοβόρες δομές παροχής υπηρεσιών υγείας, που λειτουργούν μέσα σε ένα ιδιαίτερο περιβάλλον εργασίας και διαβίωσης του προσωπικού, των ασθενών και των επισκεπτών, με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις όλο το 24ωρο, αντίστοιχο με τις ανάγκες μιας μικρής πόλης. Ειδικότερα, τα κτίρια τους εμφανίζουν τις μεγαλύτερες ενεργειακές καταναλώσεις⁴. Εντός των Η.Π.Α. τα νοσοκομειακά κτίρια είναι τα δεύτερα σε θέση ενεργοβόρα κτίρια, μετά τον κλάδο της εστίασης (Eckelman and Sherman, 2016).

Τα μεγάλα νοσοκομειακά κτίρια και εγκαταστάσεις λειτουργούν συνεχόμενα όλο το 24ωρο και η ενεργειακή τους κατανάλωση περιλαμβάνει τη χρήση μηχανημάτων θέρμανσης και ψύξης, διάφορες ιατρικές συσκευές και εξοπλισμό εργαστηρίων, προετοιμασία φαγητού και διανομή του, πλυντήρια, τη διαχείριση αποβλήτων και την απόρριψή τους (Βακορούλου et al., 2005). Ένα δομικό στοιχείο της κατανάλωσης ενέργειας αλλά και των εκπομπών GHG στα νοσοκομεία, σχετίζεται με τις μεταφορικές δραστηριότητες και λοιπές παρόμοιες λειτουργίες. Αυτές περιλαμβάνουν τις οδικές μεταφορές των ασθενών με οχήματα (π.χ. ασθενοφόρα),

⁴Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας, αρχείο επιθεώρησης κτιρίων, στατιστική ανάλυση δεδομένων ηλεκτρονικών αρχείων υποβληθέντων Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), χρονική περίοδος: 9/1/2011 - 9/1/2014

όπως επίσης και τις μεταφορές του προσωπικού (π.χ. νοσοκομειακά και ιδιωτικής χρήσης οχήματα), των ημερήσιων ασθενών και επισκεπτών, των προμηθευτών, κτλ.

Διάφορες εκτιμήσεις υποδεικνύουν το βασικό ρόλο των υποδομών του κλάδου της υγείας στις εκπομπές των GHG. Οι νοσοκομειακές εγκαταστάσεις παράγουν πάνω από 5 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων ετησίως και εκπέμπουν 2 Gt CO₂ κάθε χρόνο, που ισοδυναμεί με το 4.4% των καθαρών εκπομπών GHG παγκοσμίως (Budd, 2019).

Εάν το σύστημα υγείας σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελούσε μια χώρα, θα ήταν η 5η μεγαλύτερη πηγή GHG στον πλανήτη, με το αποτύπωμα της να είναι μικρότερο σε σχέση με της Κίνας, των Η.Π.Α, της Ρωσίας και της Ινδίας, αλλά μεγαλύτερο από οποιοδήποτε άλλο κράτος.

Στις Η.Π.Α., το σύστημα υγείας παράγει το 8-10% των εκπομπών GHG σε ολόκληρη τη χώρα (Eckelman and Sherman, 2016; MacNeill et al., 2017) και είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός GHG στον τομέα της υγείας, έχοντας ποσοστό 27% του παγκόσμιου αποτυπώματος άνθρακα, 546 Mt CO₂eq. Ο τομέας υγείας των Η.Π.Α. είχε αύξηση στις εκπομπές αερίων κατά 6% από το έτος 2010 μέχρι το έτος 2018, φτάνοντας τα 1.692 kg ανά άτομο το έτος 2018 (Eckelman et al, 2020). Η συγκεκριμένη μάζα ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα ανά άτομο, αποτελεί με διαφορά την υψηλότερη παγκοσμίως, με το αντίστοιχο μέγεθος για την Ευρωπαϊκή Ένωση να είναι 490 kg ανά άτομο.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε), οι οδικές μεταφορές είναι υπεύθυνες για το 20% των συνολικών εκπομπών GHG σε όλη την επικράτεια της (EEA, 2016). Ο τομέας της υγείας συνεισφέρει το 4.7%, με σχεδόν 250 Mt CO₂eq. Στο Ηνωμένο Βασίλειο (Η.Β.), ο τομέας υγείας ξοδεύει πάνω από £400 εκατομμύρια/έτος στην ενέργεια και το Εθνικό Σύστημα Υγείας [«National Health Service (NHS)»] είναι υπεύθυνο για το 25-30% των εκπομπών GHG του δημοσίου τομέα και 3,2% των συνολικών εθνικών εκπομπών GHG. Το εκτιμώμενο αποτύπωμα άνθρακα του Η.Β. ήταν 25 Mt CO₂eq το έτος 2019 (Purohit et al., 2021). Το 22% των εκπομπών GHG οφείλονταν στην ενεργειακή κατανάλωση, ενώ 18% οφειλόταν στις μεταφορές και 59% σε διάφορες λειτουργικές και υλικοτεχνικές δραστηριότητες (Bond et al., 2009; Commission and others, 2009; Solomon, S. et al., 2007). Οι εκπομπές GHG από τις μεταφορές που σχετίζονται με την υγεία, υπολογίζονται σε 5% των συνολικών εκπομπών GHG του τομέα των μεταφορών του Η.Β (NIR, 2020).

Παρόλο το μέγεθος της χρήσης του τομέα της υγείας και των σχετιζόμενων εκπομπών, υπάρχει ανεπαρκής έρευνα για την περιβαλλοντική της σταθερότητα. Η έννοια της περιβαλλοντικής σταθερότητας, παρότι δεν είναι σαφώς ορισμένη, αναφέρεται στην ικανότητα του φυσικού περιβάλλοντος να εφαρμόζει μηχανισμούς αυτό-ρύθμισης, ώστε να επανέρχεται σε σταθερή κατάσταση μετά από μια εξωτερική μεταβολή. Επομένως η μελέτη της θα ενσωμάτωνε την έννοια της ισορροπίας και τους μηχανισμούς που επιβάλλονται για να διατηρηθεί. Σχετίζεται άμεσα με τις χωρικές και χρονικές κλίμακες που μελετώνται, ενώ μπορεί να αξιολογηθεί από παγκόσμιο επίπεδο έως ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα. Η γενική αρχή και οι αποδεκτές μέθοδοι της επιστήμης της σταθερότητας, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στον τομέα της υγείας, έτσι ώστε να εκτιμηθούν οι τρόποι με τους οποίους θα υπολογιστούν και περιοριστούν οι βλαβερές για την υγεία και μακροημέρευση της ανθρωπότητας εκπομπές GHG (Eckelman et al., 2020).

Η μείωση του αποτυπώματος άνθρακα μεγάλων οργανισμών όπως είναι τα νοσοκομεία, εκτιμάται ως επιβεβλημένη για τη μείωση της αλλαγής του κλίματος (Karlner et al., 2019). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.) έχει δηλώσει ότι, ο κλάδος της υγείας μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών GHG και στην επακόλουθη βελτίωση των επιδράσεων στην παγκόσμια υπερθέρμανση (WHO, 2009). Σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ., η συνεισφορά του τομέα της υγείας στην προσπάθεια αντιμετώπισης της παγκόσμιας υπερθέρμανσης, θα έχει ως αποτέλεσμα βελτιώσεις στην ιατροφαρμακευτική περίθαλψη του πληθυσμού, όπως επίσης και σε άλλα κοινωνικοοικονομικά οφέλη. Τα παρακάτω στοιχεία περιγράφονται στη σχετική έκθεση του Π.Ο.Υ. (Πίνακας 1-1):

Πίνακας 1-1 Επτά παράγοντες για ένα φιλικό προς το περιβάλλον («πράσινο») νοσοκομείο.

Παράγοντας (Element)	Περιγραφή
Ενεργειακή απόδοση	Μείωση στην ενεργειακή κατανάλωση του νοσοκομείου μέσα από ισοδύναμα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, αντικατάσταση κατά το δυνατόν με ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ, κτλ.
Σχεδιασμός Πράσινων κτιρίων	Κατασκευή κτιρίων νοσοκομείων που ανταποκρίνονται στις τοπικές κλιματικές συνθήκες και είναι αποδοτικότερα στην εξοικονόμηση ενέργειας.
Παραγωγή ΑΠΕ	Συμπαγωγή και/ή κατανάλωση καθαρής, ανανεώσιμης ενέργειας, με τη διασφάλιση της αξιόπιστης/απρόσκοπτης λειτουργίας των νοσοκομείων.
Μεταφορές	Χρήση εναλλακτικών καυσίμων για το στόλο των οχημάτων του νοσοκομείου, προτροπή για βάδισμα και χρήση ποδηλάτου προς την

	εργασία, παρότρυνση του προσωπικού/ασθενών/επισκεπτών/προμηθευτών για τη χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς, δημιουργία υποδομών για τη διευκόλυνση της πρόσβασης στα νοσοκομεία.
Φαγητό	Προμήθεια αγαθών για την παρασκευή φαγητού για τους ασθενείς και το προσωπικό, με περιβαλλοντικά κριτήρια.
Απόβλητα	Μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, κομποστοποίηση, χρησιμοποίηση εναλλακτικών τρόπων για την αποτέφρωση των αποβλήτων.
Νερό	Οικονομία στην κατανάλωση νερού, αποφυγή χρήσης/πώλησης μπουκαλιών νερού όπου υπάρχει ασφαλής εναλλακτική (πόσιμο νερό βρύσης).

1.10. Πρωτόκολλο GHG

Σύμφωνα με το μη κερδοσκοπικό οργανισμό νοσοκομείων «Health Care Without Harm (HCWH)», πάνω από το μισό αποτύπωμα άνθρακα του τομέα υγείας προέρχεται από τη χρήση ενέργειας, εφόσον καταμετρηθούν όλες οι κατηγορίες εκπομπών (scores), σύμφωνα με τα υπολογιστικά φύλλα του «Green House Gas (GHG) Protocol». Αυτό το Πρωτόκολλο GHG, θεσπίζει ολοκληρωμένα παγκόσμια τυποποιημένα πλαίσια για τη μέτρηση και τη διαχείριση των εκπομπών GHG από επιχειρήσεις ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, αλυσίδες αξίας και δράσεις μετριασμού. Βασιζόμενο σε μια 20ετή συνεργασία μεταξύ του World Resources Institute (WRI) και του Παγκόσμιου Επιχειρηματικού Συμβουλίου για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (WBCSD), το Πρωτόκολλο GHG συνεργάζεται με κυβερνήσεις, ενώσεις του κλάδου, ΜΚΟ, επιχειρήσεις και άλλους οργανισμούς. Προέκυψε όταν η WRI και η WBCSD αναγνώρισαν την ανάγκη για ένα διεθνές πρότυπο για την εταιρική λογιστική και αναφορά GHG, στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Μαζί με μεγάλους εταιρικούς εταίρους όπως η BP και η General Motors, η WRI δημοσίευσε μια έκθεση το έτος 1998 με τίτλο «Safe Climate, Sound Business». Προσδιόρισε μια ατζέντα δράσης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, που περιελάμβανε την ανάγκη για τυποποιημένη μέτρηση των εκπομπών GHG (Greenhouse gas protocol, 2018).

Το πρότυπο βασίζεται στη χρήση πέντε βασικών αρχών της λογιστικής και της υποβολής εκθέσεων οι οποίες είναι ευρέως αποδεκτές. Οι βασικές αυτές αρχές περιλαμβάνουν τη συνάφεια, ώστε η απογραφή να αντικατοπτρίζει κατάλληλα τις εκπομπές της εταιρίας, και την πληρότητα, δηλαδή την καταγραφή και υποβολή εκθέσεων σχετικά με όλες τις πηγές εκπομπών. Τη συνέπεια κατά τη χρήση των μεθοδολογιών για να είναι δυνατή η σύγκριση των

εκπομπών με την πάροδο του χρόνου και της διαφάνειας κατά τη χρήση των μεθοδολογιών, των δεδομένων και παραδοχών. Η πέμπτη βασική αρχή είναι η ακρίβεια, διασφαλίζοντας ότι δεν θα υπάρχει συνεχής απόκλιση από τις πραγματικές τιμές, σε βαθμό που μπορεί να κρίνει τη λήψη αποφάσεων από τον χρήστη.

Η 1^η έκδοση του Εταιρικού Προτύπου, που δημοσιεύθηκε το έτος 2001, έχει ενημερωθεί με πρόσθετες οδηγίες που διευκρινίζουν πώς οι εταιρείες μπορούν να μετρούν τις εκπομπές από την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και άλλες αγορές ενέργειας και να υπολογίζουν τις εκπομπές από όλες τις αλυσίδες αξίας τους (Greenhouse gas protocol, 2018). Η αλυσίδα αξίας δημιουργείται λαμβάνοντας υπόψη όλα τα διαδοχικά βήματα κατά τη δημιουργία ενός τελικού προϊόντος, από την αρχική σχεδίαση του έως την άφιξη του στην πόρτα του καταναλωτή. Σε κάθε βήμα της διαδικασίας προστίθεται αξία στο προϊόν, για παράδειγμα κατά την προμήθεια υλών, την κατασκευή και την εμπορία του. Προσδιορίζοντας όλα τα βήματα και λαμβάνοντας τα υπόψη, μπορούν να σχεδιαστούν πιο βιώσιμες στρατηγικές από τις εταιρείες προμήθειας και εμπορίας των προϊόντων.

Το Πρωτόκολλο GHG ανέπτυξε επίσης μια σειρά εργαλείων υπολογισμού για να βοηθήσει τις εταιρείες να υπολογίσουν τις εκπομπές GHG και να μετρήσουν τα οφέλη των έργων μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Το έτος 2016, η πλειονότητα των εταιριών του Fortune 500, δηλαδή οι 500 μεγαλύτερες εταιρείες στις Η.Π.Α. με βάση τα έσοδά τους, χρησιμοποιούσαν το εν λόγω Πρωτόκολλο για τη μέτρηση και την καταγραφή εκπομπών GHG. Επιπλέον, το Πρωτόκολλο GHG συνεργάζεται με χώρες για τη δημιουργία των εθνικών τους προγραμμάτων, τα οποία θα πληρούν τις εκάστοτε ανάγκες. Παραδείγματα τέτοιων χωρών είναι η Βραζιλία, η Ινδία, το Μεξικό και οι Φιλιππίνες (Greenhouse gas protocol, 2018).

Η Συμφωνία των Παρισίων, που εγκρίθηκε στο πλαίσιο της Σύμβασης Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) το Δεκέμβριο του 2015, δεσμεύει όλες τις συμμετέχουσες χώρες να περιορίσουν την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, να προσαρμοστούν στις αλλαγές που ήδη συμβαίνουν και να αυξάνουν τακτικά τις προσπάθειες με την πάροδο του χρόνου. Το Πρωτόκολλο GHG αναπτύσσει πρότυπα, εργαλεία και διαδικτυακή εκπαίδευση που βοηθά τις χώρες και τις πόλεις να παρακολουθούν την πρόοδο προς τους κλιματικούς στόχους τους. Μέσα από τη συνεχή αναβάθμιση των εργαλείων του, το Πρωτόκολλο πρόκειται να προσφέρει στις εταιρείες ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης, για τον

υπολογισμό και την αναφορά των GHG που προκύπτουν από τη χρήση και τη μεταποίηση εκτάσεων γης και πιθανές τεχνικές αφαίρεσης διοξειδίου του άνθρακα.

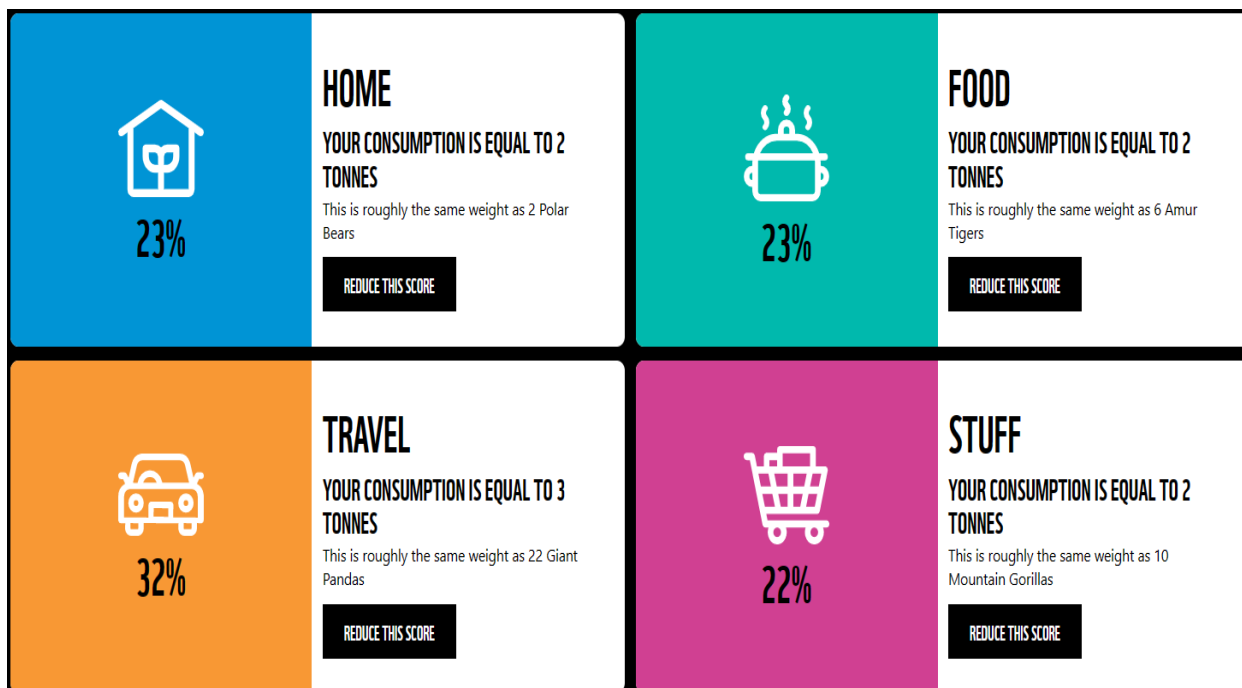
1.11. Υπολογιστικά εργαλεία αποτυπώματος άνθρακα

Την τελευταία δεκαετία, έχουν πολλαπλασιαστεί τα διαθέσιμα εργαλεία μέτρησης του ανθρακικού αποτυπώματος. Αρκετά από αυτά βρίσκονται διαθέσιμα στο διαδίκτυο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν δωρεάν για την εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα ενός ατόμου, μιας οικογένειας ή και μιας επιχείρησης. Έχουν αναπτυχθεί από ή σε συνεργασία με Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις, εθνικές και τοπικές αρχές, ιδιωτικές επιχειρήσεις και πανεπιστήμια. Τα συγκεκριμένα εργαλεία, δωρεάν ή επί πληρωμής, παρουσιάζουν αρκετές διαφορές στη λειτουργία τους, στον τρόπο υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος και στις δυνατότητες που προσφέρουν.

Η ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή που δίνεται σε θέματα κλιματικής αλλαγής και περιβαλλοντικής ρύπανσης, έχουν συμβάλει στην αύξηση του αριθμού των διαθέσιμων υπολογιστικών μέσων του ανθρακικού αποτυπώματος, σε μια προσπάθεια των διαφόρων φορέων να μετρήσουν αποτελεσματικά το ανθρακικό αποτύπωμα και εν συνεχεία να χαράξουν μια στρατηγική μείωσης τους. Οι διαφορετικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται στη λειτουργία κάθε εργαλείου, οδηγούν και σε διαφορετικό αποτέλεσμα ως προς το σύνολο των εκπομπών αλλά και της επιμέρους κατανομή τους. Εν συνεχεία, θα αναλυθούν μερικά από τα ευρέως χρησιμοποιούμενα εργαλεία υπολογισμού αποτυπώματος άνθρακα.

1.11.1. WWF Footprint Calculator

Το εργαλείο υπολογισμού που παρέχεται διαδικτυακά και δωρεάν από τη WWF, δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης του αποτυπώματος άνθρακα σε ατομικό επίπεδο. Αποτελείται από συνολικά τέσσερις κατηγορίες εκπομπών, ενώ για την κάθε μια ο χρήστης καλείται να απαντήσει σε μερικές ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται στη διατροφή, με πιο συγκεκριμένες ερωτήσεις που αφορούν την κατανάλωση κρέατος και τις εβδομαδιαίες δαπάνες για τρόφιμα. Στη δεύτερη κατηγορία, των μετακινήσεων, καταγράφεται το συχνότερο μέσο που χρησιμοποιείται και η μέση διάρκεια οδήγησης, ο χρόνος χρήσης τρένου και οι αεροπορικές πτήσεις που έχουν γίνει από τον χρήστη. Η τρίτη κατηγορία αφορά το νοικοκυριό του χρήστη και τις καταναλώσεις ενέργειας για θέρμανση και λοιπές ανάγκες. Η τελευταία κατηγορία καλύπτει τις αγορές καταναλωτικών αγαθών (WWF, 2020).



Εικόνα 1–10 Εργαλείο WWF Footprint Calculator. Πηγή: <https://footprint.wwf.org.uk/#/questionnaire>

Ο χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου είναι μερικά λεπτά και στο τέλος της διαδικασίας, παρουσιάζει μια εκτίμηση των συνολικών εκπομπών άνθρακα ανά έτος, καθώς και τις εκπομπές ανά επιμέρους κατηγορία. Αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο, για μια γρήγορη εκτίμηση των ατομικών εκπομπών, χωρίς ωστόσο να παρέχει υψηλή ακρίβεια καθώς οι απαντήσεις λαμβάνονται μέσω πολλαπλών επιλογών. Παρέχει επιπλέον κάποια στατιστικά στοιχεία για τη σύγκριση των ετήσιων εκπομπών με το μέσο όρο στο Ηνωμένο Βασίλειο αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο.

1.11.2. Clim'Foot, Bilan Carbone


Το εργαλείο υπολογισμού Bilan Carbone, δημιουργήθηκε το 2004 από την εταιρία ADEME για να βοηθήσει τους οργανισμούς να μειώσουν τις εκπομπές τους. Ο κύριος στόχος του είναι να υπολογίσει το ανθρακικό αποτύπωμα ενός οργανισμού, με έναν τύπο προσέγγισης εσωτερικού ελέγχου, προκειμένου να εντοπίσει τους κινδύνους και τις ευκαιρίες του οργανισμού όσον αφορά τη μετάβαση σε χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Σε συνεργασία με το έργο Clim'Foot, δημιουργήθηκε το εργαλείο Clim'Foot, Bilan Carbone προκειμένου να βοηθήσει στην ανάπτυξη νέων ευρωπαϊκών πολιτικών για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και να ενθαρρύνει τη λήψη μέτρων. Η νέα αυτή έκδοση αποτελείται από ένα αρχείο Excel, το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να εκτιμά τις εκπομπές που

παράγονται από τις δραστηριότητές του, ενώ έχει μεταφραστεί σε αρκετές γλώσσες. Είναι προσαρμόσιμο και δίνει την επιλογή να τροποποιηθεί κατά περίπτωση. Τα υπολογιστικά του φύλλα αφορούν εκπομπές που συνδέονται με την κατανάλωση ενέργειας, τις άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τα απόβλητα και τις μεταφορές (Bilan Carbone, 2016).


Description sheet of the considered site or activity

Bilan Carbone® reporting period / year	
Organisation Name	
Site Name	
Selected approach (ISO 14069 & GHG Protocol)	



Emission sources title (can be changed)	To go to the tab	Tab names (CANT be changed)	Description of emission sources (can be customized)
Energy	Energy	Energy 1	Fossil fuels and electricity
Non-energy	Non-energy	Non-energy 1	Activities excluding use of energy
Inputs	Inputs	Inputs	Materials, products and services purchased
Future Packaging	Future Packaging	Future Packaging	Materials, products and services purchased for packaging
Freight	Freight	Freight	Transportation of goods
Transporting people	Transporting people	Transporting people	Transporting people
Direct waste	Direct waste	Direct waste	Waste produced by the entity
Capital goods	Capital goods	Capital goods	The manufacture of durable goods used by the entity
Use stages	Use stages	Use stages	The use stages of the product or service sold or distributed
End-of-Life	End-of-Life	End-of-Life	End-of-life treatment of products sold or distributed
Emissions Factors	Emissions Factors	Emissions factors	List of emissions factors used
Utilities	Utilities	Utilities	Utilities
CO2e overview	CO2e overview	CO2e overview	Results in CO2 equivalent
GHG Protocol	GHG Protocol	GHG Protocol	Extraction of results for GHG Protocol reporting
ISO 14069	ISO 14069	ISO 14069	Extraction of results for ISO/TR 14069:2013 reporting
Graphs	Graphs	Graphs	Graphs with results in CO2e

Version 7.4 of September 8th, 2015 adapted for the climfoot project



Crédits : Association Bilan Carbone
41 rue Beauregard, 75002 Paris
contact@associationbilan carbone.fr
www.associationbilan carbone.fr
Bilan Carbone® - version 7.4

Description Energy Non-energy Inputs Packaging Freight Transporting people Direct waste Capital Goods Use stages

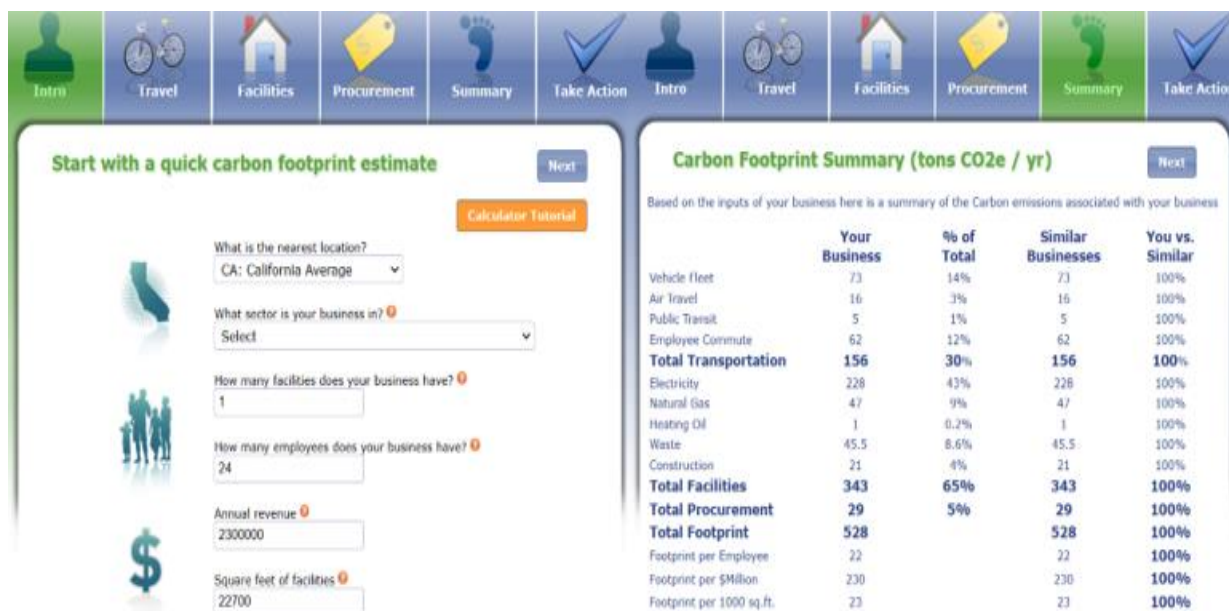
Εικόνα 1–11 Εργαλείο Clim'Foot, Bilan Carbone. Πηγή: <https://www.climfoot-project.eu/en/bilan-carbone®-clim-foot-tool>

Το εργαλείο περιέχει τους βασικούς συντελεστές μετατροπής, που ισχύουν για περιοχές της Γαλλίας, ωστόσο δίνεται η επιλογή να τροποποιηθούν ανάλογα την περιοχή και τις συνθήκες του χρήστη.

1.11.3. CoolClimate

Το λογισμικό CoolClimate, απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις που επιθυμούν να μετρήσουν τις εκπομπές άνθρακα τους. Αποτελείται από τέσσερις βασικές ενότητες. Αρχικά εισάγονται κάποια γενικά στοιχεία της εταιρίας, όπως ο αριθμός των εργαζομένων και η τοποθεσία της. Στη συνέχεια ζητείται στην ενότητα των μετακινήσεων, η απόσταση που διανύεται ανά έτος με το κάθε μέσο μετακίνησης, τα αεροπορικά ταξίδια και οι μετακινήσεις με μέσα μαζικής μεταφοράς. Η τρίτη ενότητα αφορά τις εγκαταστάσεις και συγκεκριμένα την κατανάλωση

ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και το κόστος των ορυκτών καυσίμων προς κατανάλωση. Επίσης καταχωρούνται ο όγκος των αποβλήτων και ο όγκος των ανακυκλωμένων αποβλήτων ανά έτος. Η τελευταία ενότητα, ζητά από τον χρήστη δεδομένα σχετικά με τις προμήθειες της επιχείρησης, όπως γραφική ύλη ή χημικά προϊόντα.



Εικόνα 1–12 Εργαλείο CoolClimate. Πηγή: <https://coolclimate.berkeley.edu/calculator>

Στην τελευταία ενότητα εμφανίζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα ανά ενότητα, καθώς και ο μέσος όρος σε παρόμοιες επιχειρήσεις. Παρέχει επίσης γραφήματα, αλλά και βασικές κατευθυντήριες γραμμές για δράσεις μείωσης των εκπομπών. Παρόλα αυτά, το εργαλείο είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες των Η.Π.Α., επομένως η δυνατότητες του για εκτίμηση του αποτυπώματος σε μια επιχείρηση που εδρεύει στην Ευρώπη να είναι περιορισμένες (CoolClimate Network, 2015).

1.11.4. Carbon Footprint

Το εργαλείο Carbon Footprint διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ατομικό ή και σε εταιρικό επίπεδο. Είναι ένα αρκετά πλήρες και προσαρμόσιμο εργαλείο. Όπως και τα περισσότερα παρόμοια εργαλεία, διαθέτει μια ενότητα για την κατανάλωση ηλεκτρισμού και ορυκτών καυσίμων στο νοικοκυριό για τις διάφορες ανάγκες, ενώ μπορούν να εισαχθούν και κατάλληλοι συντελεστές μετατροπής, σε περίπτωση που το άτομο ή η επιχείρηση έχει πρόσβαση σε ανανεωμένους συντελεστές. Σε διαφορετική περίπτωση το

εργαλείο παρέχει τους γενικούς συντελεστές, που μπορούν να παρέχουν μια γενική εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος.

Επιπλέον, καταχωρούνται αναλυτικά στοιχεία μετακινήσεων με αεροπλάνα, τρένα και ιδιωτικά οχήματα για τον υπολογισμό του αποτυπώματος από μετακινήσεις. Η τρίτη ενότητα αφορά τις δευτερεύουσες εκπομπές που προκύπτουν από τον ανεφοδιασμό. Για παράδειγμα, το κόστος για αγορά τροφίμων, φαρμάκων και οικιακών συσκευών (Carbon Footprint Ltd, n.d.).

Welcome **House** Flights Car Motorbike Bus & Rail Secondary Results

Household carbon footprint calculator

Enter your consumption of each type of energy, and press the Calculate button

Your individual footprint is calculated by dividing the amount of total energy used in the house by the number of people in your household.

How many people are in your household?

Note : If you are calculating your full household footprint e.g. for your family, keep this as "1".

Electricity: kWh at a factor of kgCO₂e/kWh [what's this?](#)

Natural gas: kWh

Heating oil: litres

Coal: tonnes

LPG: litres

Propane: litres

Wood: tonnes

Calculate Household Footprint

Total House Footprint = 0.50 tonnes of CO₂e **Offset Now**

0.44 tonnes: 1000 kWh of electricity at 0.4446 kgCO₂e/kWh [\[remove\]](#)
0.05 tonnes: 300 kWh of natural gas [\[remove\]](#)

Εικόνα 1–13 Εργαλείο Carbon Footprint. Πηγή:

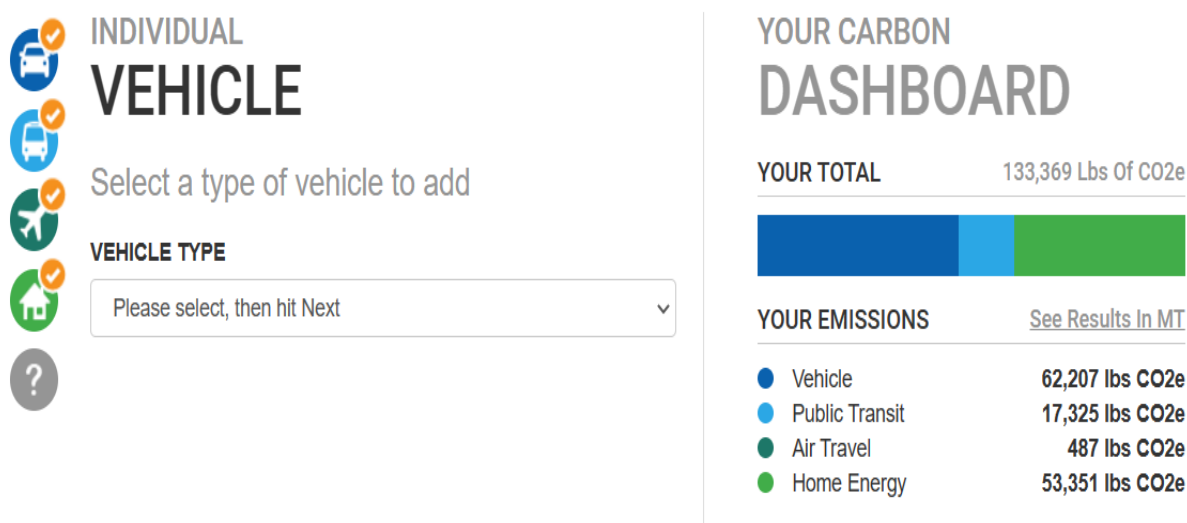
<https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>

Ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος γίνεται ανά κατηγορία, ενώ στην τελευταία ενότητα παρουσιάζονται συνολικά τα αποτελέσματα. Παρέχονται επίσης συγκριτικά στοιχεία που αφορούν το μέσο αποτύπωμα άνθρακα στη χώρα του χρήστη, στην Ευρωπαϊκή Ένωση ή και σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα αναλυτικά στοιχεία που λαμβάνει, η δυνατότητα παραμετροποίησης του μέσω των συντελεστών αλλά και δυνατότητα να λαμβάνει πολλαπλές πηγές εκπομπών το καθιστούν πολύ χρήσιμο στην εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος σε μικρή κλίμακα.

1.11.5. TerraPass

Το λογισμικό TerraPass, αποτελείται από τρία εργαλεία υπολογισμού που το καθένα απευθύνεται σε ένα άτομο, σε μια επιχείρηση ή σε μια εκδήλωση αντίστοιχα. Διαθέτει τις βασικές εκδόσεις δωρεάν στο διαδίκτυο, ενώ μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις μπορούν να λάβουν πιο εξειδικευμένες εκδόσεις.

Το εργαλείο υπολογισμού του ατομικού αποτυπώματος, περιλαμβάνει τις εκπομπές από μετακινήσεις καθώς και αυτές που προκύπτουν από τις ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας (Terrapass, 2021). Για τις μετακινήσεις, ζητούνται οι χιλιομετρικές αποστάσεις που διανύονται με ιδιωτικά οχήματα, καθώς και ο τύπος του κάθε οχήματος, αλλά και οι αποστάσεις που καλύπτονται με τρένα, λεωφορεία και αεροπλάνα. Όσον αφορά τις εκπομπές από την ενεργειακή κατανάλωση, ζητούνται στοιχεία για κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και διάφορων μορφών ορυκτών καυσίμων.



Εικόνα 1–14 Εργαλείο TerraPass, ατομική έκδοση. Πηγή: <https://terrapass.co.uk/carbon-footprint-calculator>

Οι συντελεστές μετατροπής για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος δεν είναι παραμετροποιήσιμοι από τον χρήστη, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ακρίβεια του αποτελέσματος. Επιπλέον απουσιάζουν οι συνεισφορές των δευτερευόντων παραγόντων, όπως η παραγωγή αποβλήτων.

Η διαθέσιμη έκδοση για επιχειρήσεις, περιλαμβάνει τις ίδιες κατηγορίες εκπομπών με την ατομική έκδοση, αθροίζοντας τις εκπομπές από τα διάφορα οχήματα και ακίνητα της επιχείρησης. Επιπρόσθετα, λαμβάνει υπόψιν το αποτύπωμα από αποστολές αγαθών και των servers που έχει η επιχείρηση.

EVENTS CALCULATOR

Tell us about yourself

YOUR NAME:

YOUR EVENT:

YOUR COMPANY/ORGANIZATION:

INDUSTRY:

YOUR EMAIL:

YOUR PHONE NUMBER:

YOUR COUNTRY:

PREV

NEXT

YOUR CARBON DASHBOARD

YOUR TOTAL

0 MT Of CO₂e

YOUR EMISSIONS

[See Results In Lbs](#)

● Travel	0 mT CO ₂ e
● Commute	0 mT CO ₂ e
● Venue	0 mT CO ₂ e
● Water	0 mT CO ₂ e
● Meals	0 mT CO ₂ e

TOTAL

Your carbon footprint is 0 mT of CO₂e. That's equivalent to planting 0 urban trees.

Offset 0 mT per month of CO₂e

BUY OFFSETS

Εικόνα 1–15 Εργαλείο TerraPass, έκδοση επιχείρησης. Πηγή: <https://terrapass.co.uk/carbon-footprint-calculator>

Το τρίτο διαθέσιμο εργαλείο, καλύπτει τις ανάγκες μιας μεμονωμένης διοργάνωσης (event). Στη συγκεκριμένη έκδοση, υπολογίζεται το αποτύπωμα που προκύπτει από τις μετακινήσεις των συμμετεχόντων, τον χώρο στέγασης της εκδήλωσης καθώς και την σίτιση τους.

EVENTS MEALS

Add information about the meals served at your event

TOTAL MEALS (BREAKFAST/LUNCH/DINNER) SERVED TO ATTENDEES

1

For example, if 50 guests will be having breakfast, lunch, and dinner over 2 days, that would total 300 meals.

PERCENT OF VEGETARIAN MEALS SERVED (0%-100%)

0

YOUR CARBON DASHBOARD

YOUR TOTAL 0 MT Of CO₂e

YOUR EMISSIONS [See Results In Lbs](#)

●	Travel	0 mT CO ₂ e
●	Commute	0 mT CO ₂ e
●	Venue	0 mT CO ₂ e
●	Water	0 mT CO ₂ e
●	Meals	0 mT CO ₂ e

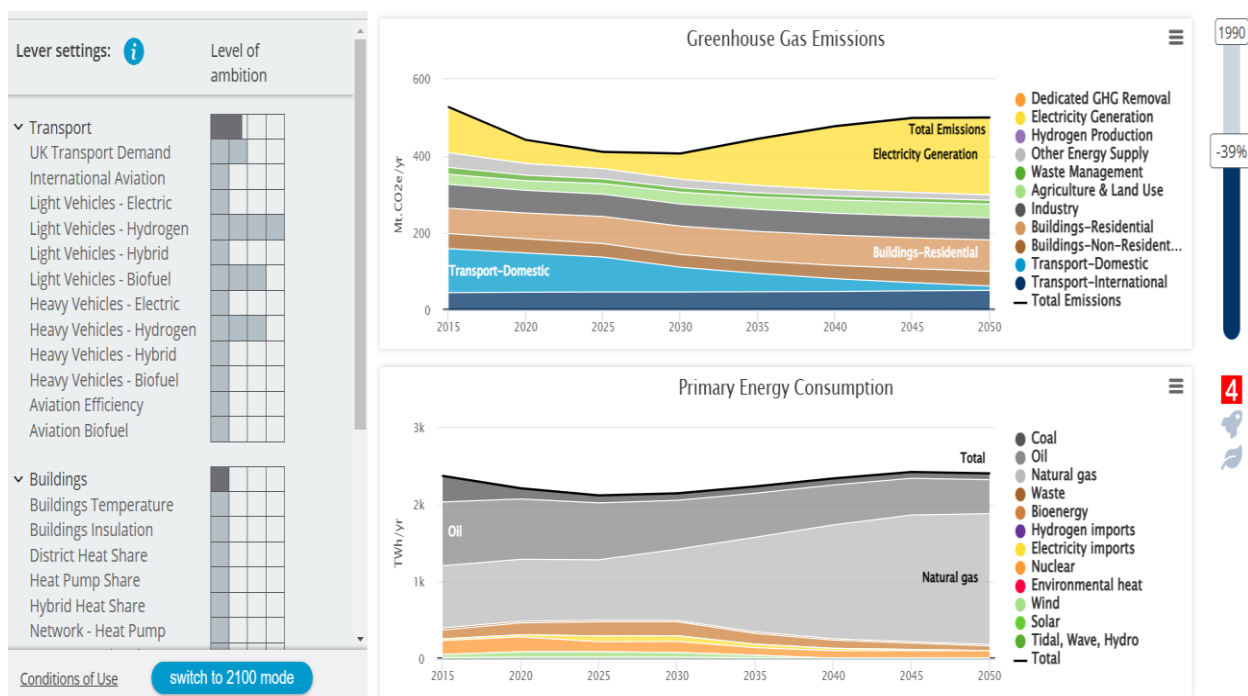
Εικόνα 1–16 Εργαλείο TerraPass, έκδοση εκδήλωσης. Πηγή: <https://terrapass.co.uk/carbon-footprint-calculator>

Τα τρόφιμα που καταναλώνονται, καθώς και τα τετραγωνικά του χώρου συσχετίζονται με τις απαιτήσεις σε ενέργεια και εκτιμάται το ανθρακικό αποτύπωμα. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται παρέχει μια μειωμένη ακρίβεια, ωστόσο αποτελεί μια καινοτόμα προσπάθεια στο υπολογισμό ανθρακικού αποτυπώματος.

1.11.6. MacKay Carbon Calculator

Ένα εργαλείο διαφορετικό από τα προηγούμενα δημιουργήθηκε από το Υπουργείο Επιχειρήσεων, Ενέργειας & Βιομηχανικής Στρατηγικής του Ηνωμένου Βασιλείου. Αποτελεί μια διαδικτυακή πλατφόρμα, διαθέσιμη μέσω του ιστότοπου “gon.uk” και επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργεί μονοπάτια μέσα από τα οποία μπορούν να μειθούν οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Υπάρχει διαθέσιμη μια λίστα από πιθανά μέτρα καθώς και τα επίπεδα φιλοδοξίας στο κάθε μέτρο. Ο χρήστης μέσω ενός συνδυασμού μέτρων και επιπέδων φιλοδοξίας, μπορεί να δημιουργήσει μια πολιτική μείωσης των εκπομπών του Η.Β. Το λογισμικό παρουσιάζει το αποτέλεσμα της πολιτικής που έχει δημιουργηθεί και πιο

συγκεκριμένα, τη μείωση των εκπομπών αλλά και τις νέες απαιτήσεις σε ενέργεια (UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2020).



Εικόνα 1–17 Εργαλείο MacKay. Πηγή:

<https://mackaycarboncalculator.beis.gov.uk/overview/emissions-and-primary-energy-consumption>

Η επιλογή του χρήστη ως προς τα μέτρα που λαμβάνει, αντιστοιχούν σε ανάλογες μεταβολές στην ετήσια παραγωγή άνθρακα, αλλά και στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας. Οι παραπάνω αποφάσεις λαμβάνονται με γνώμονα τον στόχο του 2050 για μηδενικές εκπομπές. Σκοπός του εργαλείου είναι η συνεισφορά του καθενός στην ευρύτερη προσπάθεια, αλλά και η διερεύνηση πιθανών σχεδίων για την επίτευξη του στόχου.

1.12. Εκπομπές πεδίου εφαρμογής 1, 2 και 3

Το Πεδίο Εφαρμογής 1 (score 1) πηγών GHG, υπολογίζεται για όλες τις απευθείας εκπομπές GHG, συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων υγείας και των υπηρεσιακών και ΙΧ οχημάτων, τα οποία φτάνουν μέχρι το 25% του αποτυπώματος άνθρακα του τομέα της υγείας παγκοσμίως.

Το Πεδίο Εφαρμογής 2 (score 2), που περιλαμβάνει συνήθως το μεγαλύτερο μερίδιο του αποτυπώματος άνθρακα, είναι οι έμμεσες εκπομπές GHG από πηγές ενέργειας που

χρησιμοποιούνται από τον κάθε κρατικό Οργανισμό Υγείας, όπως είναι ο ηλεκτρισμός, ο ατμός, η ψύξη/θέρμανση, που υπολογίζεται σε 60-80% του ολικού αποτυπώματος άνθρακα στην υγεία.

Το Πεδίο Εφαρμογής 3 (scope 3), το οποίο προέρχεται από την αλυσίδα προμήθειας μέσω της παραγωγής, μεταφοράς και διάθεσης των αγαθών και υπηρεσιών (τρόφιμα και φαρμακευτικές προμήθειες, ιατρικές υπηρεσίες, ιατρικές συσκευές, ιατρικός εξοπλισμός, κτλ.).

Οι απευθείας εκπομπές των εγκαταστάσεων υγείας, οι οποίες είναι μέρος του Πεδίου Εφαρμογής 1, φτάνουν μέχρι και το 25% των συνολικών εκπομπών τους. Οι έμμεσες εκπομπές από τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται, φτάνουν μέχρι και το 80% του ολικού αποτυπώματος άνθρακα στην υγεία, με το ποσοστό αυτό να κατανέμεται μεταξύ των Πεδίων Εφαρμογής 2 και 3. Επισημαίνεται ότι, η 4η σημαντικότερη πηγή εκπομπών άνθρακα (μετά τις εκπομπές GHG από την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, ορυκτών καυσίμων και των μεταφορικών μέσων για τις μετακινήσεις ασθενών, επισκεπτών και του προσωπικού), προέρχεται από την παραγωγή των απαραίτητων προϊόντων (μέταλλα, υφάσματα και τρόφιμα) στον κλάδο της υγείας, με ποσοστό 5%, που ανήκει στο Πεδίο 3.

Σύμφωνα με τις αναφορές της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος [«Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)»], οι διαχειριστές του συστήματος υγείας πρέπει να συνεργαστούν με τους προμηθευτές τους, έτσι ώστε να καταφέρουν «καθαρά μηδενικές» εκπομπές αερίων μέχρι το έτος 2050 ή και νωρίτερα (EEA, 2016).

1.12.1. GHG στην Ελλάδα

Το σύνολο των εκπομπών GHG στην Ελλάδα ήταν 85.631 kt CO₂eq το έτος 2019 και οι εκπομπές GHG κατά κεφαλήν (per capita/per person) ήταν περίπου 7,98 t CO₂eq (EEA, 2020; Kallinikos et al., 2016). Ωστόσο, παρά την αυξανόμενη τάση των εκπομπών GHG των νοσοκομείων (Eckelman et al., 2020), δεν υπάρχουν περιεκτικές μελέτες και άλλες τεχνικές βιβλιογραφίες για να μετρήσουμε και να εκτιμήσουμε τη συνεισφορά του τομέα υγείας της Ελλάδας στις εκπομπές αερίων σε εθνικό επίπεδο. Είναι επίσης απαραίτητο να αναπτύξουμε σχέδια δράσης για τη μείωση των εκπομπών GHG στον τομέα της υγείας, έτσι ώστε να ευθυγραμμιστούμε με την εθνική γραμμή στρατηγικής που στοχεύει στην κλιματική ουδετερότητα μέχρι τα μέσα του αιώνα, όπου η τυποποιημένη/μεθοδική μέτρηση και τα

πρωτόκολλα είναι απαραίτητα για να προσδιορίσουν την περιβαλλοντική απόδοση (performance) και τον έλεγχο προόδου (Eckelman et al., 2020), (MEEN, 2019). Ο συστηματικός έλεγχος των εκπομπών και η αναφορά τους από την εκάστοτε υγειονομική εγκατάσταση, θα επέτρεπε την εφαρμογή βελτιωτικών πρακτικών σε τοπική επίπεδο, συνεισφέροντας παράλληλα στην εθνική πολιτική περιορισμού των εν λόγω εκπομπών GHG.

Το «ανθρακικό αποτύπωμα», αποτελεί το μέτρο της συνολικής ποσότητας των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα που παράγονται άμεσα ή έμμεσα από μία διεργασία καθώς επίσης και που συσσωρεύεται κατά τα στάδια ζωής ενός προϊόντος, ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας. Η μέτρηση του αποτυπώματος άνθρακα σε νοσοκομειακές μονάδες υγείας, σχετίζεται άμεσα με την επιτυχημένη υλοποίηση της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης (ΕΚΕ) των νοσοκομείων ως δημόσιων ή ιδιωτικών οργανισμών, αλλά και ως επιχειρήσεων, που αποσκοπεί στην συμβολή τους στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών ζητημάτων, δεδομένου ότι αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικές δομές, οι οποίες είναι στενά συνδεδεμένες με το κοινωνικό σύνολο, επιδρώντας στα δεδομένα της εποχής και στο χώρο δράσης τους.

Κεφάλαιο 2 Το αποτύπωμα άνθρακα στις μεταφορές του 401 Γενικού Στρατιωτικού Νοσοκομείου Αθηνών (ΓΣΝΑ)

2.1. Εισαγωγή

Η εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα του τομέα της υγείας είναι άμεσα συνδεδεμένη με την επιτυχή εκτέλεση της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης [«Corporate Social Responsibility strategy (CSR)»] των νοσοκομείων. Ο συγκεκριμένος όρος, είναι συνδεδεμένος με την ιδέα ότι μια εταιρία πρέπει να διαδραματίζει θετικό ρόλο στην κοινωνία, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των αποφάσεων της. Η συνεισφορά στην προστασία του περιβάλλοντος και η αποχή από την περιβαλλοντική επιβάρυνση κατέχουν σημαντική θέση μεταξύ αξιών της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης. Η εταιρική κοινωνική ευθύνη των νοσοκομείων, τα οποία είναι δημόσιοι ή ιδιωτικοί οργανισμοί και ταυτόχρονα επιχειρήσεις, στοχεύει στο να αναγνωριστούν περιβαλλοντικά και κοινωνικά θέματα, δεδομένου ότι τα νοσοκομεία είναι ιδιαίτερα σημαντικοί οργανισμοί στενά συνδεδεμένοι με την κοινωνία.

Σε αυτή τη μελέτη, το αποτύπωμα άνθρακα των μεταφορών του 401 ΓΣΝΑ έχει υπολογιστεί έτσι ώστε να αποτελέσει το σημείο εκκίνησης για τον τελικό στόχο της ανάπτυξης ενός σχεδίου δράσης, για τη μείωση του άνθρακα και των εκπομπών GHG στη νοσοκομειακή περίθαλψη του Ελληνικού Στρατού.

Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων του αποτυπώματος άνθρακα, προτείνεται μια απλή και εύκολη στη χρήση μέθοδος υπολογισμού του, με τη δημιουργία ενός υπολογιστικού αρχείου excel για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών GHG των μεταφορών του νοσοκομείου, που θα συμβάλει στη λήψη απόφασης από τη διοίκηση του νοσοκομείου, για τη δημιουργία ενός χαρτοφυλακίου δράσεων μείωσης αυτών των εκπομπών.

2.2. Το 401 ΓΣΝΑ

Το 401 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο Αθηνών (401 ΓΣΝΑ) ιδρύθηκε το 1904 και είναι το μεγαλύτερο στρατιωτικό νοσοκομείο της Ελλάδας (Εικόνα 2-1). Βρίσκεται στη διασταύρωση των λεωφόρων Μεσογείων 138 και Κατεχάκη στην Αθήνα, από το έτος 1971. Έχει χωρητικότητα 550 κρεβάτια για ασθενείς και πάνω από 1.000 άτομα προσωπικό (στρατιωτικό

και πολιτικό), σε μια έκταση 95.722 m² κτιριακών εγκαταστάσεων. Οι στρατιωτικοί γιατροί και νοσοκόμες του 401 ΓΣΝΑ, είναι ανάμεσα στους καλύτερους γιατρούς του συστήματος υγείας της χώρας μας (ΓΣΝΑ 401, 2022).



Εικόνα 2–1 Η κεντρική πύλη εισόδου του 401 ΓΣΝΑ (ΓΣΝΑ 401, 2021).

Εξυπηρετεί το εν ενεργεία και σε αποστρατεία προσωπικό του Υπουργείου Άμυνας, της Ελληνικής Αστυνομίας, της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας καθώς και τα μέλη των οικογενειών τους. Οποιοσδήποτε άλλος πολίτης έχει επίσης πρόσβαση, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Το έτος 2018, τα εξωτερικά ιατρεία του 401 ΓΣΝΑ επισκέφτηκαν για ημερήσιες ιατρικές εξετάσεις και λοιπές δραστηριότητες (επισκέπτες νοσηλευόμενων, εφοδιασμός & συντήρηση νοσοκομείου, κτλ.), περίπου 180.000 άτομα (περίπου 500 επισκέψεις ατόμων, κατά μέσο όρο, καθημερινά), εκ των οποίων οι 16.000 περίπου άτομα νοσηλεύτηκαν για 112.000 ημέρες, κατά το έτος 2018, με έναν μέσο όρο 7 ημέρες ανά νοσηλεία.

Το 401 ΓΣΝΑ είναι επίσης ιατρικό ερευνητικό κέντρο με δέσμευση σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες τόσο των στρατιωτικών που απασχολούνται στον τομέα της υγείας, όσο και των ιδιωτών συναδέλφων τους .

2.3. Οι υπολογισμοί του αποτυπώματος άνθρακα

Στο πλαίσιο της ποσοτικοποίησης του ανθρακικού αποτυπώματος του 401 ΓΣΝΑ, από το σύνολο των ενεργειακών χρήσεων για το έτος 2018, γίνεται καταγραφή και υπολογισμός του εκπεμπόμενου αποτυπώματος CO₂, από τις οδικές μεταφορές που σχετίζονται με τη μετακίνηση των ασθενών, των επισκεπτών και του προσωπικού του νοσοκομείου, τον εφοδιασμό του, τη συντήρησή του, κτλ., οι οποίες επιδρούν σημαντικά στο συνολικά εκπεμπόμενο ανθρακικό αποτύπωμα του νοσοκομείου. Περιλαμβάνει την εκπομπή των εξής GHG, τα οποία εκπέμπονται κατά τις δραστηριότητες μεταφοράς: CO₂, CH₄ και N₂O. Το ανθρακικό αποτύπωμα, μετριέται σε τόνους ισοδυνάμου του διοξειδίου του άνθρακα (t CO₂eq). Το ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂eq), επιτρέπει τα διαφορετικά GHG να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους, σε μια βάση υπολογισμού η οποία ως μονάδα μέτρησης έχει τη μια μονάδα διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Τα διάφορα αέρια του θερμοκηπίου (GHG), δε συμβάλουν στον ίδιο βαθμό στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενώ παραμένουν στην ατμόσφαιρα και για διαφορετικές χρονικές περιόδους. Προκειμένου να είναι συγκρίσιμες οι επιπτώσεις των GHG, η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές έχει ορίσει το Δυναμικό Θέρμανσης του Πλανήτη [«Global Warming Potential (GWP)»]. Τα δύο χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τις επιπτώσεις του κάθε GHG, είναι η ικανότητα του να απορροφά ενέργεια και ο χρόνος ζωής του στην ατμόσφαιρα. Ουσιαστικά το GWP συσχετίζει την ενέργεια που θα απορροφήσουν οι εκπομπές ενός τόνου αερίου, σε μια δεδομένη χρονική περίοδο, σε σχέση με τις εκπομπές ενός τόνου CO₂. Εξ ορισμού, το CO₂ έχει τιμή GWP ίση με τη μονάδα, ανεξάρτητα από τη χρονική περίοδο που μελετάται, καθώς αποτελεί το αέριο αναφοράς.

Σε αυτή την ανάλυση έχει χρησιμοποιηθεί το αντίστοιχο GWP από την τέταρτη έκθεση αξιολόγησης της Ομάδας Εργασίας I, της Διακυβερνητικής Επιτροπής για τις Κλιματικές Αλλαγές («the Fourth Assessment Report of Contribution of Working Group I to the Intergovernmental Panel on Climate Change»). Οι τιμές του GWP με βάση τα αποτελέσματα των GHG σε χρονικό ορίζοντα 100 ετών, είναι 25 και 298, για το CH₄ και το N₂O, αντίστοιχα (Bunge and Souza, 2009).

Το CO₂eq υπολογίζεται αν πολλαπλασιάσουμε τις εκπομπές καθενός από τα GHG με το αντίστοιχο GWP και αθροίζοντάς τα, προκύπτει το συνολικό CO₂eq που παράγεται. Επίσης, μπορεί να υπολογιστεί η ετήσια επιβάρυνση σε τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα, διαιρώντας με το χρονικό ορίζοντα, δηλαδή τα 100 χρόνια.

2.3.1. Ασθενείς και επισκέπτες

Επιλέχθηκε ως μέθοδος καταγραφής, η φυσική παρουσία στην Κεντρική Πύλη εισόδου του 401 ΓΣΝΑ και η επιτόπια καταγραφή δείγματος n=1.000 ατόμων (ασθενών, επισκεπτών, αλλά και του προσωπικού), κατά την περίοδο από τις 24 Μαρτίου 2018 έως 30 Ιουνίου 2018, σε διαφορετικές ημέρες και ώρες, καθόσον δεν υπήρχαν διαθέσιμα από το νοσοκομείο πρωτογενή δεδομένα (data) ως προς τα προαναφερόμενα στοιχεία/μετρήσεις. Τα εν λόγω δεδομένα, αφού συλλέχθηκαν, καταγράφηκαν, αναλύθηκαν και παρουσιάζονται παρακάτω.

Οι επισκέπτες, ασθενείς και το προσωπικό, ρωτήθηκαν σχετικά με:

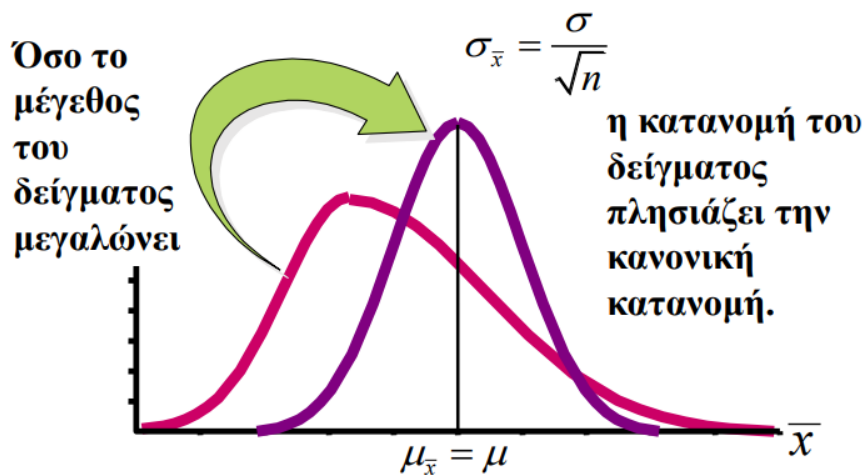
- Το μέσο μεταφοράς που χρησιμοποίησαν για την προσέλευσή τους στο νοσοκομείο.
- Το πόσες φορές επισκέφθηκαν το νοσοκομείο, το έτος 2018.
- Μια εκτίμηση της απόστασης που διένυσαν, για να φτάσουν στο νοσοκομείο.
- Αν χρησιμοποιούν το ιδιωτικό τους αυτοκίνητο (ΙΧ) για να εισέλθουν στο νοσοκομείο ή να αναχωρήσουν, μόνοι τους ή με άλλους (μετακίνηση με το ίδιο αυτοκίνητο, για μείωση των εξόδων-carpooling/car sharing).

Με την ανάλυση του δείγματος, εξήχθη το συμπέρασμα ότι:

- Το 58,1% (581 άτομα), από το προσωπικό, επισκέπτες και ασθενείς του 401 ΓΣΝΑ, εισήλθαν με ΙΧ.
- Το 11,9% (119 άτομα), από το προσωπικό, επισκέπτες και ασθενείς του 401 ΓΣΝΑ, εισήλθαν με λεωφορείο.
- Το 23% (230 άτομα), από το προσωπικό, επισκέπτες και ασθενείς του 401 ΓΣΝΑ, εισήλθαν με το μετρό.
- Το 7% (70 άτομα), από το προσωπικό, επισκέπτες και ασθενείς του 401 ΓΣΝΑ, εισήλθαν με δίκυκλο (μοτοσικλέτα).

2.3.2. Μεθοδολογία υπολογισμών

Το «Θεώρημα Κεντρικού Ορίου» ή «Κεντρικό Οριακό Θεώρημα [Κ.Ο.Θ., «Central Limit Theorem»]» (Εικόνα 2-2), περιγράφει τα χαρακτηριστικά των μέσων τιμών «μ» άπειρων πληθυσμιακών «n» τυχαίων δειγμάτων (όπου «n» το πληθυσμιακό μέγεθος του δείγματος-sample size) ενός μητρικού πληθυσμού, με τυπική απόκλιση («standard deviation») «σ» του πληθυσμού των μέσων τιμών («mean deviation»), ίση προς την τυπική απόκλιση του μητρικού πληθυσμού, διαιρεμένη με την τετραγωνική ρίζα του μεγέθους του πληθυσμιακού δείγματος n ($\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n}$).



Εικόνα 2–2 Το Θεώρημα Κεντρικού Ορίου (Παπαδόπουλος, 2022).

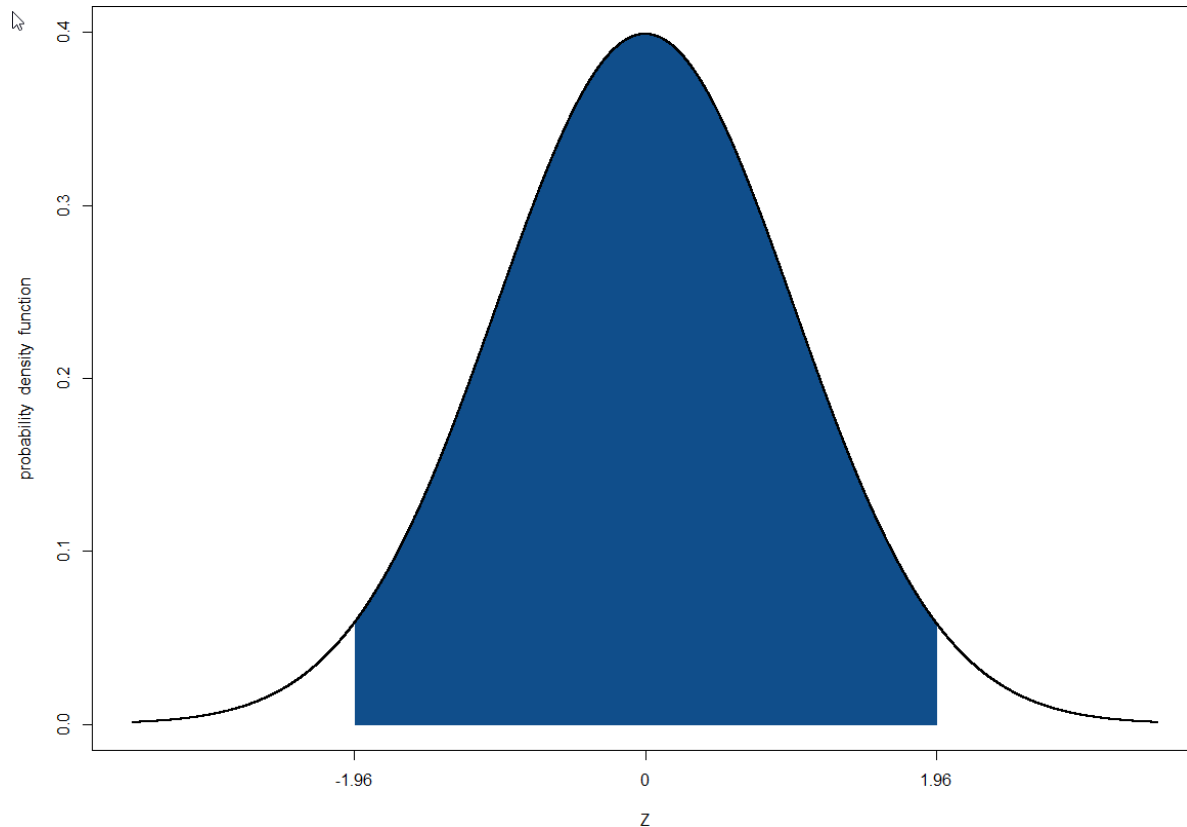
Παρατηρούμε ότι, όσο αυξάνει το μέγεθος «n» του πληθυσμιακού δείγματος ενός μητρικού πληθυσμού, η κατανομή του πληθυσμού των μέσων τιμών «μ» τείνει προς την κανονική κατανομή («normal distribution»). Η κανονική κατανομή με μέση τιμή «μ» και τυπική απόκλιση «σ», συμβολίζεται με $N(\mu, \sigma)$. Σύμφωνα με το Κ.Ο.Θ., το άθροισμα και η μέση τιμή μεγάλου αριθμού ανεξάρτητων παρατηρήσεων, ακολουθεί κατά προσέγγιση κανονική κατανομή. Το πραγματικό ποσοστό του πληθυσμού που κάθε φορά εκτιμούμε μέσω του δείγματος μεγέθους «n», θα ακολουθεί διωνυμική κατανομή, με αναμενόμενη τιμή «p» (πιθανότητα επιτυχίας) και τυπική απόκλιση «σ», όπου:

$$\sigma = \sqrt{p(1 - p)/n} > 0 \text{ (Εξίσωση 2.1)}$$

Η κανονική κατανομή σχήματος συμμετρικού κώδωνα, αποτελεί ίσως την πιο σημαντική μαθηματική συνάρτηση κατανομής της Στατιστικής και της Θεωρίας των Πιθανοτήτων, με εφαρμογή σε πλήθος πειραματικών ερευνών και μετρήσεων. Ονομάζεται επίσης και «κατανομή των σφαλμάτων («law of errors»）」 ή «κατανομή του Gauss («Gaussian distribution»）」, λόγω της μεγάλης συνεισφοράς του Gauss στην ανάδειξη των ιδιοτήτων και της σημασίας της (Talebmorad et al., 2021). Η κανονική κατανομή εφαρμόζεται σε πλήθος περιπτώσεων (πειραμάτων, μετρήσεων, εκτιμήσεων, τυχαίων σφαλμάτων, φαινομένων, κτλ.) και το Κ.Ο.Θ. είναι αυτό που την συνδέει με όποια άλλη κατανομή, καθόσον οι παρατηρήσεις δεν είναι απαραίτητο να ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Για μεγάλες τιμές του «n», η διωνυμική κατανομή (Binomial distribution) προσεγγίζει ασυμπτωτικά την κανονική κατανομή, με μέση τιμή « $\mu=p$ » της τυχαίας μεταβλητής (random variable) «X» και τυπική απόκλιση $\sigma = \sqrt{p(1-p)/n} > 0$.

Η κανονική κατανομή με $N(0,1)$ ονομάζεται τυποποιημένη κανονική κατανομή (standard normal distribution), έχει τυχαία μεταβλητή «Z» και για ένα διάστημα εμπιστοσύνης (confidence interval) 95%, κατανέμεται ομοιόμορφα όπως στην παρακάτω Εικόνα 2-3.



Εικόνα 2–3 Η τυποποιημένη κανονική κατανομή. Στον Χ-άξονα το διάστημα εμπιστοσύνης Z και στον Υ-άξονα η πιθανότητα («probability»). Με την μπλε επιφάνεια απεικονίζονται όλες οι μετρήσεις που συμπεριλαμβάνονται στο 95% του διαστήματος εμπιστοσύνης («Wald interval»). Παρατηρούμε ότι, τα όρια του Z είναι μεταξύ του -1,96 και +1,96 για το 95% διάστημα εμπιστοσύνης, καθόσον εξαιρούμε τις μετρήσεις 2,5% στα αριστερά και δεξιά του παραπάνω μπλε επιφάνειας.

Αν υποθέσουμε ότι, «p» η πιθανότητα («point estimate of proportion») του δείγματος και «n» το μέγεθος του δείγματος, τότε το διάστημα εμπιστοσύνης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$p \pm z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (\text{Εξίσωση 2.2})$$

Για 95% διάστημα εμπιστοσύνης, το $Z=\pm 1,96$ ($-1,96 < Z < 1,96$).

Εάν θέλαμε να υπολογίσουμε με διάστημα εμπιστοσύνης 99%, τότε το $Z=2,58$ και με 90%, το $Z=1,64$.

Το διάστημα εμπιστοσύνης για την πιθανότητα επιτυχίας «p» εξαρτάται από δύο προσεγγίσεις (υποθέσεις).

1^η Προσέγγιση:

(1) $Z = \frac{p^{\wedge} - p}{\sqrt{p(1-p)/n}}$ είναι προσεγγιστικά τυπικά κανονική Norm(0,1).

Έτσι θα ήταν $P(-1,96 < Z < 1,96) \approx 0,95$. Αυτή είναι μια καλή προσέγγιση αν το «n» είναι μεγάλο και το «p» δεν είναι πολύ μακριά από 1/2. Ένας συνήθης κανόνας είναι ότι «np» και $n(1-p)$ πρέπει ταυτόχρονα να το ξεπερνούν.

Από εκεί, με βασική άλγεβρα, έχουμε:

$$P\left(p^{-1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}\right) < p < p^{+1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \approx 0,95 \quad (\text{Εξίσωση 2.3})$$

Αυτό είναι σημαντικό γιατί το «p» είναι «απομονωμένο» μεταξύ δύο ορίων, αλλά όχι πρακτικά χρήσιμο για την εύρεση του διαστήματος εμπιστοσύνης, επειδή το $\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ είναι άγνωστο.

2^η Προσέγγιση:

Τα παραπάνω μας οδηγούν στη 2^η υπόθεση όπου, αν το «n» είναι επαρκώς μεγάλο, τότε το «p[^]» θα είναι επαρκώς κοντά στην τιμή του «p»:

$$P\left(p^{-1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}\right) < p < p^{+1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \approx 0,95, \text{ όπου όλα τα } p \text{ είναι } ^\wedge$$

Έτσι ώστε προσεγγιστικά ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης για το p να είναι της μορφής:

$$p^\wedge \pm \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \text{ όπου όλα τα } p \text{ είναι } ^\wedge$$

Ομοίως για άλλα διαστήματα εμπιστοσύνης με κατάλληλο αριθμό από πίνακες κανονικής κατανομής αντικαθίσταται ο αριθμός 1,96.

Επειδή στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε δείγμα μεγάλου μεγέθους (n=1.000), δεχόμαστε με ασφάλεια την παραπάνω υπόθεση. Συνεπώς, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις ιδιότητες της κανονικής κατανομής και να προβούμε σε στατιστική συμπερασματολογία για τον πραγματικό πληθυσμό, κατασκευάζοντας διαστήματα εμπιστοσύνης 95%, για κάθε ένα από τα ποσοστά, χρησιμοποιώντας τις παρακάτω σχέσεις:

$$P\left(p^{-1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}\right) < X < p^{+1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \approx 0,95 \text{ (Εξίσωση 2.4)}$$

Για $z \approx 1,96$ είναι:

$$P\left(\frac{X - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} < z\right) = 0,975 \text{ όπου } \frac{X - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \approx N(0,1) \text{ (Εξίσωση 2.5)}$$

$$P\left(p - 1,96\sqrt{p(1-p)/n} < X < p + 1,96\sqrt{p(1-p)/n}\right) = 0,95 \text{ (Εξίσωση 2.5)}$$

Για $z = 1,96$ είναι:

$$P\left(\frac{(X - p)}{\sqrt{p(1-p)/n}} < z\right) = 0,975 \text{ όπου } \frac{(X - p)}{\sqrt{p(1-p)/n}} \cong N(0,1) \text{ (Εξίσωση 2.6)}$$

Με τη χρήση των παραπάνω τύπων, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας (Πίνακας 2-1):

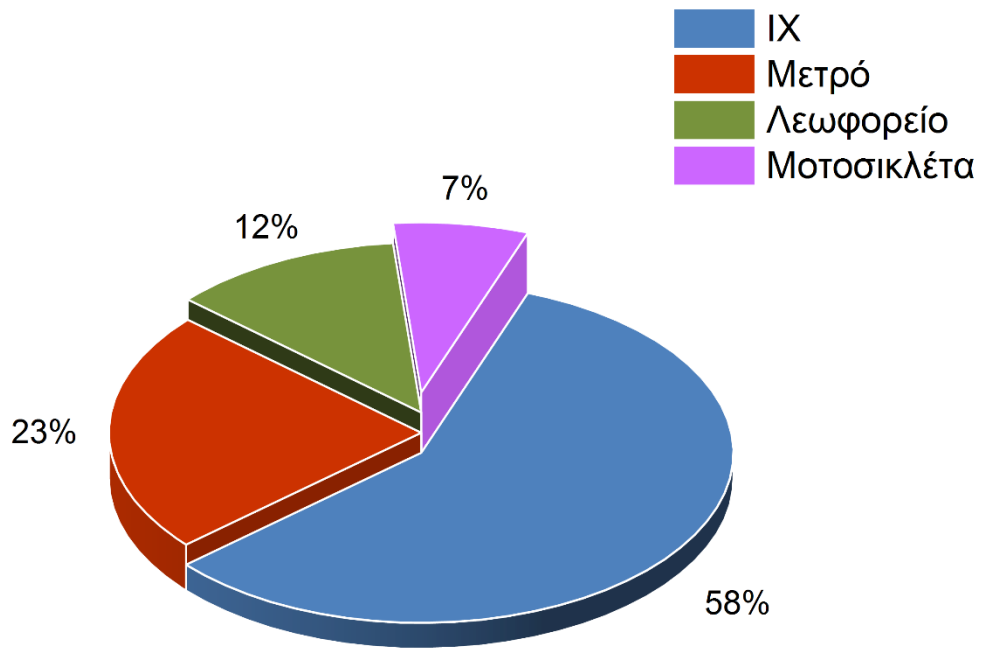
Πίνακας 2-1 Μέσο μεταφοράς ασθενών/επισκεπτών

Μέσο Μετακίνησης	Μέση τιμή στο δείγμα n=1.000 ατόμων	Τυπική απόκλιση (σ)	Διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τον πληθυσμό		Αντιστοιχία στα 180.000 άτομα		
			Κάτω όριο	Άνω όριο	Κάτω όριο	Άνω όριο	ΜΟ
ΙΧ	58,10%	1,56%	55,04%	61,16%	99.076	110.084	104.580
Μετρό	23,00%	1,33%	20,39%	25,61%	36.705	46.095	41.400
Λεωφορείο	11,90%	1,02%	9,89%	13,91%	17.808	25.032	21.420
Μοτοσικλέτα	7,00%	0,81%	5,42%	8,58%	9.754	15.446	12.600

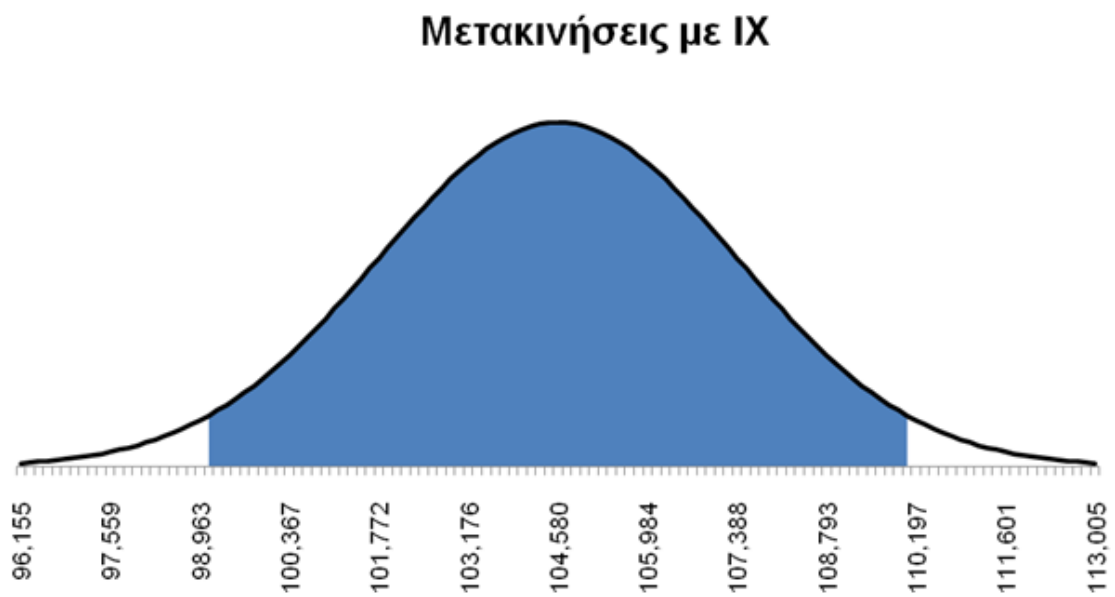
Ως εκ τούτου, οι 180.000 ασθενείς/επισκέπτες που προσήλθαν στο νοσοκομείο το έτος 2018, κατηγοριοποιούνται ως εξής, όσον αφορά τον τρόπο μεταφοράς που χρησιμοποιείται για να φτάσουν στο νοσοκομείο (Διάγραμμα 2-1):

- 104.580 άτομα, δηλαδή το 58,1%, χρησιμοποίησαν ΙΧ.
- 41.400 άτομα, δηλαδή το 23%, χρησιμοποίησαν το μετρό.
- 21.420 άτομα, δηλαδή το 11,9%, χρησιμοποίησαν λεωφορεία και
- 12.600 άτομα, δηλαδή το 7%, χρησιμοποίησαν μοτοσικλέτα.

Με την ανάλυση του δείγματος, υπολογίστηκε ότι το 25,64% (26.820 ασθενείς/επισκέπτες, από τους 104.580) που προσήλθαν με ΙΧ, αυτά είχαν κινητήρα ντίζελ.

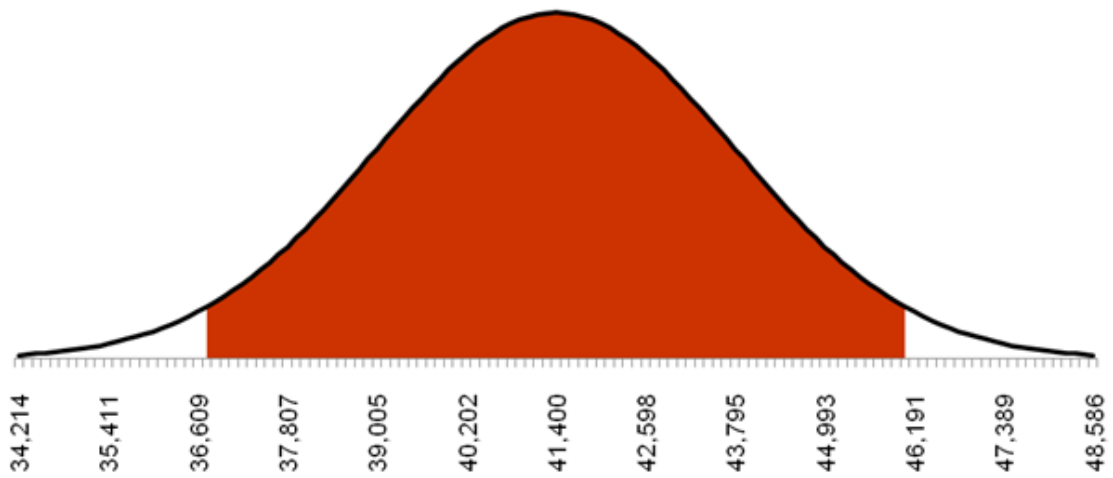


Διάγραμμα 2-1 Ανάλυση του δείγματος.



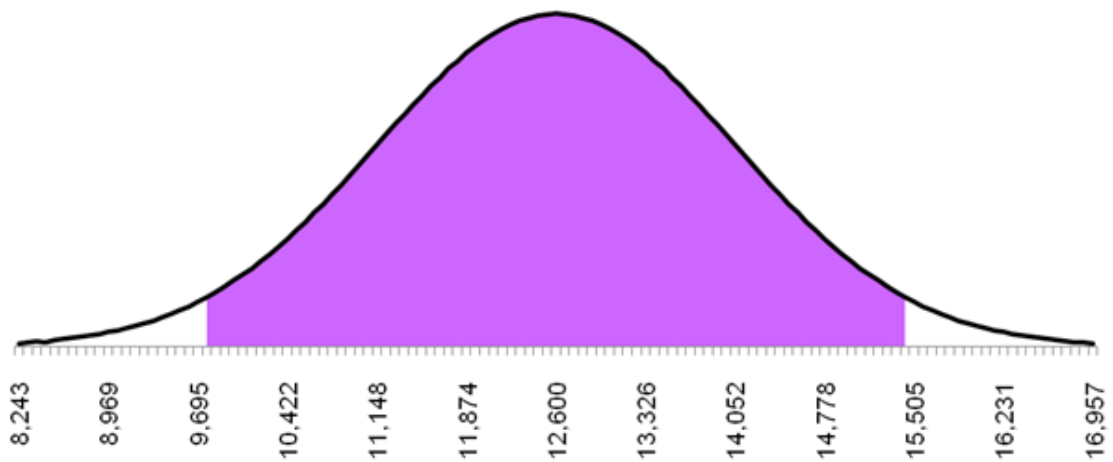
Διάγραμμα 2-2 Κατανομή για μετακινήσεις με ΙΧ.

Μετακινήσεις με το μετρό



Διάγραμμα 2-3 Κατανομή για μετακινήσεις με το μετρό.

Μετακινήσεις με μοτοσυκλέτα



Διάγραμμα 2-4 Κατανομή για μετακινήσεις με μοτοσυκλέτα.

Η απόσταση που διανύθηκε από τους 1.000 ασθενείς/επισκέπτες του 401 ΓΣΝΑ (μετάβαση και επιστροφή στην οικεία τους ή όπου αλλού ανέφεραν οι ίδιοι, κατά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου), υπολογίστηκε σε 40.078 km.

Η απόσταση αυτή, κατανέμεται στα αντίστοιχα μεταφορικά μέσα, ως εξής:

- 73,23% (29.350 km), διανύθηκαν από τα ΙΧ.
- 12,55% (5.030 km), διανύθηκαν από το μετρό.
- 7,78% (3.120 km), διανύθηκαν από τα λεωφορεία.
- 6,43% (2.578 km), διανύθηκαν από τις μοτοσικλέτες.

Οπότε, η απόσταση που έχει διανυθεί από τους 180.000 ασθενείς/επισκέπτες που προσήλθαν στο νοσοκομείο το έτος 2018, αντιστοιχεί σε 7.214.040 km. Η απόσταση αυτή είναι ταξινομημένη ανά μέσο μεταφοράς, στον Πίνακα 2-2.

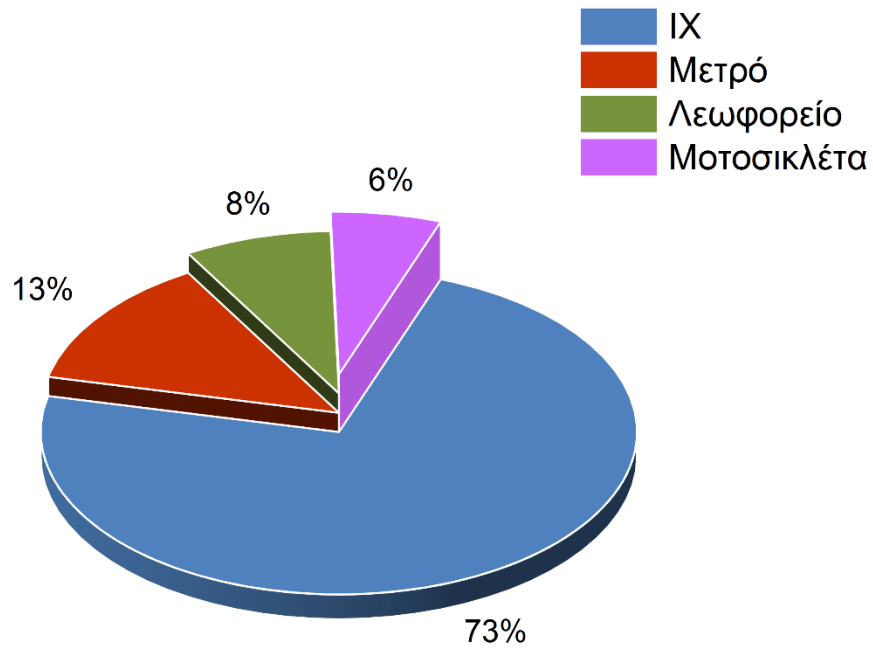
Πίνακας 2-2 Απόσταση που διανύθηκε (σε km), ανά είδος μέσου μεταφοράς, από τους ασθενείς και επισκέπτες.

Μέσο Μετακίνησης	Μέση τιμή στο δείγμα 1.000 ατόμων	Τυπική απόκλιση (σ)	Διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τον πληθυσμό		Αντιστοιχία στα 7.214.040 km		
			Κάτω όριο	Άνω όριο	Κάτω όριο	Άνω όριο	ΜΟ
ΙΧ	73,23%	1,40%	70,49%	75,98%	5.085.037	5.480.963	5.283.000 (α)
Μετρό	12,55%	1,05%	10,50%	14,60%	757.271	1.053,526	905.398
Λεωφορείο	7,78%	0,85%	6,12%	9,45%	441.800	681.397	561.599 (β)
Μοτοσικλέτα	6,43%	0,78%	4,91%	7,95%	354.350	573.736	464.043

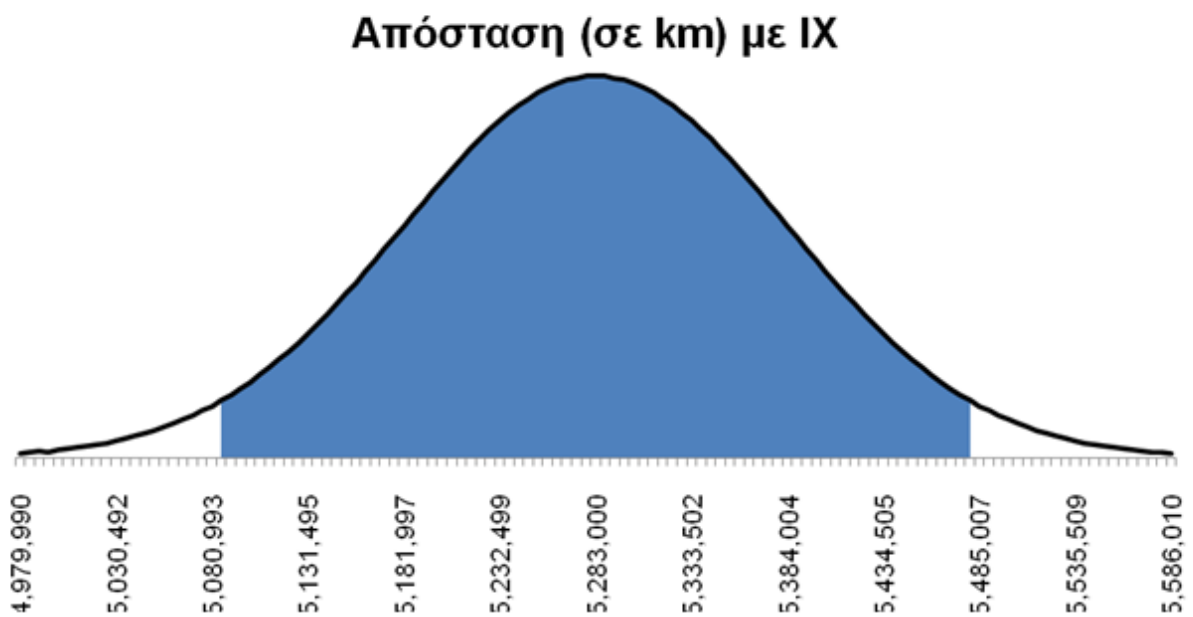
Παρατηρήσεις:

(α) Το 25,64% της απόστασης, δηλαδή 1.354.561,200 km, διανύθηκαν με ντιζελοκίνητα ΙΧ.

(β) Το 80% των λεωφορείων, είναι ντιζελοκίνητα ενώ το 20% είναι με φυσικό αέριο.

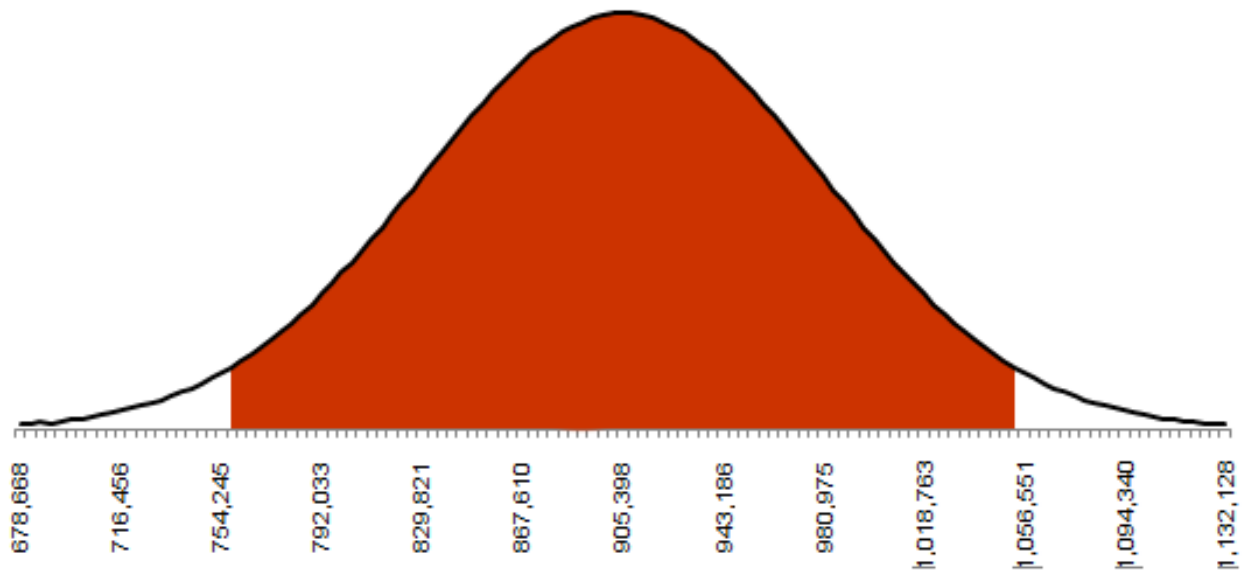


Διάγραμμα 2-5 Ανάλυση της απόστασης ανά μεταφορικό μέσο.



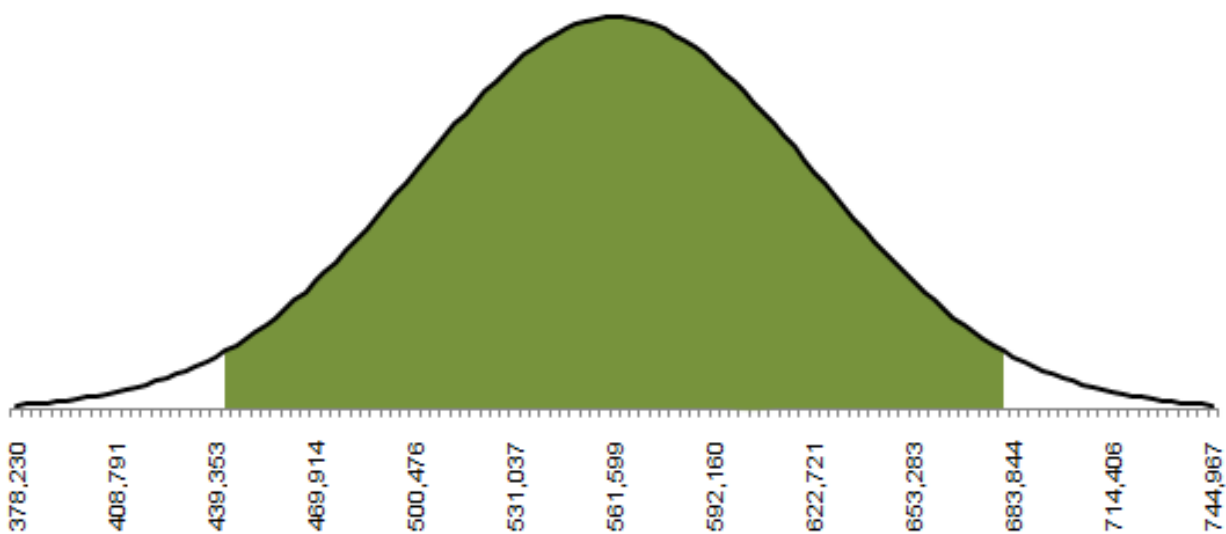
Διάγραμμα 2-6 Κατανομή για απόσταση με IX.

Απόσταση (σε km) με μετρό



Διάγραμμα 2-7 Κατανομή για απόσταση με το μετρό.

Απόσταση (σε km) με λεωφορείο



Διάγραμμα 2-8 Κατανομή για απόσταση με λεωφορείο.

Οι εκπομπές GHG σε τόνους ισοδύναμου CO₂, υπολογίζονται με τον πολλαπλασιασμό της απόστασης που διανύεται, επί του συντελεστή μετατροπής GHG, ανά τρόπο μεταφοράς. Οι συντελεστές μετατροπής των GHG που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την έρευνα και οι πηγές τους, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2-3.

Ο δείκτης μετατροπής των GHG του μετρό, βασίστηκε στα δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρισμού που παρείχε η ΣΤΑΣΥ και με βάση στατιστικά στοιχεία της εταιρείας, αντιστοιχούν 0.014528524 kWh/km/person (άτομο). Ανάλογα με τον συντελεστή εκπομπών για ηλεκτρική ενέργεια προκύπτει και ο συντελεστής εκπομπών σε kgCO₂/km/person. Το έτος 2018, ο δείκτης εκπομπής CO₂ για το δίκτυο ηλεκτρισμού ήταν 0,6227 kgCO₂/kwh (NIR, 2020), οπότε αναλογικά ο συντελεστής EF μετατροπής είναι 0,009 kgCO₂eq/km/person. Το 2030 που περιμένουμε ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ περίπου 80%, θα είναι ακόμα πιο μικρός.

Πίνακας 2-3 Συντελεστές μετατροπής GHG (σε kg CO₂eq) ανά άτομο και ανά μέσο μεταφοράς ασθενών/επισκεπτών/προσωπικού.

Μέσο Μετακίνησης	ΙΧ ή Ταξί (γ)		Μοτοσικλέτα	Λεωφορείο (γ)		Φορτηγό (<7,5 t)	Μετρό	Πηγές
	βενζίνη	ντίζελ		βενζίνη	ντίζελ			
Καύσιμο	βενζίνη	ντίζελ	βενζίνη	ντίζελ	φυσικό αέριο	ντίζελ	ηλεκτρισμός	
EF CO ₂ (t/TJ) (α)	73,26	73,23	73,26	73,23	55,82	73,23	-	(NIR, 2020)
EF CH ₄ (kg/TJ)	9,99	0,04	95,31	8,57	102,22	8,57	-	(NIR, 2020)
EF N ₂ O (kg/TJ)	1,53	3,44	1,48	1,97	3,33	1,97	-	(NIR, 2020)
NCV (TJ/kt) (β)	42,79	42,80	42,79	42,80	47,30	42,80	-	(NIR, 2020)
Κατανάλωση καυσίμου (g/km)	70,00	60,00	35,00	240,00	301,00	110,00	-	(EEA, 2020)
EF CO ₂ (kgCO ₂ /km)	0,219	0,188	0,110	0,752	0,795	0,345	-	-
EF CH ₄ (kgCH ₄ /km)	2,99E-05	1,03E-07	1,43E-04	8,80E-05	1,45E-03	4,03E-05	-	-
EF N ₂ O (kgN ₂ O/km)	4,58E-06	8,83E-06	2,22E-06	2,02E-05	4,74E-05	9,27E-06	-	-
EF GHG (kg CO₂eq/pkm)	0,221	0,190	0,114	0,019	0,02	0,348	0,009	

Παρατηρήσεις:

(α) EF = emission factor

(β) NCV = Net Calorific Value.

(γ) Σε κάθε λεωφορείο, επιβαίνουν 40 επιβάτες. Το ταξί κάνει διπλή διαδρομή, από και προς τον προορισμό του ασθενή/επισκέπτη.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2-2, η απόσταση που διανύθηκε το έτος 2018, κατανέμεται στα αντίστοιχα μέσα μεταφοράς ως εξής:

1. 5.283.000 km από ΙΧ. Το 25,64% της απόστασης ή 1.354.561,200 km προέρχονται από αυτοκίνητα ντίζελ.
2. 561.599 km από δημόσια λεωφορεία. Το 80% των λεωφορειών καταναλώνουν ντίζελ (στρατιωτικά λεωφορεία) και το υπόλοιπο 20% φυσικό αέριο (δημόσια λεωφορεία).
3. 905.398 km με μετρό.
4. 464.043 km από μοτοσυκλέτες.

Οι εκπομπές GHG υπολογίστηκαν με τον πολλαπλασιασμό της απόστασης που διανύθηκε με τον παρόντα μετατροπής GHG ανά μέσο μεταφοράς. Οι εκπομπές GHG υπολογίστηκαν σε τόνους CO₂eq, η απόσταση που διανύθηκε δίνεται στον Πίνακα 2-2 σε km και ο δείκτης μετατροπής των GHG είναι οι δείκτες εκπομπών για την εκτίμηση της συνδυαστικής επίδρασης GHG (CO₂, CH₄ and N₂O) ανά επιβάτη-km της απόστασης που έχει διανυθεί.

Οι εκπομπές GHG ανά μέσο μεταφοράς που παράχθηκαν από τις μεταφορικές δραστηριότητες των ασθενών/επισκεπτών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2-4.

Πίνακας 2-4 Εκπομπές GHG ανά μέσο μεταφοράς, από τους ασθενείς/επισκέπτες.

Μέσο Μετακίνησης	Απόσταση που διανύθηκε (km)	GHG συντελεστής (kg CO ₂ eq / ρkm)	Εκπομπές GHG (t CO ₂ eq)	Ποσοστό (%)
ΙΧ (βενζινοκίνητο)	3.928.438,800	0,221	868,185	72,40
ΙΧ (ντίζελ)	1.354.561,200	0,190	257,368	21,36
Μετρό	905.398,000	0,009	8,15	0,90
Μοτοσικλέτα	464.043,000	0,114	52,901	4,43
Στρατιωτικό Λεωφορείο (ντίζελ)	449.279,200	0,019	8,503	0,71
Δημόσιο Λεωφορείο (φυσικό αέριο)	112.319,800	0,02	2,583	0,20
Σύνολο	7.214.040,000	-	1.197,69	100

2.3.3. Προσωπικό

Το προσωπικό του νοσοκομείου είναι περίπου 1.000 στρατιωτικοί και μόνιμοι υπάλληλοι, που εργάζονται σε τρεις βάρδιες (8 ώρες ημερησίως).

Για τον υπολογισμό των χιλιομέτρων που διανύθηκαν ανά μέσο μεταφοράς, όλοι οι υπάλληλοι έχουν απαντήσει στο ίδιο ερωτηματολόγιο με αυτό των ασθενών/επισκεπτών, με τα παρακάτω αποτελέσματα:

1. 58,1% (581 άτομα) χρησιμοποιούν ΙΧ.
2. 11,9% (119 άτομα) χρησιμοποιούν λεωφορεία.
3. 23% (230 άτομα) χρησιμοποιούν μετρό.
4. 7% (70 άτομα) χρησιμοποιούν μοτοσυκλέτες.

Το 25,6% (149 στα 581) των ΙΧ που χρησιμοποιήθηκαν από το προσωπικό του νοσοκομείου, είχαν μηχανές ντίζελ.

Η απόσταση που διανύθηκε το έτος 2018, κατανεμήθηκε στα αντίστοιχα μέσα μεταφοράς ως εξής:

1. 73,23% (29.350 km) από ΙΧ.
2. 7,79% (3.120 km) από λεωφορεία.
3. 12,55% (5.030 km) από μετρό.
4. 6,43% (2.578 km) από μοτοσυκλέτες.

Πίνακας 2-5 Εκπομπές GHG ανά μέσο μεταφοράς, του προσωπικού του 401 ΓΣΝΑ.

Μέσο Μετακίνησης	Απόσταση που διανύθηκε (km)	GHG συντελεστής (kg CO ₂ eq / ρkm)	Εκπομπές GHG (t CO ₂ eq)	Ποσοστό (%)
ΙΧ (βενζινοκίνητο)	21.836,400	0,221	4,826	72,39
ΙΧ (ντίζελ)	7.513,600	0,190	1,428	21,32
Μετρό	5.030,000	0,009	0,045	0,70
Μοτοσικλέτα	2.578,000	0,114	0,294	4,42
Στρατιωτικό Λεωφορείο (ντίζελ)	2.496,000	0,019	0,047	0,96
Δημόσιο Λεωφορείο (φυσικό αέριο)	624,000	0,02	0,014	0,21
Σύνολο	40.078,000	-	6,654	100

Όπως στην περίπτωση των ημερησίων ασθενών/επισκεπτών, η χρήση των ιδιωτικών οχημάτων υπερισχύει έναντι άλλων μέσων μεταφοράς και είναι υπεύθυνη για το 93,71% των εκπομπών GHG που παράγονται από τις καθημερινές μετακινήσεις του προσωπικού του νοσοκομείου.

2.3.4. Νοσοκομειακά οχήματα

Το έτος 2018, τα νοσοκομειακά οχήματα, συμπεριλαμβανομένων των ασθενοφόρων του 401 ΓΣΝΑ, κατανάλωσαν 34.000 lt πετρελαίου ντίζελ και 7.290 lt βενζίνης. Χρησιμοποιώντας τον Πίνακα 2-3 (για παράδειγμα, για το ντίζελ: $0,034 \text{ Kt} * 42,80 \text{ TJ/kt} * 73,23 \text{ tCO}_2/\text{TJ} * 1 \text{ GWP}$), η κατανάλωση καυσίμων μετατρέπεται σε εκπομπές GHG, που ανέρχονται σε **106 t CO₂eq** περίπου.

2.3.5. Προμηθευτές

Το έτος 2018, ο εφοδιασμός του νοσοκομείου σε τρόφιμα, καύσιμα, ιατρικό και άλλο υλικό, διεξήχθη από 12 προμηθευτές. Το σύνολο χιλιομετρικών αποστάσεων που διένυσαν τα φορτηγά των προμηθευτών, ήταν 98.200 km (για το έτος 2018). Με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής GHG του Πίνακα 2-3, οι εκπομπές GHG από τους προμηθευτές των 401 ΓΣΝΑ, υπολογίζονται σε **34,171 t CO₂eq**.

2.3.6. Αποκομιδή απορριμμάτων

Το έτος 2018, τα απορριμματοφόρα οχήματα του Δήμου Αθηναίων, διένυσαν επ' ωφελεία του 401 ΓΣΝΑ 4.580 km (2 δρομολόγια περίπου ανά εβδομάδα).

Με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής GHG, του Πίνακα 2-3, οι εκπομπές GHG από αυτά, ήταν 1,594 t CO₂eq.

Ομοίως, τα οχήματα ιδιωτικής εταιρείας, που συλλέγουν νοσοκομειακά απόβλητα, το 2018, διένυσαν 143.000 km (2-3 δρομολόγια περίπου ανά εβδομάδα).

Με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής GHG του Πίνακα 2-3, οι εκπομπές GHG από αυτά, ήταν 49,764 t CO₂eq.

Οι συνολικές εκπομπές GHG από τα οχήματα που ασχολούνται με τη διάθεση νοσοκομειακών απορριμμάτων και αποβλήτων, το έτος 2018, ήταν **51,358 t CO₂eq**.

2.4. Αποτελέσματα και Συζήτηση

Οι συνολικές εκπομπές GHG ή το αποτύπωμα άνθρακα των δραστηριοτήτων μεταφοράς του 401 ΓΣΝΑ, παρουσιάζεται στον Πίνακα 2-6. Οι μετακινήσεις των ασθενών/επισκεπτών, από και προς το νοσοκομείο, είναι η κατηγορία με τη μεγαλύτερη συνεισφορά (85,92%) στο αποτύπωμα άνθρακα των μετακινήσεων και ακολουθούν τα ασθενοφόρα με 7,52%. Η απόρριψη απορριμμάτων και οι προμήθειες συνεισφέρουν με 3,65% και 2,43%, αντίστοιχα, ενώ το μερίδιο από τη μετακίνηση του προσωπικού είναι περιορισμένο στο ποσοστό 0,48%.

Πίνακας 2-6 Το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα των οδικών μεταφορών στο 401 ΓΣΝΑ.

Μεταφορές	Εκπομπές GHG (t CO ₂ eq)	Μερίδιο (%)
Μετακινήσεις ασθενών/επισκεπτών από και προς το νοσοκομείο	1.197,7	85,92
Μετακινήσεις προσωπικού	6,7	0,48
Οχήματα νοσοκομείου	106	7,52
Προμηθευτές	34,2	2,43
Αποκομιδή απορριμμάτων	51,4	3,65
Σύνολο	1.396 (περίπου)	100

Λαμβάνοντας υπόψη τον ευρωπαϊκό και εθνικό στόχο της μείωσης εκπομπών GHG στον τομέα των οδικών μεταφορών, ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα από τις οδικές μετακινήσεις προσωπικού, ασθενών και επισκεπτών του 401 ΓΣΝΑ, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη ενός πλάνου δράσης μείωσης των εκπομπών GHG στη νοσοκομειακή περίθαλψη του Ελληνικού Στρατού.

Οι οδικές μετακινήσεις είναι ένας από τους βασικότερους τομείς εκπομπών GHG. Σύμφωνα με την Εθνική Απογραφή GHG των Η.Π.Α. [«Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks»] για το έτος 2020, οι μετακινήσεις αποτελούσαν τον κυρίαρχο τομέα εκπομπών με ποσοστό 27%, ενώ ακολουθούν η παραγωγή ηλεκτρισμού και η βιομηχανία με ποσοστά 25% και 24% αντίστοιχα. Μάλιστα, το μεγαλύτερο μερίδιο των εκπομπών λόγω μετακινήσεων (57%), προέρχονται από μετακινήσεις ελαφρών οχημάτων. Οι αντίστοιχες μετακινήσεις μεσαίων και βαρέων οχημάτων είναι 26%, ενώ αρκετά περιορισμένη είναι η συνεισφορά των εναέριων μέσων, των τρένων και των λεωφορείων.

Με βάση το αποτύπωμα άνθρακα που έχει υπολογιστεί παραπάνω, προτείνεται ένα απλό και εύκολο στη διαχείριση εργαλείο καταγραφής και μέτρησης των εκπομπών του νοσοκομείου που οφείλονται στις μεταφορές. Επιπλέον, προτείνεται ένα χαρτοφυλάκιο ενεργειών μείωσης των εκπομπών GHG του 401 ΓΣΝΑ.

2.4.1. Καθορισμός στόχου

Οι άνθρωποι ενεργούν καλύτερα όταν έχουν δεσμευτεί στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων (Doukas and Maglogiannis, 2010). Το γεγονός αυτό συμβάλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας/αποτελεσματικότητας του προσωπικού μιας εταιρείας ή ενός οργανισμού (Masino et al., 2010).

Ο καθορισμός στόχων σημαίνει ότι ένα άτομο, μια ομάδα ή ένας οργανισμός έχει δεσμεύσει τη σκέψη και τη συμπεριφορά του προς την πραγματοποίηση του στόχου. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια επιθυμητή μελλοντική κατάσταση, διαφορετική από την τρέχουσα, ωθώντας με τη σειρά της σε μελλοντικές ενέργειες. Ο καθορισμός στόχου περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός πλάνου δράσης, που στοχεύει στο να παρέχει στον καθένα συγκεκριμένα κίνητρα και καθοδήγηση για την επίτευξη του στόχου. Προκείμενου να τεθεί ένας στόχος, χρειάζεται ένα πλάνο μέτρησης και αξιολόγησης, έτσι ώστε να ορισθεί ένα σημείο αναφοράς για κάθε άτομο ξεχωριστά, που θα τους δώσει τη δυνατότητα να σκεφτούν τις αδυναμίες και τα δυνατά σημεία τους. Το πλάνο θα πρέπει να υπηρετεί κάποιους συγκεκριμένους και σαφείς στόχους, που θα μπορούν να μετρηθούν αλλά και να πραγματοποιηθούν με επιτυχία. Επιπρόσθετα, η παρακολούθηση της προόδου της επίτευξης του στόχου, μπορεί να οδηγήσει σε αναπροσαρμογή του στόχου καθώς επίσης και σε κάθε απαραίτητη αλλαγή για την επίτευξή του. Γι' αυτό και είναι σημαντικό στους μακροπρόθεσμους στόχους να υπάρχει και βραχυπρόθεσμη αξιολόγηση του έργου και των αποτελεσμάτων του. Η αξιολόγηση και ο καθορισμός στόχων είναι αλληλένδετα και θα πρέπει να συνδυάζονται μεταξύ τους. Η αξιολόγηση παρέχει τα συμπεράσματα που χρειάζονται ώστε να ολοκληρωθεί ή να τροποποιηθεί ο στόχος, ενώ αν δεν υπάρχει ο στόχος, η αξιολόγηση είναι δεν είναι δυνατή.

Διάφορα κριτήρια, όπως το S.M.A.R.T., βοηθούν στον καθορισμό του στόχου. Το όνομα του συγκεκριμένου κριτηρίου, αποτελείται από το αρχικό γράμμα των πέντε αξιών που θα πρέπει να απαρτίζει τον στόχο. Θα πρέπει να είναι συγκεκριμένος (Specific), μετρήσιμος (Measurable), να μπορεί να ανατεθεί (Assignable), να είναι ρεαλιστικός (Realistic) και χρονικά προσδιορισμένος (Time-related). Το συγκεκριμένο κριτήριο, όπως και αρκετά ακόμα που

έχουν δημιουργηθεί διαχρονικά, μπορούν να προσαρμοστούν στις εκάστοτε ανάγκες και επιθυμίες του ατόμου ή του φορέα για τον καθορισμό και την αποδοχή του στόχου.

Το αποτύπωμα άνθρακα που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία, μπορεί να εξυπηρετήσει ως το σημείο αναφοράς για τις εκπομπές GHG των μεταφορικών δραστηριοτήτων του 401 ΓΣΝΑ. Ένα απλό σχέδιο μέτρησης μπορεί να εφαρμοστεί, χρησιμοποιώντας τους Πίνακες 2-1 και 2-4 και υπολογίζοντας τις εκπομπές GHG ανά άτομο-ανά μέσο μεταφοράς [kg CO₂eq/άτομο (ασθενή, επισκέπτη ή εργαζόμενο)], όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2-7.

Πίνακας 2-7 Εκπομπές GHG ανά μέσο μεταφοράς ανά άτομο.

Μέσο μεταφοράς	kg CO ₂ eq/άτομο
ΙΧ	10,800
Μετρό	0,260
Μοτοσυκλέτες	4,170
Στρατιωτικά λεωφορεία (ντίζελ)	0,500
Δημόσια λεωφορεία (φυσικό αέριο)	0,570

Ο τύπος του μέσου μετακίνησης του κάθε άτομο (ασθενούς/επισκέπτη/προσωπικού), θα μπορούσε να καταγράφεται στην είσοδο του νοσοκομείου, έτσι ώστε να μετρηθούν οι ημερήσιες εκπομπές GHG. Η καταγραφή αυτών των μετρήσεων απαιτεί ένα υπολογιστικό εργαλείο, όπως αυτό που έχει δημιουργηθεί με την παρούσα διατριβή και διατέθηκε στο αρμόδιο τμήμα του 401 ΓΣΝΑ.

Με αυτό τον τρόπο, η διοίκηση του νοσοκομείου μπορεί να στοχεύει στη μείωση αυτού του δείκτη (το αποτύπωμα άνθρακα των οδικών μετακινήσεων), υπολογίζοντας κάθε μήνα και στο τέλος του κάθε έτος τις εκπομπές GHG. Παρακολουθώντας την υλοποίηση του στόχου μείωσης, η διοίκηση του νοσοκομείου μπορεί να αξιολογεί την επιτυχή ή μη εφαρμογή των μέτρων μείωσης, να καθορίζει τις αλλαγές που χρειάζονται για τον περιορισμό των εκπομπών και να σχεδιάζει/εφαρμόζει μέτρα για τη μείωσή τους. Ένα προτεινόμενο χαρτοφυλάκιο ενεργειών μείωσης εκπομπών GHG, παρουσιάζεται παρακάτω.

2.4.2. Ενέργειες μείωσης εκπομπών GHG

Η ανάλυση του αποτυπώματος άνθρακα του 401 ΓΣΝΑ στον τομέα των οδικών μεταφορών (Πίνακας 2-6), δείχνει ότι περίπου 86% των εκπομπών GHG, προέρχονται από την είσοδο των ασθενών/επισκεπτών στο νοσοκομείο. Το 94% περίπου των εκπομπών GHG παράγονται από

τη χρήση ιδιωτικών οχημάτων, παρόλο που το νοσοκομείο βρίσκεται σε μια εύκολα προσβάσιμη περιοχή της Αθήνας, κοντά σε σταθμό μετρό και στάσεις λεωφορείων του ΟΑΣΑ. Από την άλλη πλευρά, η έλλειψη συγκεκριμένου χώρου στάθμευσης κάνει ακόμα πιο επιτακτική τη χρήση δημόσιων μέσων μεταφοράς, αντί των ΙΧ.

Συνεπώς, η χρήση των ιδιωτικών οχημάτων από τους ασθενείς και επισκέπτες, θα μπορούσαν να μειωθούν δραστικά, αν η δωρεάν στάθμευση στον εσωτερικό χώρο του νοσοκομείου απαγορευτεί αυστηρά από τη διοίκηση του νοσοκομείου. Ελεύθερη στάθμευση θα μπορούσε να επιτρέπεται μόνο στις περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών και στις περιπτώσεις ηλικιωμένων και ανθρώπων με κινητικά προβλήματα. Επιπρόσθετα, τυχόν λεωφορειακές γραμμές του νοσοκομείου για την εξυπηρέτηση του στρατιωτικού προσωπικού, θα μπορούσε παράλληλα, να εξυπηρετούν και ασθενείς.

Οι ασθενείς θα πρέπει να ενθαρρύνονται να χρησιμοποιούν μέσα μεταφοράς αντί των ΙΧ τους, έχοντας προτεραιότητα στις απλές ιατρικές εξετάσεις και διαγνωστικούς ελέγχους, με την επίδειξη του εισιτηρίου τους από τα ΜΜΜ ή με την επιβεβαίωση της παρακράτησης του δελτίου ταυτότητας από τον αξιωματικό της κεντρικής πύλης εισόδου του στρατοπέδου. Αυτές οι απλές ενέργειες, μπορούν να μειώσουν το αποτύπωμα άνθρακα που προέρχεται από τις οδικές μετακινήσεις με ΙΧ, κατά 40% περίπου.

Για την εξοικονόμηση υλών αλλά και τη καλύτερη καταγραφή των οχημάτων που εισέρχονται στο χώρο του νοσοκομείου, ένα από τα μεγαλύτερα ιατρικά ινστιτούτα της Κορέας, το Yonsei University Health System, εισήγαγε τα ηλεκτρονικά εισιτήρια στάθμευσης. Με αυτόν τον τρόπο, μειώθηκε το απαιτούμενο χαρτί, ενώ χρησιμοποιήθηκαν βιοαποδομήσιμα υλικά όπου ήταν αναγκαίο. Επιπλέον, αναβάθμισε το σύστημα στάθμευσης, αντικαθιστώντας τους παλιούς τύπους λαμπτήρων με οικολογικές πινακίδες τύπου LED, ενώ ψηφιοποιήθηκε και το βιβλίο επισκεπτών.

2.4.2.1 Εφαρμογή της τηλεϊατρικής

Η τεχνολογία ενημέρωσης και πληροφορικής [«Information and communication technology (ICT)»] έχει προταθεί σε πολλές περιπτώσεις σαν μία ακόμα λύση στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα, συμπεριλαμβανομένου και του κλάδου υγείας (Smith et al., 2007). Με την ευρεία χρήση της τηλεϊατρικής (δηλαδή της ευρείας χρήσης της πληροφορικής στην παροχή υπηρεσιών υγείας από απόσταση, ανεξάρτητα από χρονικούς ή άλλους

περιορισμούς), αποτελεί ένα δυναμικό εργαλείο στη μείωση των εκπομπών GHG που οφείλονται στις οδικές μετακινήσεις ασθενών και επισκεπτών. Σύμφωνα με το Βρετανικό Σύστημα Υγείας [«the UK National Health Services (NHS)»], η τηλεϊατρική μπορεί να μειώσει τις συνολικές εκπομπές άνθρακα στον κλάδο υγείας του Η.Β. έως 18% (ΕΕΑ, 2019).

Η τηλεϊατρική καλύπτει πολλές τεχνολογικές εφαρμογές και μεθόδους, οι οποίες έχουν εφαρμοστεί σε διαφορετικούς ιατρικούς τομείς, όπως η ραδιολογία, η παθολογία, δερματολογία, η αποκατάσταση και διαχείριση χρόνιων παθήσεων, κτλ. (Dorrián et al., 2009). Παραδείγματα εφαρμογής της τηλεϊατρικής είναι οι βιντεοσυσκέψεις με ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό, περιορίζοντας την ανάγκη μετακίνησης από και προς το νοσοκομείο αλλά και η ηλεκτρονική συλλογή δεδομένων όπως μετρήσεις που καταγράφονται από τον ασθενή στο σπίτι του.

Παρόμοιες εκφράσεις της τηλεϊατρικής αποτελούν η τηλε-υγεία και η ηλεκτρονική υγεία. Αυτές βρίσκουν εφαρμογή ως ευρύτερες έννοιες της απομακρυσμένης ιατρικής θεραπευτικής. Οι όροι τηλε-υγεία και ηλεκτρονική υγεία συγχέονται πολλές φορές με την τηλεϊατρική από το ευρύ κοινό. Με τον όρο τηλεϊατρική γίνεται αναφορά στην παροχή κλινικών υπηρεσιών, ενώ με ο όρος τηλε-υγεία αναφέρεται σε κλινικές υπηρεσίες και μη κλινικές υπηρεσίες, που εμπεριέχουν την εκπαίδευση, τη διαχείριση και την έρευνα στην ιατρική επιστήμη. Στον όρο ηλεκτρονική υγεία, εμπεριέχεται ο ορισμός τηλε-υγεία και αλλά στοιχεία της ιατρικής που στηρίζονται στη χρήση της πληροφορικής.

Πατέρας της τηλεϊατρικής θεωρείται ο Έλληνας χειρουργός Σκεύος Ζερβός, ο οποίος πέραν από πρωτοπόρος στον τομέα της ιατρικής και συγκεκριμένα των μεταμοσχεύσεων αποτέλεσε εθνικός αγωνιστής και πολιτικός. Γεννημένος στην Κάλυμνο, εισήχθη στην Ιατρική σχολή ενώ αποφοίτησε ως αριστούχος και εργάστηκε στο Νοσοκομείο Ευαγγελισμός. Η πρώτη του επιστημονική διατριβή δημοσιεύθηκε το 1898 με τον τίτλο «Δύο περιπτώσεις αιματοθώρακος τραυματικού μετά στατιστικής των εν τω Ελληνοτουρκικό πολέμω του 1897 τραυμάτων». Εν συνεχεία, παρακολούθησε μαθήματα μεταπτυχιακού χαρακτήρα σε διάφορα πανεπιστήμια όπως του Μονάχου, Βερολίνου, Βιέννης, Λειψίας και του Παρισιού. Επιστρέφοντας στην Ελλάδα εκλέχτηκε υφηγητής της Μαιευτικής, της γυναικολογίας, της Ιατρικής της Ιστορίας στο πανεπιστήμιο Αθηνών. Το 1902, κατά το Β' πανελλήνιο συνέδριο Ιατρικής αλλά και το 1903 στην Ακαδημία του Παρισιού παρέθεσε διαλέξεις σχετικά με τη νόσο γυμνών σπογγαλιέων, τη νεκρωτική δερματίτιδα των σφουγγαράδων (Νόσος Σκεύου Ζερβού), η οποία πήρε το όνομα

του, ενώ το 1909 δημοσίευσε το βιβλίο του Περί μεταμοσχεύσεως των όρχεων στη γαλλική γλώσσα (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, 2017). Κατά την διάρκεια της κατοχής της Ελλάδας από τις δυνάμεις του Άξονα, ο Ζερβός, στην προσπάθεια του να αποφύγει τη σύλληψη, αναγκάστηκε να καταφύγει στην Αίγυπτο κι μετέπειτα στην Κεντρική Αφρική όπου αρρώστησε βαριά. Με αυτόν τον τρόπο σκέφτηκε την επόμενη εφευρεσή του, την τηλεξέταση όπως την ονόμασε, συμβάλλοντας για ακόμα μια φορά στην ανάπτυξη του τομέα της ιατρικής.

Κατά τη διάρκεια των Βαλκανικών πολέμων κατατάχθηκε εθελοντικά στον Ελληνικό Στρατό φέροντας τον βαθμό του Ιατρού (Λοχαγού) και υπηρέτησε στο 10ο ορεινό χειρουργείο. Το 1920 συνόδευσε τον Βενιζέλο στην υπογραφή της Συνθήκης των Σεβρών, ενώ το 1923 όντας πληρεξούσιος Αθηνών και Πειραιώς στην Δ' Εθνοσυνέλευση και πρόεδρος του Εκπαιδευτικού της Τμήματος ανέλαβε την καταγραφή των Εθνικών Κληροδοτημάτων και Δωρεών αποκαλύπτοντας τη δέσμευση μεγάλου χρηματικού ποσού από τα κληροδοτήματα που έμεναν ανενεργά στα χέρια ιδιωτών και τραπεζών. Το χρηματικό ποσό αυτό εκτιμήθηκε κοντά στα 5 δισεκατομμύρια δραχμές και χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή έργων, όπως η λειτουργία της Ακαδημίας Αθηνών, η ανέγερση του νοσοκομείου Ερυθρός Σταυρός, της Σιβιτανίδειος Σχολής Τεχνών και Επαγγελμάτων, της Στρατιωτική Λέσχη Αθηνών ενώ ναυπηγήθηκε το οπλιταγωγό Άρης. Στις εκλογές του 1924 εκλέχτηκε βουλευτής Αθηνών, με το κόμμα των Φιλελευθέρων (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, 2017). Το 1946 παρασημοφορήθηκε με το παράσημο του Ταξιάρχη του Τάγματος του Σωτήρος από τον Βασιλέα Γεώργιο Β' και το 1948 παρασημοφορήθηκε του από την Ακαδημία Αθηνών με το Αργυρό Παράσημο ανακηρύσσοντας τον Αρχηγό του απελευθερωτικού αγώνα της Δωδεκανήσου, ενώ παρασημοφορήθηκε επίσης από την τοπική αυτοδιοίκηση της Καλύμνου με το χρυσό Παράσημο (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, 2017).

Η 2η ΔΥΠΕ Πειραιώς και Αιγαίου αξιοποιώντας την υποδομή που αποκτήθηκε στο πλαίσιο του έργου «Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής (ΕΔΙΤ) Τμήμα 2^{ης} Υγειονομικής Περιφέρειας Πειραιώς και Αιγαίου», πρωτοπορεί στην παροχή υπηρεσιών υγείας υψηλού επιπέδου στους κατοίκους των νησιών του Αιγαίου. Για το σκοπό αυτό γίνεται διαρκώς ένταξη Ιατρών Συμβούλων από τα 12 υποστηρικτικά Νοσοκομεία του ΕΔΙΤ, δίνοντας έτσι στις υγειονομικές μονάδες Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ) του Β & Ν. Αιγαίου (Κέντρα Υγείας και Πολυδύναμα Περιφερειακά Ιατρεία) τη δυνατότητα παροχής εξειδικευμένων συμβουλευτικών υπηρεσιών πολλών

ειδικότητων όπως: Καρδιολόγο, Δερματολόγο, Ογκολόγο Παθολόγο, Χειρουργό Μαστού, Ψυχίατρο, Παιδοψυχίατρο και Ψυχολόγο.

Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το Ε.Π. «ΨΗΦΙΑΚΗ ΣΥΓΚΛΙΣΗ» 2007-2013, με προϋπολογισμό 4.269.000,00€. Με σκοπό την προμήθεια και εγκατάσταση συστήματος τηλεϊατρικής σε 43 μονάδες υγείας, αρμοδιότητας της 2ης ΔΥΠΕ. Το έργο εντάχθηκε στο ΕΣΠΑ τον Οκτώβριο του 2011 και προκηρύχθηκε το Δεκέμβριο του 2013. Η σύμβαση με τον ανάδοχο υπογράφηκε τον Δεκέμβριο του 2014 και το έργο ολοκληρώθηκε μετά από 11 μήνες, τον Νοέμβριο του 2015 (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής - ΕΔΙΤ). Ανάδοχος του έργου αποτέλεσε ο ΟΤΕ, ο οποίος ανέλαβε και ολοκλήρωσε την υλοποίηση του έργου σε συνεργασία με τους υπεργολάβους του (INTRACOM, ΤΜΑ). Το δικτυακό σκέλος είναι Cisco Systems και τα Ιατρικά Εργαλεία AMD (WellsAllyn) (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, 2017).

Το βασικό νομικό πλαίσιο στο οποίο στηρίζεται η λειτουργία τηλεϊατρικής στη χώρα μας είναι άρθρο 66, παρ. 16 του Νόμου 3984/2011 (ΦΕΚ 150). Σύμφωνα με αυτό, *«οι υπηρεσίες Τηλεϊατρικής παρέχονται εφόσον υφίσταται η δυνατότητα και με ευθύνη του θεράποντος ιατρού που αντιμετωπίζει το εκάστοτε περιστατικό»*. Ο θεράπων ιατρός, για λόγους προστασίας προσωπικών δεδομένων, είναι υπεύθυνος να ζητά από τον ασθενή ή εφόσον αυτό δεν είναι δυνατόν από συγγενή α' βαθμού, την ενυπόγραφη έγκριση χρησιμοποίησης υπηρεσιών Τηλεϊατρικής. Εάν αυτό δεν κατέστη εφικτό, τότε ο θεράπων ιατρός χρησιμοποιεί υπηρεσίες Τηλεϊατρικής κατά την κρίση του. Οι οδηγίες των Νοσοκομείων και Μονάδων Υγείας που παρέχουν υπηρεσίες Τηλεϊατρικής είναι συμβουλευτικές και σε καμία περίπτωση υποχρεωτικές (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, 2017).



Εικόνα 2–4 Οι ειδικά εξοπλισμένοι χώροι του Εθνικού Δικτύου Τηλεϊατρικής (ΕΔΙΤ). Πηγή: <https://edit.gov.gr/index.php/sxetika-me-to-edit/103-edit/280-ti-perilamvanei-to-edit>

Το ΕΔΙΤ περιλαμβάνει ειδικά διαμορφωμένους χώρους αποκλειστικής χρήσης και ελεγχόμενης πρόσβασης, καθώς και σύστημα τηλεδιάσκεψης (όπως κάμερα υψηλής ευκρίνειας και αντίστοιχης ποιότητας οθόνη με την οποία, ο εξεταζόμενος ή ο ιατρός, μπορεί να βλέπει ο ένας τον άλλο σε φυσικό μέγεθος). Η εξειδικευμένη πλατφόρμα τηλεϊατρικής αλλά και τα ιατρικά όργανα που είναι συνδεδεμένα σε αυτή, επιτρέπουν την εμφάνιση όλων των ενδείξεων από τις εξετάσεις που διενεργούνται από τον ιατρό/νοσοκόμο-συνοδό (Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής, 2017). Αυτές παρέχονται σε πραγματικό χρόνο στον εξειδικευμένο ιατρό-σύμβουλο που διενεργεί την εξέταση από κάποια απομακρυσμένη τοποθεσία. Επιπλέον εφαρμογές, όπως ο φάκελος του ασθενή και το σύστημα παρακολούθησης και προσδιορισμού τηλε-ραντεβού είναι επίσης διαθέσιμα στο ΕΔΙΤ.

Η ενεργοποίηση και υλοποίηση των υπηρεσιών τηλεϊατρικής μέσω της τηλεδιάσκεψης, προκειμένου να μειωθεί η ανάγκη για μετακινήσεις αριθμού ασθενών προς το 401 ΓΣΝΑ, θα μπορούσαν να έχουν έναν σημαντικό αντίκτυπο στη μείωση των εκπομπών GHG. Προηγούμενες μελέτες έχουν επίσης δείξει ότι οι τηλεδιασκέψεις έχουν μειώσει τις αποστάσεις που διανύονται και έχουν οδηγήσει σε σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές των

οχημάτων (Kozanidis, 2017; Lewis et al., 2009; Sugiyama et al., 2012). Η τηλεϊατρική είχε αρχικά σχεδιαστεί για να εξυπηρετήσει τους ασθενείς που δεν μπορούσαν να έχουν πρόσβαση στο νοσοκομείο, εξαιτίας της τοποθεσίας τους ή άλλων περιορισμών. Ωστόσο, θα μπορούσε να είναι ένας βασικός παράγοντας μείωσης των εκπομπών GHG, αν εφαρμοζόταν εντατικά στον τομέα της υγείας. Για παράδειγμα (Holmner et al., 2014), αντικαθιστώντας τις επισκέψεις ασθενών που αναρρώνουν από πλαστικές επεμβάσεις και κατάγματα των χεριών με ραντεβού μέσω της τηλεϊατρικής, οι εκπομπές GHG από αυτές τις μετακινήσεις των ασθενών θα μπορούσαν να μειωθούν μέχρι και 50 φορές.

Η τηλεϊατρική έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ευρέως, με αρκετά παραδείγματα επιτυχημένης εφαρμογής της. Στην Οντιγιέντ της Ισπανίας, στο πλαίσιο γενικότερων δράσεων για τη μείωση των εκπομπών από τον τομέα της υγείας, έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ένα ηλεκτρονικό σύστημα ιατρικού φακέλου, διευκολύνοντας παράλληλα την επικοινωνία μεταξύ των πρωτοβάθμιων κέντρων υγείας και των μεγάλων νοσοκομείων. Η μείωση στους ασθενείς που επισκέπτονται τα νοσοκομεία, σε συνδυασμό με την προώθηση των MMM ως μέσα μετακίνησης, είχε θετικά αποτελέσματα. Επιπλέον, αρκετά ιδιωτικά νοσοκομεία και κλινικές της κεντρικής Ευρώπης, έχουν αρχίσει να δημιουργούν εφαρμογές που δίνουν πρόσβαση σε απομακρυσμένη επικοινωνία με ιατρούς. Οι ασθενείς, έχουν επομένως της τη δυνατότητα να απευθυνθούν ανά πάσα στιγμή στον κατάλληλο γιατρό και να κλείσουν ένα ραντεβού ή να προχωρήσουν στη διάγνωση. Οι μετακινήσεις από και προς το νοσοκομείο περιορίζονται στις αναγκαίες, όταν ο γιατρός κρίνει ότι απαιτείται φυσική εξέταση. Μέσω της συγκεκριμένης διαδικασίας περιορίζονται οι εκπομπές GHG από μετακινήσεις αλλά και από την άσκοπη χρήση ιατρικού και πολιτικού εξοπλισμού του νοσοκομείου.

Αναγνωρίζοντας την ανάγκη συμφιλίωσης με τις σύγχρονες τεχνικές της τηλεϊατρικής, το Κέντρο Επιμόρφωσης και Δια Βίου Μάθησης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, δημιούργησε ένα αναλυτικό πρόγραμμα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης για την τηλεϊατρική και τις υπηρεσίες υγείας (Ε.Κ.Π.Α., n.d.). Το πρόγραμμα στοχεύει στην επιμόρφωση και την κατάρτιση των εργαζομένων στον τομέα της υγείας, προσφέροντας τους γνώσεις και εφαρμοσμένες πρακτικές σχετικές με τις καινοτόμες μεθόδους όπως η τηλεϊατρική. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα, καλύπτει ένα ευρύ φάσμα θεματικών γύρω από την τηλεϊατρική, όπως την αναγκαιότητα και τα αναμενόμενα οφέλη της, την επίδραση της τηλεϊατρικής στην οργάνωση και τη διοίκηση των υπηρεσιών υγείας, τα εφαρμοσμένα

συστήματα τηλεϊατρικής στην Ελλάδα και το εξωτερικό αλλά και η αξιολόγηση ενός συστήματος τηλεϊατρικής. Τέτοια πρωτοποριακά προγράμματα, μπορούν να δώσουν το έναυσμα για την υιοθέτηση καινοτόμων τεχνικών από το ευρύ κοινό, συμβάλλοντας με τον τρόπο τους στη βελτίωση των εφαρμοσμένων πρακτικών από τις δομές υγείας.

2.4.2.2 Αλλαγές στις οδηγικές συνήθειες

Σύμφωνα με την ανάλυση του αποτυπώματος άνθρακα του 401 ΓΣΝΑ που προέρχεται από τις μετακινήσεις των ασθενών, η δεύτερη πιο σημαντική πηγή εκπομπών GHG είναι η χρήση των ασθενοφόρων. Στην περίπτωση αυτή το αποτύπωμα άνθρακα θα μπορούσε να μειωθεί μέσω της αναβάθμισης των ασθενοφόρων με τη χρήση 100% ανανεώσιμων καυσίμων (π.χ. βιοντίζελ), με την προμήθεια ηλεκτρικών οχημάτων, αλλά και μέσω της εκπαίδευσης των οδηγών σε μια πιο φιλική προς το περιβάλλον οδήγηση (eco-driving). Ο στόλος των ασθενοφόρων και λοιπών οχημάτων του 401 ΓΣΝΑ, θα πρέπει σταδιακά και με την εκμετάλλευση προγραμμάτων απόσυρσης-αντικατάστασης με επιχορήγηση επαγγελματικών οχημάτων, να αντικατασταθούν με εναλλακτικούς τύπους οχημάτων, όπως είναι τα ηλεκτρικά οχήματα [«electric vehicles (EV)»]. Το συνολικό κόστος κτήσης και λειτουργίας των εν λόγω EV τείνει να εξισωθεί σχεδόν με εκείνο των οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης και ο σταδιακός εξηλεκτρισμός του στόλου των οχημάτων του νοσοκομείου θα αποτελεί μια οικονομική επιλογή, με το μειωμένο κόστος επισκευής-συντήρησης, καθώς και της σημαντικής εξοικονόμηση καυσίμων.

Ως αποτέλεσμα της «βελτιωμένης-φιλικής στο περιβάλλον» οδήγησης, θα μπορούσαν να μειωθούν τόσο η κατανάλωση καυσίμων (άρα οι εκπομπές GHG), όσο και τα τροχαία ατυχήματα. Η εκπαίδευση του προσωπικού σε θέματα οικολογικής οδήγησης αλλά και γενικότερα οικολογικής συνείδησης, κατέχει κυρίαρχη θέση στα πλάνα δράσης των νοσοκομείων και των ιδρυμάτων υγείας, που αναζητούν τρόπους μείωσης των εκπομπών GHG. Το Ιατρικό Πανεπιστήμιο της Κίνας αλλά και το Ιατρικό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο της Ταϊπέι, διοργανώνουν εσωτερικά εκπαιδευτικά σεμινάρια για το προσωπικό, ενθαρρύνοντας το να συμμετέχει. Στόχος αυτών είναι, αφενός να καλλιεργηθεί μια οικολογική συνήθεια στους εργαζόμενους και εν συνεχεία στο ευρύ κοινό, αλλά και να εκπαιδευτούν σε τυποποιημένες τεχνικές και λειτουργίες, με μια εξειδικευμένη ομάδα να είναι υπεύθυνη για την επιθεώρηση και αξιολόγηση του μέτρου.

2.4.2.3 Επιλογή προμηθευτών

Οι οργανισμοί του κλάδου της υγείας, μπορούν να επηρεάσουν και άλλους τομείς του δημοσίου, αλλά και ιδιωτικού τομέα, στο να αποδεχτούν μια πιο φιλική προς το περιβάλλον λειτουργία. Υιοθετώντας μια πολιτική αγοράς τροφίμων και άλλων προϊόντων από τοπικούς παραγωγούς, οδηγούμαστε στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα που σχετίζεται με τις οδικές μεταφορές. Επιπρόσθετα, ως μέρος της περιβαλλοντικής πολιτικής του νοσοκομείου, είναι δυνατή κατά τη διενέργεια διαγωνιστικών διαδικασιών προμήθειας ειδών, μια ξεκάθαρη και σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία, ευνοϊκή μεταχείριση των εταιρειών που συμμορφώνονται στα περιβαλλοντικά πρότυπα (εφαρμογή «πράσινων» προμηθειών και μεταφορών), θα οδηγούσαν σε μεγάλη πρόοδο στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών GHG από τους προμηθευτές (Παπαδόπουλος, 2022). Το διεθνές δίκτυο νοσοκομείων και υγειονομικών εγκαταστάσεων Global Green and Healthy Hospital (GGHH), που έχει στόχο την μείωση του περιβαλλοντικού τους αποτυπώματος και την προώθηση της δημόσιας και περιβαλλοντικής υγείας, έχει αναγνωρίσει το θέμα των αγορών και προμηθειών των νοσοκομείων και των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον. Αυτές βρίσκονται μεταξύ των δέκα στόχων του δικτύου ώστε να επιτευχθεί το μηδενικό ισοζύγιο ρίπων. Το ευρύ δίκτυο υγειονομικών εγκαταστάσεων παγκοσμίως έχει υιοθετήσει πολιτικές για την αγορά ασφαλέστερων και πιο βιώσιμων προϊόντων και υλικών. Επιπλέον τα μέλη του φροντίζουν να αξιολογούν την εφοδιαστική αλυσίδα των προϊόντων που προμηθεύονται, με στόχο την αγορά από προμηθευτές κοινωνικά και περιβαλλοντικά υπεύθυνους.

2.4.2.4 Διαχείριση απορριμμάτων

Ως προς το αποτύπωμα άνθρακα των μεταφορών που σχετίζονται με την αποκομιδή των απορριμμάτων, θα μπορούσε να περιοριστεί μέσω της μείωσης της διανυόμενης απόστασης των οχημάτων που εμπλέκονται στην αποκομιδή των απορριμμάτων του νοσοκομείου, είτε αξιοποιώντας τις καλύτερες δυνατές οδικές διαδρομές αλλά και την απαίτηση χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων μεταφοράς των νοσοκομειακών απορριμμάτων, είτε μειώνοντας τις ποσότητες των απορριμμάτων. Σε κάθε περίπτωση, η διοίκηση του νοσοκομείου πρέπει να βρει τρόπους για τη μείωση των απορριμμάτων, με την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και, κατά το δυνατόν, κομποστοποίηση. Διάφορες τεχνικές έχουν προταθεί σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων. Για την επίλυση του προβλήματος της διαχείρισης των απορριμμάτων φαγητού, η εταιρία Waste-2-Water, δημιούργησε μια συσκευή που μπορεί να επεξεργαστεί 1.200 kg τροφίμων ανά εβδομάδα, αφαιρώντας το νερό από αυτά. Σε

νοσοκομεία της Ισπανίας και του Ηνωμένου Βασιλείου, αποφασίστηκε η αντικατάσταση των μεγάλων πλαστικών κάδων συλλογής αποβλήτων από αντίστοιχους χάρτινους, αποσκοπώντας στη μείωση του βάρους κατά τη μεταφορά και την αποθήκευσή τους, ενώ γίνονται καθημερινές επιθεωρήσεις από το εξουσιοδοτημένο προσωπικό κυρίως στους τομείς του νοσοκομείου με τα περισσότερα απόβλητα (επείγοντα περιστατικά, Μ.Ε.Θ. και χειρουργεία). Η σωστή αναγνώριση και απόρριψη των επικίνδυνων αποβλήτων, έχει μεγάλο αντίκτυπο στον περαιτέρω τρόπο επεξεργασίας τους στο κόστος και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα τους.

2.4.2.5 Μετακινήσεις προσωπικού

Η μετακίνηση του προσωπικού επίσης συνεισφέρει στο αποτύπωμα του άνθρακα του νοσοκομείου. Η διοίκηση του νοσοκομείου, πρέπει να ενθαρρύνει τη χρήση πιο «ενεργών» μέσων μεταφοράς (βάδισμα, ποδήλατο), σε συνεργασία με τους τοπικούς φορείς και να δημιουργήσουν κατάλληλες διαδρομές, να παρέχουν ασφαλή φύλαξη των ποδηλάτων και υποδομές για προσωπική υγιεινή, όπως ντους και αποδυτήρια (Ostad-Ali-Askari et al., 2020). Η διοίκηση του νοσοκομείου θα πρέπει να ενθαρρύνει και τη χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς, τη χρήση των υπηρεσιακών λεωφορείων, καθώς επίσης και τη μετακίνηση με το ίδιο αυτοκίνητο με περισσότερους από έναν επιβάτη («car pooling, car sharing»). Για το προσωπικό που κρίνεται απαραίτητο να χρησιμοποιεί ΙΧ, πρέπει να δίνονται κίνητρα για τη χρήση αυτοκινήτων χαμηλών ρύπων, όπως ηλεκτρικά ή υβριδικά, όπως η δωρεάν φόρτιση των ΙΧ τους, η παροχή στάθμευσης σε στεγασμένο παρκινγκ, κτλ. (NHS England, 2014). Ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο, έχει αναπτυχθεί από την εταιρία CarpoolWorld, η οποία σχεδίασε μια εφαρμογή στην οποία οι χρήστες μπορούν να αντιστοιχίσουν τη μετακίνησή τους με κάποιου άλλου και μετακινηθούν με κοινό όχημα. Οι χρήστες εισάγουν τις διευθύνσεις αναχώρησης και άφιξης και η εφαρμογή ταυτίζει και φέρνει σε επαφή άτομα που θα μπορούσαν να μετακινηθούν από κοινού.

Η υπηρεσία έχει σχεδιαστεί για τακτικούς μετακινούμενους καθώς και για περιστασιακούς ταξιδιώτες, ενώ έχει δημιουργήσει μια ξεχωριστή κατηγορία για μετακινήσεις προσωπικού νοσοκομείων. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να παρέχει στο προσωπικό του νοσοκομείου μια εξατομικευμένη λύση στο θέμα της μετακίνησης, ενώ η εφαρμογή παρέχει και επιπλέον δεδομένα όπως η βέλτιστη διαδρομή και εναλλακτικές διαδρομές σε περίπτωση ανάγκης. Εκτός των μειωμένων εκπομπών και της ευκολότερης μέτρησης τους, τα οφέλη ενός τέτοιου συστήματος είναι και η μείωση του προβλήματος κυκλοφορίας αλλά και η εξοικονόμηση θέσεων στάθμευσης.

2.4.2.6 Οικολογικός σχεδιασμός κτηρίων

Τέλος, ο σχεδιασμός της κατασκευής νέων νοσοκομείων ή πτερύγων/επεκτάσεων των υπαρχόντων υποδομών, μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη μείωση του αποτυπώματος τους. Από τις αρχές του αιώνα, έχει ξεκινήσει η εφαρμογή του προτύπου LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) για την πιστοποίηση ιδιωτικών και δημόσιων κτηρίων, σχολείων, νοσοκομείων και κατοικιών. Για την πιστοποίηση αξιολογείται ένα σύνολο κατηγοριών σχετικά με την κατασκευή του κτηρίου, την προσβασιμότητα του, τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν, την καινοτομία και τη βιωσιμότητα του. Η εγκατάσταση ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της, συλλέγει πόντους ανά κατηγορία και με βάση αυτούς λαμβάνει ή όχι τη πιστοποίηση. Εκτός της απλής πιστοποίησης, υπάρχουν επίσης η Ασημένια, η Χρυσή και η Πλατινένια πιστοποίηση, για τα κτήρια που έχουν εξαιρετικές προδιαγραφές σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις και την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος. Η συγκεκριμένη πιστοποίηση αποτελεί μια στρατηγική μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων, του αποτυπώματος άνθρακα αλλά και του κόστους και για τα νοσοκομεία.

Για την επίτευξη των στόχων μηδενικών εκπομπών, όσον αφορά τον τομέα της υγείας στην Ελλάδα, έχει ξεκινήσει η σχεδίαση τριών νέων πράσινων νοσοκομείων μέσω της διεθνούς Πρωτοβουλίας για την Υγεία του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος (ΙΣΝ). Τα νέα αυτά πρότυπα νοσοκομεία θα είναι το Πανεπιστημιακό Παιδιατρικό Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης ΙΣΝ, το Γενικό Νοσοκομείο Κομοτηνής ΙΣΝ και το Γενικό Νοσοκομείο Σπάρτης ΙΣΝ, τα οποία αναμένεται να ολοκληρωθούν μέχρι το 2025 (Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος, 2022). Ο σχεδιασμός τους έχει ξεκινήσει και γίνεται με στόχο να καλύπτουν τις απαιτήσεις για την Πλατινένια πιστοποίηση LEED, αποτελώντας έτσι ορόσημο στην καθιέρωση νέων προτύπων για τις εγχώριες εγκαταστάσεις υγείας.

Ειδικότερα, το σύστημα παρέχει πιστοποίηση ότι ένα κτήριο έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με βάση τις αρχές της αειφόρου δόμησης, μέσω περιβαλλοντικά καινοτόμων πρακτικών που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην ορθολογική χρήση του νερού, τη μείωση των εκπομπών CO₂, τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, την ορθολογική διαχείριση των πόρων και την αντιμετώπιση των επιπτώσεών τους (Κακολύρη, 2016).

Το σύστημα πιστοποίησης LEED εξετάζει την απόδοση σε μια σειρά δεικτών (U.S. Green Building Council, 2022), όπως η πρόληψη της ρύπανσης κατασκευαστικής δραστηριότητας, η

επιλογή τοποθεσίας, η βελτίωση της οικιστικής πυκνότητας και η διασύνδεση με τον κοινωνικό ιστό, η εξυγίανση μολυσμένης έκτασης. Άλλοι δείκτες είναι η δυνατότητα αποθήκευσης ποδηλάτων, η ύπαρξη αποδυτηρίων, η χρήση οχημάτων χαμηλής κατανάλωσης και εκπομπής ρύπων, η δυνατότητα στάθμευσης, η προστασία και αποκατάσταση του οικιστικού περιβάλλοντος, η μεγιστοποίηση ανοιχτού χώρου, η διαχείριση των όμβριων υδάτων, η μείωση θερμοκηφιακής και φωτορύπανσης, η χαμηλή σε απαιτήσεις νερού αρχιτεκτονική τοπίου, η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών για διαχείριση λυμάτων, η εξοικονόμηση νερού, η ολοκληρωμένη πιστοποίηση ενεργειακών συστημάτων, η βέλτιστη ενεργειακή απόδοση, η ύπαρξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εντός του χώρου, η αποθήκευση και συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών, η διαχείριση αποβλήτων από την κατασκευαστική δραστηριότητα, η χρήση ανακυκλωθέντων υλικών, η χρήση τοπικών υλικών, η χρήση πιστοποιημένης ξυλείας, η περιβαλλοντική ποιότητα εσωτερικών χώρων και η καινοτομία στον σχεδιασμό (Κακολύρη, 2016).

Η βιώσιμη λειτουργία των νέων αυτών νοσοκομείων είναι στο επίκεντρο των σχεδιαστικών τους χαρακτηριστικών. Στο σύνολο τους αποσκοπούν στην εξοικονόμηση πόρων, παρέχοντας ωστόσο τις βέλτιστες δυνατότητες στο κοινό. Η χρήση προϊόντων ανανεώσιμης ξυλείας για τη συγκράτηση διοξειδίου του άνθρακα, φωτοβολταϊκά πάνελ με δυνατότητα κάλυψης ενός μέρους των ενεργειακών αναγκών του νοσοκομείου αλλά και χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών ψύξης και θέρμανσης. Επιπλέον η διαχείριση των λειτουργιών τους θα γίνεται χωρίς χαρτί, ψηφιοποιώντας πλήρως τις κλινικές τους υπηρεσίες, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται και στην αξιοποίηση του περιβάλλοντα χώρου των νοσοκομείων. Αυτά θα περιβάλλονται από δέντρα και κήπους, ενώ οι επιφάνειες και τα ανοίγματα θα είναι διαφανή ώστε να αξιοποιείται πλήρως το φυσικό φως (Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος, 2022).

Με τα τρία νέα νοσοκομεία πρότυπα στον εθνικό χάρτη, αναμένεται να ξεκινήσει μια γενικευμένη προσπάθεια συμφιλίωσης του τομέα της υγείας της χώρας με τα σύγχρονα πρότυπα και τις διεθνείς απαιτήσεις. Τα καινοτόμα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και χρήσης εναλλακτικών της μορφών αλλά και η διαφορετική αντίληψη ως προς την παροχή υπηρεσιών θα συνεισφέρουν στο εθνικό και ευρωπαϊκό σχέδιο μείωσης εκπομπών.

2.5. Συμπεράσματα

Έως το έτος 2050, η Ε.Ε. πρέπει να μειώσει τις εκπομπές GHG κατά 80% χαμηλότερα από τα επίπεδα του έτους 1990, μέσω αποκλειστικά των εγχώριων μειώσεων των κρατών μελών. Οι εκπομπές των μεταφορών έχουν σχεδιαστεί να μειωθούν κατά 60% τουλάχιστον, κάτω από τα επίπεδα του 1990, επίσης μέχρι το έτος 2050 (Talebmorad et al., 2021). Όλες οι χώρες της Ε.Ε. και οι υπεύθυνοι φορείς πρέπει να συνεισφέρουν σε αυτό το σκοπό. Για την Ε.Ε η πρόοδος που έχει σημειωθεί είναι σημαντική και έχουν τεθεί ακόμη πιο φιλόδοξοι στόχοι για μείωση των εκπομπών κατά 57% έως το 2030 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, τονίζοντας ότι η κατανάλωση άνθρακα δεν αποτελεί βιώσιμη κλιματική λύση.

Στην ίδια γραμμή με τους στόχους της Ε.Ε. στη μείωση των εκπομπών GHG, η Ελλάδα χρειάζεται να μειώσει τις εκπομπές στο 4% έως το έτος 2020 σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 2005, από όλους τους τομείς που δεν περιλαμβάνονται στο σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής των GHG της Ε.Ε. [«EU Emissions Trading System (EU ETS)»], όπως οι μεταφορές, τα κτίρια, η γεωργία και τα απόβλητα. Επιπλέον, η νομοθετική πρόταση και ο προσδιορισμός στόχου για την Ελλάδα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για το έτος 2030, είναι μια μείωση 16% των εκπομπών GHG στους τομείς που δεν καλύπτονται («non EU ETS sectors») από το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής (ΣΕΔΕ) της Ε.Ε., σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 2005. Δεδομένου ότι οι υψηλότερες τιμές των non EU ETS εκπομπών GHG στην Ελλάδα, προέρχονται από τις οδικές μεταφορές (32% το έτος 2017), υπάρχει μια ξεκάθαρη ανάγκη να σχεδιαστούν και εφαρμοστούν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών GHG που οφείλονται σε αυτά τα μέσα μεταφοράς.

Στην ανάλυση που έγινε, με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις μετακινήσεις μεταξύ 24 Μαρτίου 2018 έως 30 Ιουνίου 2018, βρέθηκε ότι για το 401 ΓΣΝΑ οι μετακινήσεις των ασθενών/επισκεπτών, από και προς το νοσοκομείο, είναι η κατηγορία με τη μεγαλύτερη συνεισφορά, ενώ πιο συγκεκριμένα οι μετακινήσεις με ΙΧ είναι αυτές που ευθύνονται για το κυριότερο ποσοστό του ανθρακικού αποτυπώματος. Παράλληλα προτείνονται συγκεκριμένες δράσεις μείωσης των εκπομπών, που μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του νοσοκομείου και έχουν βρει επιτυχημένη εφαρμογή σε αντίστοιχες υγειονομικές εγκαταστάσεις του εξωτερικού. Η καταγραφή των μετρήσεων σε ένα υπολογιστικό εργαλείο, όπως αυτό που έχει δημιουργηθεί και αναλύεται στη συνέχεια, θα

οδηγήσει στη χάραξη μιας ορθής στρατηγικής καταγραφής και μείωσης των εκπομπών του νοσοκομείου αλλά και της νοσοκομειακής περιθαλψής του Ελληνικού Στρατού.

Η εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα, πρωτίστως από τις μετακινήσεις και δευτερευόντως από εσωτερική ενεργειακή χρήση (ενεργειακή κατανάλωση του νοσοκομείου, ενεργειακή χρήση των κτιρίων, διαχείριση αποβλήτων κτλ.) του 401 ΓΣΝΑ, το οποίο αναπτύσσεται στο επόμενο κεφάλαιο, θα είναι το σημείο εκκίνησης για την ανάπτυξη ενός πλάνου δράσης για τη μείωση των εκπομπών GHG στον τομέα της υγείας της Ελλάδας.

Κεφάλαιο 3 Το Αποτύπωμα Άνθρακα «Carbon Footprint (CF)» της εσωτερικής λειτουργίας του 401 Γενικού Στρατιωτικού Νοσοκομείου Αθηνών

3.1. Οι υπολογισμοί του αποτυπώματος άνθρακα

3.1.1. Ηλεκτρισμός

Ο τομέας της υγείας καταναλώνει σημαντικές ποσότητες ενέργειας, με τα νοσοκομεία να είναι τα δεύτερα πιο ενεργοβόρα κτήρια στις Η.Π.Α, μετά τις εγκαταστάσεις εστίασης (Eckelman and Sherman, 2016). Τα νοσοκομεία λόγω του μεγέθους τους και της ανάγκης λειτουργίας σε 24ωρη βάση όλο το χρόνο, απαιτούν ενέργεια για την κάλυψη των διάφορων αναγκών του. Μεταξύ αυτών, τα συστήματα θέρμανσής και ψύξης, ο εξαερισμός, η χρήση του εξειδικευμένου εξοπλισμού, ο καθαρισμών και η αποστείρωση. Παράλληλα είναι εξαιρετικά σημαντικές, οι ποσότητες ενέργειας που καταναλώνονται έμμεσα, για την παραγωγή και μεταφορά του ιατρικού εξοπλισμού και των φαρμάκων. Όλα τα παραπάνω συνεισφέρουν στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού μιας νοσοκομειακής εγκατάστασης και άρα στο αποτύπωμα άνθρακα της.

Το συνολικό ποσό των 8.470.000 kWh περίπου ηλεκτρικής ενέργειας το έτος 2018, αναλογούσε σε πάνω από το μισό του ενεργειακού κόστους λειτουργίας του 401 ΓΣΝΑ. Με την αυξανόμενη χρήση ειδικού ιατρικού εξοπλισμού, σταθερών μονάδων κλιματισμού, ψυγείων, συσκευών μαγειρέματος και πλυντηρίων και της καθημερινής χρήσης 42.000 λαμπτήρων φωτισμού, η κατανάλωση ηλεκτρισμού του 401 ΓΣΝΑ αυξάνεται σταθερά κάθε έτος.

Ο ετήσιος συντελεστής μετατροπής εκπομπών GHG για το έτος 2018, ήταν 0,6227 kg CO₂eq/KWh (NIR, 2020) και ως εκ τούτου, οι συνολικές εκπομπές GHG ήταν **5.275,3 t CO₂eq**.

3.1.2. Ορυκτά καύσιμα

Η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για κεντρική θέρμανση και άλλες εσωτερικές χρήσεις του νοσοκομείου το έτος 2018, ήταν οι παρακάτω:

1. Η κατανάλωση φυσικού αερίου στο 401 ΓΣΝΑ, ανέρχονταν στις 13.200.000 kWh (47.52 TJ). Ο ετήσιος συντελεστής μετατροπής εκπομπών GHG είναι 55,82 t CO₂eq/TJ (NIR, 2020). Οι εκπομπές αερίων GHG που σχετίζονταν με το φυσικό αέριο ήταν 2.647,8 t CO₂eq.
2. Η κατανάλωση πετρελαίου ντίζελ ήταν 22.000 lt. Ο ετήσιος συντελεστής μετατροπής εκπομπών GHG είναι 73,78 t CO₂eq/TJ και η καθαρή θερμική αξία είναι 42,8 TJ/kt (NIR, 2020). Οι εκπομπές GHG σχετιζόμενες με το ντίζελ ήταν 58,4 t CO₂eq.

Επομένως, οι συνολικές εκπομπές GHG για το έτος 2018, ήταν **2.706,2 t CO₂eq**.

3.1.3. Φθοριούχα αέρια

Τα φθοριούχα αέρια (f-gases) είναι μια οικογένεια συνθετικών αερίων που περιέχουν φθόριο. Είναι ισχυρά GHG, τα οποία παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα και συνεισφέρουν στην παγκόσμια υπερθέρμανση.

Το «Global Warming Potential (GWP)», όπως προαναφέρθηκε, είναι ένα μέτρο συσχέτισης της ενέργειας που θα απορροφήσουν οι εκπομπές ενός τόνου αερίου, σε μια δεδομένη χρονική περίοδο, σε σχέση με τις εκπομπές ενός τόνου CO₂ και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του αποτυπώματος άνθρακα.

Το GWP τους μπορεί να είναι χιλιάδες φορές υψηλότερο από αυτό του CO₂, κάτι που τα συνιστά πιο πιθανά και μεγαλύτερα σε διάρκεια GHG που εκπέμπονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Τα φθοριούχα αέρια χρησιμοποιούνται σε προϊόντα όπως ψυγεία, κλιματιστικά, αφροί και διάφορα σπρέι. Οι εκπομπές αυτών των προϊόντων προκύπτουν από διαρροές αερίων κατά τη διάρκεια βιομηχανοποίησης, όπως επίσης κατά τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Τα φθοριούχα αέρια χρησιμοποιούνται επίσης στην παραγωγή μετάλλων και ημιαγωγών (Müllerová et al., 2020; Sebos et al., 2020).

Παλιότερα, υπήρχε εκτεταμένη χρήση δύο κατηγοριών φθοριούχων ενώσεων, των χλωροφθοροανθράκων (CFC) και των υδροχλωροφθοροανθράκων (HCFC), ωστόσο έχουν πλέον έχουν καταργηθεί λόγω της αρνητικής επίπτωσης τους στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Τα πλέον πιο κοινά φθοριούχα αέρια είναι οι υδροφθοράνθρακες (HFCs), τα οποία περιλαμβάνουν υδρογόνο, φθόριο και άνθρακα. Ένας μεγάλος αριθμός μειγμάτων που περιέχουν υδροφθοράνθρακες χρησιμοποιούνται στα ψυγεία και τις κλιματιστικές μονάδες. Οι εκπομπές GHG που σχετίζονται με τα φθοριούχα αέρια, μπορούν να υπολογιστούν με διαφορετικούς τρόπους και με διάφορους βαθμούς πολυπλοκότητας και ανάλυσης δεδομένων. Το μερίδιο των υδροφθοροανθράκων στις συνολικές εκπομπές GHG είναι αρκετά χαμηλό (περίπου 1%), ωστόσο οι εκπομπές τους αναμένεται να αυξηθούν δραματικά τα επόμενα χρόνια. Αυτή τη στιγμή, οι εκπομπές τους έχουν τον υψηλότερο ρυθμό αύξησης μεταξύ των GHG, με ποσοστό 10-15% ετησίως (Sovacool et al., 2021).

Για την περίπτωση του υπολογισμού των GHG του 401 ΓΣΝΑ, απαιτήθηκε η καταγραφή των παρακάτω δεδομένων:

- Αριθμός και είδος ψυγείων, μονάδων κλιματιστικών, κτλ.
- Αρχικό φορτίο και τύπος ψυκτικών μειγμάτων,
- Τύπος HFCs που χρησιμοποιούνται στα μείγματα και
- Συντελεστών εκπομπής GHG [Emission factors (EF)]

Οι εκπομπές GHG από τη λειτουργία του νοσοκομείου, που σχετίζονται με την ψύξη και τον κλιματισμό, υπολογίστηκαν με την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{GHG Emissions (t CO}_2\text{eq)} = AD \times M \times x \times \frac{GWP}{1,000} \quad (\text{Εξίσωση 3.1})$$

όπου:

- AD: Αριθμός και είδος ψυγείων, μονάδων κλιματιστικών, κτλ.
- M: αρχική χρέωση («initial charge»)

-
- x: δείκτης εκπομπών ή δείκτης ζωής του προϊόντος (% του αρχικού κόστους ανά έτος)
 - GWP: «Global Warming Potential» των υδροφθορανθράκων HFCs οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε ψυκτικά μείγματα (π.χ. για την περίπτωση του HFC134a, το GWP είναι 1.430 kg CO₂eq/kg HFC134a)

Στην επόμενη ενότητα, παρουσιάζεται μια λεπτομερής ανάλυση των υπολογισμών των εκπομπών GHG που σχετίζονται με τα φθοριούχα αέρια για τις παρακάτω χρήσεις:

1. Οικιακά ψυγεία,
2. Εμπορικά ψυγεία (για την προετοιμασία φαγητού και συντήρηση τροφίμων-φαρμάκων),
3. Οικιακά και εμπορικά κλιματιστικά, μαζί με αντλίες θερμότητας και
4. Συστοιχίες παραγωγής ψυχρού νερού (Chillers)

Υπολογισμοί:

3.1.3.1 Οικιακά ψυγεία

Το 401 ΓΣΝΑ έχει περίπου 205 ψυγεία οικιακής χρήσης (μικρής χωρητικότητας <150 lt). Σύμφωνα με την έκθεση της Εθνικής Απογραφής Αέριων Ρύπων [«National Inventory Report (NIR)»] για τα έτη 1990-2018 (NIR, 2020), 47% των οικιακών ψυγείων περιέχουν HFC-134a (1,1,1,2-τετραφθοροαιθάνιο, CH₂FCF₃), με GWP ίσο με 1.430 kg CO₂eq/kg HFC134a και 53% περιέχουν R600a (ισοβουτάνιο, CH(CH₃)₂CH₃) με ένα GWP ισοδύναμο με 3 kg CO₂eq/kg R600a. Εκτιμώντας ότι, για τα 205 οικιακά ψυγεία του νοσοκομείου, τα 96 περιέχουν HFC-134a και τα 109 περιέχουν R600a, υπολογίζουμε τις αντίστοιχες εκπομπές GHG με την εφαρμογή της Εξίσωσης (3.1).

Πίνακας 3-1 Αντιψυκτικά ανά κατηγορία.

Υποκατηγορίες	Ψυκτικά μίγματα που χρησιμοποιούνται
Ψύξη – Κατοικίες	R134a, R-600a
Ψύξη – Βιομηχανικές εφαρμογές	R134a, R404a, R407c, R507a, R23, R508b, R410a, R422a, R422d, R437a
Ψύξη – Μικρές εμπορικές συσκευές	R134a, R410a, R407d
Ψύξη – Μεταφορικά μέσα	R134a, R404a, R40a
Κλιματισμός – Κεντρικά συστήματα	R407c, R410a, R417a
Κλιματισμός – Chillers	R134a, R407c, R410a
Κλιματισμός - Μεταφορικά μέσα	R134a, R1234yf

Σύμφωνα με την Εθνική Απογραφή Αέριων Ρύπων για τα έτη 1990-2018 (NIR, 2020), ο παράγοντας εκπομπών χ εκτιμάται πως είναι 0.25% του αρχικού charge ανά έτος και το αρχικό charge $M=0,225$ kg (NIR, 2020).

Ως εκ τούτου:

(Εξίσωση 3.1) \Leftrightarrow HFC-134a εκπομπές = 205 ψυγεία \cdot 47% \cdot 0,225 kgHFC134a/μονάδα \cdot 0,25% \cdot 1.430 (kg CO₂eq/kg HFC134a)/1.000= 77,500 kg CO₂eq= 7,75 t CO₂eq

&

(Εξίσωση 3.1) \Leftrightarrow R600a εκπομπές = 205 ψυγεία \cdot 53% \cdot 0,225 kg R600a/μονάδα \cdot 0,25% \cdot 3 (kg CO₂eq/kg R600a)/1.000= 0,200 kg CO₂eq= 0,02 t CO₂eq.

Οι συνολικές εκπομπές των οικιακής χρήσης ψυγείων για το έτος 2018, ήταν **7,77 t CO₂eq**.

3.1.3.2 Εμπορικά ψυγεία (περιλαμβάνονται επεξεργασία τροφίμων και συντήρηση)

Το 401 ΓΣΝΑ διαθέτει 20 εμπορικού τύπου ψυγεία που προορίζονται για την ψύξη τροφίμων και φαρμάκων, με μεσαία χωρητικότητα (250 lt έως και 340 lt). Αυτά τα 20 ψυγεία περιέχουν το ψυκτικό μείγμα R-404a, το οποίο αποτελείται από HFC-125, HFC-143a και HFC-134a (αναλογία βάρους: 44/52/4). Το GWP του HFC-125 είναι 3.500, του HFC-143a είναι 4.470 και

του HFC134a είναι 1.430. Με βάση την αναλογία βάρους του ψυκτικού μείγματος και του GWP του κάθε αερίου ξεχωριστά, το GWP του R-404A έχει υπολογιστεί σε 3.921,600 kg CO₂eq/kg R-404a.

Η μέση αρχική χρέωση charge M (kg) των ψυγείων είναι 13,1 kg, και υπολογίζεται με βάση τα δεδομένα δραστηριότητας ως εξής:

- 1 στις 20 μονάδες περιέχουν 2 kg ψυκτικό (5%),
- 11 στις 20 μονάδες περιέχουν 20 kg ψυκτικό (55%),
- 8 στις 20 μονάδες περιέχουν 5 kg ψυκτικό (40%).

Σύμφωνα με την Εθνική Απογραφή Αέριων Ρύπων για τα έτη 1990-2018 (NIR, 2020), ο παράγοντας εκπομπών x εκτιμάται πως είναι 0.5% του αρχικού charge ανά έτος.

Ως εκ τούτου, λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω παραμέτρους, οι εκπομπές αερίων των εμπορικών ψυγείων υπολογίστηκαν σε:

(Εξίσωση 3.1) \Leftrightarrow R-404a Emissions (t CO₂eq) = 20 units · 13,1 kg R-404a / units · 0,5% · 3.921,6 kg CO₂eq/kg R-404a /1.000 = 5,137 t CO₂eq.

Οι συνολικές εκπομπές των εμπορικών ψυγείων για το έτος 2018, ήταν **5,137 t CO₂eq**.



Εικόνα 3-1 Ψυγείο του τμήματος αιμοδοσίας του 401 ΓΣΝΑ.



Εικόνα 3–2 Ψυγείο φύλαξης ιατρικών αποβλήτων του 401 ΓΣΝΑ.

3.1.3.3 Οικιακά και εμπορικής χρήσης κλιματιστικά, συμπεριλαμβανομένων και των αντλιών θερμότητας

Ένα μεγάλο μερίδιο της ενεργειακής κατανάλωσης στα νοσοκομεία, προέρχεται από τη χρήση κλιματιστικών. Το 401 ΓΣΝΑ είναι εξοπλισμένο με 420 σταθερά κλιματιστικά 12.000 btu μονάδων. Αυτά τα κλιματιστικά περιέχουν το μείγμα ψυκτικού R-407c, το οποίο αποτελείται από το HFC-32, HFC-125, και HFC-134a (αναλογία βάρους: 23/25/52). Αυτοί οι HFC (υδροφθοράνθρακες) έχουν διαφορετικά GWPs. Το GWP του HFC-32 είναι 675, για HFC-125 είναι 3.500 και για HFC134a είναι 1.430. Με βάση την αναλογία βάρους του μείγματος ψυκτικού και του GWP κάθε αερίου ξεχωριστά, το GWP του R-407c υπολογίστηκε σε 1.773,85 kg CO₂eq/kg R-407C.

Σύμφωνα με την Εθνική Απογραφή Αέριων Ρύπων για τα έτη 1990-2018 (NIR, 2020), ο παράγοντας εκπομπών x εκτιμάται πως είναι 0,5% του αρχικού charge ανά έτος και το αρχικό charge M=1,5 kg.

Ως εκ τούτου:

(Εξίσωση 3.1) \Leftrightarrow R-407c Emissions (t CO₂eq) = 420 · 1,5 · 0,5% · 1.773,85/1.000= 5,6 t CO₂eq

Οι συνολικές εκπομπές των κλιματιστικών για το έτος 2018, ήταν **5,6 t CO₂eq**.



Εικόνα 3–3 Πλάγια όψη ενός κτιρίου του 401 ΓΣΝΑ με συστοιχίες παραγωγής ψυχρού νερού στην οροφή.

3.1.3.4 Συστοιχίες Παραγωγής Ψυχρού Νερού

Στο 401 ΓΣΝΑ λειτουργούν 8 συστοιχίες παραγωγής ψυχρού νερού (chillers) για τον κλιματισμό των χώρων του νοσοκομείου, ως εξής:

- 4 μονάδες με συνολική αρχική charge M=175 kg of R-407C (HFC-32/HFC-125/HFC-134a),
- 2 μονάδες με συνολική αρχική χρέωση M=50 kg of HFC-134a, and
- 2 μονάδες με αρχική συνολική χρέωση M=200 kg of R-410a (αναλογία βάρους: 50/50 of HFC-32/HFC-125).

Το GWP για το R-407C είναι 1.773,25, για το HFC-134a είναι 1.430 και για το R-410a είναι 2.087,5.

Σύμφωνα με την Εθνική Απογραφή Αέριων Ρύπων για τα έτη 1990-2018 (NIR, 2020), ο παράγοντας εκπομπών για το μείγμα των HFCs είναι $x = 15\%$.

Ως εκ τούτου, οι εκπομπές αερίων GHG για κάθε τύπο ψυκτικού, υπολογίστηκαν ως εξής:

(Εξίσωση 3.1) \Leftrightarrow R-407C εκπομπές = $4 \cdot 175 \cdot 15\% \cdot 1.773,25/1.000 = 186,190 \text{ t CO}_2\text{eq}$

(Εξίσωση 3.1) \Leftrightarrow HFC-134a εκπομπές = $2 \cdot 50 \cdot 15\% \cdot 1.430,00/1.000 = 21,450 \text{ t CO}_2\text{eq}$

(Εξίσωση 3.1) \Leftrightarrow R-410a εκπομπές = $2 \cdot 200 \cdot 15\% \cdot 2.087,50/1.000 = 125,250 \text{ t CO}_2\text{eq}$

Οι συνολικές εκπομπές των chillers για το έτος 2018, ήταν **332,89 t CO₂eq**.



Εικόνα 3–4 Τρεις συστοιχίες παραγωγής ψυχρού νερού στην οροφή του 401 ΓΣΝΑ.



Εικόνα 3–5 Συλλέκτης προσαγωγής ψυχρού νερού του 401 ΓΣΝΑ.

3.1.4. Διαχείριση στερεών απορριμμάτων

Τα νοσοκομεία παράγουν εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων παγκοσμίως. Τα απορρίμματα των νοσοκομείων που απορρίπτονται σε περιοχές απόρριψης στερεών αποβλήτων («Solid Waste Disposal Sites (SWDS)» παράγουν και εκπέμπουν κυρίως CH_4 στην ατμόσφαιρα (Bakoroulou et al., 2005). Το μεθάνιο παράγεται μέσω των αντιδράσεων αναερόβιας αποσύνθεσης της οργανικής ύλης, σε μια μακροχρόνια διεργασία. Ο υπολογισμός των εκπομπών CH_4 υπολογίζεται με την εφαρμογή της μεθόδου FOD [«First Order Decay methodology (FOD)»] (Kallinikos et al., 2016). Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως για την εκτίμηση της παραγόμενης ποσότητας αερίων από υγειονομική ταφή και βρίσκει εφαρμογή και στην αποτίμηση κύκλου ζωής (LCA). Συγκεκριμένα, μια προσέγγιση μάζας ισορροπίας χρησιμοποιείται, στην οποία συνδέονται η εκτίμηση των αποικοδομήσιμων οργανικών ανθράκων (DOC) των στερεών αποβλήτων και με βάση αυτό, υπολογίζονται οι εκπομπές CH_4 οι οποίες μπορούν να παραχθούν από τα απόβλητα. Η εκτίμηση των επιμέρους όρων έχει συχνά σημαντική αβεβαιότητα, καθώς αυτοί επηρεάζονται από αρκετούς παράγοντες όπως η σύνθεση των απορριμμάτων, η υγρασία τους και οι εξωτερικές συνθήκες.

Το έτος 2018, το 401 ΓΣΝΑ παρήγαγε και απέρριψε 360 t αστικά στερεά απόβλητα, 113,64 t μη τοξικά ιατρικά στερεά απόβλητα και 19,07 t τοξικά ιατρικά απόβλητα, σε σύνολο **492,71 t**

στερεών νοσοκομειακών αποβλήτων. Οι εκπομπές μεθανίου CH₄ από αυτά τα SWDS για ένα έτος μπορεί να υπολογιστεί, χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση (NIR, 2020):

$$CH_4 \text{ εκπομπές} = W_T \times DOC \times DOC_f \times MCF \times F \times \frac{16}{12} \times (1 - OX) \times (1 - R) \text{ Εξίσωση (3.2)}$$

- W_T είναι η μάζα των στερεών αποβλήτων που απορρίπτονται (χαρτιά, απόβλητα τροφίμων και μη φαγώσιμα απόβλητα) στο έτος αναφοράς 2018 (kt/χρόνο).
- Degradable organic carbon (DOC), είναι ο αποικοδομήσιμος οργανικός άνθρακας. Με βάση την Εθνική Καταγραφή Αέριων Ρύπων για τα έτη 1990-2018 (NIR, 2020), οι τιμές DOC ήταν 0,4 για το χαρτί, 0,15 για απόβλητα φαγητού και 0,2 για τα μη φαγώσιμα απόβλητα.
- Fraction of DOC dissimilated (DOC_f), το μέρος του κατανεμημένου άνθρακα που αποσυντίθεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Αντικατοπτρίζει το γεγονός, πως κάποιοι DOCs, δεν αποσυντίθεται ή αποσυντίθεται με πολύ αργό ρυθμό κάτω από αναερόβιες συνθήκες SWDS. Η συνιστώμενη προκαθορισμένη αξία για το DOC_f από IPCC (Maxwell, 2010) είναι 0,5 (με την προϋπόθεση ότι το περιβάλλον των SWDS είναι αναερόβιο, όπως συμβαίνει στην SWDS της Αθήνας).
- Methane Correction Factor (MCF): είναι ο συντελεστής διόρθωσης. Το MCF για αναερόβια αποσύνθεση είναι 1 για διαχειρισμένα SWDS.
- Fraction of methane in landfill gas (F): είναι το μέρος του μεθανίου CH₄ στα αέρια των χωματερών. Τα περισσότερα απόβλητα στις SWDS εκπέμπουν ένα αέριο με περίπου 50% CH₄. Μόνο τα υλικά, συμπεριλαμβανομένων ουσιαστικών ποσοτήτων λίπους η λαδιού, μπορούν να παράγουν αέρια με ποσοστό σημαντικά πάνω από 50% CH₄, το οποίο και δεν αφορά στην περίπτωση των στερεών αποβλήτων στα νοσοκομεία. Επομένως η χρήση IPCC της προκαθορισμένης αξίας για το μέρος του CH₄ στα αέρια των χωματερών (0.5) ακολουθεί στις πράξεις (Maxwell, 2010).
- 16/12 είναι η μοριακή αναλογία βάρους CH₄/C.
- Oxidation factor (OX): ο παράγοντας οξειδωσης. Το OX αντανακλά το ποσό του μεθανίου CH₄ από SWDS το οποίο οξειδώθηκε στο έδαφος ή σε όποιο άλλο υλικό που

καλύπτει τα απόβλητα. Υπολογίζεται σε 0,1 και δικαιολογείται για την περίπτωση των καλοδιαχειριζόμενων, καλυμμένων SWDS της Αθήνας, για να εκτιμήσουμε και τις απώλειες στην ατμόσφαιρα.

- R είναι το ανακτημένο CH₄ (kt/χρόνο). Η ανάκτηση CH₄ είναι η παραγόμενη ποσότητα CH₄ που στα SWDS που ανακτάται και καίγεται σε μια συσκευή ανάκτησης φλόγας ή ενέργειας. Η αβεβαιότητα εξαρτάται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του ανακτημένου CH₄. Η αβεβαιότητα είναι πιθανό να είναι σχετικά μικρή σε σύγκριση με άλλες αβεβαιότητες εάν χρησιμοποιηθεί μέτρηση. Εάν χρησιμοποιηθούν άλλες μέθοδοι, για παράδειγμα με εκτίμηση της απόδοσης του εξοπλισμού ανάκτησης CH₄, η αβεβαιότητα θα είναι μεγαλύτερη. Με βάση την NIR της Ελλάδας, το R είναι 43% για το έτος 2018.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω παραμέτρους, μπορούμε να υπολογίσουμε τις εκπομπές ως εξής:

$$\begin{aligned}(\text{Εξίσωση 3.2}) &\Leftrightarrow CH_4 \text{ εκπομπές (χαρτί, το 12\% του συνολικού όγκου)} \\ &= W \cdot DOC \cdot DOCf \cdot MCF \cdot F \cdot 16/12 \cdot (1 - OX) \cdot (1 - R) \\ &= 0,05901 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16/12 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,43) \\ &= 0,00404 \text{ kt/έτος.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\text{Εξίσωση 3.2}) &\Leftrightarrow CH_4 \text{ εκπομπές (απόβλητα φαγητού το 30\% του συνολικού όγκου)} \\ &= 0,00379 \text{ kt/έτος.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\text{Εξίσωση 3.2}) &\Leftrightarrow CH_4 \text{ εκπομπές (μη φαγώσιμα απόβλητα το 58\% του συνολικού όγκου)} \\ &= 0,00977 \text{ kt/έτος.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}CH_4 \text{ εκπομπές} &= 0,00404 \text{ kt/έτος} + 0,00379 \text{ kt/έτος} + 0,00977 \text{ kt/έτος} \\ &= 0,0176 \text{ kt/έτος}\end{aligned}$$

Οπότε:

$$CO_{2eq} = CH_4 \text{ εκπομπές} \cdot GWP(CH_4) = 0,0176 \text{ kt/έτος} \cdot 25 = 0,4402 \text{ kt/έτος}$$

Το συνολικό ποσό εκπομπών από νοσοκομειακά στερεά απόβλητα το έτος 2018, ήταν **440,2 t CO_{2eq}**.

3.2. Αποτελέσματα και Συζήτηση

3.2.1. Νοσοκομειακό αποτύπωμα άνθρακα

Το αποτύπωμα άνθρακα από την εσωτερική λειτουργία του 401 ΓΣΝΑ, παρουσιάζεται στον Πίνακα 3-2.

Πίνακας 3-2 Το αποτύπωμα άνθρακα από την εσωτερική λειτουργία του 401 ΓΣΝΑ.

Ενεργειακή χρήση	GHG εκπομπές (t CO ₂ eq)	Ποσοστό (%)
Ηλεκτρισμός	5.275,3	57,5
Ορυκτά καύσιμα	2.706,2	33,8
Ψυγεία	12,91	0,8
Συστήματα κλιματισμού	338,49	3,9
Απόρριψη απορριμμάτων	440,2	4
Σύνολο	8.773,1	100

Η ηλεκτρική κατανάλωση συνιστά την κατηγορία με τη μεγαλύτερη συνεισφορά (60,%) στο αποτύπωμα άνθρακα από την εσωτερική λειτουργία του νοσοκομείου, ακολουθούμενο από τα ορυκτά καύσιμα με 30,9% (Bozoudis et al., 2021).

Έχοντας υπολογίσει και τα GHG από τις μεταφορές του 401 ΓΣΝΑ (Bozoudis et al., 2022) για το έτος 2018 (**1.396 t CO₂eq**), συμπεραίνουμε ότι το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα του 401 ΓΣΝΑ το έτος 2018 ήταν περίπου 10.170 t CO₂eq.

Η μετακίνηση των ασθενών από και προς το νοσοκομείο, είναι η κύρια πηγή εκπομπών (85,9% των εκπομπών από τις μεταφορές), ακολουθούμενη από τις κινήσεις των ασθενοφόρων (7,5%)(Bozoudis et al., 2021). Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται, είναι υπεύθυνη για το 60,2% των εκπομπών από την εσωτερική λειτουργία του 401 ΓΣΝΑ, ακολουθούμενη από τις εκπομπές των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης, φυσικό αέριο) με 30,9% (Bozoudis et al., 2022).

3.2.2. Εκτίμηση αβεβαιότητας στους υπολογισμούς του ανθρακικού αποτυπώματος

Η έννοια της αβεβαιότητας εισήχθη σχετικά πρόσφατα στην ιστορία της μετρολογίας, σε αντίθεση με την έννοια του σφάλματος η οποία χρησιμοποιήθηκε επί μακρόν για να χαρακτηρίσει την απόκλιση μιας μέτρησης από την αληθινή τιμή του μετρούμενου μεγέθους (Ρωμαίος, 2018).

Η αβεβαιότητα αποτελεί μια παράμετρο, η οποία συσχετίζεται με το αποτέλεσμα της μέτρησης μιας φυσικής ποσότητας, και η οποία χαρακτηρίζει τη διασπορά των τιμών που μπορούν λογικά να αποδοθούν - αντιστοιχηθούν στη φυσική ποσότητα. Κατά τη μέτρηση μιας φυσικής ποσότητας, τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων εμπεριέχουν πάντα κάποιο βαθμό αβεβαιότητας (Ρωμαίος, 2018). Η αβεβαιότητα μιας μέτρησης αποτελεί ουσιαστικά μια ποσοτική ένδειξη της ποιότητας του αποτελέσματος.

Η αβεβαιότητα ορίζεται ως οι λόγοι που οδηγούν στην αναγκαιότητα του ποσοτικού προσδιορισμού της, που οι κυριότεροι είναι οι εξής:

- Εκτίμηση της αξιοπιστίας του αποτελέσματος.
- Έκφραση της ποιότητας της μέτρησης.
- Δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων των μετρήσεων της ίδιας φυσικής ποσότητας.
- Καθορισμός τεχνικών ανάλυσης των σφαλμάτων.

Η εκτίμηση της αβεβαιότητας μπορεί να γίνει είτε μέσω στατιστικής ανάλυσης μιας σειράς αποτελεσμάτων και τότε ονομάζεται αβεβαιότητα τύπου A, είτε μέσω άλλων τεχνικών οπότε ανήκει στον τύπο B. Αυτές οι τεχνικές μπορεί να είναι η εκτίμηση της αβεβαιότητας μέσα από πιστοποιημένα υλικά αναφοράς (CRM), από πιστοποιητικά κατασκευαστών εξοπλισμού ή και από προηγούμενη γνώση.

Η αβεβαιότητα μπορεί να εκφραστεί με διάφορους τρόπους. Όταν αυτή εκφράζεται ως η τυπική απόκλιση, ονομάζεται τυπική αβεβαιότητα. Μπορεί επίσης να εκφραστεί και ως η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των τυπικών αβεβαιοτήτων των επιμέρους συνιστωσών που συνεισφέρουν στην αβεβαιότητα, οπότε σε αυτή την περίπτωση

ονομάζεται συνδυασμένη τυπική αβεβαιότητα. Τέλος, η διευρυμένη αβεβαιότητα, μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας τη στάθμη εμπιστοσύνης, π.χ. 95% ή 99%, και τον ανάλογο παράγοντα κάλυψης k.

Η αβεβαιότητα του εκτιμώμενου αποτυπώματος άνθρακα, είναι ένα βασικό στοιχείο μιας διαδικασίας υπολογισμού των εκπομπών GHG ενός οργανισμού, μιας βιομηχανίας, κτλ. Η αβεβαιότητα της εκτίμησης εκπομπών για 401 ΓΣΝΑ, εκτιμήθηκε ότι είναι παρόμοια με την αντίστοιχη πηγή κατηγοριών από την Εθνική Απογραφή Αέριων Ρύπων για τα έτη 1990-2018 (NIR, 2020), που χρησιμοποιήθηκαν και στην εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα του νοσοκομείου. Η εκτίμηση αβεβαιότητας του αποτυπώματος άνθρακα του 401 ΓΣΝΑ, παρουσιάζεται στον Πίνακα 3-3. Η αβεβαιότητα στις εκτιμήσεις εκπομπών αερίων είναι περίπου 3,4%, που θεωρείται ικανοποιητική, με βάση τη διεθνή πρακτική (Maxwell, 2010). Θα πρέπει να επισημανθεί ότι, οι κατηγορίες με τη μεγαλύτερη αβεβαιότητα (π.χ. εκπομπές από ψυγεία, συστήματα κλιματισμού και απόρριψη απορριμμάτων) έχουν μικρή επίδραση στη συνολική αβεβαιότητα, εξαιτίας των χαμηλών εκπομπών GHG τους.

Πίνακας 3-3 Εκτίμηση αβεβαιότητας του αποτυπώματος άνθρακα του 401 ΓΣΝΑ.

Ενεργειακή χρήση	GHG εκπομπές (t CO ₂ eq)	Αβεβαιότητα πηγής εκπομπών	Συνδυασμένη αβεβαιότητα σε % των συνολικών εκπομπών
Ηλεκτρισμός	5.275	1%	0,54%
Ορυκτά καύσιμα	2.706,2	2%	0,55%
Μεταφορές	1.396	2%	0,29%
Ψυγεία	13	50%	0,03%
Συστήματα κλιματισμού	339	50%	1,73%
Απόρριψη απορριμμάτων	440	40%	0,26%
Σύνολο	10.170		3,39%

3.2.3. Σχέδιο δράσης

Το συνολικό ποσό εκπομπών GHG του 401 ΓΣΝΑ το έτος 2018 και ο προτεινόμενος στρατηγικός στόχος μείωσής του για το έτος 2030, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3-4. Οι εκπομπές GHG του 401 ΓΣΝΑ το έτος 2030 πρέπει να είναι μειωμένοι κατά 35%, παρόμοια με τον Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) [«National Energy and Climate Plan (NECP)»] (MEEN, 2019). Για το λόγο αυτό, οι εκπομπές αερίων το έτος 2030 θα πρέπει να μειωθούν κατά περίπου **3.630 t CO₂eq**, σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 2018.

Σύμφωνα με τον Εθνικό Κλιματικό Νόμο 4936/2022, οι εκπομπές GHG πρέπει να είναι μειωμένοι κατά 55%, σε σχέση με τις εκπομπές του έτους 1990 (101.181,55 MtCO₂eq), το οποίο δύναται να εφαρμοστεί στις εκπομπές άνθρακα πιθανώς του ΥΠΕΘΑ συγκεντρωτικά και δεν αφορά μικρότερους φορείς.

Πίνακας 3-4 Προτεινόμενες μειώσεις εκπομπών GHG μέχρι το έτος 2030.

Μεταφορές/Χρήση ενέργειας	Εκπομπές GHG (t CO ₂ eq) το έτος 2018	Εκτιμώμενες εκπομπές GHG (t CO ₂ eq) το έτος 2030 (-35%)	Μείωση εκπομπών GHG (t CO ₂ eq)
Ηλεκτρισμός	5.275 (51,8%)	3.429	-1.846,4
Ορυκτά καύσιμα	2.706 (26,6%)	1.759	-947,2
Μετακινήσεις ασθενών από και προς το νοσοκομείο	1.198 (11,78%)	778	-420
Συστήματα κλιματισμού	339	218,4	-118,5
Οχήματα Νοσοκομείου	106	68,5	-36,9
Αποκομιδή στερεών αποβλήτων	441	286,13	-154,07
Οχήματα που εμπλέκονται στην αποκομιδή των νοσοκομειακών αποβλήτων	51	33,3	-17,9
Προμηθευτές	34	22,1	-11,9
Μετακινήσεις προσωπικού	7	4,4	-2,3
Ψυγεία	13	8,38	-4,527
Σύνολο	10.170	6.610 (περίπου)	-3.560 (περίπου)

Οι μελλοντικές εκπομπές GHG του 401 ΓΣΝΑ θα μειωθούν περίπου 35%, χωρίς να απαιτηθεί κάποια σημαντική παρέμβαση της διοίκησής του. Αυτή η μείωση θα επιτευχθεί από την αλλαγή στο αποτύπωμα άνθρακα του ελληνικού ενεργειακού μείγματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο θα μειωθεί σε μεγάλο βαθμό από τη σταδιακή κατάργηση του λιγνίτη μέχρι το έτος 2028 και τα υψηλά μερίδια σε ΑΠΕ, σύμφωνα με το ΕΣΕΚ.

3.2.4. Νοσοκομειακοί Βασικοί Δείκτες Απόδοσης (ΒΔΑ)

Η κλιματική αλλαγή είναι μια μακρόχρονη διαδικασία. Ο στόχος του ΕΣΕΚ, είναι να μειώσει τις εκπομπές GHG κατά 55% μέχρι το έτος 2030, σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους 1990 (να φτάσει περίπου 60,1 Mt CO₂eq το έτος 2030) (NIR, 2020). Με αυτόν τον τρόπο, θα σταθεροποιηθεί η συγκέντρωση GHG στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα που θα αποτρέπουν τις επικίνδυνες ανθρωπογενείς παραβάσεις στο κλίμα.

Το έτος 2018, οι συνολικές εκπομπές GHG στην Ελλάδα ήταν 92,3 Mt CO₂eq. Επομένως, ο εν λόγω στόχος είναι ισοδύναμος με έναν στόχο μείωσης του 35% μέχρι το έτος 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 2018, έτσι ώστε να οδηγηθούμε σε μια πιο φιλική προς το περιβάλλον οικονομία έως το έτος 2050 (NIR, 2020).

Τα νοσοκομεία απαιτούν την κατανάλωση εκατομμυρίων kWh ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, καθώς και λοιπών μορφών καυσίμων για τις μεταφορικές δραστηριότητες του νοσοκομείου (τη μετακίνηση των ασθενών/επισκεπτών/προσωπικού από και προς το νοσοκομείο, τις υπηρεσίες ασθενοφόρων, κτλ.), για να παραμένουν σε λειτουργία 24 ώρες την ημέρα, 7 μέρες την εβδομάδα.

Οι καταμετρήσεις/υπολογισμοί των εκπομπών GHG των νοσοκομείων, αποτελούν ένα ρεαλιστικό σημείο έναρξης για τη σχεδίαση και ανάπτυξη ολοκληρωμένων σχεδίων δράσης για τη μείωση της ενεργειακής τους κατανάλωσης και επομένως του λειτουργικού τους κόστους. Επιπρόσθετα, το προσωπικό των νοσοκομείων δύναται να συλλέγει τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος του νοσοκομείου, με τη χρήση απλών υπολογιστικών εργαλείων, όπως το προτεινόμενο στην παρούσα εργασία.

Στη συνέχεια, η διοίκηση του εκάστοτε νοσοκομείου, λαμβάνοντας υπόψη τα περιβαλλοντικά δεδομένα και το ετήσιο ανθρακικό αποτύπωμα (τις ετήσιες εκπομπές αερίων GHG) του νοσοκομείου, δύναται να αναπτύξει και να εφαρμόσει ένα χαρτοφυλάκιο δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπομπών GHG. Για αυτό το λόγο, κρίνεται σκόπιμη η δημιουργία μιας «Ομάδας Διαχείρισης Ενέργειας» στο εκάστοτε νοσοκομείο, η οποία θα σχεδιάζει/προτείνει/υλοποιεί περιβαλλοντικές πολιτικές, δράσεις και διαδικασίες για τη μείωση των εκπομπών GHG του νοσοκομείου.

Προτείνεται όπως αναπτυχθούν και χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένοι Νοσοκομειακοί Βασικοί Δείκτες Απόδοσης (ΒΔΑ) («Hospital Key Performance Indicators (KPI)»), έτσι ώστε να μετρούνται και να υπολογίζονται σε ετήσια βάση οι εκπομπές GHG του εκάστοτε νοσοκομείου, σε σύγκριση με τη σχέση κόστους/όφελους των μέτρων που δύναται να ληφθούν για τη μείωσή τους.

Ένας Δείκτης που χρησιμοποιείται κυρίως για τα εθνικά συστήματα υγείας, είναι οι εκπομπές GHG προς τις δαπάνες στην υγεία «tCO₂e ανά εκατομμύριο \$». Με παρόμοιο τρόπο, θα μπορούσε να υπολογιστεί ο δείκτης για τις δαπάνες του νοσοκομείου ή για να αξιολογηθούν οι επενδύσεις στο τομέα της μείωσης των εκπομπών GHG. Ένας γενικός ΒΔΑ, ο οποίος καλύπτει όλες τις δράσεις μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος του νοσοκομείου, καθώς και τις πηγές εκπομπών GHG, θα μπορούσε να έχει τη μορφή του «t CO₂e ανά ασθενή» ή «t CO₂e ανά ημέρες περίθαλψης». Επιπλέον οι ΒΔΑ θα μπορούσαν να συσχετίζουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ως αυτή που συνεισφέρει περισσότερο στο ανθρακικό αποτύπωμα, με το κόστος ανά ασθενή.

3.2.5. Ευρύτερος εξηλεκτρισμός του 401 ΓΣΝΑ

Με τον όρο «εξηλεκτρισμός» («electrification» - ως αποτέλεσμα της διαδικασίας του «εξηλεκτρίζω»), εννοούμε το αποτέλεσμα χρησιμοποίησης ηλεκτρικής ενέργειας αντί κάποιας άλλης μορφής ενέργειας ή την αντικατάσταση συσκευών που δουλεύουν με άλλες μορφές ενέργειας με παρόμοιες ηλεκτρικές. Αποτελεί τον πιο εύκολο, οικονομικό και αποδοτικό τρόπο για την απανθρακοποίηση της οικονομίας μιας χώρας («European Technology and Innovation

Platform on Wind (ETPWind)»], δεδομένων των επενδύσεων αυτών των χωρών σε ΑΠΕ για την παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας, την αντικατάσταση των υπαρχόντων δικτύων μεταφοράς της (για την ευκολότερη κάλυψη της ενεργειακής ζήτησης) και επομένως της επίτευξης κλιματικής ουδετερότητας (μέχρι το έτος 2050 για την Ε.Ε.). Ο απευθείας εξηλεκτρισμός ή/και η έμμεση εφαρμογή του στη βιομηχανία, αποτελούν έναν αποτελεσματικό και ρεαλιστικό τρόπο περιορισμού του αποτυπώματος άνθρακα στον ενεργειακό τομέα, τόσο από άποψη κόστους λειτουργίας σε σχέση με την απαίτηση συνέχισης της παραγωγικής διαδικασίας, όσο και σε ενεργειακή απόδοση. Εκτιμάται ότι στην Ε.Ε., ο εξηλεκτρισμός μπορεί να φέρει τις απαραίτητες μειώσεις σε εκπομπές GHG, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι του 2030, ενώ η γενικευμένη εφαρμογή του είναι καταλυτική στην επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της McKinsey, η παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ το 2035, μπορεί να ξεπερνά το 50% της ζήτησης, ενώ τιμή θα είναι χαμηλότερη από την παραγόμενη μέσω ορυκτών καυσίμων. Ο εξηλεκτρισμός δεν περιορίζεται μόνο στην οικιακή εφαρμογή και τις μεταφορές, αλλά και στη βιομηχανία, τη γεωργία και στον τομέα της υγείας. Η παρούσα περίοδος με τον πόλεμο της Ρωσίας με την Ουκρανία και τη διαμάχη της Ρωσίας με την ΕΕ, βάζει προς το παρόν στο περιθώριο κάθε σκέψη εξηλεκτρισμού στις ευρωπαϊκές χώρες.

Ο εξηλεκτρισμός, θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές αερίων του 401 ΓΣΝΑ, εφόσον οι ελληνικές εταιρείες παραγωγής ηλεκτρισμού χρησιμοποιούν ΑΠΕ για την παραγωγή του ηλεκτρισμού. Η Ε.Ε. προς το παρόν επιδιώκει να αφαιρέσει τον άνθρακα από τον τομέα παραγωγής και η Ελλάδα κάνει μεγάλες προσπάθειες για τη μείωση του λιγνίτη και την αύξηση της παραγωγής ενέργειας που προέρχεται από καύσιμα χαμηλά σε άνθρακα και ΑΠΕ (González-Sánchez and Martín-Ortega, 2020; NIR, 2019). Η Ελλάδα έχει θέσει αισιόδοξους στόχους μείωσης εκπομπών GHG για τον τομέα ενέργειας, σύμφωνα με το ΕΣΕΚ (NIR, 2019), συμπεριλαμβανόμενης της ολικής κατάργησης των εργοστασίων λιγνίτη έως το έτος 2028, σε συνδυασμό με μια αύξηση σε επενδύσεις σε ΑΠΕ και διευρυμένες παρεμβάσεις για πιο αποτελεσματική χρήση ενέργειας (Stamopoulos et al., 2021). Πιο συγκεκριμένα, ένα ουσιώδες στοιχείο στο γενικό πλαίσιο του ΕΣΕΚ είναι το πολύ αισιόδοξο αλλά ρεαλιστικό πρόγραμμα για απότομη και καθοριστική μείωση του μεριδίου λιγνίτη στην παραγωγή ενέργειας στα επόμενα

έτη και την κατάργηση του στην παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα μέχρι το έτος 2028. Η σταδιακή αυτή μετάπτωση στον τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των χωρών της Ε.Ε., έχει σχεδιαστεί να λάβει χώρα μέσω της αυξανόμενης χρήσης ΑΠΕ, που στην Ελλάδα θα ξεπερνάει το 60% σε ηλεκτρική κατανάλωση μέχρι το έτος 2030. Σε αυτό το πλαίσιο, η ελληνική κυβέρνηση μέσω του υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας νομοθετεί, προάγει και ενισχύει πρωτοβουλίες απλοποίησης των αδειοδοτήσεων κατασκευής, λειτουργίας και απορρόφησης ΑΠΕ από ιδιωτικές και κρατικές επιχειρήσεις, προωθώντας την ηλεκτροκίνηση στις μεταφορές, τον εξηλεκτρισμό, κτλ. (NIR, 2019; Stamopoulos et al., 2021). Η αύξηση των ΑΠΕ, των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο το φυσικό αέριο, καθώς και το κλείσιμο των εργοστασίων λιγνίτη στη χώρα μέχρι το έτος 2028, θα έχει ένα θετικό αντίκτυπο στην έμμεση μείωση εκπομπών GHG σε όλους τους οικονομικούς κλάδους, συμπεριλαμβανομένου και του κλάδου της υγείας.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο 401 ΓΣΝΑ το έτος 2018 ήταν 8.472.700 kWh με 5.275,3 t CO₂eq εκπομπές GHG, που αντιστοιχούσε στο 551,8% των συνολικών εκπομπών GHG του νοσοκομείου. Αυτές οι εκπομπές GHG θα μειωθούν σημαντικά μέχρι το έτος 2030, επειδή ο συντελεστής μετατροπής GHG για το έτος 2030 θα μειωθεί σε 0,3566 kg CO₂eq/kWh σε σύγκριση με 0,6227 kg CO₂eq/kWh το έτος 2018 (NIR, 2020). Αυτό σημαίνει πως οι ετήσιες εκπομπές GHG από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του 401 ΓΣΝΑ, θα μειωθούν σημαντικά τα επόμενα έτη, εξαιτίας της διαφοροποίησης του ενεργειακού μείγματος του ηλεκτροπαραγωγικού κλάδου στην Ελλάδα. Οι εκπομπές GHG θα είναι περίπου 3.021,400 t CO₂eq μέχρι το έτος 2030 (μειωμένες κατά 2.253,900 tCO₂eq), με την υπόθεση πως η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι η ίδια το έτος 2030, με το έτος 2018. Επιπρόσθετα, σε μια μακροπρόθεσμη στρατηγική μείωσης των εκπομπών GHG του νοσοκομείου, δύναται να τεθεί από τη διοίκηση του νοσοκομείου ένας στόχος σταδιακής κάλυψης του 80-90% των ενεργειακών αναγκών του νοσοκομείου με ΑΠΕ, μέχρι το έτος 2030 ή και νωρίτερα.

Με τη συγκρότηση από τη διοίκηση του 401 ΓΣΝΑ μιας Ομάδας Διαχείρισης Ενέργειας (ΟΔΕ) («Energy Management Team»), θα είναι ευκολότερη η μελέτη των υπαρχόντων περιβαλλοντικών/ενεργειακών δεδομένων και, στη συνέχεια, η χρησιμοποίηση ενός απλού Νοσοκομειακού Βασικού Δείκτη Απόδοσης (ΒΔΑ), όπως για παράδειγμα η ετήσια κατανάλωση

ενέργειας σε σχέση με τις σχετιζόμενες με αυτή εκπομπές GHG, για τη μέτρηση της απόδοσης των ληφθέντων (ή και προταθέντων) μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και της αντίστοιχης μείωσης εκπομπών GHG. Ο εξηλεκτρισμός των κτιριακών εγκαταστάσεων (συνολικής έκτασης 95.722 m²), χρησιμοποιώντας υπάρχουσες τεχνολογίες, καθώς και αριθμού συσκευών του νοσοκομείου, εκτιμάται ότι θα μειώσει σημαντικά το ετήσιο λειτουργικό κόστος του νοσοκομείου. Ωστόσο, η ΟΔΕ του νοσοκομείου πρέπει να υπολογίσει τις τρέχουσες τιμές αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας συγκριτικά με το κόστος αντικατάστασης τεχνολογιών/συσκευών στα κτίρια/υποδομές του νοσοκομείου, καθώς επίσης και να εκμεταλλευτεί τα ισχύοντα ευρωπαϊκά προγράμματα χρηματοδότησης εγκατάστασης «πράσινων» υποδομών/ηλεκτρικών συσκευών ή ακόμα και ανακαίνισης των παλαιότερων κτιριακών εγκαταστάσεων του 401 ΓΣΝΑ.

Υπάρχουν και άλλες χαμηλού κόστους περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες που δύναται να μελετηθούν από την ΟΔΕ του 401 ΓΣΝΑ, με σκοπό τη μείωση των εκπομπών GHG, με την ταυτόχρονη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και, άρα, πιστώσεων, ταυτόχρονα με τη μείωση του ετήσιου κόστους λειτουργίας του νοσοκομείου. Για παράδειγμα, η εφαρμογή απλών «πράσινων ενεργειών» («green actions») αντικατάστασης των υπαρχόντων λαμπτήρων τεχνητού φωτισμού με αντίστοιχους υψηλής αποτελεσματικότητας, διάρκειας ζωής και, ταυτόχρονα, εξοικονόμησης ενέργειας, όπως οι αλογόνου (έως 30% εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, με διάρκεια ζωής διπλάσια (περίπου 2.000 h) από τους λαμπτήρες πυράκτωσης), οι φθορισμού (έως 80% εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, με διάρκεια ζωής τουλάχιστον εξαπλάσια από τους λαμπτήρες πυράκτωσης (περίπου 6.000-10.000 h) και οι λαμπτήρες LED (έως 90% εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, με διάρκεια ζωής τουλάχιστον εικοσαπλάσια από τους λαμπτήρες πυράκτωσης (περίπου 20.000-40.000 h). Επίσης, η απενεργοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και λοιπού ιατρικού εξοπλισμού όταν δεν χρησιμοποιούνται (ειδικά τις αργίες), η εκπαίδευση του προσωπικού στο πως μπορούν να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωση, η εφαρμογή της πολιτικής «χαμηλώστε το θερμοστάτη και σβήστε τα φώτα» με αφίσες στα γραφεία του προσωπικού και με αυτοκόλλητα πάνω στα παράθυρα, στους διακόπτες, στα κλιματιστικά και στον ιατρικό εξοπλισμό που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές εξοικονομήσεις ενέργειας και να

πέισουν το προσωπικό του νοσοκομείου να συμμετάσχει σε ανάλογες περιβαλλοντικές δράσεις και στην προσωπική του ζωή, εκτός του νοσοκομείου. Είναι δυνατή η μελέτη και υποβολή πρότασης χρηματοδότησης μέσω της Ε.Ε. της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας [«solar photovoltaic (PV) system»] στην οροφή του νοσοκομείου ή σε υπόστεγα αυτοκινήτων στους χώρους στάθμευσης («parking lot PV canopy installations»), στα πλαίσια της υλοποίησης του στόχου σταδιακής κάλυψης του 80-90% των ενεργειακών αναγκών του νοσοκομείου με ΑΠΕ, μέχρι το έτος 2030 ή και νωρίτερα.



Εικόνα 3–6 Παράδειγμα εφαρμογής φωτοβολταϊκών συστημάτων σε χώρους στάθμευσης ΙΧ («parking lot PV canopy installations»).



Εικόνα 3–7 Πρόταση τοποθέτησης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε οροφή κτιρίου του 401 ΓΣΝΑ.

Η Ε.Ε. έχει θέσει αυστηρά όρια στις εκπομπές ρύπων των αυτοκινήτων και απαιτείται πλέον ο εξηλεκτρισμός τους, καθόσον μέχρι το έτος 2025 θα πρέπει το 15% να είναι ηλεκτροϋβριδικά (εκπομπές CO₂ μικρότερες των 50 g/km), με διπλασιασμό του ποσοστού μέχρι το έτος 2030. Τα αμιγώς ηλεκτρικά αυτοκίνητα («Battery Electric Vehicle (BEV)») του μέλλοντος, αλλά και τα σημερινά «plug-in» («plug-in electric vehicles (PHEV)»), όπου μια μικρή μπαταρία συνδυάζεται με έναν κινητήρα βενζίνης ή τα «mild hybrid» υβριδικά, θα χρησιμοποιούνται εκτενώς από τους ασθενείς, επισκέπτες και το προσωπικό του 401 ΓΣΝΑ. Επίσης, ο σταδιακός/μερικός εξηλεκτρισμός του στόλου οχημάτων του νοσοκομείου, με σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη (απεξάρτηση μέρους των οδικών μεταφορών του νοσοκομείου από τον άνθρακα). Αυτό το ανερχόμενο και στην Ελλάδα οικοσύστημα ηλεκτρικής κινητικότητας των οχημάτων, απαιτεί τη μελέτη από την Ομάδα Διαχείρισης Ενέργειας (ΟΔΕ) του 401 ΓΣΝΑ και τη δημιουργία ενός υποστηρικτικού συστήματος, με την κατασκευή σημείων δωρεάν φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων επισκεπτών/ προσωπικού/οργανικών μέσων, εντός του νοσοκομείου, για να επιταχυνθεί και διευκολυνθεί η μετάβαση στην ηλεκτρική κινητικότητα. Απαιτείται όπως η εν λόγω διαδικασία μετασχηματισμού, την εξεύρεση λύσεων χρηματοδότησης της τροφοδότησης-φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, της διαχείρισης του στόλου των οργανικών ηλεκτρικών νοσοκομειακών οχημάτων, της διαχείρισης των μπαταριών τους κατά το τέλος του κύκλου ζωής τους, κτλ.

3.2.6. Ορυκτά καύσιμα

Το 401 ΓΣΝΑ χρησιμοποιεί φυσικό αέριο για την κεντρική θέρμανση και άλλες εσωτερικές χρήσεις του νοσοκομείου, μολονότι, ο χαμηλός άνθρακας είναι ένα ορυκτό καύσιμο και σχετίζεται με τις εκπομπές άνθρακα και άλλων ρύπων, οι οποίοι μπορούν να βλάψουν την υγεία του ανθρώπου. Είναι οικονομικό σε κόστος, άφθονο, καθαρότερο και πιο αποτελεσματικό από το πετρέλαιο ντίζελ αλλά παράγει 26,6% των εκπομπών GHG του νοσοκομείου 401 ΓΣΝΑ.

Η ομάδα ενεργειακής διαχείρισης μπορεί να αναπτύξει έναν ΒΔΑ για τη μέτρηση και αξιολόγηση της ετήσιας κατανάλωσης φυσικού αερίου, το κόστος του και το αποτύπωμα άνθρακα των εκπομπών GHG του. Δουλεύοντας με τις μετρήσεις, η ομάδα πρέπει να ψάξει

εναλλακτικές επιλογές για τη μείωση εκπομπών GHG και το σχετιζόμενο κόστος αυτών, χρησιμοποιώντας ηλεκτρισμό για θέρμανση, ψύξη και μεταφορές.

Το πετρέλαιο ντίζελ που, επί του παρόντος, χρησιμοποιείται για τις μεταφορές του νοσοκομείου (ασθενοφόρα και άλλα οχήματα του νοσοκομείου), θα αντικατασταθεί σταδιακά από οχήματα φόρτισης (PEVs) και ηλεκτρικά οχήματα (EVs) σε βάθος χρόνου. Η ομάδα του 401 ΓΣΝΑ θα πρέπει να προχωρήσει με την προμήθεια ενός ή περισσότερων PEVs (ασθενοφόρα) και να φτιάξουν έναν σταθμό φόρτισης για τους υπαλλήλους με PEV οχήματα, για να βοηθήσουν στην προώθηση της οδήγησης ηλεκτρικών οχημάτων και να μειωθεί το αποτύπωμα άνθρακα.

3.2.7. Μεταφορές ασθενών από και προς το νοσοκομείο

Το έτος 2018, οι νοσηλευόμενοι ασθενείς στα εξωτερικά ιατρεία του 401 ΓΣΝΑ και οι επισκέπτες τους, ξεπέρασαν τους 180.000 ανθρώπους, που αντιστοιχεί σε λίγο πάνω από τις 630 επισκέψεις ανά ημέρα, κατά μέσο όρο. Οι εκπομπές GHG ανά μέσο μεταφοράς και ασθενή έχουν υπολογιστεί στο Κεφάλαιο 2 και αποτελούν το 11,8% των συνολικών εκπομπών του 401 ΓΣΝΑ. Η χρήση ΙΧ είναι υπεύθυνη για περίπου 94% των εκπομπών GHG που προκαλούνται από τις μεταφορές των ασθενών και επισκεπτών από και προς το νοσοκομείο (10,8 kg CO₂eq/ασθενή).

Έχει προταθεί ένας αριθμός δράσεων (Bozoudis and Sebos, 2021) για τη μείωση των εκπομπών GHG από τις μετακινήσεις, όπως την ανάπτυξη και ευρύτερη χρήση της τηλεϊατρικής, η οποία είναι η εφαρμογή των τεχνολογιών ICT για την παροχή υπηρεσιών υγείας από απόσταση και θα μπορούσε να παίξει σημαντικό ρόλο στη μετάβαση σε μια καθαρά μηδενική ενέργεια από άνθρακα στον τομέα της υγείας. Υπολογίστηκε ότι, η εξοικονόμηση στο αποτύπωμα άνθρακα μπορεί να κυμαίνεται από 0,7 kg CO₂eq έως 372 kg CO₂eq ανά συνεδρία (Purohit et al., 2021).

Μια αναφορά το έτος 2018 του «NHS Midlands and Lancashire» εκτίμησε ότι, η περιοχή West Midlands του Η.Β. θα μπορούσε να μειώσει τις εκπομπές έως 533.535 kg CO₂eq ετησίως αλλάζοντας 15% όλων ακολουθούμενων συσκέψεων σε τηλε-ιατρική (NHS England, 2018). Σε

μα άλλη έρευνα στην περιοχή της κεντρικής Καταλονίας της Ισπανίας 3.248,3 g CO₂ αποφευχθήκαν, αποφεύγοντας συνολικά 9.034 g CO₂ κατ' ιδίαν επισκέψεις μέσω των υπηρεσιών τηλεδιάσκεψης στα κέντρα πρωτογενούς τομέα υγείας (Vidal-Alaball et al., 2019). Η επέκταση της μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα μέσω της τηλε-ιατρικής εξαρτάται από την πυκνότητα πληθυσμού όπως επίσης και από τις υποδομές μεταφορών (Whetten et al., 2019).

Άλλες ενέργειες που έχουν προταθεί (Bozoudis and Sebos, 2021) είναι, θέτοντας όρια ή απαγορεύοντας την ελεύθερη στάθμευση στους χώρους του νοσοκομείου, παρέχοντας κίνητρα για τη χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς και άλλους πιο «δραστήριους» τρόπους όπως, το περπάτημα, το ποδήλατο, η χρήση βιοκαυσίμων στα ασθενοφόρα, εκπαίδευση στην οικολογική οδήγηση, κτλ.

Οι προτεινόμενοι ΒΔΑ για την παρακολούθηση του αποτελέσματος των ενεργειών μείωσης των μετακινήσεων, είναι η αναλογία των εκπομπών GHG ανά ασθενή.

3.2.8. Συστήματα Κλιματισμού και Ψυγεία

Η διοίκηση του νοσοκομείου θα μπορούσε να αντικαταστήσει σταδιακά τα σταθερά συστήματα κλιματισμού και ψύξης με συσκευές που είναι πιο αποτελεσματικές όσον αφορά την ενέργεια. Αυτές οι αναμενόμενες εξοικονομήσεις σε ενέργεια και εκπομπές, είναι επίσης οικονομικά αποδοτικές. Ο προτεινόμενος ΒΔΑ για τη μέτρηση και αξιολόγηση αυτής της ενέργειας, είναι η ετήσια κατανάλωση και το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρισμού από τις σχετικές συσκευές του 401 ΓΣΝΑ.

3.2.9. Άλλες ενέργειες μείωσης

Το ΕΣΕΚ περιλαμβάνει συγκεκριμένες παρεμβάσεις για καλύτερη διαχείριση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένου του τομέα της υγείας (NIR, 2020). Η διοίκηση του νοσοκομείου θα πρέπει να χρηματοδοτήσει διαθέσιμες τεχνολογίες πληροφοριών και να αναπτύξουν ηλεκτρονικές πλατφόρμες, έτσι ώστε να μειωθεί η χρήση χαρτιού. Επιπρόσθετα, θα μπορούσαν να προωθήσουν την κομποστοποίηση των τροφίμων, την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι ποσότητες αποκομιδής των μη ιατρικών στερεών αποβλήτων.

Η διοίκηση του νοσοκομείου μπορεί να καθιερώσει ένα πράσινο σχέδιο προμηθειών και να αξιολογήσει μελλοντικούς προμηθευτές, υιοθετώντας περιβαλλοντικά κριτήρια για τα προϊόντα και τις υπηρεσίες. Επιπλέον, ένα τροποποιημένο, πιο χορτοφαγικό νοσοκομειακό μενού για τους ασθενείς, το προσωπικό και τους επισκέπτες, θα μειώσει το κρέας στα μενού και θα έχει ένα σημαντικό αντίκτυπο στο αποτύπωμα άνθρακα.

Το 401 ΓΣΝΑ μπορεί να επωφεληθεί από την εφαρμογή ενός ISO πρότυπου περιβαλλοντικής διοίκησης από την οικογένεια των ISO 14000. Αυτά τα πρότυπα μπορούν να παρέχουν τα κριτήρια για ένα πιο αποτελεσματικό περιβαλλοντικό σχέδιο διοίκησης και να χαρτογραφήσουν ένα επιχειρησιακό πλαίσιο, που μπορεί να ακολουθηθεί από την ομάδα.

Τα κτίρια του νοσοκομείου πρέπει να διατηρούν κατάλληλες θερμοκρασίες σε εσωτερικές περιοχές με διαφορετικές θερμοκρασιακές ανάγκες, όπως στα επείγοντα και κλινικές, σε αντίθεση με τις αίθουσες αναμονής και τα γραφεία διοίκησης. Η «ενεργειακή ομάδα» του νοσοκομείου πρέπει να φτιάξει ένα διάγραμμα που να δείχνει τις επιθυμητές θερμοκρασίες για κάθε περιοχή του νοσοκομείου, από τους χαμηλότερους ορόφους στους υψηλότερους ορόφους του κτιρίου. Θα μπορούσαν να προσπαθήσουν να ελαχιστοποιήσουν τις απώλειες, χρησιμοποιώντας αυτόματες πόρτες σε συχνά χρησιμοποιούμενες εισόδους του νοσοκομείου.

3.2.10. Το κόστος της μείωσης των εκπομπών GHG

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος μείωσης των εκπομπών GHG, είναι να επιλεγούν ενέργειες με οριακά οφέλη που σχετίζονται με τη μείωση των εκπομπών σε υψηλότερο ή ίσο οριακό κόστος. Η καμπύλη της Οριακής Μείωσης Κόστους [«Marginal Abatement Cost (MAC)»] ακολουθεί αυτό το σκεπτικό. Η καμπύλη MAC είναι ένα οικονομικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την εξέταση ενός συνόλου επιλογών προκειμένου να μειωθεί το αποτύπωμα άνθρακα ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας.

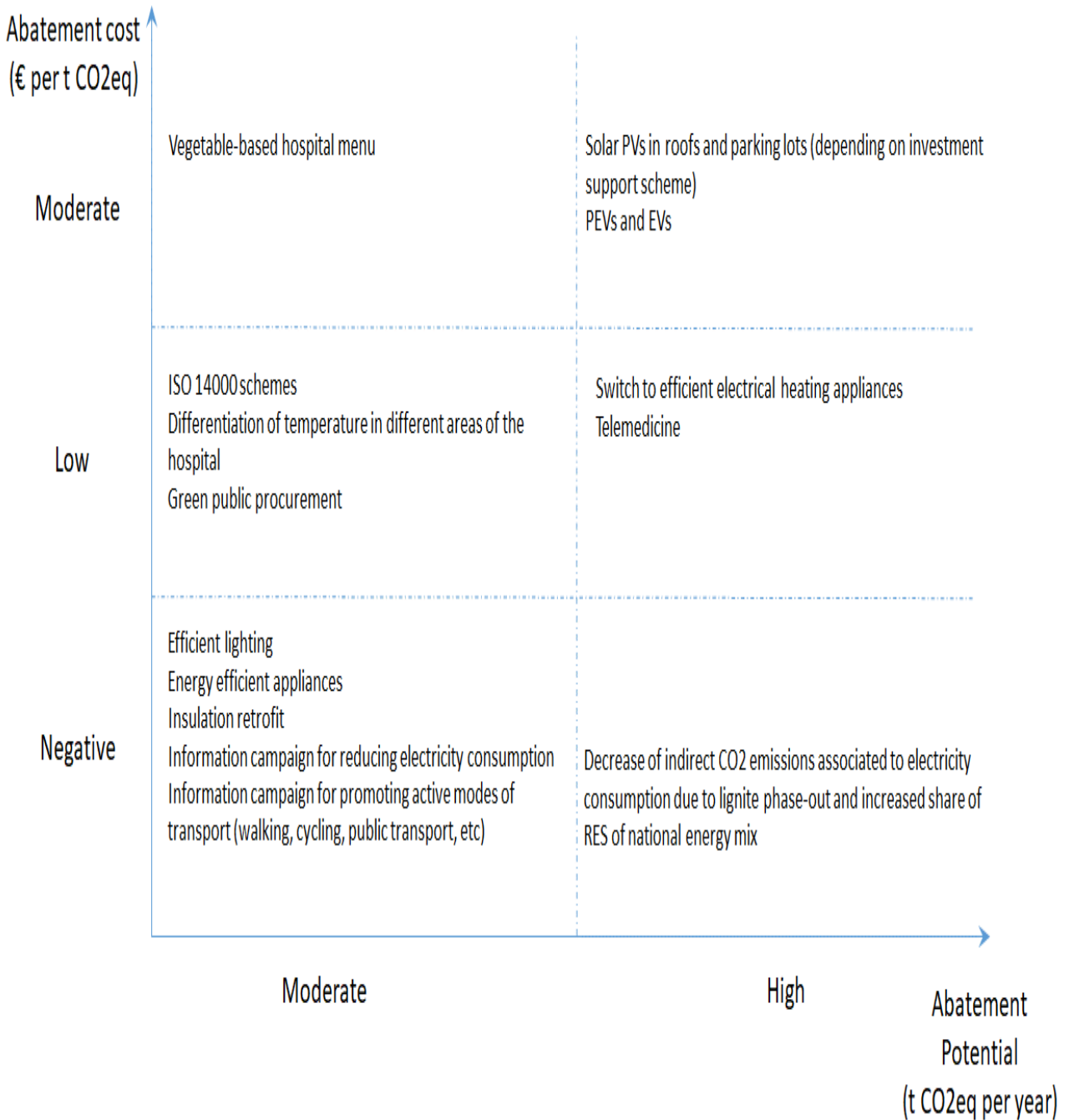
Οι καμπύλες MAC εμπλέκουν το κόστος μείωσης μιας ενέργειας σε αντιδιαστολή με την πιθανότητα μείωσης ή τις μειώσεις εκπομπών. Οι ενέργειες μείωσης μπορεί να έχουν αρνητικό κόστος μείωσης, το οποίο μεταφράζεται μαζί, σε μείωση των εκπομπών και εξοικονόμηση κόστους ταυτόχρονα (Gillingham and Stock, 2018). Χρησιμοποιούν συνήθως τη μέτρηση των

δολαρίων ανά τόνο ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (\$/tCO₂eq). Αυτές οι συγκρίσεις βοηθούν στην χάραξη πολιτικής και στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη μείωση των εκπομπών άνθρακα. Παραδείγματα δράσεων μείωσης των εκπομπών, όπου χρησιμοποιούνται οι συγκεκριμένες καμπύλες είναι η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η βελτίωση της απόδοσης των κτιρίων, η αναβάθμιση των βιομηχανικών διεργασιών και ο εξηλεκτρισμός των μεταφορών από ανανεώσιμες πηγές.

Η πιο διαδεδομένη καμπύλη MAC είναι η καμπύλη που αναπτύχθηκε από την McKinsey. Η συγκεκριμένη καμπύλη βασίζεται στην αξιολόγηση των διάφορων μέτρων μείωσης των εκπομπών. Η δυνατότητα μείωσης των διάφορων μέτρων, έχει υπολογιστεί από την εταιρία αναλύοντας τα διαθέσιμα δεδομένα. Αυτά στη συνέχεια ταξινομούνται από το οικονομικότερο προς το κοστοβόρο, διευκολύνοντας στη σύγκριση μεταξύ τους.

Οι μελλοντικές εκπομπές GHG του 401 ΓΣΝΑ θα μειωθούν περίπου 30% χωρίς καμία παρέμβαση της νοσοκομειακής διοίκησης. Αυτή η μείωση θα εφαρμοστεί από την αλλαγή στο αποτύπωμα άνθρακα του Ελληνικού ενεργειακού μείγματος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο θα μειωθεί σε μεγάλο βαθμό από τη σταδιακή κατάργηση του λιγνίτη το έτος 2028 και τα υψηλά μερίδια σε ΑΠΕ (NIR, 2020).

Στην Εικόνα 3-8, παρουσιάζονται τα μέτρα μείωσης που συζητούνται σε αυτή την ενότητα ομαδοποιημένα στο κόστος μείωσης και στην πιθανή μείωση GHG, παρόμοια με την καμπύλη MAC.



Εικόνα 3–8 Προτεινόμενες ενέργειες μείωσης που χαρακτηρίζονται από το κόστος μείωσης και την πιθανή μείωση των GHG.

3.3. Συμπεράσματα

Η εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα των σταθερών πηγών εκπομπής (Bozoudis and Sebos, 2022), σε συνδυασμό με την εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα των μετακινήσεων του 401 ΓΣΝΑ (Bozoudis and Sebos, 2021), συνιστά τη βάση για την ανάπτυξη ενός σχεδίου δράσης για τη μείωση των εκπομπών GHG, τη μείωση της χρησιμοποιούμενης ενέργειας και του λειτουργικού ετήσιου προϋπολογισμού στον τομέα της υγείας στον Ελληνικό Στρατό.

Η ανάλυση σε αυτή τη μελέτη δείχνει, πως τη μεγαλύτερη συνεισφορά στο αποτύπωμα άνθρακα του νοσοκομείου, προέρχεται από τις έμμεσες εκπομπές GHG εξαιτίας της κατανάλωσης του ηλεκτρισμού. Η άλλη σημαντική πηγή εκπομπών GHG είναι σχετικές με την κατανάλωση φυσικού αερίου και ντίζελ (περίπου 28%) για θέρμανση και δραστηριότητες μεταφοράς (14%). Η συνεισφορά της κάθε πηγής ενέργειας στο αποτύπωμα άνθρακα του νοσοκομείου, είναι παρόμοια με τις εκπομπές άλλων τομέων υγείας που έχουν αναφερθεί από άλλους ερευνητές (Eckelman et al., 2020; Purohit et al., 2021).

Η σταδιακή κατάργηση των λιγνιτικών εργοστασίων στην Ελλάδα μέχρι το έτος 2028, σε συνδυασμό με την αύξηση του μεριδίου της ενεργειακής παραγωγής από ανανεώσιμες και χαμηλές σε άνθρακα πηγές ενέργειας, θα οδηγήσουν σε σημαντική μείωση των εμμέσων εκπομπών GHG που σχετίζονται με την κατανάλωση ηλεκτρισμού από το εθνικό δίκτυο. Επιπρόσθετα δόθηκε έμφαση στα οφέλη της τηλε-ιατρικής και ο σημαντικός ρόλος της στη μετάβαση σε έναν μηδενικού άνθρακα τομέα υγείας. Διάφορα άλλα μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών GHG έχουν προταθεί και έχουν χαρτογραφηθεί σύμφωνα με το κόστος μείωσης τους και την πιθανή μείωση των GHG, όπως ο αποτελεσματικός φωτισμός, εκσυγχρονισμός των μονώσεων, πράσινες δημόσιες προμήθειες, εκστρατείες ενημέρωσης, κτλ. Τα περισσότερα από αυτά τα μέτρα θα έχουν το πλεονέκτημα της μείωσης των ετήσιων λειτουργικών εξόδων του νοσοκομείου.

Επίσης, όπως έχει τονιστεί από πολλούς ερευνητές, οι ενέργειες για τη μείωση των εκπομπών GHG έχουν ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα, που είναι η ευκαιρία να βελτιωθεί η δημόσια υγεία μέσω της μείωσης μολυσμένου αέρα, της αύξησης της σωματικής δραστηριότητας με την

υιοθέτηση πιο ενεργών μέσων μεταφοράς, όπως το βάδισμα και τη χρήση ποδηλάτου και μιας βελτιωμένης διαίτας με χαμηλότερη περιβαλλοντική επίδραση (Milner et al., 2020).

Στην παρούσα εργασία προτάθηκε ένα πλαίσιο ΒΔΑ οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μεγέθη για τη μέτρηση και την αξιολόγηση της προόδου της μείωσης του AA των νοσοκομειακών εκπομπών GHG. Εκτός των δύο γενικών ΒΔΑ, «t CO₂eq ανά ασθενή» and «t CO₂eq ανά ημερών περίθαλψης», που καλύπτουν όλες τις ενέργειες μείωσης και τις πηγές των εκπομπών, ένας ακριβής αριθμός ΒΔΑ ως προς τις πηγές εκπομπών GHG ή ενέργειες μείωσης, προτάθηκαν έτσι ώστε να βοηθήσουν τη διοίκηση του νοσοκομείου στη μέτρηση των εκπομπών GHG και να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των ενεργειών. Η ανάπτυξη σταθερών και τυποποιημένων μεγεθών για να ορίσουμε περιβαλλοντικές πρακτικές και να ελέγχουμε την πρόοδο, είναι ένα βασικό στοιχείο κάθε σχεδίου μείωσης. Αυτή η προσέγγιση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογήσουμε την απόδοση των μεμονωμένων κλινικών γιατρών, νοσοκομείων και των συστημάτων του κλάδου υγείας (Sherman et al., 2019).

Η Ε.Ε. στοχεύει να προχωρήσει σε μια καθαρά μηδενική εκπομπή αερίων GHG μέχρι το έτος 2050, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της συμφωνίας του Παρισιού. Η Ελλάδα έχει θέσει το στρατηγικό στόχο της μείωσης του 56% των GHG μέχρι το έτος 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 2005 (ισοδύναμα με μία μείωση του 35% σε σύγκριση με το έτος 2018). Οι ενέργειες που προτείνονται σε αυτή τη μελέτη είναι επαρκείς για την πραγματοποίηση μιας μείωσης των εκπομπών GHG πάνω από **3.560 tCO₂eq** σε ετήσια βάση, το οποίο ανταποκρίνεται σε μια μείωση που είναι σε συμφωνία με τον εθνικό στόχο του 35% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2028. Συνεπώς, ο κλάδος υγείας του Ελληνικού Στρατού, μπορεί να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα του, και να προωθήσει τη φιλική προς το περιβάλλον αντίληψη κάτω πάντα από το πρίσμα της Εταιρικής Κοινωνικής Υπευθυνότητας.

Κεφάλαιο 4 Μοντέλο υπολογισμού Αποτυπώματος Άνθρακα

Στην παγκόσμια αγορά, υπάρχουν διαθέσιμα πλήθος εργαλείων υπολογισμού του Ανθρακικού Αποτυπώματος. Διατίθενται είτε επί πληρωμής, είτε δωρεάν στο ευρύ κοινό και το καθένα εξυπηρετεί διαφορετικές ανάγκες, ενώ πολλά έχουν αναπτυχθεί αποκλειστικά για τη χρήση σε μια χώρα ή από έναν οργανισμό και συμβαδίζουν με τις ανάγκες του. Τα εν λόγω εργαλεία παρουσιάζουν διαφορές, αρκετές ελλείψεις ως προς τις δυνατότητες τους, ενώ υπολογίζουν με διαφορετικούς τρόπους το αποτύπωμα άνθρακα του φορέα (Στεργίου, 2012). Κάποια από αυτά, που αναλύονται εκτενέστερα στο πρώτο κεφάλαιο, δίνουν τη δυνατότητα σε επιχειρήσεις, πόλεις και χώρες να καταγράψουν τις εκπομπές τους και να έχουν μια αποδοτικότερη στρατηγική μείωσης τους.

Το βέλτιστο εργαλείο θα πρέπει να δίνει στο χρήστη την απαραίτητα ευελιξία και να είναι απλό στην κατανόηση κατά τη χρήση. Οι διάφορες πηγές ρύπων θα πρέπει να είναι σαφώς ορισμένες και σωστά ομαδοποιημένες, ώστε να μην παραβλέπεται κάποια. Επιπλέον, θα πρέπει να μπορεί εξατομικευτεί στις απαιτήσεις της επιχείρησης, για να καλύψει πλήρως τις ανάγκες της.

Για την πληρότητα και την αποδοτικότητα στη χρήση του ως υπολογιστικό εργαλείο του 401 ΓΣΝΑ, θα πρέπει να περιλαμβάνονται πληροφορίες όπως:

- Ετήσια/μηνιαία κατανάλωση ρεύματος (kWh) ή και το αντίστοιχο κόστος για πιο εύκολο υπολογισμό των Δεικτών Απόδοσης.
- Κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για τις ανάγκες του φορέα.
- Οι παραγόμενες ποσότητες ανά κατηγορία αποβλήτου
- Στοιχεία σχετικά με τις μετακινήσεις του ασθενών/ συνοδών και προσωπικού (μέσο μετακίνησης, μέση χιλιομετρική απόσταση και αριθμός ατόμων)
- Στοιχεία αναφορικά με τη μετακίνηση των υπηρεσιακών οχημάτων, των προμηθευτών και των οχημάτων συλλογής αποβλήτων.

-
- Δεδομένα για συσκευές όπως: οικιακά/εμπορικά ψυγεία, οικιακά/εμπορικά κλιματιστικά, αντλίες θερμότητας και συστοιχίες παραγωγής ψυχρού νερού (chillers), κτλ.

4.1. Περιγραφή εργαλείου υπολογισμού GHG του 401 ΓΣΝΑ

Το εργαλείο αναπτύχθηκε ώστε να καλύψει τις απαιτήσεις καταγραφής και παρουσίασης των εκπομπών GHG μιας επιχείρησης, ενώ τροποποιήθηκε αναλόγως σύμφωνα με τις ανάγκες του 401 ΓΣΝΑ και έχει σχεδιαστεί ώστε να περιλαμβάνει τις πληροφορίες που αναφέρθηκαν παραπάνω και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μη εξειδικευμένο προσωπικό.

Πιο αναλυτικά, το μοντέλο έχει αναπτυχθεί στο Excel του Microsoft Office, ένα από τα πιο κοινά λογισμικά που χρησιμοποιούνται ευρέως. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να είναι προσβάσιμο και από υπολογιστές παλιότερης γενιάς αλλά και από κάθε λειτουργικό σύστημα (Windows, Mac OS, Android κ.τ.λ.). Είναι επίσης κατανοητό και απλό στη χρήση, διευκολύνοντας ακόμα και τους χρήστες με λιγότερες τεχνικές γνώσεις. Στηρίζεται στη συμπλήρωση κελιών με τα κατάλληλα δεδομένα, όπως για παράδειγμα την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρισμού. Αυτά ζητούνται με σαφή τρόπο και σε συγκεκριμένες μονάδες μέτρησης (π.χ. KWh). Απαιτείται η ετήσια ανανέωση/έλεγχος των συντελεστών μετατροπής, οι οποίοι θα γίνονται από έναν χημικό μηχανικό του ΓΕΣ.

4.2. Δομή εργαλείου υπολογισμού

Το μοντέλο αποτελείται από ένα σύνολο υπολογιστικών φύλλων. Σε κάθε υπολογιστικό φύλλο γίνεται η καταχώρηση των στοιχείων των επιμέρους κατηγοριών δραστηριοτήτων, οι οποίες αναγράφονται ως ονόματα στο κάθε φύλλο. Στην αριστερή στήλη αναγράφονται τα μεγέθη που πρέπει να εισαχθούν (πχ λίτρα πετρελαίου, κτλ) και στα δεξιά εισάγεται η ποσότητα για το συγκεκριμένο έτος.

Στο μοντέλο έχουν εισαχθεί όλοι οι απαραίτητοι συντελεστές, ώστε να υπολογιστεί με ακρίβεια το ανθρακικό αποτύπωμα της κάθε κατηγορίας, ενώ τα κελιά συνδέονται με κατάλληλες μαθηματικές σχέσεις. Οι εν λόγω ετήσιοι συντελεστές μετατροπής εκπομπών GHG,

δύνανται να επικαιροποιούνται από το εξειδικευμένο προσωπικό του Στρατού Ξηράς (Αξιωματικοί Χημικοί Μηχανικοί) σε συνεργασία με τη Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ.

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων από τον χρήστη, εμφανίζονται οι εκπομπές GHG σε tCO₂eq από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα, στο φύλλο «ΣΥΝΟΨΗ». Από εκεί παρέχεται μια καλύτερη εικόνα των εκπομπών και υπολογίζεται η συνολικές ετήσιες εκπομπές σε tCO₂eq. Τέλος, περιέχονται τρία ακόμα φύλλα με διάφορα γραφήματα που βοηθούν στην κατανόηση των επιμέρους πηγών ρύπων, αλλά και στη σύγκριση με τους αντίστοιχους άλλων ετών.

4.2.1. Φύλλο Υπολογισμού: Ηλεκτρική ενέργεια-ορυκτά καύσιμα

Σε αυτό το φύλλο, γίνεται ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος που προέκυψε από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και ορυκτών καυσίμων, για τις διάφορες λειτουργίες του νοσοκομείου.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ				
	2018	2019	2020	2021
Ηλεκτρική Ενέργεια				
Συνολική κατανάλωση (σε kWh)	8.472.700	7.900.000	8.230.000	7.900.000
GHG conversion factor (EF) (σε kg CO ₂ eq/KWh)	0,6227	0,5642	0,4200	0,4000
Εκπομπές tCO ₂ eq	5.276,2	4.456,9	3.456,8	3.160,0
Ορυκτά Καύσιμα				
(για κεντρική θέρμανση και λοιπές χρήσεις)				
Πετρέλαιο ανά έτος (σε lt)	22.000	21.500	21.000	20.500
Φυσικό αέριο ανά έτος (σε TJ)	47,52	41,58	46,16	43,75
Εκπομπές tCO ₂ eq	2.716,8	2.373,5	2.626,4	2.490,4
Συνολικές Εκπομπές CO₂ (σε tCO₂eq)	7.993,0	6.830,3	6.083,1	5.650,4

Εικόνα 4–1 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού εκπομπών από ηλεκτρική ενέργεια και ορυκτά καύσιμα.

Όπως φαίνεται στην εικόνα, ζητείται από τον χρήστη να εισάγει την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh, τα λίτρα πετρελαίου και τα TJ φυσικού αερίου που απαιτήθηκαν στη διάρκεια της ίδιας περιόδου. Έχουν εισαχθεί οι κατάλληλοι συντελεστές μετατροπής προς

ισοδύναμο διοξείδιο του άνθρακα και το μοντέλο επιστρέφει τις εκπομπές από ηλεκτρισμό και ορυκτά καύσιμα ξεχωριστά αλλά και τις συνολικές.

4.2.2. Φύλλο Υπολογισμού: Απορρίμματα-ανακύκλωση

Στο δεύτερο κατά σειρά υπολογιστικό φύλλο, περιλαμβάνονται οι εκπομπές λόγω απορριμμάτων. Σε αυτό ζητούνται από τον χρήστη οι ποσότητες, σε τόνους, από τα κοινά στερεά απόβλητα, τα μη τοξικά υγειονομικά στερεά απόβλητα και τα αντίστοιχα τοξικά.

ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ - ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ				
	2018	2019	2020	2021
Είδος Παραγόμενων Απορριμμάτων (σε tn)				
Municipal Solid Wastes	360,0	315,0	350,0	345,0
Non-toxic Medical Solid Wastes	113,6	112,0	110,4	108,7
Toxic Medical Solid Wastes	19,1	19,0	18,8	18,7
Σύνολο Απορριμμάτων	492,7	446,0	479,2	472,4
Εκπομπές CO2 (σε tCO₂eq)	440,2	398,4	428,1	422,1

Εικόνα 4–2 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού εκπομπών από απορρίμματα.

Με την καταχώρηση των ετήσιων αποβλήτων, το λογισμικό υπολογίζει της εκπομπές μεθανίου χρησιμοποιώντας την εξίσωση (3.2) και την τεχνική που αναλύθηκε εκτενώς στο κεφάλαιο 3.1.4.

$$CH_4 \text{ εκπομπές} = W_T \times DOC \times DOC_f \times MCF \times F \times \frac{16}{12} \times (1 - OX) \times (1 - R) \text{ Εξίσωση (3.2)}$$

Στη συνέχεια για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος, πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή GWP του μεθανίου και αναγράφεται η τελική εκπομπή σε tCO₂eq.

4.2.3. Φύλλο Υπολογισμού: Οδικές κινήσεις μεταφορές

Το συγκεκριμένο φύλλο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των εκπομπών που προέρχονται από τις οδικές μετακινήσεις και μεταφορές. Οι υπολογισμοί έχουν χωριστεί σε πέντε κατηγορίες: τις μετακινήσεις ασθενών-επισκεπτών, μετακινήσεις προσωπικού, υπηρεσιακές μετακινήσεις, μετακινήσεις προμηθευτών και οχημάτων απόρριψης απορριμμάτων.

ΟΔΙΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ - ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ				
	2018	2019	2020	2021
Μετακινήσεις Ασθενών-Επισκεπτών (σε χλμ)				
Αυτοκίνητο (βενζινοκίνητο)	3.920.888	3.699.565	3.618.196	3.417.487
Αυτοκίνητο (πετρελαιοκίνητο)	1.364.894	1.287.850	1.259.524	1.189.656
Μετρό	889.293	839.095	820.640	775.117
Λεωφορείο (πετρελαιοκίνητο)	464.283	438.075	428.440	404.673
Λεωφορείο (με φυσικό αέριο)	111.107	104.835	102.529	96.842
Μοτοσυκλέτα	466.479	440.148	430.467	406.588
Εκπομπές CO2 (σε tCO2eq)	1.198,4	1.130,1	1.103,5	1.042,1
Μετακινήσεις Προσωπικού (σε χλμ)				
Αυτοκίνητο (βενζινοκίνητο)	21.698	21.698	21.698	21.698
Αυτοκίνητο (πετρελαιοκίνητο)	7.553	7.553	7.553	7.553
Μετρό	4.921	4.921	4.921	4.921
Λεωφορείο (πετρελαιοκίνητο)	2.569	2.569	2.569	2.569
Λεωφορείο (με φυσικό αέριο)	615	615	615	615
Μοτοσυκλέτα	2.582	2.582	2.582	2.582
Εκπομπές CO2 (σε tCO2eq)	6,6	6,6	6,6	6,6
Υπηρεσιακές Μετακινήσεις με μέσα του Νοσοκομείου				
Κατανάλωση βενζίνης (σε Lt)	7.290	7.280	7.280	7.280
Κατανάλωση πετρελαίου (σε Lt)	33.878	33.800	33.800	33.800
Εκπομπές CO2 (σε tCO2eq)	105,9	105,7	105,7	105,7
Μετακινήσεις Προμηθευτών				
Διανυθέντα χλμ (οχήματα ως 7,5 Tn)	98.192	98.000	97.808	97.616
Εκπομπές CO2 (σε tCO2eq)	34,2	34,1	34,0	34,0
Μετακινήσεις Οχημάτων για Απόρριψη Αποβλήτων				
Για νοσοκομειακά απόβλητα (σε χλμ)	4.580	4.570	4.560	4.550
Για λοιπά απορρίματα (σε χλμ)	143.000	142.800	142.600	142.400
Εκπομπές CO2 (σε tCO2eq)	51,4	51,3	51,2	51,1
Συνολικές Εκπομπές CO2 (σε tCO2eq)	1.396,5	1.327,8	1.301,1	1.239,5

Εικόνα 4–3 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού εκπομπών από οδικές μετακινήσεις-μεταφορές.

Σε κάθε κατηγορία είναι απαραίτητο να συμπληρωθούν τα χιλιόμετρα που διανύθηκαν κατά το έτος από το κάθε μέσο μεταφοράς. Και σε αυτή την περίπτωση έχουν καταχωρηθεί όλοι οι απαραίτητοι συντελεστές μετατροπής, οι οποίοι είναι απαραίτητο να ανανεώνονται κάθε χρόνο.

Ως εκ τούτου, το μοντέλο υπολογίζει τις επιμέρους εκπομπές αλλά και τις συνολικές. Με αυτόν το τρόπο γίνεται πιο εύκολη η ανάπτυξη μια αποδοτικής στρατηγικής μείωσης των εκπομπών,

καθώς η διοίκηση του νοσοκομείου μπορεί να λάβει μέτρα μείωσης μια συγκεκριμένης κατηγορίας μετακινήσεων ή να προωθήσει μια άλλη. Τα δεδομένα που αφορούν τις μετακινήσεις υπηρεσιακών οχημάτων, προμηθευτών και οχημάτων απόρριψης αποβλήτων είναι σχετικά εύκολο να βρεθούν. Όσον αφορά τα δεδομένα για τη μετακίνηση του προσωπικού αλλά και των ασθενών/επισκεπτών, αυτά καταγράφονται σε ένα συμπληρωματικό φύλλο και υπολογίζεται ο μέσος όρος με την τεχνική που αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

4.2.4. Φύλλο Υπολογισμού: Λοιπές κατηγορίες

Σε αυτή την κατηγορία, κατατάσσονται οι διάφοροι επιβαρυντικοί παράγοντες της επιχείρησης που συνεισφέρουν στην εκπομπή φθοριούχων ενώσεων. Ο υπολογισμός τους δίνει μια πληρέστερη απεικόνιση των εκπομπών GHG. Μπορούν να καταχωρηθούν οι παράγοντες της εκάστοτε επιχείρησης, ωστόσο για το 401 ΓΣΝΑ αυτοί ήταν: τα οικιακά ψυγεία, εμπορικά ψυγεία (για την προετοιμασία φαγητού και συντήρηση τροφίμων-φαρμάκων), οικιακά και εμπορικά κλιματιστικά, οι αντλίες θερμότητας και τα Chillers.

ΛΟΙΠΑ	2018	2019	2020	2021
Διάφοροι Επιβαρυντικοί Παράγοντες				
Residential/Domestic Refrigerators	7,77	7,77	7,77	7,77
Commercial Refrigerators (including food processing and cold storage)	5,14	5,13	5,12	5,12
Residential and Commercial Air-conditioning, including Heat Pumps	5,59	5,58	5,57	5,56
Chillers	332,89	331,00	329,11	327,22
(καταχώρηση μη προδιαγραφόμενου παράγοντα) *				
(καταχώρηση μη προδιαγραφόμενου παράγοντα) *				
(καταχώρηση μη προδιαγραφόμενου παράγοντα) *				
Συνολικές Εκπομπές CO2 (σε tCO2eq)	351,4	341,7	339,8	337,9

Εικόνα 4–4 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού εκπομπών από λοιπές κατηγορίες.

4.2.5. Φύλλο Υπολογισμού: Σύνοψη και γραφήματα

Οι εκπομπές GHG των επιμέρους κατηγοριών, είναι απαραίτητο να συνδυαστούν σε ένα συνολικό φύλλο. Σε αυτή την ενότητα φαίνονται συνοπτικά οι ετήσιες εκπομπές από τις βασικές κατηγορίες που αναφέρθηκαν προηγουμένων, δηλαδή την ενέργεια, τις οδικές μεταφορές, τα απορρίμματα και τις λοιπές κατηγορίες.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ ΤΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ

	2018	2019	2020	2021
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	7.993	6.830	6.083	5.650
ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ - ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ	440	398	428	422
ΟΔΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	1.396	1.328	1.301	1.239
ΛΟΙΠΑ	351	342	340	338
Συνολικές Εκπομπές CO₂ (σε tCO₂eq)	10.181	8.898	8.152	7.650

Εικόνα 4–5 Απεικόνιση πεδίου υπολογισμού συνολικού αποτυπώματος άνθρακα.

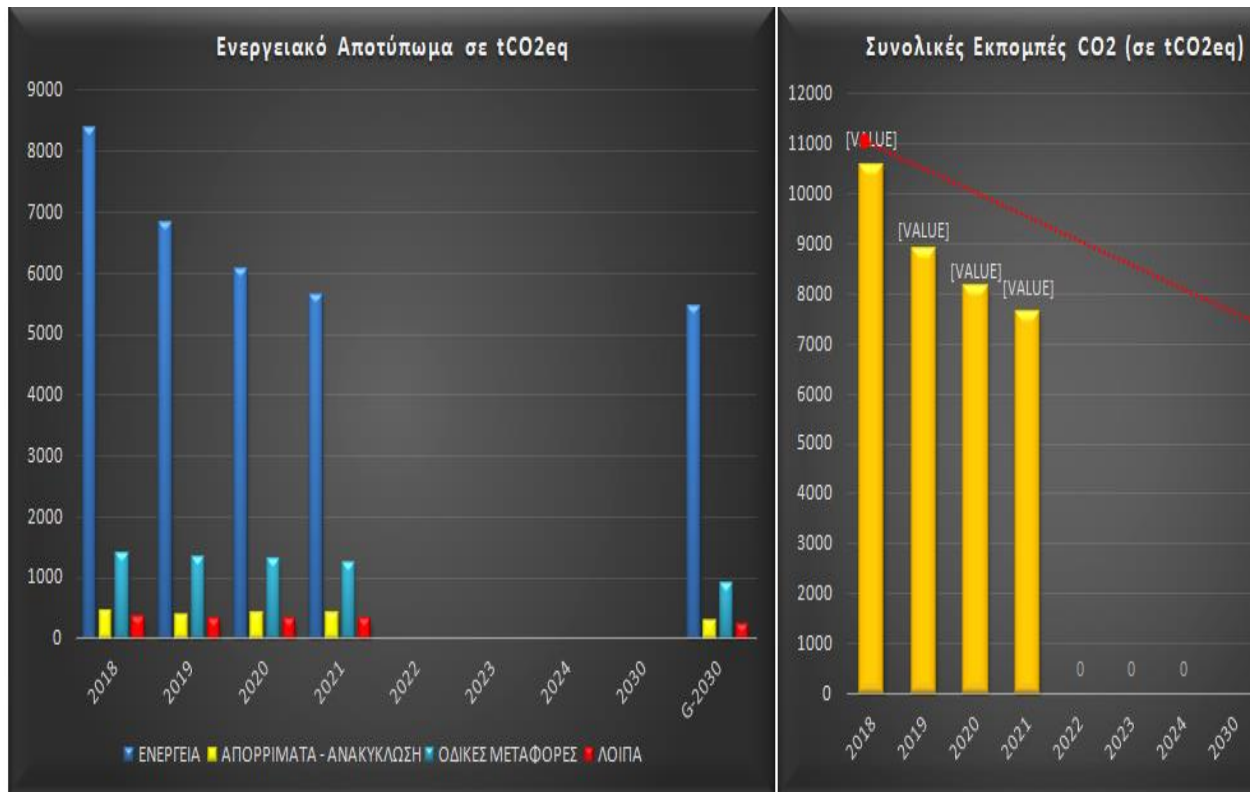
Υπολογίζεται επίσης και ο μέσος όρος των εκπομπών από τα έτη που μελετήθηκαν. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η κατανομή του ανθρακικού αποτυπώματος που προέκυψε από την εσωτερική λειτουργία του νοσοκομείου για το υπό μελέτη έτος.

ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

	2018	
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	5276,2	60,1%
ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	2716,8	30,9%
ΨΥΓΕΙΑ	12,9	0,1%
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	338,5	3,9%
ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΩΝ	440,2	5,0%
Συνολικές Εκπομπές CO₂ (σε tCO₂eq)	8.784,6	100,0%

Εικόνα 4–6 Απεικόνιση κατανομής αποτυπώματος εσωτερικής λειτουργίας.

Πέραν από τον υπολογισμό των συνολικών εκπομπών, το συγκεκριμένο φύλλο εξυπηρετεί στο να δημιουργηθούν απλά και κατανοητά γραφήματα του αποτυπώματος άνθρακα.



Εικόνα 4–7 Γραφήματα ενεργειακού αποτυπώματος ανά κατηγορία και συνολικών ετήσιων εκπομπών αντίστοιχα.

Τα δύο γραφήματα που παρουσιάζονται, βοηθούν στην καλύτερη ανάγνωση της υπάρχουσας κατάστασης και την αξιολόγηση των μέτρων που λαμβάνονται. Στο διάγραμμα αριστερά, φαίνεται το ενεργειακό αποτύπωμα ανά κατηγορία στο πέρας των ετών, ενώ στο αντίστοιχο δεξιά φαίνονται οι συνολικές εκπομπές ισοδύναμου διοξειδίου. Τέτοιου είδους γραφήματα είναι ιδιαίτερα ωφέλημα στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών καθώς δίνουν τη δυνατότητα να συγκριθούν οι τωρινές εκπομπές με τους μακροπρόθεσμους στόχους σε εταιρικό επίπεδο. Στο διάγραμμα των συνολικών εκπομπών φαίνεται, με κόκκινη διακεκομμένη γραμμή, η ευθεία γραμμικής μείωσης εκπομπών ανά έτος. Εφόσον οι εκπομπές είναι χαμηλότερες ή ίσες με την προβλεπόμενη τιμή, η εταιρία είναι εντός στόχων και θα

πρέπει να συνεχίσει την εφαρμογή του πλάνου της, ενώ αν είναι υψηλότερη πρέπει να ενισχύσει τα μέτρα μείωσης εκπομπών και να επιταχύνει τις δράσεις της.

4.2.6. Φύλλο Υπολογισμού: Βασικοί δείκτες απόδοσης ΒΔΑ (KPIs)

Το τελευταίο υπολογιστικό φύλλο, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των βασικών δεικτών απόδοσης (ΒΔΑ). Τέτοιοι δείκτες αποτελούν ένα απλό μέτρο εκτίμησης της λειτουργίας του νοσοκομείου, σε σύγκριση με τις δράσεις μείωσης των εκπομπών GHG του φορέα. Το φύλλο υπολογισμού αποτελείται από τον συνολικό πίνακα των δεικτών ανά έτος και από τα αντίστοιχα γραφήματα.

Target (↓): 5,0% 9,5% 13,5% 17,0% 20,0% 22,8% 25,3% 27,5% 29,5% 31,5% 33,5% 35,0% 35,0%

Indicators	Actual / T:	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	G-2030
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	Max	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	7.993	
	Actual	7.993	6.830	6.083	5.650										5.650
	Target	7.993	7.593	7.234	6.914	6.634	6.394	6.175	5.975	5.795	5.635	5.475	5.315	5.195	5.195
	% Target	100,0%	111,2%	118,9%	122,4%										
ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ - ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ	Max	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	
	Actual	440	398	428	422										422
	Target	440	418	398	381	365	352	340	329	319	310	302	293	286	286
	% Target	100,0%	105,0%	93,1%	90,2%										
ΟΔΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ - ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	Max	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	
	Actual	1.396	1.328	1.301	1.239										1.239
	Target	1.396	1.327	1.264	1.208	1.159	1.117	1.079	1.044	1.012	985	957	929	908	908
	% Target	100,0%	99,9%	97,1%	97,5%										
ΛΟΙΠΑ	Max	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	
	Actual	351	342	340	338										338
	Target	351	334	318	304	292	281	271	263	255	248	241	234	228	228
	% Target	100,0%	97,7%	93,6%	90,0%										
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ	Max	10181	10181	10181	10181	10181	10181	10181	10181	10181	10181	10181	10181	10181	
	Actual	10181	8898	8152	7650										7650
	Target	10181	9672	9214	8807	8450	8145	7865	7610	7381	7178	6974	6770	6618	6618
	% Target	100,0%	108,7%	113,0%	115,1%										

Εικόνα 4–8 Απεικόνιση πίνακα υπολογισμού βασικών δεικτών απόδοσης.

Περιλαμβάνονται δείκτες για τις βασικές κατηγορίες εκπομπών, ενώ ανά κατηγορία απεικονίζονται οι πραγματικές τιμές και οι τιμές στόχοι που έχουν τεθεί ώστε να πραγματοποιηθούν οι μακροπρόθεσμοι στόχοι. Επιπλέον φαίνεται το ποσοστό επίτευξης του

κάθε στόχου σε ετήσια βάση, διευκολύνοντας έτσι τη λήψη περαιτέρω αποφάσεων σχετικά με την πολιτική του φορέα.

Αυτές οι πληροφορίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες, ωστόσο δεν είναι πλήρως κατανοητές. Γι' αυτό το λόγο, οπτικοποιήθηκαν σε απλά γραφήματα, μεταφέροντας την πληροφορία με πιο άμεσο τρόπο.



Εικόνα 4–9 Γραφήματα βασικών δεικτών απόδοσης.

Στα παραπάνω γραφήματα απεικονίζονται οι ετήσιες εκπομπές ανά κατηγορία, καθώς και οι επιμέρους στόχοι που έχουν τεθεί. Στα αριστερά απεικονίζεται η % επίτευξη του μακροπρόθεσμου στόχου, ενώ στα δεξιά οι ετήσιες εκπομπές και ο αντίστοιχος βραχυπρόθεσμος στόχος. Ο μακροπρόθεσμος συνολικός στόχος μείωσης μέχρι και 2030, αλλά

και οι ετήσιοι στόχοι ανά κατηγορία, μπορούν να παραμετροποιηθούν ανάλογα με τη στρατηγική του φορέα.

Επίλογος

Στην τελευταία διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (COP27) στην Αίγυπτο, συζητήθηκαν τα τελευταία δεδομένα σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν, ώστε να επιτευχθεί ο στόχος που έχει τεθεί για περιοριστεί η αύξηση της θερμοκρασίας στον 1,5°C με σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Η σύνοδος αυτή αποτέλεσε ορόσημο όσον αφορά την απόφαση της για χρηματοδότηση των οικονομικά ασθενέστερων χωρών που έχουν πληγεί από την κλιματική αλλαγή, ενώ έχουν συνεισφέρει ελάχιστα στο πρόβλημα. Παρόλα αυτά, η επιδιώξεις ορισμένων χωρών για αυστηροποίηση των μέτρων κατά της κλιματικής αλλαγής κατέληξαν σε αδιέξοδο, με τις απαιτήσεις να παραμένουν οι ίδιες με αυτές της προηγούμενης χρονιάς στη Γλασκώβη. Ο ρεαλιστικός στόχος του 1,5°C, θεωρείται κρίσιμος και απαιτούνται ιδιαίτερες προσπάθειες από κυβερνήσεις και ιδιωτικούς οργανισμούς για την επίτευξη του.

Στην ίδια γραμμή με τους στόχους της παγκόσμιας κοινότητας και της Ε.Ε. στη μείωση των εκπομπών GHG, ο στόχος του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) για την Ελλάδα, είναι να μειώσει τις εκπομπές GHG πάνω από 35% μέχρι το έτος 2030, σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους 2018, φτάνοντας περίπου **60,1 Mt CO₂eq** το έτος 2030 (NIR, 2020). Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσει να επιτευχθεί ο στόχος της κλιματικής ουδετερότητας μέχρι το έτος 2050, με σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων GHG στην ατμόσφαιρα σε ασφαλή επίπεδα. Ο κλιματικός νόμος που ψηφίστηκε τον Μάιο του 2022 στην Ελλάδα, αποτελεί ένα βήμα προς την κατεύθυνση της κλιματικής ουδετερότητας, ωστόσο αφήνει πολλά κενά στον τρόπο με τον οποίο θα επιτευχθεί. Η έλλειψη ουσιαστικών μέτρων μείωσης των εκπομπών και η παράταση της χρήσης επιβλαβών τεχνικών, όπως η χρήση λιγνίτη, δημιουργούν πολλές αντιδράσεις από εθελοντικούς και περιβαλλοντικούς φορείς.

Η Ε.Ε στην προσπάθεια για επικαιροποίηση της νομοθεσίας ώστε να μπορέσουν να εκπληρωθούν οι κλιματικοί στόχοι που έχουν συμφωνηθεί, θέσπισε τη δέσμη «Προσαρμογή στον στόχο του 55%» (Fit for 55), με στόχο τη μείωση των εκπομπών της κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030. Στη δέσμη μέτρων συμπεριλαμβάνονται έντεκα ευρύτερες κατηγορίες στις οποίες

είναι απαραίτητη η μείωση των εκπομπών. Μεταξύ αυτών είναι ο ορισμός ετήσιων στόχων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τα κράτη μέλη της Ε.Ε., αλλαγές στον τομέα δραστηριοτήτων χρήσης γης αποσκοπώντας σε καθαρές απορροφήσεις αερίων του θερμοκηπίου από αυτές, αλλά και νέα πρότυπα εκπομπών CO₂ για τα αυτοκίνητα και τα ημιφορτηγά με σταδιακή κατάργηση του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Δίνεται επιπλέον έμφαση στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε ποσοστό τουλάχιστον 40% έως το 2030 και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των οικιστικών και μη οικιστικά κτηρίων.

Οι νοσοκομειακές εγκαταστάσεις, αποτελούν τις πιο ρυπογόνες και ενεργοβόρες δομές παροχής υπηρεσιών υγείας, παράγοντας το 4.4% των καθαρών εκπομπών GHG παγκοσμίως (Budd, 2019). Η ενεργειακή τους κατανάλωση προς κάλυψη αναγκών θέρμανσης και ψύξης, χρήσης ιατρικών συσκευών και εξοπλισμό εργαστηρίων, προετοιμασία φαγητού και διανομή του, αλλά και διαχείριση αποβλήτων, συντελούν στο συνολικό αποτύπωμα άνθρακα της χώρας και είναι ένας βασικός τομέας μελέτης και εφαρμογής μέτρων μετριασμού των εκπομπών.

Με την παρούσα διδακτορική διατριβή, μελετήθηκε το αποτύπωμα άνθρακα του 401 ΓΣΝΑ που προκύπτει από το σύνολο των ενεργειακών χρήσεων για το έτος 2018. Έγινε αρχικά καταγραφή και υπολογισμός του εκπεμπόμενου ισοδύναμου CO₂ που προκύπτει από τις οδικές μεταφορές που σχετίζονται με τη μετακίνηση των ασθενών, των επισκεπτών και του προσωπικού του νοσοκομείου, τον εφοδιασμό του και τη συντήρησή του. Εν συνεχεία, υπολογίστηκε το ανθρακικό αποτύπωμα που προκύπτει από τις σταθερές πηγές εκπομπών του νοσοκομείου, δηλαδή την ενέργεια που απαιτείται για τον φωτισμό, τη θέρμανση και ψύξη, τη διαχείριση αποβλήτων και άλλες λειτουργίες του νοσοκομείου.

Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένα απλό στη χρήση υπολογιστικό εργαλείο καταγραφής και υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος του 401 ΓΣΝΑ. Αυτό περιλαμβάνει τις εκπομπές από όλες τις δραστηριότητες του νοσοκομείου και με τη χρήση κατάλληλων συντελεστών μετατροπής, υπολογίζει τις επιμέρους και τις συνολικές ετήσιες εκπομπές. Μέσω του εργαλείου, παρέχονται χρήσιμα γραφήματα για τη σύγκριση με στοιχεία παλαιότερων ετών ή την πρόβλεψη των επόμενων. Το συγκεκριμένο εργαλείο εξατομικεύτηκε αρχικά για τις ανάγκες του 401 ΓΣΝΑ, ενώ δύναται να χρησιμοποιηθεί και από άλλα νοσοκομεία.

Η εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα των σταθερών πηγών εκπομπής (Bozoudis and Sebos, 2022), σε συνδυασμό με την εκτίμηση του αποτυπώματος άνθρακα των μετακινήσεων του 401 ΓΣΝΑ (Bozoudis and Sebos, 2021), μπορεί να αποτελέσει το έναυσμα για την ανάπτυξη του βέλτιστου πλάνου δράσης για τη μείωση των εκπομπών GHG στον τομέα της υγείας του Ελληνικού Στρατού και εν συνεχεία σε κρατικό επίπεδο.

Η ανάλυση στα πλαίσια της συγκεκριμένης διατριβής δείχνει ότι, η μεγαλύτερη συνεισφορά στο συνολικό αποτύπωμα άνθρακα του νοσοκομείου προέρχεται από τις έμμεσες εκπομπές GHG, εξαιτίας της κατανάλωσης του ηλεκτρισμού (σχεδόν 52%) για τις διάφορες ανάγκες του νοσοκομείου. Άλλες σημαντικές πηγές εκπομπών GHG είναι η κατανάλωση φυσικού αερίου και ντίζελ (περίπου 27%) για θέρμανση, καθώς και οι δραστηριότητες μεταφοράς (13%).

Στην παρούσα εργασία προτάθηκε ένα πλαίσιο ΒΔΑ οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μεγέθη για τη μέτρηση και την αξιολόγηση της προόδου στην πολιτική μείωσης GHG του νοσοκομείου. Με τη χρήση ορισμένων γενικών δεικτών όπως «t CO₂e ανά ασθενή» and «t CO₂e ανά ημερών περίθαλψης» καλύπτεται το σύνολο των εκπομπών, ενώ προτάθηκαν και ειδικότεροι που σχετίζονται με τις πηγές των εκπομπών GHG και μπορούν να συνεισφέρουν στην αξιολόγηση των επιμέρους μέτρων μείωσης τους. Με την τυποποίηση των μεγεθών, διευκολύνεται η μελέτη της προόδου ανά τομέα αλλά και σε βάθος χρόνου, αποτελώντας ένα σημαντικό μέρος της κλιματικής πολιτικής του νοσοκομείου.

Το εργαλείο υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος που αναπτύχθηκε και παρουσιάζεται στη συγκεκριμένη εργασία, δημιουργήθηκε με γνώμονα την πληρότητα και την ευκολία στη χρήση από το μη εξειδικευμένο προσωπικό του νοσοκομείου. Οι λειτουργίες του καλύπτουν τις ανάγκες υπολογισμού του αποτυπώματος άνθρακα του 401 ΓΣΝΑ, τόσο από εκπομπές λόγω μετακινήσεων ασθενών, προσωπικού και επισκεπτών αλλά και από γενικές δραστηριότητες του νοσοκομείου. Η ομαδοποίηση των εκπομπών από μετακινήσεις, απορρίμματα, ενέργεια και λοιπές ανάγκες καθιστούν σαφή και απλή τη χρήση του εργαλείου. Ο χρήστης του καλείται να συμπληρώσει τα απαραίτητα στοιχεία (πχ kWh ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκαν ή τόνοι απορριμμάτων που συλλέχθηκαν) και με τη βοήθεια κατάλληλων συντελεστών μετατροπής γίνεται ο υπολογισμός του ισοδύναμου διοξειδίου του

άνθρακα. Οι συγκεκριμένοι συντελεστές απαιτούν ετήσια ανανέωση/έλεγχο από τον επιβλέποντα μηχανικό, σε συνεργασία με το ΕΜΠ. Το εργαλείο υπολογίζει τις εκπομπές ανά κατηγορία αλλά και τις συνολικές, παρέχοντας έτσι χρήσιμα αποτελέσματα στη μελέτη των εκπομπών GHG. Μέσω του λογισμικού, γίνεται επίσης η μελέτη των ΒΔΑ, και της πορείας τους σε ετήσια βάση. Παράλληλα, απεικονίζονται σε κατάλληλα διαγράμματα οι ετήσιες συνολικές εκπομπές, οι εκπομπές ανά κατηγορία αλλά και οι πορεία επίτευξης των στόχων που έχουν τεθεί από τον φορέα. Οι παραπάνω δυνατότητες, παρέχουν στο εξειδικευμένο προσωπικό του 401 ΓΣΝΑ τις απαραίτητες πληροφορίες, ώστε να χαραχθεί η κατάλληλη στρατηγική μείωσης των εκπομπών αλλά και να παρακολουθείται αποδοτικά η πορεία επίτευξης της σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο πλαίσιο.

Επιπλέον, εκτεταμένη έρευνα διεξήχθη για να συγκεντρωθούν πρόσφατα δεδομένα από διάφορες πηγές, έτσι ώστε ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα να είναι όσο πιο ακριβής γίνεται. Αυτά αφορούν κυρίως τους συντελεστές μετατροπής προς ισοδύναμο διοξείδιο του άνθρακα, με την ετήσια αναφορά του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας να παρέχει συνεχώς ανανεωμένα στοιχεία ως προς τους κατάλληλους συντελεστές στην Ελλάδα. Η πληρότητα των δεδομένων είναι καίρια για τον αποτελεσματικό έλεγχο των αποτελεσμάτων.

Καθώς ο κλάδος της υγείας αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην παγκόσμια υπερθέρμανση είναι αναγκαία η συμφιλίωση του με τις σύγχρονες «πράσινες» αντιλήψεις. Η διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος εμπλέκει κάθε δημόσια και ιδιωτική επιχείρηση, συμπεριλαμβανομένου και των δομών υγείας. Για την υλοποίηση των κλιματικών στόχων που έχουν τεθεί σε εθνικό επίπεδο, απαιτείται η εφαρμογή μέτρων καταγραφής και μείωσης των εκπομπών άνθρακα στις υγειονομικές εγκαταστάσεις και κυρίως στα νοσοκομεία, που είναι και τα πιο ενεργοβόρα. Σε αυτή την κατεύθυνση, ο κλάδος υγείας του Ελληνικού Στρατού, μπορεί να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα του, και να προωθήσει τη φιλική προς το περιβάλλον αντίληψη κάτω πάντα από το πρίσμα της Εταιρικής Κοινωνικής Υπευθυνότητας.

Βιβλιογραφία

- Bakopoulou, S., Kungolos, A., Aravossis, K., 2005. Medical waste management in Greece: the case of Thessaly region. *Sustainable Development and Planning II*, Vols 1 and 2 84.
- Bond, A., Jones, A., Haynes, R., Tam, M., Denton, E., Ballantyne, M., Curtin, J., 2009. Tackling climate change close to home: Mobile breast screening as a model. *Journal of Health Services Research and Policy* 14. <https://doi.org/10.1258/jhsrp.2009.008154>
- Bozoudis, V., Sebos, I., 2021. The Carbon Footprint of Transport Activities of the 401 Military General Hospital of Athens. *Environmental Modeling and Assessment* 26. <https://doi.org/10.1007/s10666-020-09701-1>
- Bozoudis, V., Sebos, I., Tsakanikas, A., 2022. Action plan for the mitigation of greenhouse gas emissions in the hospital-based health care of the Hellenic Army. *Environmental Monitoring and Assessment* 194. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09871-3>
- Budd, K., 2019. Hospitals race to save patients and the planet. *Association of American Medical Colleges* 15.
- Bunge, S.A., Souza, M.J., 2009. Executive Function and Higher-Order Cognition: Neuroimaging, in: *Encyclopedia of Neuroscience*. <https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.00414-9>
- Careri, F., Genesi, C., Marannino, P., Montagna, M., Rossi, S., Siviero, I., 2012. Impact of GHG Emission Reduction on Power Generation Expansion Planning. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27431-2_10
- Commission, S.D., others, 2009. NHS England carbon emissions carbon footprinting report.
- Dorrian, C., Ferguson, J., Ah-See, K., Barr, C., Lalla, K., van der Pol, M., McKenzie, L., Wootton, R., 2009. Head and neck cancer assessment by flexible endoscopy and telemedicine. *Journal of telemedicine and telecare* 15, 118–121. <https://doi.org/10.1258/jtt.2009.003004>
- Doukas, C., Maglogiannis, I., 2010. Advanced classification and rules-based evaluation of motion, visual and biosignal data for patient fall incident detection, in: *International Journal on Artificial Intelligence Tools*. <https://doi.org/10.1142/S0218213010000108>
- Eckelman, M.J., Huang, K., Lagasse, R., Senay, E., Dubrow, R., Sherman, J.D., 2020. Health care pollution and public health damage in the united states: An update. *Health Affairs* 39. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.01247>
- Eckelman, M.J., Sherman, J., 2016. Environmental impacts of the U.S. health care system and effects on public health. *PLoS ONE* 11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157014>
- EEA, 2020. Electricity generation — CO2 emission intensity, Eea. European Environment Agency (EEA).

-
- EEA, 2019. Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2017.
- EEA, 2016. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. Copenhagen.
- Gillingham, K., Stock, J.H., 2018. The cost of reducing greenhouse gas emissions, in: *Journal of Economic Perspectives*. <https://doi.org/10.1257/jep.32.4.53>
- González-Sánchez, M., Martín-Ortega, J.L., 2020. Greenhouse gas emissions growth in europe: A comparative analysis of determinants. *Sustainability (Switzerland)* 12. <https://doi.org/10.3390/su12031012>
- Holmner, Å., Ebi, K.L., Lazuardi, L., Nilsson, M., 2014. Carbon footprint of telemedicine solutions - Unexplored opportunity for reducing carbon emissions in the health sector. *PLoS ONE* 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105040>
- Javadinejad, S., Eslamian, S., Ostad-Ali-Askari, K., 2021. The analysis of the most important climatic parameters affecting performance of crop variability in a changing climate. *International Journal of Hydrology Science and Technology* 11. <https://doi.org/10.1504/IJHST.2021.112651>
- Kallinikos, L., Sebos, I., Progiou, A., Eleni, P., Katsavou, I., Mangouta, K., Ziomas, I., 2016. Greenhouse gas emissions trends from waste in Greece. *Green Energy and Technology PartF2*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30127-3_12
- Karliner, J., Slotterback, S., Boyd, R., Ashby, B., Steele, K., 2019. Health care’s climate footprint: how the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action. *Health Care Without Harm*.
- Kozanidis, G., 2017. Column generation for optimal shipment delivery in a logistic distribution network, in: *Springer Optimization and Its Applications*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69215-9_5
- Lewis, D., Tranter, G., Axford, A.T., 2009. Use of videoconferencing in Wales to reduce carbon dioxide emissions, travel costs and time. *Journal of Telemedicine and Telecare* 15. <https://doi.org/10.1258/jtt.2009.003010>
- MacNeill, A.J., Lillywhite, R., Brown, C.J., 2017. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. *The Lancet Planetary Health* 1, e381--e388.
- Masino, C., Rubinstein, E., Lem, L., Purdy, B., Rossos, P.G., 2010. The impact of telemedicine on greenhouse gas emissions at an academic health science center in Canada. *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 16. <https://doi.org/10.1089/tmj.2010.0057>
- Maxwell, S., 2010. *World Development Report 2010: Development and Climate Change*. Climate and Development. <https://doi.org/10.3763/cdev.2010.0046>
- NIR, 2020 (National Inventory report), MEEN. Annual inventory submission of Greece under the UNFCCC and Kyoto Protocol for greenhouse and other gases for the years 1990-2018.
-

Athens, Greece.

MEEN, 2019. The National Energy and Climate Plan (NECP).

Milner, J., Hamilton, I., Woodcock, J., Williams, M., Davies, M., Wilkinson, P., Haines, A., 2020. Health benefits of policies to reduce carbon emissions. *Bmj* 368.

Müllerová, M., Krtková, E., Rošková, Z., 2020. F-Gases: Trends, applications and newly applied gases in the Czech Republic. *Atmosphere* 11. <https://doi.org/10.3390/ATMOS11050455>

NHS England, 2018. The potential economic impact of virtual outpatient appointments in the West Midlands - A scoping study.

NHS England, 2014. NHS, public health and social care carbon footprint 2012. London: NHS England.

NOAA, 2019. Global Climate report 2019.

NOAA, 2021. Global Climate report 2021.

Ostad-Ali-Askari, K., Ghorbanizadeh Kharazi, H., Shayannejad, M., Zareian, M.J., 2020. Effect of Climate Change on Precipitation Patterns in an Arid Region Using GCM Models: Case Study of Isfahan-Borkhar Plain. *Natural Hazards Review* 21. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)nh.1527-6996.0000367](https://doi.org/10.1061/(asce)nh.1527-6996.0000367)

Pachauri, R.K., Meyer, L.A., 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Purohit, A., Smith, J., Hibble, A., 2021. Does telemedicine reduce the carbon footprint of healthcare? A systematic review. *Future Healthcare Journal* 8. <https://doi.org/10.7861/fhj.2020-0080>

Schneider, S.H., 1997. Integrated assessment modeling of global climate change: Transparent rational tool for policy making or opaque screen hiding value-laden assumptions? *Environmental Modeling and Assessment* 2. <https://doi.org/10.1023/A:1019090117643>

Sebos, I., Progiou, A., Kallinikos, L., Eleni, P., Katsavou, I., Mangouta, K., Ziomas, I., 2016. Mitigation and adaptation policies related to climate change in Greece. *Green Energy and Technology PartF2*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30127-3_4

Sebos, I., Progiou, A.G., Kallinikos, L., 2020. Methodological framework for the quantification of ghg emission reductions from climate change mitigation actions. *Strategic Planning for Energy and the Environment* 39. <https://doi.org/10.13052/spee1048-4236.391411>

Sherman, J.D., MacNeill, A., Thiel, C., 2019. Reducing pollution from the health care industry. *JAMA*. doi 10.

Smith, A.C., Kimble, R.M., O'Brien, A., Mill, J., Wootton, R., 2007. A telepaediatric burns service and the potential travel savings for families living in regional Australia. *Journal of Telemedicine and Telecare* 13, 76–79.

-
- Solomon, S., D., Qin, M., Manning, Z., Chen, M., Marquis, K.B., Averyt, M.T., Miller HL, Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L., 2007. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. D Qin M Manning Z Chen M Marquis K Averyt M Tignor and HL Miller New York Cambridge University Press pp Geneva. <https://doi.org/10.1038/446727a>
- Sovacool, B.K., Griffiths, S., Kim, J., Bazilian, M., 2021. Climate change and industrial F-gases: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options for reducing synthetic greenhouse gas emissions, Renewable and Sustainable Energy Reviews. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110759>
- Stamopoulos, D., Dimas, P., Sebos, I., Tsakanikas, A., 2021. Does investing in renewable energy sources contribute to growth? A preliminary study on Greece's National Energy and Climate Plan. Energies 14, 8537.
- Sugiyama, T., Neuhaus, M., Owen, N., 2012. Active transport, the built environment, and human health, in: Springer Optimization and Its Applications. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0745-5_4
- Talebmorad, H., Abedi-Koupai, J., Eslamian, S., Mousavi, S.F., Akhavan, S., Ostad-Ali-Askari, K., Singh, V.P., 2021. Evaluation of the impact of climate change on reference crop evapotranspiration in Hamedan-Bahar plain. International Journal of Hydrology Science and Technology 11. <https://doi.org/10.1504/IJHST.2021.114554>
- Vidal-Alaball, J., Franch-Parella, J., Seguí, F.L., Cuyàs, F.G., Peña, J.M., 2019. Impact of a telemedicine program on the reduction in the emission of atmospheric pollutants and journeys by road. International Journal of Environmental Research and Public Health 16. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224366>
- Whetten, J., Montoya, J., Yonas, H., 2019. ACCESS to Better Health and Clear Skies: Telemedicine and Greenhouse Gas Reduction. Telemedicine and e-Health 25. <https://doi.org/10.1089/tmj.2018.0172>
- WHO, 2009. Health Care Without Harm (2009): Healthy Hospitals" Healthy Planet" Healthy People. A discussion draft paper.
- ΓΣΝΑ 401, 2022. 401 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο Αθηνών - Ιστορία.
- Παπαδόπουλος, Γ., 2022. Σημειώσεις Στατιστικής - Εργαστήριο Μαθηματικών & Στατιστικής.
- Νόμος 4936/2022 Εθνικός Κλιματικός Νόμος - Μετάβαση στην κλιματική ουδετερότητα και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή
- Νόμος 3984/2011 (ΦΕΚ 150) - Άρθρο 66, παρ. 16: Εφαρμογή υπηρεσιών τηλεϊατρικής
-

Διαδίκτυο

- Bilan Carbone. (2016). *The Bilan Carbone® Clim'Foot tool*. Clim'Foot. <https://www.climfoot-project.eu/en/bilan-carbone®-clim'foot-tool>
- Carbon Footprint Ltd. (n.d.). *Carbon Footprint Calculator*. <https://www.carbonfootprint.com>
- CoolClimate Network. (2015). *CoolClimate calculator*. <https://coolclimate.berkeley.edu/calculator>
- COP27. (2022). *COP27 Goals and Vision*. <https://cop27.eg/#/vision>
- Greenhouse gas protocol. (2018, March). *About us | Greenhouse gas protocol*. Greenhouse Gas Protocol. <https://ghgprotocol.org/about-us>
- Greenpeace. (2022, May 13). *Κλιματικός νόμος: Ένα μικρό βήμα, ενώ απαιτούνται άλματα προς την κλιματική ουδετερότητα*. Greenpeace Ελλάδα. <https://www.greenpeace.org/greece/issues/klima/46674/klimatikos-nomos-ellada-2022/>
- Terrapass. (2021, June 28). *Carbon footprint calculator | Individual, business & events*. <https://terrapass.co.uk/carbon-footprint-calculator>
- U.S. Green Building Council. (2022). *LEED rating system*. <https://www.usgbc.org/leed>
- UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2020, December 3). *Mackay carbon calculator*. <https://mackaycarboncalculator.beis.gov.uk/overview/emissions-and-primary-energy-consumption>
- WWF. (2020, January). *WWF footprint calculator*. WWF Footprint Calculator. <https://footprint.wwf.org.uk/#/>
- Ε.Κ.Π.Α. (n.d.). *Τηλεϊατρική και Υπηρεσίες Υγείας*. Elearning NKUA. <https://elearningekpa.gr/courses/thleiatrikh-kai-yphresies-ygeias>
- Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής. (2017, August 17). *Ο ορισμός και η ιστορία της Τηλεϊατρικής*. Κεντρική. <https://edit.gov.gr/index.php/sxetika-me-to-edit/103-edit/279-o-orismos-i-istoria-tis-tileiatrikis>
- Εθνικό Δίκτυο Τηλεϊατρικής. (2017, August 18). *Υλοποίηση EDIT & θεσμικό πλαίσιο*. Κεντρική. <https://edit.gov.gr/index.php/sxetika-me-to-edit/103-edit/281-ylopoiisi-edit-thesmiko-plaisio>
- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο. (2022). *Δέσμη fit for 55*. Consilium. <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. (2022, December 2). *Έρευνα-Ανάλυση: Το 50% μεθανίου εκπέμπουν 30 εταιρείες*. Νέα και Ειδήσεις από την Ελλάδα και τον Κόσμο | Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. <https://www.kathimerini.gr/world/562166014/ereyna-analysi-to-50-methaniou-ekpempoy-n-30-etaireies/>

-
- Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος. (2022, October 18). *Τα νέα Νοσοκομεία ΙΣΝ χτίζουν ένα μέλλον με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα*. SNF Health Initiative.
<https://www.snfhi.org/el/nea-ekdiloseis/ta-nea-nosokomeia-isn-htizoun-ena-mellon-me-midenikes-ekpompes-diokseidiou-tou-anthraka/>
- Κακολύρη. (2016, October 31). *Πλατινένια Πιστοποίηση LEED ως Πράσινο Κτίριο στο Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος*. www.ertnews.gr.
<https://www.ertnews.gr/%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%84%CE%B1/platinenia-opistopoiisi-leed-sto-kpisi/>
- Ρωμαίος, Γ. Α. (2018). *Σφάλματα και Αβεβαιότητα Μετρήσεων*. Ανάκτηση από <https://eclass.upatras.gr/modules/document/index.php?course=MECH1193&download=/5be1d011msEt/5be1d05fgHO6.pdf>

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ**

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΑΦΙΞΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ – ΑΣΘΕΝΩΝ ΣΤΟ 401 ΓΣΝΑ

A.1 ΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΑΤΕ **ΣΥΝΗΘΩΣ** ΓΙΑ ΝΑ ΕΡΘΕΤΕ ΣΤΟ 401 ΓΣΝΑ; (σημειώστε με X):

1. ΙΧ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ (ΝΑ ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΤΕΙ ΕΑΝ ΕΙΝΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ Ή	
2. ΜΕΤΡΟ	
3. ΛΕΩΦΟΡΕΙΟ	
4. ΜΟΤΟΣΥΚΛΕΤΑ	
5. ΤΑΞΙ	
6. ΠΕΖΟΙ - ΠΟΔΗΛΑΤΟ	
7. ΑΛΛΟ ΜΕΣΟ	

A.2 ΠΟΙΟΣ ΕΙΝΑΙ Ο ΛΟΓΟΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΕΣΟ;

A.3 ΠΟΣΕΣ ΦΟΡΕΣ ΗΡΘΑΤΕ ΣΤΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΤΟ ΠΕΡΑΣΜΕΝΟ ΕΤΟΣ (2017);

A.4 ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΠΟΣΗ ΕΙΝΑΙ Η ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΕ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΙΚΙΑ ΣΑΣ ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ;

Α. ΝΑΙ, ΕΙΝΑΙ _____ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ ΠΕΡΙΠΟΥ	Β. ΔΕΝ ΓΝΩΡΙΖΩ
--	----------------

ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ και ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

A.5 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΕ ΤΟ ΙΧ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ ΣΑΣ, ΕΡΧΕΣΤΕ ΜΟΝΟΣ Ή ΜΑΖΙ ΜΕ ΑΛΛΟΥΣ ΣΤΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ (CARPOOLING/ CARSHARING);