



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Ανάπτυξη Εργαλείου Υπολογισμού Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου

ΥΠΟ

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΓΙΑΝΝΙΩΤΗ

Διπλωματική Εργασία

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για
την απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ
ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΚΑΙ LOGISTICS (ΔΕΑΛ)

Βόλος, 2025

© 2025 Νικόλαος Γιαννιώτης

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)	Δρ. Γεώργιος Σαχαρίδης Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δεύτερος Εξεταστής	Δρ. Παντελής Δημήτριος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τρίτος Εξεταστής	Δρ. Ρήτος Κωνσταντίνος Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ανάπτυξη Εργαλείου Υπολογισμού Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΓΙΑΝΝΙΩΤΗΣ

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2025

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Γεώργιος Σαχαρίδης,
Αναπληρωτής Καθηγητής Επιχειρησιακής Έρευνας

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί έναν αναλυτικό οδηγό χρήσης του «Εργαλείου Υπολογισμού Εκπομπών CO₂e». Το εργαλείο έχει αναπτυχθεί στην εφαρμογή Excel και αποσκοπεί στο να βοηθήσει επιχειρήσεις και οργανισμούς στον τρόπο καταγραφής και επεξεργασίας των δεδομένων τους για τον υπολογισμό του ανθρακικού τους αποτυπώματος. Στο παρόν έγγραφο παρουσιάζεται αρχικά η βασική μεθοδολογία πάνω στην οποία βασίζονται όλοι οι υπολογισμοί, καθώς και ορισμένες έννοιες που κρίνονται απαραίτητες για την κατανόηση του αντικειμένου. Ακολουθεί ενδελεχής ανάλυση των μεθόδων υπολογισμού ανά κατηγορία εκπομπών, ώστε να διασφαλιστεί η ορθή και πλήρης αποτύπωση του ανθρακικού αποτυπώματος. Στη συνέχεια, παρέχονται σαφείς οδηγίες για την σωστή και αποτελεσματική χρήση του εργαλείου από μελλοντικούς χρήστες. Επιπλέον, παρατίθεται παράδειγμα το οποίο έχει ως στόχο να αποδείξει πως τα αποτελέσματα που μας δίνει το εργαλείο ευθυγραμμίζονται με αυτά των επίσημων εξισώσεων υπολογισμού των συνολικών εκπομπών CO₂e. Τέλος, προτείνονται ορισμένες πρακτικές για την μείωση το ανθρακικού αποτυπώματος επιχειρήσεων και οργανισμών.

Λέξεις-κλειδιά: εκπομπές CO₂e, ανθρακικό αποτύπωμα, κατηγορίες εκπομπών, εργαλείο υπολογισμού, εξισώσεις υπολογισμού, μείωση εκπομπών CO₂e

Development of a Greenhouse Gas Emissions Calculation Tool

NIKOLAOS GIANNIOTIS

Department of Mechanical Engineering, University of Thessaly, 2025

Supervisor: Dr. George Saharidis
Associate Professor of Operational Research

Abstract

This thesis is a detailed user guide for the use for the " CO₂e Emissions Calculation Tool". The tool has been developed in Microsoft Excel and aims to assist businesses and organizations in the recording and processing of their data for the calculation of their carbon footprint. This document initially presents the basic methodology on which all calculations are based, as well as certain concepts deemed necessary for the understanding of the subject. This is followed by a thorough analysis of the calculation methods by emission category, in order to ensure the correct and complete representation of the carbon footprint. Then, clear instructions are provided for the proper and effective use of the tool by future users. In addition, an example is presented, which aims to demonstrate that the results given by the tool are aligned with those of the official equations for calculating total CO₂e emissions. Finally, certain strategies are proposed for the reduction of the carbon footprint of businesses and organizations.

Key words: CO₂e emissions, carbon footprint, emission categories, calculation tool, calculation equations, CO₂e emission reduction

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1 Αρχές σχεδιασμού μεθοδολογίας υπολογισμού εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ...	15
1.2 Βασικές αρχές που χρησιμοποιήθηκαν.....	17
1.3 Μεθοδολογία κατάρτισης	17
1.4 Προσδιορισμός των κατηγοριών δραστηριοτήτων ενός οργανισμού που θα περιληφθούν στο εργαλείο υπολογισμού του αποτυπώματος.....	19
1.4.1 Κατηγορίες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.....	20
1.5 Απαιτούμενα δεδομένα των δραστηριοτήτων του οργανισμού.....	21
Κεφάλαιο 2: ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΩΣΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ «ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ»	26
2.1 Γενικές εξισώσεις υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος	26
2.1.1 Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης	27
2.1.2 Υπολογισμός εκπομπών ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα	28
2.2 Οδηγίες Χρήσης πριν την χρήση του εργαλείου Υπολογισμού CO ₂ e	29
Κεφάλαιο 3: ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΡΟΠΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ «ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂e» ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	31
3.1 Υπολογισμός εκπομπών λόγω χρήσης καυσίμων	33
3.1.1 Υπολογισμός εκπομπών CH ₄ και N ₂ O	38
3.2 Ανάλυση τρόπου χρήσης των φύλλων του Excel για τις εκπομπές λόγω χρήσης καυσίμων	44
3.2.1 Φύλλο ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	44
3.2.2 Φύλλο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	47
3.2.3 Φύλλο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	50
3.3 Υπολογισμός εκπομπών λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.....	52
3.4 Ανάλυση τρόπου χρήσης των φύλλων του Excel για τις εκπομπές λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.....	57

3.4.1 Φύλλο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	58
3.4.2 Φύλλο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝ. ΗΛΕΚΤ.ΕΝΕΡΓ.	60
3.5 Υπολογισμός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από διαρροές ψυκτικών μέσων.....	62
3.5.1 Φύλλο ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡ.ΨΥΚΤ. ΜΕΣΩΝ	64
3.6 Υπολογισμός εκπομπών από την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων	66
3.6.1 Φύλλο ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΘ. ΣΤΕΡ.ΑΠΟΒΛΗΤ	71
3.7 Εκπομπές από Επεξεργασία Υγρών Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων	75
3.7.1 Υπολογισμός των εκπομπών μεθανίου για τα υγρά βιοαποδομήσιμα απόβλητα.....	76
3.7.2 Υπολογισμός των εκπομπών υποξειδίου του αζώτου για τα υγρά βιοαποδομήσιμα απόβλητα.....	81
3.7.3 Φύλλο ΕΠΕΞ.ΥΓΡΩΝ.ΒΙΟΑΠΟΔ.ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	85
3.8 Φύλλο εργασίας ΕΞΤΡΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ SCOPE 3	94
3.9 Φύλλο εργασίας ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ e	95
3.9.1 Υπολογισμός αβεβαιότητας.....	98
3.10 Φύλλο εργασίας ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	101
3.11 Φύλλο εργασίας GHG-Protocol-Reporting-Template	104
Κεφάλαιο 4: ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ (TEST) ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΤΟ «ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂e»	105
4.1 Υπολογισμοί παραδείγματος για εκπομπές καυσίμων.....	105
4.2 Υπολογισμοί παραδείγματος για εκπομπές ηλεκτρικής ενέργειας.....	111
4.3 Υπολογισμοί παραδείγματος για εκπομπές από διαρροές ψυκτικών μέσων	113
4.4 Υπολογισμοί παραδείγματος εκπομπών από την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων.....	115
4.5 Υπολογισμοί παραδείγματος εκπομπών από Επεξεργασία Υγρών Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων.....	118
4.6 Έλεγχος αυτόματης ενημέρωσης πίνακα καταγραφής συνολικών εκπομπών	122

Κεφάλαιο 5: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂ e ΣΕ ΜΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ	123
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ	126
Βιβλιογραφία Εικόνων	130

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Εικόνα εξωφύλλου	1
Εικόνα 2 : Ταξινόμηση δραστηριοτήτων ενός οργανισμού ανά κατηγορία εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	21
Εικόνα 3: Πίνακας στο Excel με λεπτομέρειες για τον τρόπο υπολογισμού των εκπομπών CO ₂ e	25
Εικόνα 4: Οδηγίες σωστής εγκατάστασης	29
Εικόνα 5: Οδηγίες σωστής εγκατάστασης	29
Εικόνα 6: Εισαγωγή καρτέλας Προγραμματιστή	30
Εικόνα 7: Εισαγωγή καρτέλας Προγραμματιστή	30
Εικόνα 8: Ρυθμίσεις Κέντρου αξιοπιστίας	30
Εικόνα 9: Ενεργοποίηση Μακροεντολών στο Excel	31
Εικόνα 10: Menu στο εργαλείο υπολογισμού εκπομπών CO ₂ e	32
Εικόνα 11: Κουμπί Back to Menu σε κάθε φύλλο του Excel για επιστροφή στο κεντρικό μενού	32
Εικόνα 12: Πίνακες που θα δει ο χρήστης στο φύλλο ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	44
Εικόνα 13: Δείχνει την dropdown λίστα που θα επιλέξει το έτος που θέλει ο χρήστης	46
Εικόνα 14: Δείχνει τις πηγές που έχει ήδη καταχωρημένες η dropdown λίστα	46
Εικόνα 15: Δείχνει τι θα πρέπει να επιλέξει ο χρήστης ώστε να λειτουργούν τα Πρόσθετα	47
Εικόνα 16: Δείχνει πως θα προσθέσει το πρόσθετο Mini Calendar	47
Εικόνα 17: Δείχνει το σχήμα και το ακριβές όνομα	48
Εικόνα 18: Πως θα φαίνεται στον Πίνακα	48
Εικόνα 19: Κύριος πίνακας φύλλου ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	49
Εικόνα 20: Δείχνει τον φάκελο που υπάρχει στο zip αρχείο όπου μπορεί να καταχωρεί έγγραφα καταναλώσεων καυσίμων ο χρήστης	50
Εικόνα 21: Δείχνει τον πίνακα που πρέπει να καταχωρήσει τις τιμές GWP των CH ₄ και N ₂ O	51
Εικόνα 22: Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης στο IPCC	51

Εικόνα 23: Δείχνει σε ποιο γράφημα θα βρει ο χρήστης το Γράφημα του Υπο.Ενεργ.Μείγμ.	53
Εικόνα 24: Δείχνει σε ποιο σημείο θα βρει την τιμή EF_{CO_2} (g CO_2 /kWh)	53
Εικόνα 25: Δείχνει σε ποιον πίνακα πρέπει να πάει ο χρήστης για να βρει την Ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων	53
Εικόνα 26: Δείχνει την τιμή που πρέπει να επιλέξει ο χρήστης από τον συγκεκριμένο πίνακα	54
Εικόνα 27: Δείχνει ποιο αρχείο πρέπει να κατεβάσει ο χρήστης	54
Εικόνα 28: Δείχνει τον πίνακα όπου θα βρει την τιμή των συνολικών εκπομπών CH_4	54
Εικόνα 29: Δείχνει τον πίνακα όπου θα βρει την τιμή των συνολικών εκπομπών N_2O	55
Εικόνα 30: Κύριος πίνακας φύλλου ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	58
Εικόνα 31: Δείχνει τα σημεία του φύλλου που πρέπει να δώσει προσοχή ο χρήστης	60
Εικόνα 32: Δείχνει τις τιμές που πρέπει να ελεγχθούν και μετά να περαστούν στον πίνακα	61
Εικόνα 33: Δείχνει το κουμπί ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	62
Εικόνα 34: Κύριος πίνακας φύλλου ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡ.ΨΥΚΤ. ΜΕΣΩΝ	64
Εικόνα 35: Πίνακας που περιλαμβάνει όλα τα ψυκτικά μέσα και τις αντίστοιχες τιμές τους $GWPF_i$	65
Εικόνα 36: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για τον υπολογισμό του DOC	72
Εικόνα 37: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για τον υπολογισμό του L_0	73
Εικόνα 38: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για υπολογισμό συνολικών εκπομπών ASA	74
Εικόνα 39: Πίνακας για εισαγωγή ετήσιων εκπομπών από $ΧΑΔΑ$	75
Εικόνα 40: Πίνακας τιμών B_0 ανά κλάδο δραστηριότητας	77
Εικόνα 41: Πίνακας τιμών Συντελεστή Διόρθωσης MCF	78
Εικόνα 42: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για υπολογισμό των εκπομπές CH_4 των λυμάτων	85
Εικόνα 43: Πίνακες εύρεσης συντελεστών (πάνω) και μετατροπής τη DS σε τη BOD (κάτω)	87
Εικόνα 44: Δείχνει που πρέπει να κάνει έλεγχο ο χρήστης και να βάλει τιμή για το R_F	87
Εικόνα 45: Δείχνει το μήνυμα που θα δει ο χρήστης όταν βάλει τιμή εκτός εύρους	88

Εικόνα 46: Δείχνει κάποιες από τις στήλες που πρέπει να συμπληρώσει ο χρήστης στον πίνακα για τον υπολογισμό των εκπομπές CH ₄ των λυμάτων	89
Εικόνα 47: Παρουσιάζει τον πίνακα του συγκεκριμένου φύλλου που παίρνουν τιμές τα EF _{ΕΠΕΞ,j} και EF _Δ	90
Εικόνα 48: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για υπολογισμό του E _{N2O_ΕΠΕΞ} των εκπομπών N ₂ O των λυμάτων	91
Εικόνα 49: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για υπολογισμό του E _{N2O_ΔΙΑΘ} των εκπομπών N ₂ O των λυμάτων	92
Εικόνα 50: Δείχνει τον συγκεντρωτικό πίνακα για τις εκπομπές των λυμάτων	93
Εικόνα 51: Δείχνει τον πίνακα του φύλλου εργασίας ΕΞΤΡΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ SCOPE 3	94
Εικόνα 52: Δείχνει τον πρώτο μισό του πίνακα στο φύλλο ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ e	95
Εικόνα 53: Δείχνει τον δεύτερο μισό του πίνακα στο φύλλο ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ e	95
Εικόνα 54: Δείχνει την επιλογή έτους στο κελί F1 του φύλλου εργασίας ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ e	96
Εικόνα 55: Το μήνυμα που θα λάβει ο χρήστης αν δεν έχει φιλτράρει το ίδιο έτος σε όλους τους πίνακες	96
Εικόνα 56: Το μήνυμα που θα βγει αν όλοι οι πίνακες έχουν το ίδιο έτος φιλτραρισμένο	97
Εικόνα 57: Κουμπί για εισαγωγή όλων των εκπομπών απ όλα	97
Εικόνα 58: Εικόνα Διαγράμματος 1 – [Ετήσια εξέλιξη συνολικών εκπομπών (γραμμικό)]	101
Εικόνα 59: Εικόνα Διαγράμματος 2– Κατανομή εκπομπών ανά κατηγορία πηγών (πίτα)	102
Εικόνα 60: Εικόνα Διαγράμματος 3 – Συνολικές εκπομπές με αβεβαιότητες	103
Εικόνα 61: Εικόνα Διαγράμματος 4 – Σύγκριση εκπομπών ανά κατηγορία πηγών για διαφορετικά έτη (ομαδοποιημένες μπάρες)	103
Εικόνα 62: Τ' αποτελέσματα του Excel για τις συνολικές εκπομπές καυσίμων για το 2024	110
Εικόνα 63: Δείχνει τα δεδομένα που εισήχθησαν για το έτος 2024 για τις εκπομπές λόγω κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας	112
Εικόνα 64: Δείχνει τ' αποτελέσματα που έδωσε το Excel για το έτος 2024 για τις εκπομπές λόγω κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας	113
Εικόνα 65: Δείχνει τ' αποτελέσματα που έδωσε το Excel για το έτος 2024 για τις εκπομπές λόγω διαρροής ψυκτικών μέσων	115

Εικόνα 66: Πίνακας αποτελεσμάτων για τον υπολογισμό του DOC για το έτος 2024 _____	116
Εικόνα 67: Πίνακας αποτελεσμάτων για τον υπολογισμό του L_0 για το έτος 2024 _____	117
Εικόνα 68: Πίνακας αποτελεσμάτων συνολικών εκπομπών ΑΣΑ για το έτος 2024 _____	117
Εικόνα 69: Πίνακας αποτελεσμάτων για τις εκπομπές CH_4 των λυμάτων για το έτος 2024_	120
Εικόνα 70: Πίνακας αποτελεσμάτων για τις εκπομπές N_2O των λυμάτων για το έτος 2024_	120
Εικόνα 71: Πίνακας αποτελεσμάτων για τις συνολικές εκπομπές των λυμάτων για το έτος 2024 _____	121
Εικόνα 72: Δείχνει το πρώτο μισό του πίνακα συνολικών εκπομπών για το έτος 2024 ____	122
Εικόνα 73: Δείχνει το δεύτερο μισό του πίνακα συνολικών εκπομπών για το έτος 2024 ____	122

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Δραστηριότητες σχετιζόμενες με κατανάλωση ενέργειας/ κατανάλωση καυσίμων/ διαχείριση στερεών αποβλήτων και λυμάτων/ διαρροές ψυκτικών μέσων	19
Πίνακας 2: Πίνακας απαιτούμενων στοιχείων ανά δραστηριότητα και κατηγορία για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	21
Πίνακας 3: Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης	28
Πίνακας 4: Κυριότερα καύσιμα και χρήσεις τους σε έναν Οργανισμό	33
Πίνακας 5: Επεξήγηση των απαραίτητων στοιχείων για τον υπολογισμό των εκπομπών λόγω κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας	52
Πίνακας 6: Συντελεστές $EF_{FPE,j}$ και EF_{Δ} ανά εφαρμοζόμενη πρακτική επεξεργασίας των λυμάτων j	82
Πίνακας 7: Αβεβαιότητες δεδομένων δραστηριότητας και συντελεστών εκπομπής	100
Πίνακας 8: Εκπομπές καυσίμων ανά κατηγορία βάση εξισώσεων αναλυτικά	109
Πίνακας 9: Εκπομπές καυσίμων ανά κατηγορία βάση των αποτελεσμάτων που έδωσε το εργαλείο υπολογισμού εκπομπών CO ₂ e στο Excel	110
Πίνακας 10: Εκπομπές λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βάση εξισώσεων αναλυτικά	112
Πίνακας 11: Εκπομπές από διαρροές ψυκτικών μέσων βάση εξισώσεων αναλυτικά	114
Πίνακας 12: Εκπομπές από ΑΣΑ βάση εξισώσεων αναλυτικά	116
Πίνακας 13: Εκπομπές από Επεξεργασία Υγρών Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων βάση εξισώσεων αναλυτικά	119

Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα αέρια του θερμοκηπίου αποτελούν κατηγορία αερίων που συμβάλλουν καθοριστικά στην αύξηση της θερμοκρασίας της γήινης επιφάνειας μέσω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το μεγαλύτερο τμήμα της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάτε από την επιφάνεια του πλανήτη, ενώ ένα μικρό ποσοστό, της τάξης του 5–6%, ανακλάται και δεσμεύεται από τα μόρια των εν λόγω αερίων στην ατμόσφαιρα. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στη δημιουργία ενός «θερμικού καλύμματος», το οποίο επηρεάζει τη θερμική ισορροπία και κατ' επέκταση το κλιματικό σύστημα της Γης.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) αποτελεί το πιο διαδεδομένο αέριο του θερμοκηπίου και εκλύεται κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων. Πέραν του CO_2 , σημαντικά αέρια με ανάλογη επίδραση είναι:

- το μεθάνιο (CH_4),
- το πρωτοξείδιο του αζώτου (N_2O),
- οι υδροφθοράνθρακες (HFCs),
- οι υπερφθοριωμένοι και πολυφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες (PFCs),
- το εξαφθοριούχο θείο (SF_6),
- το τριφθοριούχο άζωτο (NF_3).

Το μεθάνιο παρουσιάζει ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον, καθώς διαθέτει δυναμικό παγίδευσης θερμότητας περίπου 28 φορές μεγαλύτερο από αυτό του CO_2 . Οι βασικές πηγές εκπομπής του είναι η καύση ορυκτών καυσίμων, η τελική διάθεση αστικών στερεών αποβλήτων και η επεξεργασία λυμάτων. Αντίστοιχα, το πρωτοξείδιο του αζώτου προέρχεται κυρίως από την καύση καυσίμων και τις διεργασίες διαχείρισης λυμάτων.

Για τη δυνατότητα συγκριτικής αξιολόγησης των διαφορετικών αερίων θερμοκηπίου, οι εκπομπές τους εκφράζονται σε ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (CO_{2e}). Η μετατροπή αυτή πραγματοποιείται μέσω της χρήσης του Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης (Global Warming Potential – GWP), ενός συντελεστή που αποτυπώνει τη θερμότητα που δύναται να απορροφήσει κάθε αέριο σε σύγκριση με το CO_2 .

1.1 Αρχές σχεδιασμού μεθοδολογίας υπολογισμού εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Ο στόχος της παρούσας μεθοδολογίας είναι ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος για μια επιχείρηση, χρησιμοποιώντας ένα “εργαλείο” το οποίο αυτοματοποιεί την διαδικασία όσο αυτό είναι εφικτό, με σκοπό να βοηθήσει στον σωστότερο αλλά και ταχύτερο υπολογισμό του αποτυπώματος από τον χρήστη. Η μεθοδολογία που σχεδιάστηκε για την ποσοτικοποίηση των αερίων του θερμοκηπίου βασίστηκε στα ακόλουθα πρότυπα:

- ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.
- Greenhouse Gas Protocol, WRI: Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories, GPC: An Accounting and Reporting Standard for Cities Version 1.1.
- Κατευθυντήριες οδηγίες της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) για τις εθνικές απογραφές αερίων του θερμοκηπίου.

ISO 14064-1:2018

Το ISO 14064-1:2018 είναι ένα πρότυπο που αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) και παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για την ποσοτικοποίηση, παρακολούθηση και αναφορά των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το πρότυπο παρέχει το πλαίσιο για τη μέτρηση του ανθρακικού αποτυπώματος και τη διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών και περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- κατευθυντήριες γραμμές για το πώς να αναπτύξουν οι οργανισμοί την απογραφή αερίων του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένου του καθορισμού των ορίων των υπολογισμών, του εντοπισμού των πηγών εκπομπών και του τελικού υπολογισμού των εκπομπών τους.
- καθοδήγηση σχετικά με την ανάπτυξη ενός διαχειριστικού σχεδίου για τη μείωση των εκπομπών, το οποίο θα περιγράφει τις στρατηγικές και τις ενέργειες που πρέπει να εφαρμόσει έκαστος οργανισμός.
- καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο επαλήθευσης του υπολογισμού εκπομπών GHG και του σχεδίου διαχείρισης ώστε να διασφαλιστεί η ακρίβεια και η αξιοπιστία τους.
- καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο αναφοράς του υπολογισμού των αερίων του θερμοκηπίου και του σχεδίου διαχείρισης στα ενδιαφερόμενα μέρη.

GHG Protocol

Το GHG Protocol είναι ένα σύνολο διεθνώς αναγνωρισμένων προτύπων και κατευθυντήριων γραμμών για τον υπολογισμό και την αναφορά αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Αναπτύχθηκε μέσω της συνεργασίας του World Resources Institute (WRI) και του World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) και χρησιμοποιείται ευρέως από επιχειρήσεις,

κυβερνήσεις και άλλους οργανισμούς για τη μέτρηση και τη διαχείριση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC) προσφέρει στις πόλεις και τις τοπικές αρχές ένα ισχυρό, διαφανές και παγκοσμίως αποδεκτό πλαίσιο για τον εντοπισμό, υπολογισμό και αναφορά των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό περιλαμβάνει τόσο τις εκπομπές που απελευθερώνονται εντός των ορίων υπολογισμού, όσο και εκείνες που υφίστανται εκτός των ορίων, ως απόρροια των δραστηριοτήτων του οργανισμού.

Το πρότυπο καθιερώνει αξιόπιστα αποτελέσματα υπολογισμού των εκπομπών που βοηθούν στην αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης και τη θέσπιση στόχων μείωσης και προγραμμάτων παρακολούθησης. Το πρότυπο έχει αναθεωρηθεί για να ευθυγραμμιστεί με την αναθεώρηση του έτους 2019 των κατευθυντήριων οδηγιών του IPCC του 2006 για τις Εθνικές Απογραφές Αερίων Θερμοκηπίου, για να διευκρινιστούν ασάφειες και να παρέχει περαιτέρω μεθοδολογική καθοδήγηση.

IPCC Guidelines

Οι κατευθυντήριες γραμμές της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) είναι ένα σύνολο διεθνώς αναγνωρισμένων μεθοδολογιών για την εκτίμηση των εκπομπών και δεσμεύσεων των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) και την απογραφή των εκπομπών από διάφορους τομείς και πηγές. Οι κατευθυντήριες γραμμές της IPCC παρέχουν μια τυποποιημένη και διαφανή προσέγγιση προς τα κράτη ώστε να αναφέρουν τις εκπομπές και τις απορροφήσεις αερίων του θερμοκηπίου και να παρακολουθούν την πρόοδο των στόχων μετριασμού της κλιματικής αλλαγής.

Οι κατευθυντήριες γραμμές της IPCC ενημερώνονται τακτικά ώστε να αντικατοπτρίζουν την πρόοδο της επιστημονικής γνώσης, τις αλλαγές στις εθνικές συνθήκες και τις εξελισσόμενες ανάγκες πολιτικής. Η πιο πρόσφατη ενημερωμένη έκδοση του έτους 2019 περιλαμβάνει ενημερωμένες μεθοδολογίες για την εκτίμηση των εκπομπών και τις απορροφήσεις από διάφορες πηγές, όπως η ενέργεια, οι βιομηχανικές διεργασίες, η γεωργία, η δασοκομία και τα απόβλητα. Οι κατευθυντήριες γραμμές της IPCC αποτελούν βασικό εργαλείο για την αξιολόγηση της προόδου προς τους στόχους μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και την αναθεώρηση των πολιτικών που σχετίζονται με τον μετριασμό και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

1.2 Βασικές αρχές που χρησιμοποιήθηκαν

Οι βασικές αρχές που ακολουθήθηκαν σύμφωνα με το ISO 14064-1:2018 και το GHG Protocol για τον σχεδιασμό της μεθοδολογίας υπολογισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, είναι οι εξής:

Σχετικότητα

Επιλογή μεθοδολογιών και δεδομένων που είναι κατάλληλα και σχετικά με τον ζητούμενο υπολογισμό αερίων του θερμοκηπίου.

Πληρότητα

Παρουσίαση όλων των πηγών εκπομπών και δραστηριοτήτων εντός των επιλεγμένων ορίων υπολογισμού.

Συνέπεια

Χρησιμοποίηση συγκεκριμένων περιόδων αναφοράς με έτος βάσης για τους υπολογισμούς το έτος 2019 (Εθνικός Κλιματικός Νόμος Ν. 4936/2022) για την ουσιαστική σύγκριση των επιδόσεων της εκάστοτε επιχείρησης/οργανισμού.

Ακρίβεια

Εφαρμογή ακριβών υπολογισμών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και διασφάλιση της ακεραιότητας των αποτελεσμάτων.

Διαφάνεια

Αντιμετώπιση όλων των θεμάτων με έναν ρεαλιστικό και συνεκτικό τρόπο, βασισμένο σε μια σαφή διαδρομή ελέγχου των στοιχείων. Δημοσιοποίηση σημαντικών παραδοχών και αναφορά στις μεθόδους υπολογισμού.

1.3 Μεθοδολογία κατάρτισης

Η μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθηθεί για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ενός οργανισμού περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- i. Προσδιορισμός των ορίων υπολογισμού.
- ii. Προσδιορισμός των κατηγοριών δραστηριοτήτων του οργανισμού, για τις οποίες θα υπολογιστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- iii. Συλλογή δεδομένων των δραστηριοτήτων του εκάστοτε οργανισμού.
- iv. Υπολογισμός των εκπομπών και απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου με χρήση των κατάλληλων ανά περίπτωση εξισώσεων και συντελεστών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (περιλαμβάνεται επίσης ο υπολογισμός των αντίστοιχων αβεβαιοτήτων).

Προσδιορισμός των ορίων υπολογισμού

Τα όρια υπολογισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, περιλαμβάνουν τις πηγές των εκπομπών και το χρονικό διάστημα για το οποίο υπολογίζονται οι εκπομπές.

Όρια εκπομπών

Όσον αφορά στις πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, περιλαμβάνεται το σύνολο των δραστηριοτήτων του οργανισμού, όπως ενδεικτικά: κτίρια γραφείων, Φωτισμός εγκαταστάσεων και κοινόχρηστων χώρων, Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα, Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε μηχανήματα, εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από διαρροές ψυκτικών μέσων κ.α.

Παρόλα αυτά, στην επιλογή των δραστηριοτήτων για τις οποίες θα υπολογιστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποιες ιδιαιτερότητες:

Εάν η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από Παραστατικά αυτοπαραγωγής (π.χ. παραγωγή φωτοβολταϊκών) ή υπάρχει Συμβόλαιο προμηθευτή με 100% πράσινο ενεργειακό μίγμα (Guarantees of Origin – GoOs), τότε δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του ανθρακικού ισοζυγίου. Εν γένει πρέπει το σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που αφορούν σε ιδιοκτησία ή/και χρήση του οργανισμού να περιλαμβάνονται στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος του.

Χρονικό διάστημα

Ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα πραγματοποιείται για τις δραστηριότητες του οργανισμού που έλαβαν χώρα εντός ενός πλήρους ημερολογιακού έτους (12 μήνες). Σημειώνεται επίσης ότι, σύμφωνα με το άρθρο 16 του Εθνικού Κλιματικού Νόμου (Ν. 4936/2022), το έτος βάσης για την σύγκριση των υπολογισμών των τρεχόντων ετών, είναι το 2019.

1.4 Προσδιορισμός των κατηγοριών δραστηριοτήτων ενός οργανισμού που θα περιληφθούν στο εργαλείο υπολογισμού του αποτυπώματος

Ένας οργανισμός περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, οι οποίες υλοποιούνται είτε από τις υπηρεσίες του ιδίου του οργανισμού είτε από τρίτους αποκλειστικά για λογαριασμό του. Στον πίνακα που ακολουθεί παραθέτονται οι κύριοι τομείς δραστηριοτήτων ενός οργανισμού.

Πίνακας 1: Δραστηριότητες σχετιζόμενες με κατανάλωση ενέργειας/ κατανάλωση καυσίμων/ διαχείριση στερεών αποβλήτων και λυμάτων/ διαρροές ψυκτικών μέσων*

Κτίρια	
Γραφεία προσωπικού	Αποτελούν κτίρια κυρίως με μεγάλη γεωγραφική κάλυψη
Κτίρια υπηρεσιών	Αφορά σε κτίρια που χρησιμοποιεί ο οργανισμός για την κάλυψη των αναγκών του
Φωτισμός	
Φωτισμός εγκαταστάσεων	Αφορά στον φωτισμό όλων των χώρων του οργανισμού (κοινόχρηστοι χώροι, εγκαταστάσεις κ.ά.)
Μεταφορές	
Οδικές μεταφορές	Αφορούν στην χρήση οχημάτων μεταφοράς προσωπικού και στις μεταφορές υλικών. Στον τομέα αυτόν συμπεριλαμβάνονται τόσο τα ιδιόκτητα από τον οργανισμό οχήματα που χρησιμοποιούνται από τις διάφορες υπηρεσίες του, όσο και μισθωμένα οχήματα που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τον οργανισμό.
Μηχανήματα έργου	Στον τομέα αυτόν συμπεριλαμβάνονται τα ιδιόκτητα από τον οργανισμό μηχανήματα έργου που χρησιμοποιούνται από τις διάφορες υπηρεσίες του, όσο και τα μηχανήματα έργου που έχουν μισθωθεί και χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό.
Αστικά στερεά απόβλητα & λύματα	
Διάθεση στερεών αποβλήτων (ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ, ΧΑΔΑ)	Αφορά στις εκπομπές που προκύπτουν από οργανωμένους χώρους διάθεσης ή από χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης ΑΣΑ, για το ποσοστό των αποβλήτων που προκύπτουν από τις δραστηριότητες του οργανισμού και επεξεργάζονται από τρίτους.
Επεξεργασία λυμάτων	Αφορά στις εκπομπές που προκύπτουν από την λειτουργία των κέντρων επεξεργασίας των λυμάτων του οργανισμού από τρίτους.
Ψυκτικά μέσα	
Διαρροές ψυκτικών μέσων	Η διαρροή του φθοριούχου ψυκτικού μέσου από κάθε ψυκτικό/ κλιματιστικό μηχάνημα του οργανισμού.

* **Πηγή:** Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

1.4.1 Κατηγορίες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Οι εκπομπές των δραστηριοτήτων ενός οργανισμού χωρίζονται σε άμεσες (Scope 1) και έμμεσες (Scope 2 και Scope 3) αναλόγως με το που συμβαίνουν και από ποιον ελέγχονται. Οι τρεις κατηγορίες εκπομπών ορίζονται ως εξής:

- **Scope 1:** Άμεσες εκπομπές GHG από πηγές που ανήκουν ή ελέγχονται αποκλειστικά από τον οργανισμό
- **Scope 2:** Έμμεσες εκπομπές GHG
- **Scope 3:** Έμμεσες εκπομπές GHG οι οποίες είναι συνέπεια δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τον οργανισμό αλλά λαμβάνουν χώρα εκτός αυτού.

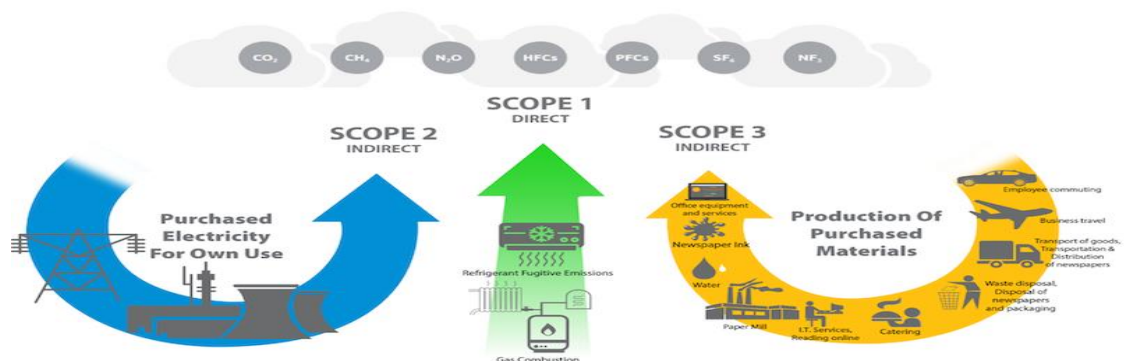
Οι ανωτέρω κατηγορίες στο ISO 14064-1:2018 ορίζονται ως Κατηγορίες 1, 2, 3, 4, 5 και 6:

- Κατηγορία 1: Άμεσες εκπομπές GHG
- Κατηγορία 2: Έμμεσες εκπομπές GHG από εισαγόμενη ενέργεια
- Κατηγορία 3: Έμμεσες εκπομπές GHG από μεταφορές
- Κατηγορία 4, 5: Έμμεσες εκπομπές GHG από χρήση προϊόντων
- Κατηγορία 6: Έμμεσες εκπομπές GHG από άλλες πηγές.

Οι κατηγορίες Scope 1, 2 και 3 παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα(**Εικόνα 2**), όπου παρουσιάζονται και οι κύριες δραστηριότητες ενός οργανισμού που εμπίπτουν σε κάθε μία από αυτές.

Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

Εικόνα 2 : Ταξινόμηση δραστηριοτήτων ενός οργανισμού ανά κατηγορία εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου



Διαθέσιμο σε: <https://www.compareyourfootprint.com/difference-scope-1-2-3-emissions/>,
(Τελευταία Πρόσβαση 6 Ιουλίου 2025)

1.5 Απαιτούμενα δεδομένα των δραστηριοτήτων του οργανισμού

Το είδος των εκπομπών, τα απαιτούμενα στοιχεία του οργανισμού που θα πρέπει να συλλέγονται με τις πιθανές πηγές τους, καθώς και οι αντίστοιχες εξισώσεις υπολογισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου παρουσιάζονται στον ακόλουθο **Πίνακα 2**.

Για όλα τα απαιτούμενα στοιχεία του οργανισμού έχει δημιουργηθεί ένα «εργαλείο» στο excel με όλες τις κατάλληλες διαδικασίες συλλογής και τήρησης τους, ώστε να είναι εύκολη η χρήση τους για τον υπολογισμό σε ετήσια βάση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ο έλεγχός τους κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επαλήθευσής τους.

Πίνακας 2: Πίνακας απαιτούμενων στοιχείων ανά δραστηριότητα και κατηγορία για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΠΕΔΙΟ (SCOPE)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΗΓΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΕΞΙΣΩΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΚΤΗΡΙΑ						
Θέρμανση κτιρίων με χρήση πετρελαίου	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης	lt	• Τιμολόγια προμήθειας καυσίμων• Τμήμα Μηχανοργάνωσης• Τμήμα Προμηθειών	[3.1], [3.9], [3.10]
Θέρμανση κτιρίων με χρήση υγραερίου (LPG)	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση υγραερίου (LPG)	Kg		[3.3], [3.13], [3.14]
Θέρμανση κτιρίων με χρήση φυσικού αερίου	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου	kWh		[3.4], [3.5],[3.15], [3.16],[3.17], [3.18]

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΠΕΔΙΟ (SCOPE)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΗΓΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΕΞΙΣΩΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
Θέρμανση κτιρίων με χρήση ξυλώδους βιομάζας	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση pellets, καυσόξυλων	tn	• Τιμολόγια προμήθειας καυσίμων• Τμήμα Μηχανοργάνωσης• Τμήμα Προμηθειών	[3.6], [3.19], [3.20]
Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	kWh	• Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας• Τμήμα Προμηθειών	[3.21], [3.22], [3.23], [3.24]
Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από διαρροές ψυκτικών μέσων	Άμεσες εκπομπές από διαρροή αερίων του θερμοκηπίου	1	Ετήσια προσθήκη ψυκτικών υγρών στις κλιματιστικές μονάδες	Kg	• Έντυπα συντήρησης• Τμήμα Συντήρησης• Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών• Τμήμα Προμηθειών	[3.25], [3.26]
ΦΩΤΙΣΜΟΣ						
Φωτισμός εγκαταστάσεων και κοινόχρηστων χώρων	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	kWh	• Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας• Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών• Τμήμα Προμηθειών	[3.21], [3.22], [3.23], [3.24]
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ						
Οχήματα με καύσιμο πετρέλαιο	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου κίνησης	lt	• Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών• Τμήμα Μηχανοργάνωσης• Τμήμα Προμηθειών• Τμήμα Οικονομικών• Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας	[3.1], [3.9], [3.10]
Οχήματα με καύσιμο βενζίνη	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση βενζίνης	lt		[3.2], [3.11], [3.12]
Οχήματα με καύσιμο υγραέριο (LPG)	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση υγραερίου κίνησης (LPG)	Kg		[3.3], [3.13], [3.14]
Οχήματα με καύσιμο φυσικό αέριο (CNG)	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου κίνησης (CNG)	Kg		[3.4], [3.5],[3.15], [3.16],[3.17], [3.18]
Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	kWh		[3.21], [3.22], [3.23], [3.24]

ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ						
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΠΕΔΙΟ (SCOPE)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΗΓΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΕΞΙΣΩΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
Μηχανήματα έργου με καύσιμο πετρέλαιο	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου κίνησης	lt	• Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών• Τμήμα Μηχανοργάνωσης• Τμήμα Προμηθειών• Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας	[3.1], [3.9], [3.10]
Μηχανήματα έργου με καύσιμο βενζίνη	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση βενζίνης	lt		[3.2], [3.11], [3.12]
Μηχανήματα έργου με καύσιμο υγραέριο (LPG)	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση υγραερίου κίνησης (LPG)	Kg		[3.3], [3.13], [3.14]
Μηχανήματα έργου με καύσιμο φυσικό αέριο (CNG)	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου κίνησης (CNG)	Kg		[3.4], [3.5],[3.15], [3.16],[3.17], [3.18]
Μηχανήματα έργου με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	kWh		[3.21], [3.22], [3.23], [3.24]
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ						
Αποκομιδή και μεταφορά ΑΣΑ	Άμεσες εκπομπές από χρήση ορυκτού καυσίμου σε οχήματα αποκομιδής και μεταφοράς	2	Ετήσια κατανάλωση καυσίμου	Μονάδα καυσίμου ¹	• Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών• Τμήμα Καθαριότητας• Τμήμα Περιβάλλοντος• Τμήμα Προμηθειών• Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας	Πετρέλαιο: [3.1], [3.9], [3.10] LPG: [3.3], [3.13], [3.14] CNG: [3.4], [3.5],[3.15], [3.16],[3.17], [3.18]
	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρικά οχήματα αποκομιδής και μεταφοράς	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	kWh		[3.21], [3.22], [3.23], [3.24]

¹ Η μονάδα εξαρτάται από το είδος του καυσίμου (π.χ. lt για βενζίνη και πετρέλαιο, Kg για φυσικό αέριο, κ.α.)

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΠΕΔΙΟ (SCOPE)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΗΓΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΕΞΙΣΩΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
Υπολογισμός εκπομπών από την τελική διάθεση των στερεών αποβλήτων	Υπολογισμός των ποσοτήτων μεθανίου που απελευθερώνονται από έναν ΧΥΤΑ/ΧΑΔΑ	3	Ετήσιες εκπομπές CH ₄ από την διάθεση ΑΣΑ	tn	• Από τεχνικές υπηρεσίες / facility management • Από εργολάβο καθαριότητας (αν έχετε εξωτερικό συνεργάτη) • Από δελτία αποκομιδής / παραλαβής απορριμμάτων	[3.27], [3.28], [3.29], [3.30]
Επεξεργασία Υγρών Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων	Υπολογισμός των ποσοτήτων μεθανίου (CH ₄) και πρωτοξειδίου του αζώτου (N ₂ O) από την διαχείριση των λυμάτων	3	Ετήσιες εκπομπές CH ₄ από την διαχείριση των λυμάτων και Ετήσιες εκπομπές N ₂ O από την διαχείριση των λυμάτων	tn	• Εσωτερικά δεδομένα/υπηρεσίες αποκομιδής • Υπηρεσίες διαχείρισης αποβλήτων, συμβάσεις • Αναφορές ΚΕΛ ή ΔΕΥΑ • Τεχνικά δεδομένα συστημάτων ανάκτησης μεθανίου • Καταγραφές αποβλήτων	[3.31], [3.32], [3.33], [3.34], [3.35], [3.36], [3.37], [3.38], [3.39], [3.40]
Έξτρα Πιθανές Κατηγορίες για το Score 3	Υπολογισμός όλων των πιθανών εκπομπών CO ₂ e από άλλες δραστηριότητες της επιχείρησης	3	Ετήσιες εκπομπές CO ₂ e ανά έξτρα κατηγορία	tn	• Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Μηχανοργάνωσης • Τμήμα Προμηθειών • Τμήμα Οικονομικών • Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας	-

Ο παραπάνω πίνακας υπάρχει στο φύλλο του excel με όνομα **ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ CO2E** και εκεί έχει και κάποιες έξτρα στήλες για να μπορέσει ο χρήστης να λειτουργεί πιο γρήγορα αλλά και με λιγότερα λάθη. Η **Εικόνα 3** παρουσιάζει την πλήρη μορφή του πίνακα στο excel:

Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

Εικόνα 3: Πίνακας στο Excel με λεπτομέρειες για τον τρόπο υπολογισμού των εκπομπών CO_{2e}

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΕΙΔΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΠΕΔΙΟ(SCOPE)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΗΓΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΕΩΝ	ΦΥΛΛΟ EXCEL ΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ	ΕΞΙΣΩΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΚΤΗΡΙΑ								
Θέρμανση κτιρίων με χρήση πετρελαίου	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης	lt	* Τιμολόγια προμήθειας καυσίμων* Τμήμα Μηχανοργάνωσης* Τμήμα Προμηθειών	☐	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ</u>	[3.1], [3.9], [3.10]
Θέρμανση κτιρίων με χρήση υγραερίου (LPG)	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση υγραερίου (LPG)	kg		☐	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ</u>	[3.3], [3.13], [3.14]
Θέρμανση κτιρίων με χρήση φυσικού αερίου	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου	kWh		☐	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ</u>	[3.4], [3.5], [3.15], [3.16], [3.17], [3.18]
Θέρμανση κτιρίων με χρήση ξυλίδας βιομάζας	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση pellets, καυσόξυλων	tn		☐	<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ</u>	[3.6], [3.19], [3.20]

Οι έξτρα στήλες που βλέπουμε στην εικόνα είναι για βοηθήσουν το χρήστη να ελέγξει ότι δεν έχει ξεχάσει να συμπληρώσει στοιχεία σε κάποια κατηγορία, με την **στήλη ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΕΩΝ** επιλέγει την δραστηριότητα που έχει ολοκληρώσει και έτσι έχει έναν καλύτερο έλεγχο των δεδομένων του και των καταχωρήσεων του.

Δίπλα υπάρχει η **στήλη ΦΥΛΛΟ EXCEL ΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ** όπου έχει έναν υπερ-σύνδεσμο που δείχνει τα δεδομένα κάθε δραστηριότητας σε ποιο φύλλο του excel πρέπει να εισαχθούν.

Κεφάλαιο 2: ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΩΣΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ «ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ»

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει λεπτομερής ανάλυση των τύπων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε κατηγορία εκπομπών καθώς και για την κάθε κατηγορία πως θα συμπληρώνει και θα επεξεργάζεται το excel του «εργαλείου» ο χρήστης, αλλά και να γίνει κατανοητός ο τρόπος που θα γίνεται αυτό.

2.1 Γενικές εξισώσεις υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος

Στην συνέχεια παρατίθενται για τα κύρια είδη δραστηριοτήτων ενός οργανισμού οι μεθοδολογίες βάσει των οποίων γίνεται ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Υπογραμμίζεται ότι κάθε φορά πριν την έναρξη των ετήσιων υπολογισμών, θα πρέπει να εξετάζονται οι πηγές των διαφόρων συντελεστών εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, ώστε να διερευνηθεί εάν κατά το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από τους υπολογισμούς του προηγούμενου έτους, υπήρξε επικαιροποίηση των τιμών τους.

Σημειώνεται ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κάθε φορά οι τιμές των συντελεστών που αντιστοιχούν στο έτος των υπολογισμών ή ελλείψει αυτών, οι πιο πρόσφατες τιμές τους.

Για τον υπολογισμό των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από τις δραστηριότητες ενός οργανισμού αθροίζονται οι συνολικές εκπομπές των Πεδίων Εφαρμογής (Scope) 1 και 2 και 3:

$$ECO_{2e} = \Sigma ECO_{2e_scope1} + \Sigma ECO_{2e_scope2} + \Sigma ECO_{2e_scope3}$$

όπου:

ECO_{2e} : συνολικές εκπομπές (ισοζύγιο) αερίων του θερμοκηπίου, σε tn CO_{2e}

ΣECO_{2e_scope1} : συνολικές εκπομπές Scope 1 αερίων του θερμοκηπίου, σε tn CO_{2e}

ΣECO_{2e_scope2} : συνολικές εκπομπές Scope 2 αερίων του θερμοκηπίου, σε tn CO_{2e}

ΣECO_{2e_scope3} : συνολικές εκπομπές Scope 3 αερίων του θερμοκηπίου, σε tn CO_{2e}

Ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από μία δραστηριότητα πραγματοποιείται σύμφωνα με την βασική εξίσωση:

$$\text{Εκπομπές} = \text{Δεδομένα Δραστηριότητας} \times \text{Συντελεστής Εκπομπών} \quad [1]$$

Η εξίσωση αυτή εξειδικεύεται ανάλογα με το είδος και τα χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης δραστηριότητας. Το εξαγόμενο της εξίσωσης [1] είναι:

→ Μάζα ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO_{2e}), εκφρασμένη συνήθως σε CO_{2e} είναι η μάζα εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), η οποία θα επέφερε την ίδια αλλαγή θερμοκρασίας, εντός ενός συγκεκριμένου χρονικού ορίζοντα, με την εκπεμπόμενη μάζα ενός αερίου του θερμοκηπίου (Greenhouse Gas – GHG) ή ενός μίγματος αερίων του θερμοκηπίου.

2.1.1 Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης

Το Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης (GWP - Global Warming Potential) είναι ένας δείκτης που αποτυπώνει την ακτινοβολία που έπεται της εκπομπής παλμού (pulse emission) από μία μονάδα μάζας ενός συγκεκριμένου αερίου του θερμοκηπίου στην παρούσα ατμόσφαιρα για έναν επιλεγμένο χρονικό ορίζοντα, σε σχέση με την αντίστοιχη ακτινοβολία του διοξειδίου του άνθρακα.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) είναι το αέριο αναφοράς όσον αφορά στην υπερθέρμανση του πλανήτη, στο οποίο ανάγονται τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου. Η αναγωγή της μάζας των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου σε ισοδύναμη μάζα CO_2 (CO_{2e}) γίνεται χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες τιμές GWP. Για τον λόγο αυτό στο CO_2 έχει αποδοθεί η τιμή 1 όσον αφορά στο GWP.

Οι τιμές του GWP για το μεθάνιο και το πρωτοξείδιο του αζώτου παρέχονται από το IPCC στα εκπονούμενα Assessment Reports. Επιλέγεται η χρήση των τιμών GWP για χρονικό ορίζοντα 100 ετών ως μία αντιπροσωπευτική μέσο-μακροπρόθεσμη εκτίμηση της συσσωρευτικής επίδρασης στην Κλιματική Αλλαγή.

Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της COP26 (26th UN Climate Change Conference of the Parties, Γλασκόβη, 31 Οκτωβρίου έως 12 Νοεμβρίου 2021) αποφασίστηκε ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα υπολογίζονται σύμφωνα με την αρχή διαφάνειας της Συμφωνίας του Παρισιού χρησιμοποιώντας τις τιμές GWP χρονικού ορίζοντα 100 ετών, αρχής γενομένης από το έτος 2023.

Οι τρέχουσες τιμές GWP παρουσιάζονται στον ακόλουθο **Πίνακα 3 σύμφωνα με το 6th Assessment Report (AR6 Synthesis Report 2021) του IPCC:**

Πίνακας 3: Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης*

	GWP	
CO₂	1	tn CO ₂ / tn CO ₂
CH₄	27,9	tn CO ₂ / tn CH ₄
N₂O	273	tn CO ₂ / tn N ₂ O

Υπογραμμίζεται ότι για τους εκάστοτε υπολογισμούς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι επικαιροποιημένες κάθε φορά τιμές GWP που παρέχονται από το IPCC.

2.1.2 Υπολογισμός εκπομπών ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα

Οι συνολικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου εκφράζονται σε μάζα ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO_{2e}). Η εν λόγω προσέγγιση ακολουθείται ώστε να εξασφαλίζεται μία κοινή βάση για την συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Προς αυτήν την κατεύθυνση, ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου εκφρασμένων σε CO_{2e}, γίνεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$ECO_{2e} = ECO_2 + (ECH_4 \times GWPCH_4) + (EN_2O \times GWPN_2O) \quad [2]$$

όπου:

ECO_{2e}: εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε ισοδύναμο CO₂, σε tn CO_{2e}

ECO₂: εκπομπές CO₂, σε tn

ECH₄: εκπομπές CH₄, σε tn

EN₂O: εκπομπές N₂O, σε tn

GWPCH₄: Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το CH₄, σε tn CO₂/ tn CH₄

GWPN₂O: Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το N₂O, σε tn CO₂/ tn N₂O

* **Πηγή:** IPCC (2021) *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 7SM: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity Supplementary Material, Table 7.SM.7, p.16*. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

Υπογραμμίζεται ότι στους υπολογισμούς που αναλύονται στις επόμενες ενότητες, όλοι οι συντελεστές που χρησιμοποιούνται, πρέπει να προέρχονται από το ίδιο έτος, αλλιώς θα πρέπει να γίνεται αναγωγή τους ώστε να αντιστοιχούν στο ίδιο έτος αναφοράς. Σημειώνεται επίσης ότι, οι τιμές των συντελεστών που λαμβάνονται από εκθέσεις θα πρέπει να επικαιροποιούνται κάθε φορά ανάλογα με το έτος αναφοράς των υπολογισμών.

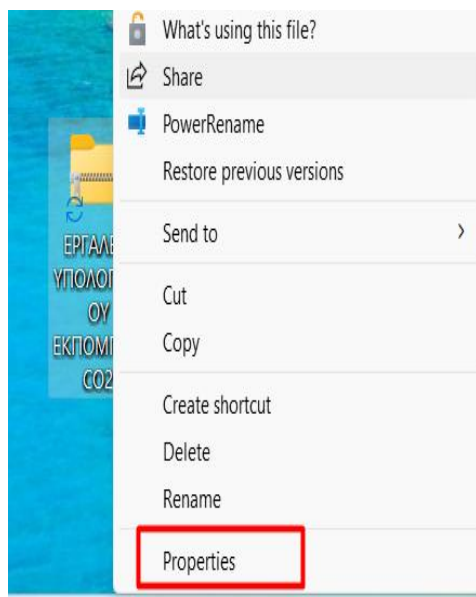
Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>
(Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

2.2 Οδηγίες Χρήσης πριν την χρήση του εργαλείου Υπολογισμού CO₂e

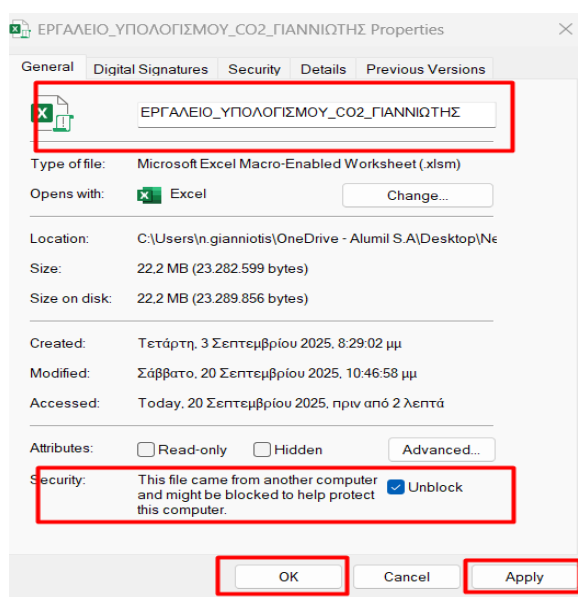
Σ' αυτό το σημείο είναι καλό να αναφέρουμε την διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης πριν χρησιμοποιήσει το εργαλείο αυτό στο excel, ώστε να είναι πλήρως λειτουργικό.

Αρχικά ο χρήστης θα λάβει ένα αρχείο σε μορφή zip. **Πρέπει να το κάνει αποσυμπίεση πρώτα απ' όλα.** Αφού τα κάνει αποσυμπίεση θα πρέπει να πάει στο αρχείο excel να **κάνει δεξί κλικ -> Show more options-> Properties (Εικόνα 4)** και μετά να επιλέξει την **επιλογή Unblock** και να πατήσει **Apply** και **OK** (όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 5**).

Εικόνα 4: Οδηγίες σωστής εγκατάστασης

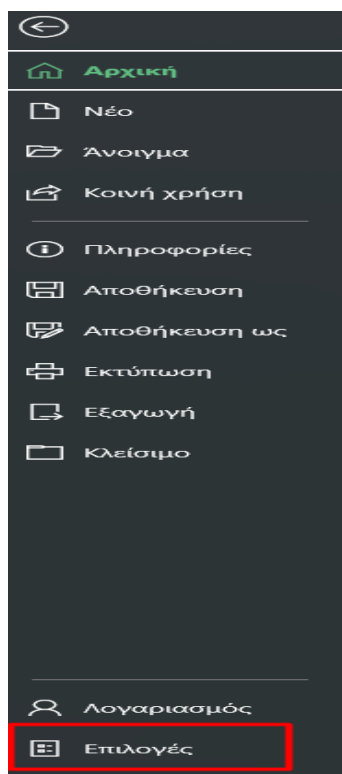


Εικόνα 5: Οδηγίες σωστής εγκατάστασης

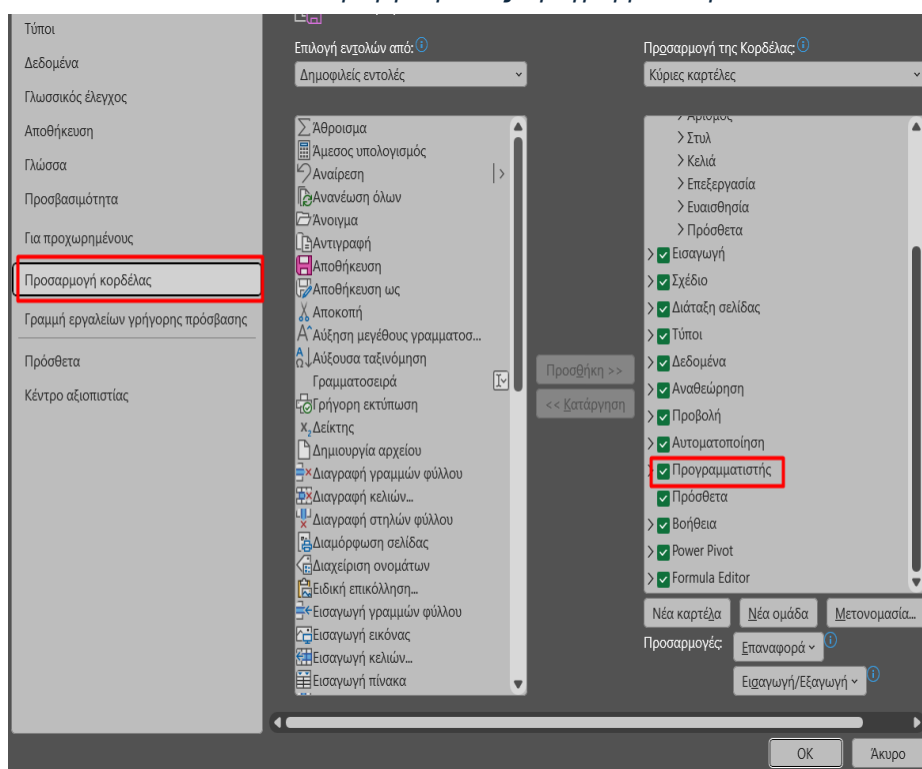


Στην συνέχεια, θα πρέπει ν ανοίξει το excel και από την επιλογή **Αρχείο** (πάνω αριστερά) θα βρεθεί στο **μενού της Εικόνας 6** και θα επιλέξει την επιλογή **Επιλογές**. Εν' συνεχεία θα βρεθεί στο **μενού της Εικόνας 7** όπου και θα προσθέσει **την καρτέλα Προγραμματιστής** στην **κεντρική του Κορδέλα**, θα εξηγήσουμε στην συνέχεια τι θα χρειαστεί να κάνει από εκεί.

Εικόνα 6: Εισαγωγή καρτέλας Προγραμματιστή

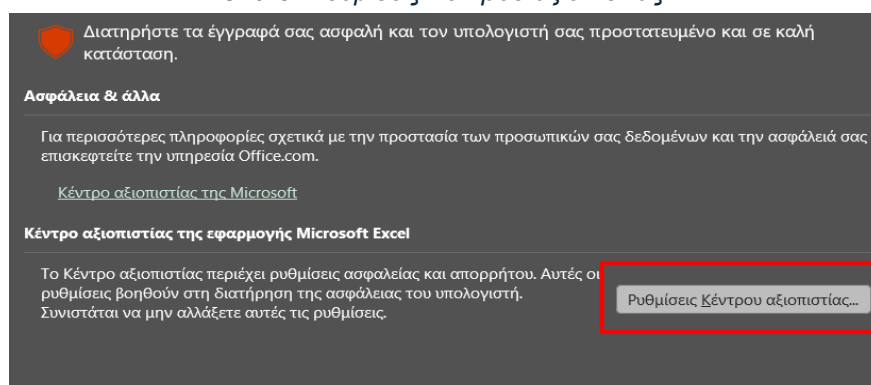


Εικόνα 7: Εισαγωγή καρτέλας Προγραμματιστή

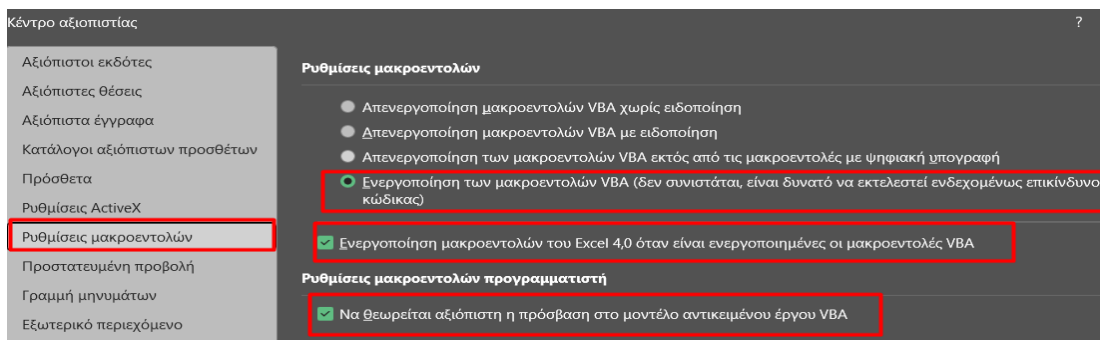


Στην συνέχεια από το **ίδιο μενού της Εικόνας 7** θα επιλέξει την επιλογή **Κέντρο αξιοπιστίας** και θα δει **την Εικόνα 8** όπου εκεί θα επιλέξει τις **Ρυθμίσεις Κέντρου αξιοπιστίας**. Μετά θα δει **την Εικόνα 9** όπου θα πρέπει να **επιλέξει αυτά που φαίνονται στην εικόνα και να πατήσει OK** ώστε να λειτουργούν οι μακροεντολές του αρχείου. Εφόσον γίνουν τα παραπάνω βήματα είμαστε έτοιμοι να δούμε την μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε κατηγορία αλλά και τον οδηγό χρήσης για κάθε ένα από τα φύλλα του excel μας.

Εικόνα 8: Ρυθμίσεις Κέντρου αξιοπιστίας



Εικόνα 9: Ενεργοποίηση Μακροεντολών στο Excel



Κεφάλαιο 3: ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΡΟΠΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ «ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂e» ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα κάνουμε ανάλυση τόσο των τύπων που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς, πως θα εισάγει δεδομένα ο χρήστης καθώς και πως θα επεξεργάζεται και θ' αναλύει τα δεδομένα του σε κάθε φύλλο κάθε κατηγορίας.



Σημαντική σημείωση για όλα τα φύλλα του excel: Ο χρήστης δεν πρέπει ν' αλλάξει θέση, ονόματα σε γραμμές ή στήλες, πίνακες και σε οτιδήποτε δεν αναφέρεται ως επεξεργάσιμο από τον χρήστη στον συγκεκριμένο οδηγό, καθώς αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα σε πολλές από τις μακροεντολές και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την μη λειτουργία των υπολογισμών του «εργαλείου».

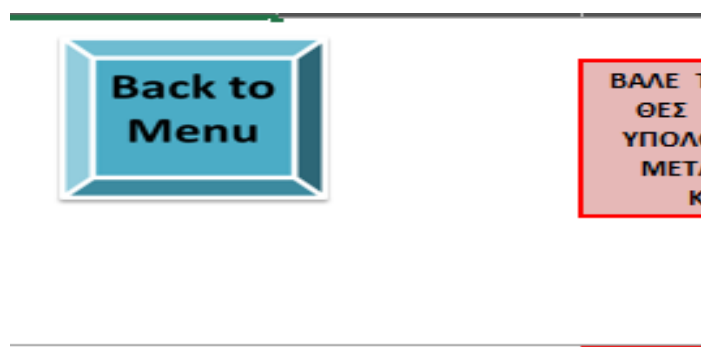
Πριν ξεκινήσουμε με τις μεθόδους που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό των εκπομπών λόγω χρήσης καυσίμων, να αναφερθούμε στο πρώτο φύλλο του excel, όπου εκεί θα βρούμε ένα **Menu** το οποίο αποτελείται από όλα τα φύλλα του excel και **πατώντας στον υπερ-σύνδεσμο της κάθε κατηγορίας** που θέλουμε μας μεταφέρει απευθείας στο αντίστοιχο φύλλο (βλέπε Εικόνα 10).

Εικόνα 10: Μενυ στο εργαλείο υπολογισμού εκπομπών CO₂e

Menu	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ CO2E	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΑ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝ. ΗΛΕΚΤ.ΕΝΕΡΓ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡ.ΨΥΚΤ. ΜΕΣΩΝ
ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΘ. ΣΤΕΡ.ΑΠΟΒΛΗΤ	ΕΠΕΞ.ΥΓΡΩΝ.ΒΙΟΑΠΟΔ.ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	ΕΣΤΡΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ SCORE 3	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	GHG-Protocol-Reporting-Template		

Ν' αναφέρουμε επίσης πως σε κάθε φύλλο του excel υπάρχει και ένα **κουμπί με όνομα Back to Menu** όπου μας **πηγαίνει στο αρχικό Menu**, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 11**.

Εικόνα 11: Κουμπί Back to Menu σε κάθε φύλλο του Excel για επιστροφή στο κεντρικό μενού



3.1 Υπολογισμός εκπομπών λόγω χρήσης καυσίμων

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η μεθοδολογία υπολογισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λόγω της χρήσης καυσίμων στις διάφορες δραστηριότητες ενός οργανισμού. Τα κύρια είδη καυσίμων και οι συνηθέστερες χρήσεις τους παρουσιάζονται στον ακόλουθο **Πίνακα 4**.

Πίνακας 4: Κυριότερα καύσιμα και χρήσεις τους σε έναν Οργανισμό*

Είδος καυσίμου	Κύριες χρήσεις
Πετρέλαιο ντίζελ	Θέρμανση χώρων Λειτουργία γεννητριών (H/Z) Κίνηση οχημάτων Κίνηση μηχανημάτων έργου
Βενζίνη	Κίνηση οχημάτων
Υγραέριο (υγροποιημένο βουτάνιο, προπάνιο ή μίγμα αυτών) [LPG - Liquefied Petroleum Gas]	Θέρμανση χώρων Κίνηση οχημάτων
Φυσικό αέριο	Θέρμανση χώρων Κίνηση οχημάτων
Ξυλώδης βιομάζα(pellets, καυσόξυλα)	Θέρμανση χώρων

Ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ από την χρήση κάθε καυσίμου, γίνεται βάσει της ακόλουθης γενικής εξίσωσης:

$$ECO_2_{\text{καύσιμο}} = C_{\text{καύσιμο}} \times NCV_{\text{καύσιμο}} \times EF_{\text{καύσιμο}} \times OX_{\text{καύσιμο}} \times d_{\text{καύσιμο}} \quad [3]$$

όπου:

καύσιμο: πετρέλαιο ντίζελ, βενζίνη, υγραέριο(LPG), φυσικό αέριο, ξυλώδης βιομάζα

ECO₂_{καύσιμο}: εκπομπές CO₂ από την χρήση του καυσίμου

C_{καύσιμο}: κατανάλωση καυσίμου εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος

NCV_{καύσιμο}: Καθαρή Θερμιδική Αξία του καυσίμου (Net Calorific Value)

* **Πηγή:** Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

EF_{καύσιμο}: συντελεστής εκπομπής (Emission Factor) CO₂

OX_{καύσιμο}: συντελεστής οξείδωσης άνθρακα (carbon oxidation factor) του καυσίμου

d_{καύσιμο}: πυκνότητα καυσίμου (σε όποια περίπτωση καυσίμου απαιτείται για τους υπολογισμούς)
Σημειώνεται ότι, η παραπάνω εξίσωση εφαρμόζεται και σε περιπτώσεις στατικής καύσης (stationary combustion) και σε περιπτώσεις καύσης σε οχήματα (mobile combustion).

Η εξίσωση [3] εξειδικεύεται ως ακολούθως ανά είδος καυσίμου:

Πετρέλαιο ντίζελ

$$ECO_{2_ντίζελ} = C_{ντίζελ} \times NCV_{ντίζελ} \times EF_{ντίζελ} \times OX_{ντίζελ} \times d_{ντίζελ} \times 10^{-6} \quad [3.1]$$

όπου:

ECO_{2_ντίζελ}: εκπομπές CO₂ από την χρήση ντίζελ ως καυσίμου, σε tn

C_{ντίζελ}: κατανάλωση ντίζελ εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε lt

NCV_{ντίζελ}: Καθαρή Θερμιδική Αξία του ντίζελ: 42,80 TJ/Ktn*

EF_{ντίζελ}: συντελεστής εκπομπής CO₂: 73,78 tn CO₂/TJ**

OX_{ντίζελ}: συντελεστής οξείδωσης άνθρακα του ντίζελ: 1***

d_{ντίζελ}: μέση πυκνότητα πετρελαίου ντίζελ στους 15°C: 0,8325 Kg/lt****

* **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

*** **Πηγή:** Προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 του Chapter 1 “Introduction”, Volume 2 “Energy”, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 4 Μαΐου 2025)

**** **Πηγή:** Υπολογισμένη βάσει της ελάχιστης και μέγιστης πυκνότητας που ορίζεται για το πετρέλαιο στην ΚΥΑ 355/2000/2001 (ΦΕΚ 410Β), Διαθέσιμο σε: <https://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia/ya-35520002001-fek-410b-1142001>, (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

Βενζίνη

$$ECO_2_{\text{βενζίνη}} = C_{\text{βενζίνη}} \times NCV_{\text{βενζίνη}} \times EF_{\text{βενζίνη}} \times OX_{\text{βενζίνη}} \times d_{\text{βενζίνη}} \times 10^{-6} \quad [3.2]$$

όπου:

$ECO_2_{\text{βενζίνη}}$: εκπομπές CO₂ από την χρήση βενζίνης ως καυσίμου, σε tn

$C_{\text{βενζίνη}}$: κατανάλωση βενζίνης εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε lt

$NCV_{\text{βενζίνη}}$: Καθαρή Θερμιδική Αξία της βενζίνης: 42,79 TJ/Ktn*

$EF_{\text{βενζίνη}}$: συντελεστής εκπομπής CO₂: 73,26 tn CO₂/TJ**

$OX_{\text{βενζίνη}}$: συντελεστής οξειδωσης άνθρακα της βενζίνης: 1***

$d_{\text{βενζίνη}}$: μέση πυκνότητα βενζίνης στους 15°C: 0,7475 Kg/lt****

Υγραέριο (LPG)

$$ECO_2_{\text{LPG}} = C_{\text{LPG}} \times NCV_{\text{LPG}} \times EF_{\text{LPG}} \times OX_{\text{LPG}} \times 10^{-6} \quad [3.3] \text{ (χρήση για θέρμανση και σε οχήματα)}$$

όπου:

ECO_2_{LPG} : εκπομπές CO₂ από την χρήση LPG ως καυσίμου, σε tn

C_{LPG} : κατανάλωση LPG εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε Kg

NCV_{LPG} : Καθαρή Θερμιδική Αξία του LPG: 47,30 TJ/Ktn*****

* **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

*** **Πηγή:** Προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 του Chapter 1 “Introduction”, Volume 2 “Energy”, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 4 Μαΐου 2025)

**** **Πηγή:** Υπολογισμένη θάσει της ελάχιστης και μέγιστης πυκνότητας που ορίζεται για την αμόλυβδη βενζίνη στην ΚΥΑ 354/2000/2001 (ΦΕΚ 410Β). Διαθέσιμο σε: <https://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia/ya-35520002001-fek-410b-1142001>, (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

***** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

EF_{LPG} : συντελεστής εκπομπής CO₂: 63,10 tn CO₂/TJ*

OX_{LPG} : συντελεστής οξείδωσης άνθρακα του LPG: 1**

Φυσικό αέριο

$ECO_{2_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{ΦΑ} \times OX_{ΦΑ} \times (1/277.777,80)$ [3.4] χρήση για θέρμανση

$ECO_{2_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{ΦΑ} \times OX_{ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times A\theta\Delta_{ΦΑ_mean} / d_{ΦΑ}$ [3.5] χρήση σε οχήματα (CNG)

όπου:

$ECO_{2_ΦΑ}$: εκπομπές CO₂ από την χρήση φυσικού αερίου ως καυσίμου, σε tn

$C_{ΦΑ}$: κατανάλωση φυσικού αερίου εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε kWh για χρήση για θέρμανση, σε Kg για χρήση σε οχήματα.

$EF_{ΦΑ}$: συντελεστής εκπομπής CO₂: 55,65 tn CO₂/TJ***

$OX_{ΦΑ}$: συντελεστής οξείδωσης άνθρακα του φυσικού αερίου: 1****

$A\theta\Delta_{ΦΑ_mean}$: Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη του φυσικού αερίου (μέση τιμή της ελάχιστης 11,131 kWh/Nm³ και της μέγιστης 12,647 kWh/Nm³): 11,889 kWh/Nm³*****

$d_{ΦΑ}$: μέση πυκνότητα φυσικού αερίου: 454 Kg/m³ (μέση τιμή της ελάχιστης 430Kg/m³ και της μέγιστης 478 Kg/m³)***** 1 TJ = 277.777,80 kWh

* **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

** **Πηγή:** Προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 του Chapter 1 “Introduction”, Volume 2 “Energy”, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 4 Μαΐου 2025)

*** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

**** **Πηγή:** Προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 του Chapter 1 “Introduction”, Volume 2 “Energy”, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 4 Μαΐου 2025)

***** **Πηγή:** ΔΕΣΦΑ Α.Ε. Διαθέσιμο σε: <https://www.desfa.gr/>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

***** **Πηγή:** ΔΕΣΦΑ Α.Ε. Διαθέσιμο σε: <https://www.desfa.gr/>, (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

Ξυλώδης βιομάζα

Με τον όρο “ξυλώδης βιομάζα” νοούνται τα στερεά καύσιμα, τα οποία προέρχονται από ξυλεία, εκ των οποίων τα επικρατέστερα για σκοπούς θέρμανσης εσωτερικών χώρων κτιρίων είναι τα pellets (προέλευση: πριονίδι) και τα καυσόξυλα (προέλευση: κοπή/ κλάδεμα δένδρων). Τα εν λόγω καύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υψηλής απόδοσης καυστήρες/σόμπες pellets ή σε συμβατικές ξυλόσομπες αντίστοιχα. Ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ που προκύπτουν από την καύση ξυλώδους βιομάζας, γίνεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης²:

$$ECO_{2_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times C_W \times (1-W_i) \times OX_{EM_i} \times 44/12\} \quad [3.6]$$

όπου:

ECO_{2_EM}: συνολικές εκπομπές CO₂ από την χρήση στερεών καυσίμων ξυλώδους βιομάζας, σε tn

C_{EM_i}: κατανάλωση ξυλώδους βιομάζας (i) εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn i: είδος ξυλώδους βιομάζας: pellets, καυσόξυλα

C_W: περιεκτικότητα σε άνθρακα της ξυλώδους βιομάζας: 0,475 tn C/ tn ξηρή βιομάζα [μέση τιμή για τα περισσότερα είδη ξύλου]

W_i: ποσοστό υγρασίας της ξυλώδους βιομάζας (i): 30% για τα καυσόξυλα³
5% για το pellet⁴

OX_{EM_i}: συντελεστής οξείδωσης άνθρακα της ξυλώδους βιομάζας (i): δίνεται η προεπιλεγμένη τιμή 1 για ξύλο και απόβλητα ξύλου. Προτείνεται η τιμή 1 να χρησιμοποιείται μόνο για τα pellets λόγω του ότι έχουν ομογενοποιημένη σύσταση και αποτελούνται από τεμάχια μικρών διαστάσεων (διάμετρος 6-8 mm, μήκος 25-40 mm), ενώ για τα καυσόξυλα να χρησιμοποιείται η τιμή 0,9 λόγω των μη σταθερών χαρακτηριστικών τους (όγκος, γεωμετρία, σύσταση τεμαχίων καυσόξυλων)*.

44/12: συντελεστής μετατροπής μάζας C σε μάζα CO₂

² Για το CO₂, το οποίο αποτελεί το κύριο αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται από την καύση της ξυλώδους βιομάζας, επιλέγεται να μην χρησιμοποιηθεί η μέθοδος υπολογισμού του IPCC (CO₂ emission factor x Net Calorific Value x carbon oxidation factor) διότι ο προεπιλεγμένος συντελεστής εκπομπής CO₂ (112.000 Kg CO₂/ TJ) δεν τεκμηριώνεται από την μέση σύσταση της ξυλώδους βιομάζας σε άνθρακα και η χρήση του οδηγεί σε υψηλότερα αποτελέσματα εκπομπών CO₂. **Πηγή:** IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006, Volume 2 “Energy”, Chapter 2 “Stationary combustion”, Table 2.4. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 4 Μαΐου 2025)

³ Μέση τιμή μεταξύ φρεσκοκομμένων ξύλων και εντελώς στεγνών ξύλων αποθηκευμένων σε ξηρό μέρος.

⁴ Τιμή δεδομένων αγοράς από τεχνικές προδιαγραφές προϊόντων αυτού του είδους.

* **Πηγή:** Στον πίνακα 1.4 του Chapter 1 “Introduction”, Volume 2 “Energy”, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 4 Μαΐου 2025)

3.1.1 Υπολογισμός εκπομπών CH₄ και N₂O

Ο υπολογισμός των εκπομπών CH₄ και N₂O από την χρήση κάθε καυσίμου, γίνεται βάσει των ακόλουθων αντίστοιχων γενικών εξισώσεων:

$$E_{CH_4_καύσιμο} = C_{καύσιμο} \times NCV_{καύσιμο} \times EF_{CH_4_καύσιμο} \times d_{καύσιμο} \quad [3.7]$$

$$E_{N_2O_καύσιμο} = C_{καύσιμο} \times NCV_{καύσιμο} \times EF_{N_2O_καύσιμο} \times d_{καύσιμο} \quad [3.8]$$

όπου:

καύσιμο: πετρέλαιο ντίζελ, βενζίνη, υγραέριο (LPG), φυσικό αέριο, ξυλώδης βιομάζα

$E_{CH_4_καύσιμο}$: εκπομπές CH₄ από την χρήση του καυσίμου

$E_{N_2O_καύσιμο}$: εκπομπές N₂O από την χρήση του καυσίμου

$C_{καύσιμο}$: κατανάλωση καυσίμου εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος

$NCV_{καύσιμο}$: Καθαρή Θερμιδική Αξία του καυσίμου (Net Calorific Value)

$NCV_{καύσιμο}$: συντελεστής εκπομπής (Emission Factor) CH₄

$EF_{N_2O_καύσιμο}$: συντελεστής εκπομπής (Emission Factor) N₂O

$d_{καύσιμο}$: πυκνότητα καυσίμου (σε όποια περίπτωση καυσίμου απαιτείται για τους υπολογισμούς)

Σημειώνεται ότι, οι παραπάνω εξισώσεις εφαρμόζονται και σε περιπτώσεις στατικής καύσης (stationary combustion) και σε περιπτώσεις καύσης σε οχήματα (mobile combustion).

Οι εξισώσεις [3.7] και [3.8] εξειδικεύονται ως ακολούθως ανά είδος καυσίμου:

Πετρέλαιο ντίζελ

$$E_{CH4_ντίζελ} = C_{ντίζελ} \times NCV_{ντίζελ} \times EF_{CH4_ντίζελ} \times d_{ντίζελ} \times 10^{-9} \quad [3.9]$$

$$E_{N2O_ντίζελ} = C_{ντίζελ} \times NCV_{ντίζελ} \times EF_{N2O_ντίζελ} \times d_{ντίζελ} \times 10^{-9} \quad [3.10]$$

όπου:

$E_{CH4_ντίζελ}$: εκπομπές CH₄ από την χρήση ντίζελ ως καυσίμου, σε tn

$E_{N2O_ντίζελ}$: εκπομπές N₂O από την χρήση ντίζελ ως καυσίμου, σε tn

$C_{ντίζελ}$: κατανάλωση ντίζελ εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε lt

$NCV_{ντίζελ}$: Καθαρή Θερμιδική Αξία του ντίζελ: 42,80 TJ/Ktn*

$EF_{CH4_ντίζελ}$: συντελεστής εκπομπής CH₄: 3,01 Kg CH₄/TJ**

$EF_{N2O_ντίζελ}$: συντελεστής εκπομπής N₂O: 2,07 Kg N₂O/TJ***

$d_{ντίζελ}$: μέση πυκνότητα πετρελαίου ντίζελ στους 15°C: 0,8325 Kg/lt υπολογισμένη βάσει της ελάχιστης και μέγιστης πυκνότητας που ορίζεται για το πετρέλαιο στην ΚΥΑ 355/2000/2001 (ΦΕΚ 410B)****.

Βενζίνη

$$E_{CH4_βενζίνη} = C_{βενζίνη} \times NCV_{βενζίνη} \times EF_{CH4_βενζίνη} \times d_{βενζίνη} \times 10^{-9} \quad [3.11]$$

$$E_{N2O_βενζίνη} = C_{βενζίνη} \times NCV_{βενζίνη} \times EF_{N2O_βενζίνη} \times d_{βενζίνη} \times 10^{-9} \quad [3.12]$$

* **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 7 Μαΐου 2025)

** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 7 Μαΐου 2025)

*** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 7 Μαΐου 2025)

**** **Πηγή:** Διαθέσιμο σε: <https://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia/ya-35520002001-fek-410b-1142001>, (Τελευταία Πρόσβαση 7 Μαΐου 2025)

όπου:

$E_{CH_4_βενζίνη}$: εκπομπές CH_4 από την χρήση βενζίνης ως καυσίμου, σε tn

$E_{N_2O_βενζίνη}$: εκπομπές N_2O από την χρήση βενζίνης ως καυσίμου, σε tn

$C_{βενζίνη}$: κατανάλωση βενζίνης εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε lt

$NCV_{βενζίνη}$: Καθαρή Θερμιδική Αξία της βενζίνης: 42,79 TJ/Ktn*

$EF_{CH_4_βενζίνη}$: συντελεστής εκπομπής CH_4 : 18,38 Kg CH_4 /TJ**

$EF_{N_2O_βενζίνη}$: συντελεστής εκπομπής N_2O : 1,56 Kg N_2O /TJ***

$d_{βενζίνη}$: μέση πυκνότητα βενζίνης στους 15°C: 0,7475 Kg/lt υπολογισμένη βάσει της ελάχιστης και μέγιστης πυκνότητας που ορίζεται για την αμόλυβδη βενζίνη στην ΚΥΑ 354/2000/2001 (ΦΕΚ 410B)****.

Υγραέριο (LPG)

$E_{CH_4_LPG} = C_{LPG} \times NCV_{LPG} \times EF_{CH_4_LPG} \times 10^{-9}$ [3.13] χρήση για θέρμανση και σε οχήματα

$E_{N_2O_LPG} = C_{LPG} \times NCV_{LPG} \times EF_{N_2O_LPG} \times 10^{-9}$ [3.14] χρήση για θέρμανση και σε οχήματα

όπου:

$E_{CH_4_LPG}$: εκπομπές CH_4 από την χρήση LPG ως καυσίμου, σε tn

$E_{N_2O_LPG}$: εκπομπές N_2O από την χρήση LPG ως καυσίμου, σε tn

C_{LPG} : κατανάλωση LPG εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε Kg

NCV_{LPG} : Καθαρή Θερμιδική Αξία του LPG: 47,30 TJ/Ktn*****

* **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

*** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

**** **Πηγή:** Διαθέσιμο σε: <https://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia/ya-35520002001-fek-410b-1142001>, (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

***** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

$EF_{CH_4_LPG}$: συντελεστής εκπομπής CH_4 : 8,53 Kg CH_4 /TJ*

$EF_{N_2O_LPG}$: συντελεστής εκπομπής N_2O : 1,64 Kg N_2O /TJ**

Φυσικό αέριο

$E_{CH_4_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{CH_4_ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times 10^{-3}$ [3.15] χρήση για θέρμανση

$E_{CH_4_ΦΑ} = (C_{ΦΑ} \times EF_{CH_4_ΦΑ} \times A\Theta\Delta_{ΦΑ_mean} \times 10^{-3}) / (d_{ΦΑ} \times 277.777,80)$ [3.16] χρήση σε οχήματα (CNG)

$E_{N_2O_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{N_2O_ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times 10^{-3}$ [3.17] χρήση για θέρμανση

$E_{N_2O_ΦΑ} = (C_{ΦΑ} \times EF_{N_2O_ΦΑ} \times A\Theta\Delta_{ΦΑ_mean} \times 10^{-3}) / (d_{ΦΑ} \times 277.777,80)$ [3.18] χρήση σε οχήματα (CNG)

όπου:

$E_{CH_4_ΦΑ}$: εκπομπές CH_4 από την χρήση φυσικού αερίου ως καυσίμου, σε tn

$E_{N_2O_ΦΑ}$: εκπομπές N_2O από την χρήση φυσικού αερίου ως καυσίμου, σε tn

$C_{ΦΑ}$: κατανάλωση φυσικού αερίου εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε kWh για χρήση για θέρμανση και σε Kg για χρήση σε οχήματα.

$EF_{CH_4_ΦΑ}$: συντελεστής εκπομπής CH_4 :

- χρήση για θέρμανση: 5 Kg CH_4 /TJ***
- χρήση σε οχήματα: 102,22 Kg CH_4 /TJ****

* **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422> (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422> (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

*** **Πηγή:** IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 "Energy", Chapter 2 "Stationary Combustion", Table 2.4. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html> , (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

**** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422> (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

$EF_{N_2O_ΦΑ}$: συντελεστής εκπομπής N_2O :

- χρήση για θέρμανση: 0,1 Kg N_2O /TJ*
- χρήση σε οχήματα: 3,33 Kg N_2O /TJ**

$AΘΔ_{ΦΑ_mean}$: Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη του φυσικού αερίου (μέση τιμή της ελάχιστης 11,131 kWh/Nm³ και της μέγιστης 12,647 kWh/Nm³): 11,889 kWh/Nm³***

$d_{ΦΑ}$: μέση πυκνότητα φυσικού αερίου: 454 Kg/m³ (μέση τιμή της ελάχιστης 430Kg/m³ και της μέγιστης 478 Kg/m³)**** 1 TJ = 277.777,80 kWh

Ξυλώδης βιομάζα

$$E_{CH_4_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times NCV_{EM} \times EF_{CH_4_EM} \times 10^{-3}\} \quad [3.19]$$

$$E_{N_2O_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times NCV_{EM} \times EF_{N_2O_EM} \times 10^{-3}\} \quad [3.20]$$

όπου:

$E_{CH_4_EM}$: συνολικές εκπομπές CH_4 από την χρήση στερεών καυσίμων ξυλώδους βιομάζας, σε tn

$E_{N_2O_EM}$: συνολικές εκπομπές N_2O από την χρήση στερεών καυσίμων ξυλώδους βιομάζας, σε tn

C_{EM_i} : κατανάλωση ξυλώδους βιομάζας (i) εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn i: είδος ξυλώδους βιομάζας: pellets, καυσόξυλα

NCV_{EM} : Καθαρή Θερμιδική Αξία της ξυλώδους βιομάζας: 0,0156 TJ/tn (μέση τιμή για διάφορα είδη ξύλου)****.

* **Πηγή:** IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 “Energy”, Chapter 2 “Stationary Combustion”, Table 2.4. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html> ,(Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

** **Πηγή:** National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422> ,(Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

*** **Πηγή:** ΔΕΣΦΑ Α.Ε. Διαθέσιμο σε: <https://www.desfa.gr/> , (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

**** **Πηγή:** ΔΕΣΦΑ Α.Ε. Διαθέσιμο σε: <https://www.desfa.gr/> , (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

***** **Πηγή:** IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 “Energy”, Chapter 1 “Introduction”, Table 1.2. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html> ,(Τελευταία Πρόσβαση 10 Μαΐου 2025)

$EF_{CH_4_EM}$: συντελεστής εκπομπής CH_4 : $300 \text{ Kg } CH_4/TJ^*$

$EF_{N_2O_EM}$: συντελεστής εκπομπής N_2O : $4 \text{ Kg } N_2O/TJ^*$

Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινιστεί, ότι και στην περίπτωση των εκπομπών CH_4 και N_2O από την καύση ξυλώδους βιομάζας ισχύουν τα αναφερόμενα στην υποσημείωση 3 της αντίστοιχης ενότητας υπολογισμού των εκπομπών CO_2 , επιλέγεται όμως παρόλα αυτά η χρήση της μεθοδολογίας του IPCC λόγω του ότι οι τιμές των εκπομπών CH_4 και N_2O είναι ιδιαίτερα χαμηλές με αποτέλεσμα η όποια απόκλιση στους υπολογισμούς να θεωρείται αμελητέα.

Για όλα τα παραπάνω πρέπει να γίνει ο **Υπολογισμός ισοδύναμου CO_2** , Ο υπολογισμός των ισοδύναμων εκπομπών CO_2 **γίνεται βάσει της εξίσωσης [2]** χρησιμοποιώντας τις **τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης του Πίνακα 3** (ή τις αντίστοιχες επικαιροποιημένες τιμές από το IPCC).

Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

* **Πηγή:** IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 "Energy", Chapter 2 "Stationary Combustion", Table 2.4. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

3.2 Ανάλυση τρόπου χρήσης των φύλλων του Excel για τις εκπομπές λόγω χρήσης καυσίμων

Σ' αυτό το σημείο θα αναλύσουμε τον τρόπο που θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης τα φύλλα του excel για τις εκπομπές λόγω χρήσης καυσίμων, θα παρουσιάσουμε αναλυτικά τι περιλαμβάνουν τα φύλλα, που θα καταχωρεί τιμές ο χρήστης καθώς και πως θα παίρνει τα αποτελέσματα που χρειάζεται.

Ο χρήστης έχει τα φύλλα με ονόματα **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ**, **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ** και **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΑ**. Ας τα δούμε το καθένα ξεχωριστά ώστε να υπάρχει μια ολοκληρωμένη εικόνα προς τον χρήστη.

3.2.1 Φύλλο ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Στο συγκεκριμένο φύλλο ο χρήστης θα δει την παρακάτω εικόνα (**Εικόνα 12**) :

Εικόνα 12: Πίνακες που θα δει ο χρήστης στο φύλλο ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Back to Menu

ΒΑΛΕ ΤΟ ΕΤΟΣ ΠΟΥ ΘΕΣ ΝΑ ΠΙΝΟΥΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΠΑΤΑ ΤΟ ΚΟΥΜΠΙ

2024

!

Για τα καύσιμα Ξυλώδης βιομάζα(pellets) και Ξυλώδης βιομάζα(καυσόξυλα), η Καθαρή Θερμική Αξία (NCV) μετράτε σε TJ/tn και όχι σε TJ/Ktn όπου αναφέρεται στην ονομασία της στήλης του πίνακα

Ετος Υπολογισμού	Είδος Καυσίμου	Καθαρή Θερμική Αξία (NCV) σε TJ/Ktn	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ (EF) σε tn CO ₂ /TJ	Συντελεστής εκπομπής CH ₄ (EF) σε Kg CH ₄ /TJ	Συντελεστής εκπομπής N ₂ O (EF) σε Kg N ₂ O/TJ
2024	Ξυλώδης βιομάζα(pellets)	0,0156	-	300	4

ΑΜΕΣΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΚΑΥΣΕΙΣ ΣΕ ΑΚΙΝΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ					
Ετος Υπολογισμού	Είδος Καυσίμου	Καθαρή Θερμική Αξία (NCV) σε TJ/Ktn	ΠΗΓΗ NCV	ΕΚΔΟΣΗ NCV	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ (EF) σε tn CO ₂ /TJ
2024	Ξυλώδης βιομάζα(pellets)	0,0156	-	-	-
2024	Ξυλώδης βιομάζα(καυσόξυλα)	0,0156	-	-	-
2024	Υγραέριο (LPG)	47,3	National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13	2010	63,1

Όπου βλέπουμε το κουμπί επιστροφής στο αρχικό menu πάνω αριστερά, μια dropdown λίστα δίπλα όπου ο χρήστης θα επιλέξει το Έτος που θέλει να γίνουν οι υπολογισμοί, ακόμη βλέπουμε ένα κουμπί δεξιά της λίστας με το έτος, όπου ενεργοποιεί τις μακροεντολές του φύλλου καθώς και δύο πίνακες.

Να τονίσουμε εδώ ότι σε όλα τα φύλλα οι στήλες με κόκκινο χρώμα δηλώνουν ότι ο χρήστης πρέπει να βάλει τιμές και οι στήλες με κίτρινο χρώμα δηλώνουν ότι πρέπει να γίνει έλεγχος (στην ανάλογη βιβλιογραφία που θα δοθεί στο παρόν έγγραφο) αν έχουν αλλάξει οι τιμές και μετά να μπουν οι ενημερωμένες τιμές στην αντίστοιχη στήλη και Έτος του εκάστοτε πίνακα. Στον πίνακα αριστερά που βλέπουμε στην Εικόνα 12 ο χρήστης πρέπει να τσεκάρει τις τιμές για τις στήλες με κίτρινο χρώμα για το έτος που επιθυμεί μέσω των επίσημων πηγών που θα δοθούν στο παρόν έγγραφο.

Για την στήλη με όνομα Καθαρή Θερμιδική Αξία (NCV) σε TJ/Ktn η πηγή που θα λάβει υπόψιν του ο χρήστης είναι η *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**.

Οι τιμές που υπάρχουν στον πίνακα της πηγής είναι σε μονάδες μέτρησης TJ/Gg, θα πρέπει να γίνει μετατροπή σε TJ/tn για τα καύσιμα Ξυλώδης βιομάζα(pellets) και Ξυλώδης βιομάζα(καυσόξυλα) ($1 \text{ TJ/Gg} = 1 \text{ TJ}/1000 \text{ tn} = 0.001 \text{ TJ/tn}$). Η μετατροπή αυτή έχει γίνει για τα προηγούμενα έτη και αν δεν αλλάξει κάτι ο χρήστης μπορεί να τα πάρει όπως είναι και για τα επόμενα, αν αλλάξει όμως κάτι θα πρέπει να κάνει την μετατροπή όπως προαναφέραμε πριν τα περάσει στο φύλλο **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ**.

Για τις στήλες με όνομα Συντελεστής εκπομπής CO₂ (EF) σε tn CO₂/TJ, Συντελεστής εκπομπής CH₄ (EF) σε Kg CH₄/TJ, Συντελεστής εκπομπής N₂O (EF) σε Kg N₂O/TJ ο χρήστης θα πρέπει για κάθε καύσιμο να ελέγχει την τιμή των παραπάνω συντελεστών με βάση την πηγή που έχει δοθεί στην ανάλυση των τύπων για κάθε καύσιμο (κάτι που έχει γίνει παραπάνω). Εφόσον ο χρήστης σιγουρευτεί ότι έχει τα σωστά δεδομένα για το έτος υπολογισμού που τον ενδιαφέρει, θα γράψει τα νούμερα στις αντίστοιχες θέσεις στον πίνακα αριστερά, της Εικόνας 12.

Εν' συνεχεία, από την dropdown λίστα δίπλα από το κουμπί θα επιλέξει το έτος που θέλει και θα πατήσει το κουμπί **(βλέπε Εικόνα 13)**, ο πίνακας δεξιά (ΑΜΕΣΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠ'Ο ΚΑΥΣΕΙΣ ΣΕ ΑΚΙΝΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ) θα ενημερωθεί αυτόματα με τις τιμές και το έτος που έχει επιλέξει ο χρήστης καθώς και οι πίνακες του φύλλου ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΑ.

* *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 "Energy", Chapter 1 "Introduction", Table 1.2. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html?utm>*⁵, (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

Εικόνα 13: Δείχνει την dropdown λίστα που θα επιλέξει το έτος που θέλει ο χρήστης

ΒΑΛΕ ΤΟ ΕΤΟΣ ΠΟΥ ΘΕΣ ΝΑ ΠΙΝΟΥΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΠΑΤΑ ΤΟ ΚΟΥΜΠΙ

2024

2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031

Καθαρή Θερμидική Αξία (NCV) σε TJ/Ktn όπου αναφ

Καθαρή Θερμидική Αξία (NCV) σε TJ/Ktn

Συντελεστής εκπομπής CH₄ (EF) σε Kg CH₄/TJ

Συντελεστής εκπομπής N₂O (EF) σε Kg N₂O/TJ

ΑΜΕΣΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΌ ΚΑΥΣΕΙΣ ΣΕ ΑΚΙΝΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ

Έτος Υπολογισμού	Είδος Καυσίμου	Καθαρή Θερμидική Αξία (NCV) σε TJ/Ktn
2024	Ξυλώδης βιομάζα(pellets)	0,0156
2024	Ξυλώδης βιομάζα(καυσόξυλα)	0,0156

Στον πίνακα ΑΜΕΣΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΌ ΚΑΥΣΕΙΣ ΣΕ ΑΚΙΝΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει την πηγή από την dropdown λίστα⁶ που υπάρχει καθώς και να γράψει το έτος έκδοσης αν το επιθυμεί. Μπορείτε ενδεικτικά να τα δείτε στην **Εικόνα 14**.

Εικόνα 14: Δείχνει τις πηγές που έχει ήδη καταχωρημένες η dropdown λίστα

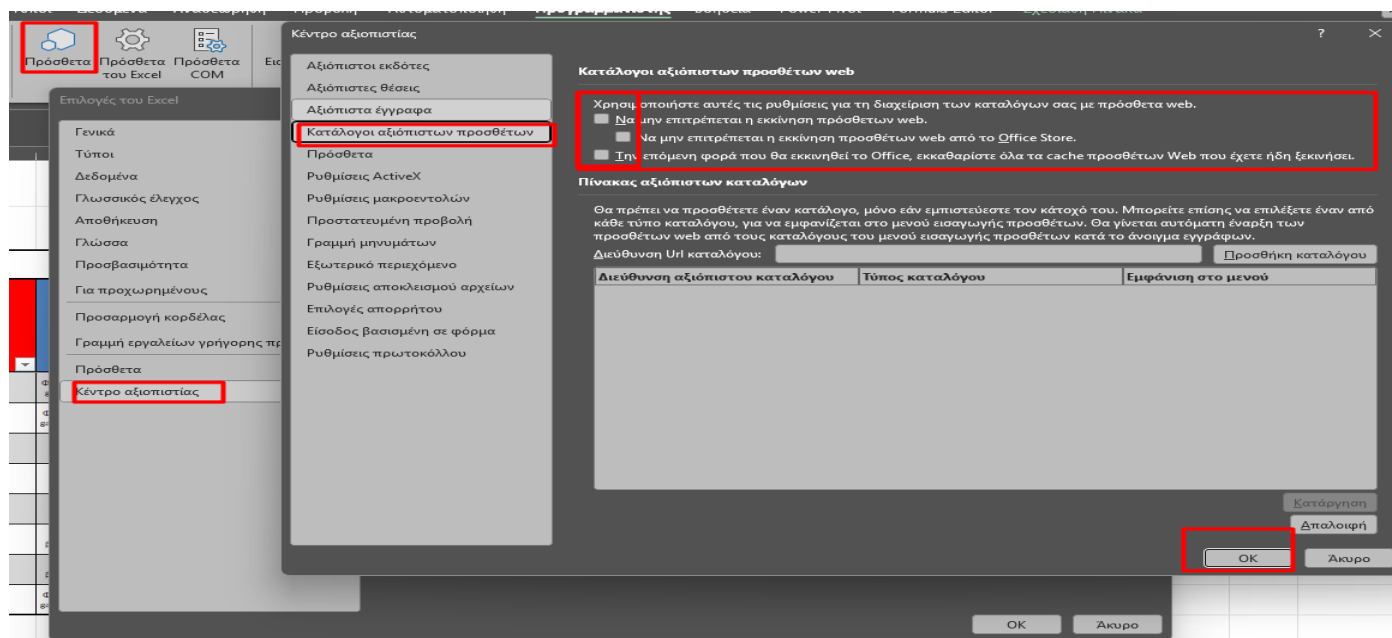
ΑΜΕΣΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΌ ΚΑΥΣΕΙΣ ΣΕ ΑΚΙΝΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ					
Έτος Υπολογισμού	Είδος Καυσίμου	Καθαρή Θερμидική Αξία (NCV) σε TJ/Ktn	ΠΗΓΗ NCV	ΕΚΔΟΣΗ NCV	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ (EF) σε tn CO ₂ /TJ
2019	Ξυλώδης βιομάζα(pellets)	0,0156	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories	2019	-
2019	Ξυλώδης βιομάζα(καυσόξυλα)	0,0156	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories	2019	-
2019	Υγραέριο (LPG)	47,3	ΔΕΣΦΑ Α.Ε Εγγραφο ΥΠΕΝ Εθνική Έκθεση Απογραφών (NIR) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Κανονισμός (ΕΕ) 2066/2018 Εργαστηριακές Αναλύσεις Άλλο -		
2019	Πετρέλαιο (Diesel)	42,8			

⁶ Η dropdown λίστα του πίνακα περιλαμβάνει τις πηγές με βάση τις τελευταίες δημοσιεύσεις. Αν κάποια τιμή παρθεί από άλλη πηγή πέρα από αυτές που υπάρχουν στην λίστα μπορεί ο χρήστης να επιλέξει την επιλογή Άλλο ή να προσθέσει στην λίστα εγγραφή. Παραθέτω ένα λινκ με το πως μπορεί να γίνει αυτό. Διαθέσιμο σε: https://www.youtube.com/watch?v=YbC32yajDKQ&ab_channel=%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%BB%CE%B7%CF%82%CE%A4%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CF%85%CE%BB%CF%84%CF%83%CE%AF%CE%B4%CE%B7%CF%82%28LearnSoft%29 (Τελευταία Πρόσβαση 15 Ιουνίου 2025)

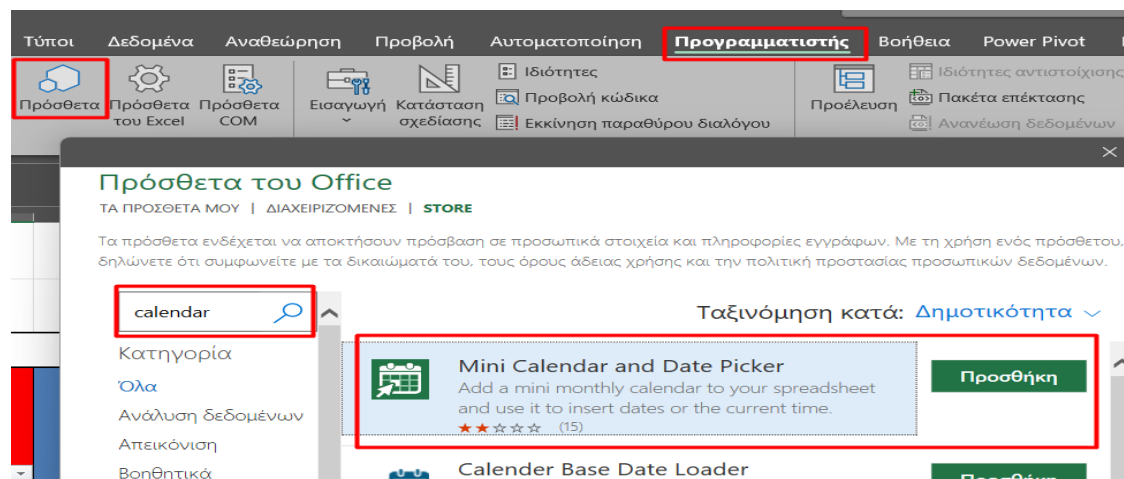
3.2.2 Φύλλο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Στο φύλλο **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ** ο χρήστης εισάγει τα δεδομένα των καταναλώσεων του για το κάθε καύσιμο. Στο σημείο αυτό θα κάνουμε μια μικρή παρένθεση να εξηγήσουμε πως να ενεργοποιήσει το **Calendar** ο χρήστης ώστε να **μπορεί να επιλέξει ημερομηνία στη στήλη Ημερομηνία**. Ο χρήστης έχει ενεργοποιήσει ήδη την **καρτέλα Προγραμματιστής (Εικόνα 16)**. Εκεί θα βρει την επιλογή **Πρόσθετα** (βλέπε **Εικόνα 15 αν δεν σ αφήνει να το επιλέξεις, πως θα κάνεις ορατή την επιλογή Πρόσθετα**) θα την επιλέξει και θ' ανοίξει το παράθυρο της **Εικόνας 16**. Εκεί θα **αναζητήσει το calendar** και θα του βγάλει τις επιλογές που βλέπουμε στην εικόνα και θα πρέπει να επιλέξει το **Mini Calendar and Date Picker**.

Εικόνα 15: Δείχνει τι θα πρέπει να επιλέξει ο χρήστης ώστε να λειτουργούν τα Πρόσθετα

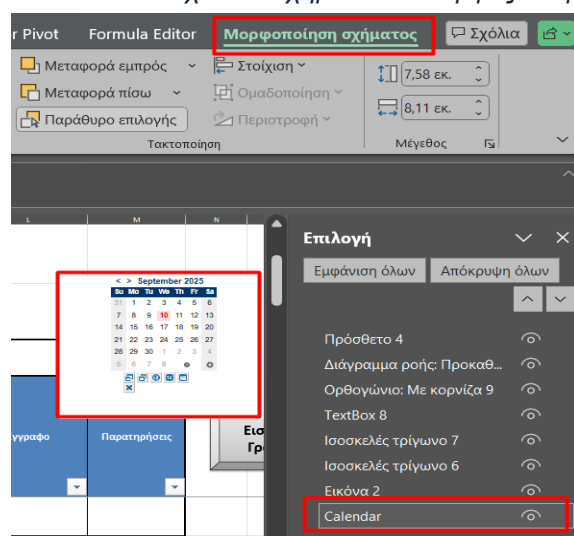


Εικόνα 16: Δείχνει πως θα προσθέσει το πρόσθετο Mini Calendar



Μόλις πατήσει Προσθήκη θα εμφανισθεί το σχήμα της **Εικόνας 17**. Θα πρέπει να επιλέξει από την κορδέλα **Μορφοποίηση Σχήματος και μετά Παράθυρο επιλογής** και να δώσει τ' όνομα **Calendar** στο σχήμα (αν δεν υπάρχει ήδη) όπως ακριβώς φαίνεται στην εικόνα ώστε να λειτουργήσουν σωστά οι μακροεντολές. Μετά μπορεί να σβήσει το σχήμα, θα λειτουργεί κανονικά στην **στήλη Ημερομηνία (Εικόνα 18)** πλέον.

Εικόνα 17: Δείχνει το σχήμα και το ακριβές όνομα



Εικόνα 18: Πως θα φαίνεται στον Πίνακα

Ημερομηνία	Καύσιμο	Ποσότητα
07/10/2024	Φυσικό αέριο (Natural gas) (ΓΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ)	
18/03/2025	Υγραέριο (LPG)	
16/10/2024		
11/03/2025		
26/03/2025		
09/03/2025		

Αφού το κάνει την πρώτη φορά που θα χρησιμοποιήσει το εργαλείο ο χρήστης μετά δεν θα ξαναχρειαστεί. Στο σημείο αυτό ας δούμε αναλυτικά τι πρέπει να κάνει ο χρήστης αλλά και τι δυνατότητες του δίνει ο πίνακας του συγκεκριμένου φύλλου (**Εικόνα 19**).

Αρχικά, ν' αναφέρουμε ότι τα **κουμπιά UP και DOWN** πηγαίνουν στην πρώτη και τελευταία εγγραφή του πίνακα αντίστοιχα. Το κουμπί **Εισαγωγή Γραμμής** εισάγει γραμμή στο τέλος του πίνακα.



Το σημαντικότερο απ' όλα είναι το **κουμπί ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ** όπου ο χρήστης θα το πατήσει **εφόσον έχει περάσει τα δεδομένα του όλα** και **αφού φιλτράρει από την στήλη ΕΤΟΣ το έτος που θέλει να γίνουν οι υπολογισμοί**. Το **φιλτράρισμα του έτους πριν το πάτημα του κουμπιού είναι πολύ σημαντικό για να υπολογισθούν σωστά οι εκπομπές CO₂**.

Εικόνα 19: Κύριος πίνακας φύλλου ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Back to Menu

Στήλες με κίτρινο χρώμα δηλώνουν ότι πρέπει να γίνει έλεγχος αν έχουν αλλάξει οι τιμές και μετά να μπουν οι ενημερωμένες τιμές στην αντίστοιχη στήλη και Έτος

Στήλες με κόκκινο χρώμα δηλώνουν ότι ο χρήστης πρέπει να βάλει τιμές

UP

DOWN

ΕΤΟΣ

Ημερομηνία

Καύσιμο

Ποσότητα

Μονάδα μέτρησης

Πηγή/Εξοπλισμός

Αριθμός Πινακίδας

Όνομα σταθερής πηγής

Υπερ-σύνδεση για έγγραφα

Έγγραφο

Παρατηρήσεις

Εισαγωγή Γραμμής

ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΕΤΟΣ	Ημερομηνία	Καύσιμο	Ποσότητα	Μονάδα μέτρησης	Πηγή/Εξοπλισμός	Αριθμός Πινακίδας	Όνομα σταθερής πηγής	Υπερ-σύνδεση για έγγραφα	Έγγραφο	Παρατηρήσεις
2025	11/03/2025	Ξυλώδης βιομάζα(pellets)	8521	tn	Όχημα		-			
2025	26/03/2025	Πετρέλαιο (Diesel)	500	lt	Σταθερή Πηγή	-				
2025	09/03/2025	Πετρέλαιο (Diesel)	300	lt	Σταθερή Πηγή	-		Αναγνώριση Εντύπου	υπολογισμός καταναλώσεως καυσίμων jre	

Όπως αναφέραμε πριν, στην **στήλη Ημερομηνία** θα επιλεγεί έτος, μήνα και ημέρα από το **Calendar**. Η **στήλη ΕΤΟΣ** ενημερώνεται αυτόματα ανάλογα με το τι έχει επιλέξει ο χρήστης στην στήλη Ημερομηνία. Στην συνέχεια στην **στήλη Καύσιμο** θα βρει σε μια dropdown λίστα **όλα τα διαθέσιμα καύσιμα** και θα μπορεί να επιλέξει από εκεί αυτό που θέλει.

Προσοχή!! Η μονάδες μέτρησης συμπληρώνονται αυτόματα με **βάση το καύσιμο που επέλεξε ο χρήστης** και πρέπει να δώσει μεγάλη **προσοχή** διότι με βάση την **μονάδα μέτρησης που μπήκε αυτόματα** θα πρέπει να βάλει και την ποσότητα που έχει καταναλώσει στην **στήλη Ποσότητα**.*.

Οι επόμενες στήλες του πίνακα είναι προαιρετικές και δημιουργήθηκαν ώστε να δίνουν μια βοήθεια στον χρήστη να μην μπερδευτεί με τον πιθανό μεγάλο όγκο δεδομένων που θα έχει μέσα στο έτος. Η **στήλη Πηγή/Εξοπλισμός** δίνει την επιλογή να επιλέξει ο χρήστης ανάμεσα στις επιλογές **Όχημα και Σταθερή Πηγή**.

* Παραθέτω ένα λινκ το οποίο θα βοηθήσει σε πιθανές μετατροπές μονάδων στην επιθυμητή μονάδα μέτρησης που ζητάει ο Πίνακας. Διαθέσιμο σε:
<https://convertlive.com/el/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%AE> ,
 (Τελευταία Πρόσβαση 5 Σεπτεμβρίου 2025)

[49]

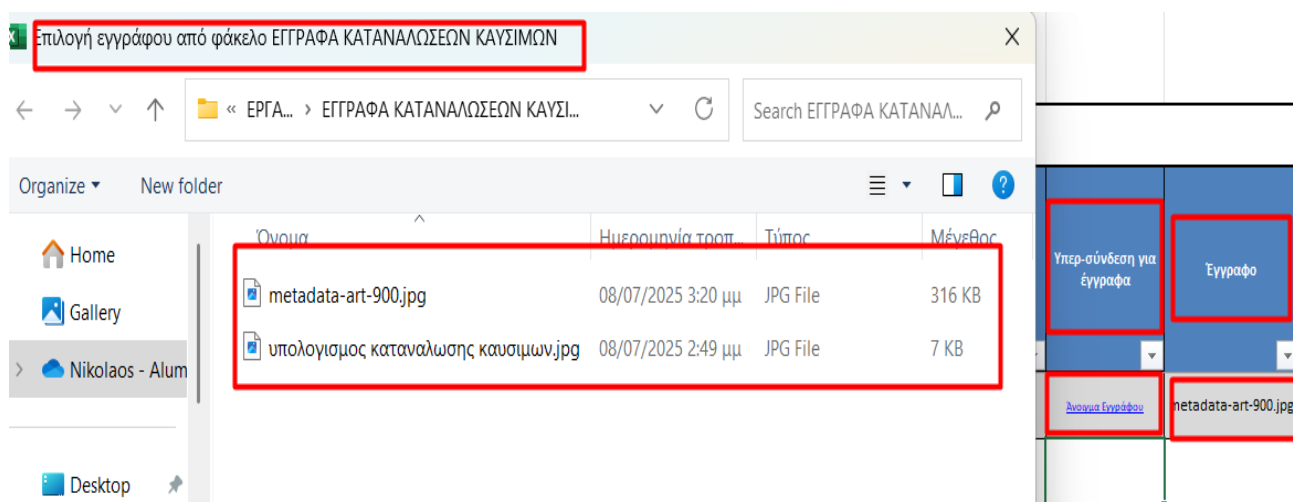
Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
 05/09/2026 17:24:18 EEST - 216.73.216.250

Μόλις το κάνει θα μπει αυτόματα μια παύλα στις επόμενες δυο στήλες Αριθμός Πινακίδας και Όνομα σταθερής πηγής ανάλογα με το τι έχει επιλέξει στην στήλη **Πηγή/Εξοπλισμός** ο χρήστης και θ αφήσει την άλλη ανοιχτή ώστε να συμπληρώσει είτε πινακίδα οχήματος είτε όνομα σταθερής πηγής.

Εδώ αναφέρουμε πως ο χρήστης μπορεί αν έχει συγκεκριμένες σταθερές πηγές και οχήματα να δημιουργήσει μια dropdown λίστα ώστε να είναι πιο εύκολη η καταγραφή.

Εν συνεχεία, στην **στήλη Υπερ-σύνδεση για έγγραφα** ο χρήστης πατώντας διπλό κλικ στις γραμμές της στήλης θα του ανοίξει ένα παράθυρο **ενός φακέλου με όνομα ΕΓΓΡΑΦΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ** (είναι στο zip αρχείο του εργαλείου) (βλέπε **Εικόνα 20**), όπου μπορεί να επιλέξει το έγγραφο που θέλει και θα μπει αυτόματα το λινκ του εγγράφου στη γραμμή της στήλης **Υπερ-σύνδεση για έγγραφα** που θέλει. Η **στήλη Έγγραφο** θα ενημερωθεί αυτόματα με το όνομα του αρχείου ώστε να βλέπει ο χρήστης το όνομα του αρχείου και να τον βοηθάει σε πιθανή αναζήτηση του.

Εικόνα 20: Δείχνει τον φάκελο που υπάρχει στο zip αρχείο όπου μπορεί να καταχωρεί έγγραφα καταναλώσεων καυσίμων ο χρήστης



3.2.3 ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΑ

Στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας ο χρήστης δεν έχει να κάνει πολλά. Οι τρεις πίνακες ενημερώνονται αυτόματα από τα προηγούμενα δύο φύλλα που αναλύσαμε πιο πάνω. Το μόνο που έχει να κάνει ο χρήστης είναι να βάλει τις **Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης/GWP 100 YEARS** στον πίνακα που φαίνεται και στην **Εικόνα 21** και οι στήλες στους τρεις πίνακες με τις ετήσιες εκπομπές θα ενημερωθούν αυτόματα.

Οι Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης βρίσκονται στο IPCC*. Όπου θα κατεβάσει το αρχείο *Chapter 7: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity*⁷. Εκεί θα βρει ο χρήστης τις τελευταίες τιμές στον πίνακα της **Εικόνας 22**, συνήθως υπάρχουν μικρές αλλαγές κάθε 5-10 χρόνια)**.

Εικόνα 21: Δείχνει τον πίνακα που πρέπει να καταχωρήσει τις τιμές GWP των CH₄ και N₂O

ΠΙΘΑΝΕΣ ΜΙΚΡΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΘΕ 5-10 ΧΡΟΝΙΑ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf

GWP/100 YEARS TGN 3 ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ CO₂, CH₄, N₂O

αση στην έναδα ή κάθε τι	Εκπομπές CO ₂ (ΕΤΗΣΙΑ) σε τόνους	ΕΤΟΣ
00	22371,621	2024
,00	1125229,875	2024
0	1,642	2024
,00	10519,771	2024
0	20,827	2024
,00	1990,541	2024
	0,000	2024
	1160134,277	

Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης/GWP 100 YEARS			
ΕΤΟΣ	GWP CO2 (g CO2/ g CO2)	GWP CH4 (g CO2/ g CH4)	GWP N2O(g CO2/ g N2O)
2019	1	28	265
2020	1	28	265
2021	1	28	265
2022	1	28	265
2023	1	28	265
2024	1	28	265
2025	1	27,9	273
2026			

Εικόνα 22: Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης στο IPCC

7.SM.6 Tables of Greenhouse Gas Lifetimes, Radiative Efficiencies and Metrics

Table 7.SM.7 | Greenhouse gas lifetimes, radiative efficiencies, global warming potentials (GWPs), global temperature potentials (GTPs) and cumulative global temperature potentials (CGTPs). GWPs given for 20-year, 100-year and 500-year time horizons. GTPs and CGTPs given for 50-year and 100-year time horizons. Note CGTP has units of years and is applied to a change in emissions rate rather than a change in emissions amount. Also shown are absolute values of GWPs and GTPs (AGWPs and AGTPs), in units of picowatt years per square metre per kilogram (1 pW = 10⁻¹² W) or picokelvin per kilogram (1 pK = 10⁻¹² K). Radiative efficiencies for CH₄ and N₂O given in this table do not include chemical adjustments (values including chemical adjustments are given in Table 7.15). For SF6 the assessed lifetime from Section 2.2.4.3 is used, all other lifetimes are taken from Hodnebrog et al. (2020).

Name	Formula	Lifetime (yr)	Radiative Efficiency (W m ⁻² ppb ⁻¹)	AGWP-20 (pW m ⁻² yr kg ⁻¹)	GWP-20	AGWP-100 (pW m ⁻² yr kg ⁻¹)	GWP-100	AGWP-500 (pW m ⁻² yr kg ⁻¹)	GWP-500	AGTP-50 (pK kg ⁻¹)	GTP-50	AGTP-100 (pK kg ⁻¹)	GTP-100	CGTP-50 (yr)	CGTP-100 (yr)
Major Greenhouse Gases															
Carbon dioxide	CO ₂		1.33 × 10 ⁻⁵	0.0243	1	0.0895	1	0.314	1	0.000428	1	0.000395	1		
Methane ⁷	CH ₄	11.8	0.000388	1.98	81.2	2.49	27.9	2.5	7.95	0.00473	11	0.00212	5.38	2730	3320
Nitrous oxide	N ₂ O	109	0.0032	6.65	273	24.5	273	40.7	130	0.124	290	0.0919	233		

* Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/>, (Τελευταία Πρόσβαση 2 Σεπτεμβρίου 2025)

⁷ Υπάρχει και στο excel στο φύλλο εργασίας ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΑ link καθώς και εικόνα του πίνακα που θα βρει τα δεδομένα ο χρήστης. Δεν είναι κάτι που αλλάζει κάθε χρόνο οπότε απλά θα πρέπει να γίνεται έλεγχος στο site του IPCC αν βγήκε νέο report μετά το 6 που είναι το τελευταίο και αν βγήκε αν υπάρχουν αλλαγές στις τιμές για το GWP των στοιχείων που μας απασχολούν.

** Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 2 Σεπτεμβρίου 2025)

3.3 Υπολογισμός εκπομπών λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O) λόγω της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας προσδιορίζονται μέσω του υπολογισμού των αντίστοιχων εκπομπών που προέκυψαν για την παραγωγή της ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται η πρόσφατη κάθε φορά Έκθεση Ενεργειακού Μίγματος που δημοσιεύει ο ΔΑΠΕΕΠ (Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης)⁸ καθώς και άλλες πηγές (για την σωστή συμπλήρωση διαφόρων συντελεστών), όπου θα βρει αναλυτικά ο χρήστης στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Επεξήγηση των απαραίτητων στοιχείων για τον υπολογισμό των εκπομπών λόγω κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΙΝΕΤΑΙ ΕΤΗΣΙΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΥΠΕΡ-ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ (LINK)	ΠΟΙΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΒΡΙΣΚΩ ΕΚΕΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΚΟΝΑΣ
Η τιμή EFCO ₂ (g CO ₂ /kWh) ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ Η Ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων σε TWh ΑΛΛΑΖΟΥΝ ΚΑΘΕ ΕΤΟΣ ΟΠΟΤΕ ΑΠΟ ΤΟ LINK ΔΙΠΛΑ ΘΑ ΒΡΙΣΚΟΥΜΕ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΓΙΝΕΙ Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	Διαθέσιμο σε: https://www.dapee.gr/dimosieuseis/eguis-eis-proeleusis-energeiako/#1688717766850-544b8d53-edc3 ⁹	EFCO ₂ (g CO ₂ /kWh)	Εικόνα 24
		Ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων σε TWh	Εικόνα 26
ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΓΙΑ ΤΑ CH ₄ ΚΑΙ N ₂ O ΑΛΛΑΖΟΥΝ ΣΕ ΕΤΗΣΙΟ ΒΑΘΜΟ, ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΒΛΕΠΟΥΜΕ ΤΟ ΕΤΟΣ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΟΥΜΕ	Διαθέσιμο σε: https://unfccc.int/reports/f%5B0%5D=corporate_author%3A233& ¹⁰	πίνακας 2.4b: συνολικές εκπομπές CH ₄ σε Ktn	Εικόνα 28
		πίνακας 2.5b: συνολικές εκπομπές N ₂ O σε Ktn	Εικόνα 29
ΠΙΘΑΝΕΣ ΜΙΚΡΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ GWP/100 YEARS ΤΩΝ 3 ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O ΚΑΘΕ 5-10 ΧΡΟΝΙΑ	Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf ¹¹	GWP/100 YEARS ΤΩΝ 3 ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Έχει γίνει εκτενής αναφορά στην ενότητα 3.2.3 Φύλλο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΙΜΑ (Εικόνα 22)

⁸ Στον πίνακα του “Υπολειπόμενου Ενεργειακού Μίγματος” της χώρας δίδεται η ποσότητα εκπομπών CO₂ ανά μονάδα παραχθείσας ηλεκτρικής ενέργειας. Το υπολειπόμενο Ενεργειακό Μίγμα χώρας: Η κατανομή σε πρωτογενείς πηγές της προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στη χώρα, για το μέρος της κατανάλωσης της οποίας η προέλευση δεν αποδεικνύεται με ανάκληση Εγγυήσεων Προέλευσης.

⁹ Έκθεση Ενεργειακού Μίγματος που δημοσιεύει ο ΔΑΠΕΕΠ (Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης). (Τελευταία Πρόσβαση 25 Αυγούστου 2025)

¹⁰ Greece. 2025 National Inventory Document (NID). (Τελευταία Πρόσβαση 25 Αυγούστου 2025)

¹¹ IPCC: AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. (Τελευταία Πρόσβαση 25 Αυγούστου 2025)

Εικόνα 23: Δείχνει σε ποιο γράφημα θα βρει ο χρήστης το Γράφημα του Υπο.Ενεργ.Μείγμ.

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Γράφημα 1: Ενεργειακό Μείγμα Παραγωγής 2024	7
Γράφημα 2: Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα 2024	8

Εικόνα 24: Δείχνει σε ποιο σημείο θα βρει την τιμή EF_{CO_2} ($g\ CO_2/kWh$)

2024	Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο	Λιγνίτης	Λιθάνθρακας	Ορυκτά καύσιμα Α.Π. ¹	Πυρηνική	Υδροηλεκτρικά	Αιολικά	Ηλιακά	Βιομάζα/Βιοαέριο	ΑΠΕ Α.Π. ²	Γεωθερμικά	ΣΗΘΥΑ	Σύνολο	CO ₂ Εκπομπές (gCO ₂ / kWh)	P.A. ² (mgRW/kWh)
%	54,57%	10,40%	8,72%	1,28%	0,04%	0,00%	1,28%	6,45%	14,53%	0,63%	1,88%	0,04%	0,18%	100%	367,51	0,00
TWh	18,95	3,61	3,03	0,44	0,02	0,00	0,45	2,24	5,05	0,22	0,65	0,01	0,06	34,73		

¹ Απροσδιόριστης Προέλευσης

² Ραδιενεργά Απόβλητα

Γράφημα 2: Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα 2024

Εικόνα 25: Δείχνει σε ποιον πίνακα πρέπει να πάει ο χρήστης για να βρει την Ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων

Πίνακας 1: Κατανομή ανά ενεργειακή πηγή του European Attribute Mix και σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις για το έτος 2023	6
Πίνακας 2: Κατανομή σε πηγές ενέργειας των αζημίως ανακληθεισών Εγγυήσεων Προέλευσης και σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις για το έτος 2023	6
Πίνακας 3: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Ενεργειακού Μείγματος 2023	10
Πίνακας 4: Αποτελέσματα Ενεργειακού Μείγματος Παραγωγής και των σχετικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων	

Εικόνα 26: Δείχνει την τιμή που πρέπει να επιλέξει ο χρήστης από τον συγκεκριμένο πίνακα

Πίνακας 3: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Ενεργειακού Μείγματος 2023

2023	Ενεργειακό Μείγμα Παραγωγής (ΜΠ)		Διορθωμένο με τις εισαγωγές (ΜΠ)		Εγχώριο Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα (ΥΕΜ)		Οριστικό ΥΕΜ	
Φυσικό Αέριο	14,44	29,32%	15,23	28,52%	15,23	50,09%	16,65	47,91%
Πετρέλαιο	3,66	7,43%	3,82	7,16%	3,82	12,57%	3,91	11,25%
Λιγνίτης	4,51	9,16%	4,51	8,45%	4,51	14,85%	4,52	13,00%
Λιθάνθρακας	0,00	0,00%	1,43	2,68%	1,43	4,71%	3,46	9,94%
Ορυκτά Καύσιμα Α.Π. ¹	0,02	0,03%	0,02	0,03%	0,02	0,05%	0,24	0,69%
Σύνολο Ορυκτών Καυσίμων	22,63	45,94%	25,01	46,84%	25,01	82,27%	28,78	82,79%
Α.Π. ¹	0,33	0,66%	0,33	0,61%	0,33	1,08%	0,33	0,94%
Πυρηνική	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,49	1,41%
Υδροηλεκτρικά	4,45	9,04%	5,75	10,77%	1,40	4,62%	1,40	4,04%
Αιολικά	11,33	23,00%	11,51	21,55%	1,57	5,18%	1,57	4,53%
Ηλιακά	8,62	17,50%	8,82	16,52%	1,88	6,19%	1,99	5,72%
Βιομάζα/Βιοαέριο	0,64	1,30%	0,69	1,30%	0,10	0,33%	0,10	0,29%
Γεωθερμία	0,00	0,00%	0,03	0,06%	0,03	0,10%	0,03	0,09%
ΑΠΕ Α.Π. ¹	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Σύνολο ΑΠΕ	25,05	50,84%	26,80	50,20%	4,99	16,41%	5,09	14,65%
ΣΗΘΥΑ	1,26	2,55%	1,26	2,36%	0,07	0,24%	0,07	0,21%
Σύνολο	49,26	100,00%	53,40	100,00%	30,40	100,00%	34,76	100,00%

¹Απροσδιόριστος Προέλευσης

Εικόνα 27: Δείχνει ποιο αρχείο πρέπει να κατεβάσει ο χρήστης

Greece. 2025 National Inventory Document (NID)	National inventory document (NID)	Greece	10 Apr 2025	View details
				 Download

Εικόνα 28: Δείχνει τον πίνακα όπου θα βρει την τιμή των συνολικών εκπομπών CH₄

Greece – National Inventory Report 2025 Chapter 2

Table 2.4b CH₄ emissions by source category for the period 2005–2023 (in kt)

Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total (without LULUCF)	457.09	460.10	456.33	451.56	437.57	446.62	440.87	434.65	425.16	417.76	410.23	396.92	409.38	415.06	406.77	406.44	419.66	420.32	416.08
Total (with LULUCF)	457.51	460.94	469.18	453.30	439.42	447.27	441.59	436.40	425.80	418.14	410.66	398.19	410.12	415.84	409.87	407.19	425.15	422.54	435.13
Energy	79.00	74.99	77.56	75.09	72.84	66.26	70.71	75.64	65.40	61.67	58.34	45.38	50.88	49.01	40.90	28.51	28.39	29.41	26.42
A. Fuel combustion	15.65	15.50	16.01	13.98	12.67	13.08	14.92	16.39	14.39	13.85	14.26	12.69	12.91	12.40	12.08	11.05	11.90	12.37	12.61
1. Energy industries	0.77	0.77	0.82	0.82	0.72	0.66	0.67	0.67	0.63	0.59	0.55	0.54	0.58	0.55	0.51	0.43	0.45	0.45	0.40
2. Manufacturing industry and Construction	0.57	0.54	0.52	0.56	0.49	0.47	0.45	0.37	0.26	0.31	0.35	0.29	0.32	0.36	0.37	0.40	0.41	0.41	0.42
3. Transport	4.88	4.80	4.58	4.30	4.10	4.33	3.77	2.85	3.21	3.05	2.95	2.80	2.72	2.72	2.67	2.20	2.43	2.49	2.34
4. Other sectors	9.42	9.39	10.08	8.29	7.37	7.62	10.02	12.50	10.28	9.90	10.40	9.06	9.28	8.77	8.53	8.03	8.61	9.02	9.44
B. Fugitive emissions from fuels	63.35	59.48	61.55	61.11	60.16	53.18	55.79	59.25	51.01	47.82	44.09	32.69	37.98	36.60	28.82	17.46	16.48	17.04	13.82
1. Solid fuels	60.45	56.20	57.89	57.24	56.52	49.23	51.10	54.83	46.97	44.29	40.28	28.43	32.86	31.78	23.84	12.24	10.80	12.41	9.38
2. Oil and natural gas	2.91	3.29	3.66	3.87	3.64	3.95	4.70	4.41	4.04	3.53	3.81	4.26	5.11	4.82	4.98	5.22	5.68	4.63	4.43
IPPU	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Agriculture	200.43	200.81	200.78	197.33	196.09	200.09	198.65	196.21	192.67	186.14	182.16	178.90	178.19	179.40	177.28	184.40	182.68	178.44	177.69
A. Enteric fermentation	163.03	164.36	163.85	161.06	159.67	163.36	162.34	160.45	158.24	152.81	149.08	145.62	144.91	146.45	144.87	151.72	150.20	147.56	147.14
B. Manure management	31.83	31.07	31.03	30.33	29.81	29.84	29.28	28.74	27.97	27.13	26.58	26.16	25.99	26.62	26.24	26.63	25.94	25.91	25.76
C. Rice cultivation	4.62	4.46	5.00	5.00	5.60	6.01	6.18	6.16	5.62	5.42	5.81	6.43	6.56	5.67	5.53	5.42	5.92	4.36	4.18
F. Field burning of agricultural residues	0.95	0.92	0.89	0.94	1.00	0.88	0.85	0.86	0.84	0.78	0.69	0.70	0.73	0.66	0.64	0.62	0.62	0.61	0.62
LULUCF	0.42	0.84	12.85	1.74	1.85	0.66	0.71	1.75	0.64	0.38	0.43	1.27	0.74	0.78	3.11	0.75	5.49	2.22	19.05
Waste	177.64	184.28	177.96	179.12	168.63	180.25	171.49	162.80	167.09	169.94	169.71	172.63	180.28	186.64	188.58	193.52	208.57	212.46	211.96
A. Solid waste disposal	132.77	138.30	136.98	141.49	132.39	140.41	131.87	123.85	127.64	130.37	129.99	130.38	135.19	139.74	139.49	145.40	157.65	160.77	159.65
B. Biological treatment of solid waste	0.07	0.33	0.36	0.37	0.12	0.55	0.72	0.94	0.91	0.80	0.77	1.25	1.82	2.42	2.71	2.52	2.82	3.70	4.22
C. Incineration and open burning of waste	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D. Waste water treatment and discharge	44.80	45.64	40.62	37.27	36.11	39.28	38.90	38.01	38.54	38.77	38.95	40.99	43.28	44.49	46.38	45.60	48.10	47.99	48.09
International Transport ¹⁾	0.80	0.86	0.88	0.87	0.73	0.76	0.78	0.64	0.60	0.53	0.50	0.48	0.60	0.62	0.72	0.45	0.50	0.54	0.56
Aviation	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03
Marine	0.78	0.84	0.86	0.85	0.72	0.74	0.76	0.62	0.59	0.51	0.48	0.46	0.58	0.60	0.69	0.44	0.48	0.51	0.53

Εικόνα 29: Δείχνει τον πίνακα όπου θα βρει την τιμή των συνολικών εκπομπών N₂O

Table 2.5b

N₂O emissions by source category for the period 2005-2023 (in kt)

Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total (without LULUCF)	20.63	20.04	20.37	19.57	18.34	19.00	18.19	16.76	15.74	14.99	14.73	14.91	15.16	14.81	14.77	14.95	14.88	14.12	14.01
Total (with LULUCF)	20.69	20.10	20.51	19.64	18.41	19.06	18.25	16.82	15.80	15.04	14.78	14.97	15.22	14.86	14.84	15.00	14.97	14.18	14.15
Energy	3.40	3.51	3.37	3.30	2.90	2.59	2.38	1.71	1.57	1.65	1.69	1.59	1.64	1.65	1.47	1.28	1.31	1.52	1.36
A. Fuel combustion	3.40	3.50	3.37	3.30	2.90	2.59	2.38	1.71	1.57	1.65	1.69	1.59	1.64	1.65	1.47	1.28	1.31	1.52	1.36
1. Energy industries	0.62	0.58	0.60	0.59	0.57	0.53	0.54	0.55	0.49	0.46	0.41	0.33	0.37	0.35	0.27	0.16	0.15	0.15	0.12
2. Man. Industry and Construction	0.29	0.31	0.30	0.32	0.29	0.25	0.19	0.20	0.17	0.23	0.25	0.21	0.21	0.23	0.14	0.13	0.13	0.25	0.14
3. Transport	1.32	1.41	1.37	1.34	1.21	1.06	0.82	0.67	0.63	0.67	0.72	0.78	0.79	0.81	0.81	0.65	0.74	0.82	0.82
4. Other sectors	1.15	1.19	1.08	1.03	0.83	0.75	0.83	0.28	0.27	0.29	0.31	0.26	0.26	0.26	0.25	0.33	0.29	0.29	0.27
B. Fugitive emissions from fuels	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IPPU	2.24	1.91	1.90	1.85	1.67	1.87	2.02	1.48	0.55	0.57	0.54	0.52	0.54	0.54	0.54	0.53	0.49	0.48	0.48
Agriculture	13.94	13.55	14.01	13.35	12.70	13.46	12.74	12.53	12.58	11.74	11.48	11.78	11.95	11.57	11.71	12.15	12.09	11.13	11.18
B. Manure management	1.21	1.20	1.20	1.15	1.12	1.16	1.14	1.15	1.14	1.10	1.03	1.03	1.01	1.02	1.00	1.06	1.01	0.99	1.01
D. Agricultural soils	12.70	12.33	12.79	12.18	11.56	12.27	11.58	11.36	11.42	10.62	10.43	10.74	10.91	10.53	10.69	11.08	11.06	10.12	10.16
F. Field burning of agr. Residues	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
LULUCF	0.05	0.06	0.14	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.07	0.05	0.09	0.06	0.15
Waste	1.06	1.07	1.09	1.07	1.07	1.08	1.05	1.04	1.04	1.03	1.02	1.02	1.04	1.05	1.05	0.99	0.99	0.99	0.98
International transport ¹⁾	0.75	0.79	0.76	0.73	0.66	0.69	0.66	0.56	0.58	0.54	0.58	0.59	0.67	0.66	0.76	0.57	0.66	0.84	0.84
Aviation	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.04	0.07	0.11	0.12
Marine	0.68	0.71	0.68	0.64	0.58	0.62	0.58	0.50	0.51	0.46	0.50	0.50	0.57	0.55	0.65	0.53	0.59	0.73	0.72

Εν προκειμένω στην Έκθεση Ενεργειακού Μίγματος 2024 που είναι η πιο πρόσφατη, οι εκπομπές CO₂ ανέρχονται σε:

$$EF_{CO_2} = 367,51 \text{ g CO}_2/\text{kWh}$$

Αντίστοιχα για το έτος 2019, που αποτελεί το έτος αναφοράς σύμφωνα με το άρθρο 16 του Κλιματικού Νόμου 4936/2022 (ΦΕΚ 105Α), οι εκπομπές CO₂ ανήλθαν σε:

$$EF_{CO_2, 2019} = 601,40 \text{ g CO}_2/\text{kWh}.$$

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι, οι ανωτέρω τιμές αναφέρονται μόνο στις εκπομπές CO₂ και δεν περιλαμβάνουν τις εκπομπές CH₄ και N₂O. Προκειμένου να υπολογιστούν και αυτές οι εκπομπές, αντλούνται τα απαιτούμενα δεδομένα από:

Το πιο πρόσφατο (2025) *National Inventory Report (NIR)* της χώρας, και συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο “Energy” > “A. Fuel combustion” > “1. Energy industries”,* οι εκπομπές που προέκυψαν από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά την τελευταία υπολογισμένη χρονιά (2023):

- πίνακας 2.4b: συνολικές εκπομπές CH₄: 0,40 Ktn
- πίνακας 2.5b: συνολικές εκπομπές N₂O: 0,12 Ktn

* Πηγή: (Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

Από την Έκθεση Ενεργειακού Μίγματος του ΔΑΠΕΕΠ, και συγκεκριμένα από τον πίνακα του “Υπολειπόμενου Ενεργειακού Μίγματος”, λαμβάνεται **η ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων** (στην Έκθεση 2023 όπου έχει και την οριστική η τιμή YEM (γιατί στο 2024 δεν είχε οριστική τιμή) αυτή ανέρχεται **στις 28,78 TWh, Εικόνα 26**).

Βάσει των ανωτέρω, οι τρέχοντες συντελεστές εκπομπής CH₄ και N₂O υπολογίζονται ως εξής:

$$EF_{CH_4} = 0,40 \text{ Ktn CH}_4 / 28,78 \text{ TWh} = 0,01389 \text{ g CH}_4/\text{kWh} \quad [3.21]$$

$$EF_{N_2O} = 0,12 \text{ Ktn N}_2\text{O} / 28,78 \text{ TWh} = 0,00417 \text{ g N}_2\text{O}/\text{kWh} \quad [3.22]$$

Οι αντίστοιχοι συντελεστές εκπομπής CH₄ και N₂O για το 2019 (έτος αναφοράς), υπολογιζόμενοι βάσει της παραπάνω μεθοδολογίας, είναι οι εξής:

$$EF_{CH_4, 2019} = 0,51 \text{ Ktn CH}_4 / 39,36 \text{ TWh} = 0,012957 \text{ g CH}_4/\text{kWh}$$

$$EF_{N_2O, 2019} = 0,27 \text{ Ktn N}_2\text{O} / 39,36 \text{ TWh} = 0,006860 \text{ g N}_2\text{O}/\text{kWh}$$

Οι τιμές των ανωτέρω συντελεστών πολλαπλασιαζόμενες με τις αντίστοιχες τιμές **Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης του Πίνακα 3**, ανάγονται σε τιμές ισοδύναμου CO₂ (CO_{2e}). Ως εκ τούτου, ο συντελεστής εκπομπής ισοδύναμου CO₂ λόγω της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$EF_{\eta\lambda} = EF_{CO_2} + (EF_{CH_4} \times GWP_{CH_4}) + (EF_{N_2O} \times GWP_{N_2O}) \quad [3.23]$$

Εν προκειμένω, η τρέχουσα τιμή του συντελεστή εκπομπής ισοδύναμου CO₂ λόγω της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (EF_{ηλ}) υπολογίζεται ως εξής:

$$EF_{\eta\lambda} = 367,51 \text{ g CO}_2/\text{kWh} + (0,01389 \text{ g CH}_4/\text{kWh} \times 27,9 \text{ g CO}_2/\text{gCH}_4) + (0,00417 \text{ g N}_2\text{O}/\text{kWh} \times 273 \text{ g CO}_2/\text{gN}_2\text{O}) = 0,000369 \text{ tn CO}_{2e}/\text{kWh}$$

Αντίστοιχα, για το έτος αναφοράς 2019, ο συντελεστής εκπομπής ισοδύναμου CO₂ λόγω της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (EF_{ηλ} 2019) υπολογίζεται ως εξής:

$$EF_{\eta\lambda, 2019} = 601,40 \text{ g CO}_2/\text{kWh} + (0,012957 \text{ g CH}_4/\text{kWh} \times 28 \text{ g CO}_2/\text{gCH}_4) + (0,006860 \text{ g N}_2\text{O}/\text{kWh} \times 265 \text{ g CO}_2/\text{gN}_2\text{O}) = 603,5807 \text{ g CO}_{2e}/\text{kWh} = 0,00060358 \text{ tn CO}_{2e}/\text{kWh}$$

Βάσει των ανωτέρω, ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λόγω της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε εντός προσδιορισμένου χρονικού διαστήματος, υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$E_{\eta\lambda} = C_{\eta\lambda} \times EF_{\eta\lambda} \quad [3.24]$$

όπου:

$E_{\eta\lambda}$: εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εκφρασμένες σε $tn\ CO_{2e}$.

$C_{\eta\lambda}$: κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε kWh.

Στο σημείο αυτό υπογραμμίζεται ότι το $C_{\eta\lambda}$ αφορά αποκλειστικά στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, η προμήθεια της οποίας έγινε αυστηρά από το δίκτυο.

Δεν αφορά σε ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία έχει παραχθεί από συστήματα/ εγκαταστάσεις ΑΠΕ που μπορεί να έχει αναπτύξει ο οργανισμός για την κάλυψη των αναγκών του.

$EF_{\eta\lambda}$: συντελεστής εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου λόγω της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε $tn\ CO_{2e}/kWh$.

Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

3.4 Ανάλυση τρόπου χρήσης των φύλλων του Excel για τις εκπομπές λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

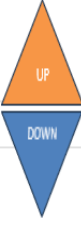
Σ' αυτό το σημείο θ' αναλύσουμε τον τρόπο που θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης τα φύλλα του excel για τις εκπομπές λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, θα παρουσιάσουμε αναλυτικά τι περιλαμβάνουν τα φύλλα, που θα καταχωρεί τιμές ο χρήστης καθώς και πως θα παίρνει τ' αποτελέσματα που χρειάζεται.

Ο χρήστης έχει τα φύλλα με ονόματα **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ** και **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝ. ΗΛΕΚΤ.ΕΝΕΡΓ.** Ας τα δούμε το καθένα ξεχωριστά ώστε να υπάρχει μια ολοκληρωμένη εικόνα προς τον χρήστη.

3.4.1 Φύλλο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο φύλλο **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ** ο χρήστης θα εισάγει τα δεδομένα του από καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας σε μηνιαία βάση. Στην παρακάτω **Εικόνα 30** παρουσιάζεται το τι ακριβώς βλέπει ο χρήστης στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας.

Εικόνα 30: Κύριος πίνακας φύλλου ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

	ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΗΝΙΑΙΩΝ/ΕΤΗΣΙΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ									
	ΤΟΜΕΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ									
	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΝΟΜΑ ΠΗΓΗΣ	Υπερ-σύνδεση για έγγραφο	Έγγραφο	Παρατηρήσεις	ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ σε kWh
	2024	Ιανουάριος	Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων(κλιματισμός, φωτισμός)	120000,00	kWh					120000
	2024	Φεβρουάριος	Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	60,00	MWh					60000

Στην συνέχεια θ' αναλύσουμε κάθε στήλη του πίνακα ξεχωριστά καθώς και τα κουμπιά που βλέπουμε στην εικόνα. Όπως και στα προηγούμενα, τα **κουμπιά UP και DOWN** πηγαίνουν στην πρώτη και την τελευταία εγγραφή του πίνακα αντίστοιχα. Το κουμπί **Εισαγωγή Γραμμής** εισάγει γραμμή στο τέλος του πίνακα.



Το σημαντικότερο απ' όλα και σε αυτό το φύλλο είναι το **κουμπί ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΗΛ.ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ** όπου ο χρήστης θα το πατήσει εφόσον έχει περάσει τα δεδομένα του όλα και αφού φιλτράρει από την στήλη ΕΤΟΣ το έτος που θέλει να γίνουν οι υπολογισμοί. Το φιλτράρισμα του έτους πριν το πάτημα του κουμπιού είναι πολύ σημαντικό για να υπολογισθούν σωστά οι εκπομπές CO₂e.

Στην στήλη ΕΤΟΣ υπάρχει σε κάθε γραμμή μια drop-down λίστα όπου θα μπορεί ο χρήστης να επιλέξει το έτος που επιθυμεί. Στην στήλη ΜΗΝΑΣ πάλι θα βρει μια λίστα με τους 12 μήνες όπου πάλι θα επιλέξει τον μήνα που θέλει να γίνει η καταχώρηση.

Στην στήλη ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ έχουν τοποθετηθεί κάποιες ενδεικτικές κατηγορίες καθώς και η επιλογή Άλλο.



Είναι πολύ σημαντικό, ν' αναφερθεί ότι αν δεν ανήκει σε κάποια κατηγορία η καταχώρηση που επιθυμεί ο χρήστης να κάνει να επιλέξει την επιλογή Άλλο και στην στήλη Παρατηρήσεις να βάλει σημείωση την κατηγορία αν το επιθυμεί ώστε να αποφύγει τυχόν μπερδέματα και να μην πειράξει καθόλου την λίστα γιατί οι ονομασίες είναι συνδεδεμένες με μακροεντολές που κάνουν υπολογισμούς.

Στις στήλες **ΠΟΣΟΤΗΤΑ** και **ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ** ο χρήστης πρέπει να βάλει **την ποσότητα που θέλει** και στην **μονάδα μέτρησης να επιλέξει μια από τις τρεις διαθέσιμες επιλογές** αντίστοιχα. Αν επιλέξει κάτι πέρα από kWh θα γίνει αυτόματος υπολογισμός στην στήλη με **όνομα ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ σε kWh** (δίότι στις εξισώσεις που έχουμε χρησιμοποιήσει θελούμε να είναι σε kWh), οπότε ο χρήστης απλά συμπληρώνει αυτά που προαναφέραμε και οι μετατροπές θα γίνουν αυτόματα.

Στην στήλη **ΟΝΟΜΑ ΠΗΓΗΣ** μπορεί να βάλει αν το επιθυμεί το όνομα της πηγής που καταχωρεί τις τιμές για την διευκόλυνση του. Εδώ να αναφέρουμε πως ο χρήστης μπορεί να έχει συγκεκριμένες πηγές να δημιουργήσει μια dropdown λίστα ώστε να είναι πιο εύκολη η καταγραφή.

Τέλος, στην στήλη **Υπερ-σύνδεση για έγγραφα** ο χρήστης πατώντας διπλό κλικ στις γραμμές της στήλης θα του ανοίξει ένα παράθυρο **ενός φακέλου με όνομα ΕΓΓΡΑΦΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ** (είναι στο zip αρχείο του εργαλείου), όπου μπορεί να επιλέξει το έγγραφο που θέλει και θα μπει αυτόματα το λινκ του εγγράφου στη γραμμή της στήλης **Υπερ-σύνδεση για έγγραφα** που θέλει. Η στήλη **Έγγραφο** θα ενημερωθεί αυτόματα με το όνομα του αρχείου ώστε να βλέπει ο χρήστης το όνομα του αρχείου και να τον βοηθάει σε πιθανή αναζήτηση του.

3.4.2 Φύλλο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝ. ΗΛΕΚΤ.ΕΝΕΡΓ.

Στο φύλλο αυτό ο χρήστης πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός στις επισημάνσεις που έχει κάνει στην κορυφή του φύλλου (βλέπε **Εικόνα 31**). Αρχικά, υπάρχει ένας πίνακας που βοηθάει με λινκ και οδηγίες για του που θα βρει τις τιμές από κάποιους συντελεστές που αλλάζουν σε ετήσια βάση αλλά και συντελεστές που αλλάζουν κάθε 5 με 10 χρόνια. (Ο πίνακας αυτός βρίσκεται και στο παρόν έγγραφο ως **Πίνακας 5**)

Εικόνα 31: Δείχνει τα σημεία του φύλλου που πρέπει να δώσει προσοχή ο χρήστης

ΕΦΟΣΩΝ ΠΕΡΑΣΟΥΜΕ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ 11, ΜΕΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΑΤΑΜΕ ΤΟ ΚΟΥΜΠΙ ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΝΑ ΕΝΗΜΕΡΩΣΕΙ ΤΙΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΕΤΟΣ ΑΛΛΙΩΣ ΚΡΑΤΑΕΙ ΤΟΝ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΣ ΔΕΙΧΝΕΙ ΟΤΙ ΑΛΛΑΞΕ ΤΟ ΕΤΟΣ ΣΤΗΝ ΣΤΗΛΗ ΕΤΟΣ		ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΙΝΕΤΑΙ ΕΤΗΣΙΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΥΠΕΡ-ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ (ΛΙΝΚ)	ΠΟΙΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΒΡΙΣΚΩ ΕΚΕΙ	ΕΙΚΟΝΑ (ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΤΟ WORD ΜΕ ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ)
		Η τιμή EFCO ₂ (g CO ₂ /KWh) καθώς και η Ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων σε TWh ΑΛΛΑΖΟΥΝ ΚΑΘΕ ΕΤΟΣ ΟΠΟΤΕ ΑΠΟ ΤΟ ΛΙΝΚ ΔΙΠΛΑ ΘΑ ΒΡΙΣΚΟΥΜΕ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΓΙΝΕΙ Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	https://www.daprep.gr/diplotseis/epuliseis-proeliseis-energeiakoi/#1688717768950544b8d53-edc3	EFCO ₂ (g CO ₂ /KWh) Ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων σε TWh	 
		ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΓΙΑ ΤΑ CH ₄ ΚΑΙ N ₂ O ΑΛΛΑΖΟΥΝ ΣΕ ΕΤΗΣΙΟ ΒΑΘΜΟ, ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΒΛΕΠΟΥΜΕ ΤΟ ΕΤΟΣ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΟΥΜΕ	https://unfccc.int/report/5796580%5D=corporate-author%3A2338	πίνακας 2.4b: συνολικές εκπομπές CH ₄ σε Ktn πίνακας 2.5b: συνολικές εκπομπές N ₂ O σε Ktn	 
		ΠΙΘΑΝΕΣ ΜΙΚΡΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΘΕ 5-10 ΧΡΟΝΙΑ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ EFCO ₂ (g CO ₂ /KWh)	https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf	GWP/100 YEARS ΤΩΝ 3 ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	

Ας το πάμε βήμα προς βήμα ώστε να γίνουν πλήρως κατανοητά τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας. Αρχικά, θα πρέπει να πάει στον πίνακα του φύλλου που βλέπουμε στην παρακάτω **Εικόνα 32** και με της οδηγίες που έχουν δοθεί στο παρόν έγγραφο (ενότητα: 3.3 Υπολογισμός εκπομπών λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας) αλλά και στο συγκεκριμένο φύλλο του excel (συνοπτικά) να βάλει τις τιμές των συντελεστών (στήλες με κίτρινο χρώμα)¹² για το έτος που θέλει να υπολογίσει.

¹² Όπως βλέπουμε και στην **εικόνα 32**, πάνω από τις ονομασίες των στηλών αναγράφεται και το report που θα βρει τους ζητούμενους συντελεστές ο χρήστης.

Εικόνα 32: Δείχνει τις τιμές που πρέπει να ελεγχθούν και μετά να περαστούν στον πίνακα

ΑΠΟ ΤΟ REPORT ΥΠΟΛΕΙΠΟΜΕΝΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΧΡΟΝΙΑΣ						Από το National Inventory Report (NIR) της χώρας της εκάστοτε χρονιάς		Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης/GWP 100 YEARS		
ΕΤΟΣ	EF _{CO2} (g CO ₂ /kWh)	EF _{CH4} (g CH ₄ /kWh)	EF _{N2O} (g N ₂ O/kWh)	EF _{ηλ} (t CO _{2e} /kWh)	Ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων σε TWh	πίνακας 2.4b: συνολικές εκπομπές CH ₄	πίνακας 2.5b: συνολικές εκπομπές N ₂ O σε Ktη	CO ₂ (g CO ₂ / g CO ₂)	CH ₄ (g CO ₂ / g CH ₄)	N ₂ O(g CO ₂ / g N ₂ O)
2019	601,4	0,012957	0,006860	0,000603581	39,36	0,51	0,27	1	28	265
2020	-	0,012957	0,006860	#ΤΙΜΗ!	39,36	0,51	0,27	1	28	265
2021	-	#ΤΙΜΗ!	#ΤΙΜΗ!	#ΤΙΜΗ!	-	-	-	1	28	265



Στο σημείο αυτό να ξανά επισημάνουμε ότι για όλα τα φύλλα του excel: Ο χρήστης δεν πρέπει ν' αλλάξει θέση, ονόματα σε γραμμές ή στήλες, πίνακες και σε οτιδήποτε **δεν** αναφέρεται ως επεξεργάσιμο από τον χρήστη στον συγκεκριμένο οδηγό, καθώς αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα σε πολλές από τις μακροεντολές και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την μη λειτουργία των υπολογισμών του «εργαλείου».

Εφόσον ο χρήστης κάνει τον έλεγχο του και περάσει τις τιμές στον παραπάνω πίνακα του excel που βλέπουμε στην Εικόνα 32, εν συνεχεία το μόνο που χρειάζεται να κάνει είναι να πατήσει το κουμπί ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ που βλέπουμε στην παρακάτω Εικόνα 33.

Στην **Εικόνα 33** βλέπουμε και τον πίνακα που περιέχει τα δεδομένα με τις ετήσιες καταναλώσεις ανά κατηγορία καθώς και τις ετήσιες εκπομπές λόγω κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας (E_{ηλ}) εκφραζόμενες σε tη CO_{2e} ανά κατηγορία αλλά και συνολικά.

Εικόνα 33: Δείχνει το κουμπί ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας			
ΤΟΜΕΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	CηΛ (Κατανάλωση ΗΛ.Ενέργειας (ΕΤΗΣΙΑ) σε kWh)	EηΛ (εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εκφρασμένες σε τη CO ₂ e)	ΕΤΟΣ
Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων(κλιματισμός,φωτισμός)	1090,00	0,43	2024
Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	0,00	0,00	
Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων (εκτός κτηρίων)	0,00	0,00	
Μηχανήματα έργου με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	5000000,00	1966,13	2024
Άλλο	555,00	0,22	2024
ΣΥΝΟΛΟ	10003290,00	1966,78	

3.5 Υπολογισμός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από διαρροές ψυκτικών μέσων

Η παρούσα μεθοδολογία αφορά στον υπολογισμό των εκπομπών φθοριούχων αερίων από τον ψυκτικό και κλιματιστικό εξοπλισμό του οργανισμού, στον οποίο χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά μέσα. Οι εκπομπές αυτές ισοδυναμούν με τις **ποσότητες των εν λόγω αερίων που έχουν διαρρεύσει σταδιακά κατά την διάρκεια του έτους από τον ψυκτικό/ κλιματιστικό εξοπλισμό.**

Η διαρροή του φθοριούχου ψυκτικού μέσου από κάθε ψυκτικό/ κλιματιστικό μηχάνημα, ποσοτικοποιείται κατά την ετήσια συντήρηση του μηχανήματος μέσω της μέτρησης της ποσότητας του νέου ψυκτικού μέσου που προστίθεται προς αναπλήρωση του διαρρεύσαντος, καθώς θεωρείται ότι σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας το κύκλωμα του ψυκτικού μέσου είναι πλήρως γεμισμένο και ως εκ τούτου η ποσότητα που προστίθεται κατά τη συντήρηση αντιστοιχεί σε αυτήν που έχει διαρρεύσει στη διάρκεια του έτους.

Για τη μετατροπή των εκπομπών φθοριούχων αερίων σε εκπομπές ισοδύναμου CO₂ χρησιμοποιούνται οι αντίστοιχες τιμές GWP που παρέχονται από το IPCC στα εκπονούμενα Assessment Reports. Επιλέγεται η χρήση των τιμών GWP για χρονικό ορίζοντα 100 ετών ως μία αντιπροσωπευτική μέσο-μακροπρόθεσμη εκτίμηση της συσσωρευτικής επίδρασης στην Κλιματική Αλλαγή.

Οι τρέχουσες τιμές GWP παρουσιάζονται στον πίνακα **Table 7.SM.6** του Κεφαλαίου 7 του AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 του IPCC*. Υπενθυμίζεται ότι για τους εκάστοτε υπολογισμούς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι επικαιροποιημένες τιμές GWP-100 year που παρέχονται από το IPCC.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, για κάθε φθοριούχο ψυκτικό μέσο, ο υπολογισμός των ισοδύναμων εκπομπών CO₂, γίνεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$E_{CO2e_Fi} = E_{Fi} \times GWP_{Fi} \times 10^{-3} \quad [3.25]$$

όπου:

E_{CO2e_Fi}: εκπομπές ισοδύναμου CO₂ από την διαρροή του φθοριούχου ψυκτικού μέσου (i), σε tn

E_{Fi}: συνολική ποσότητα του φθοριούχου ψυκτικού μέσου (i) που διέρρευσε εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε Kg

GWP_{Fi}: Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης του συγκεκριμένου φθοριούχου ψυκτικού μέσου (i), σε tn CO₂/ tn φθοριούχου αερίου

Η συνολική ποσότητα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου εντός ενός έτους από διαρροές φθοριούχων ψυκτικών μέσων από το σύνολο του ψυκτικού/ κλιματιστικού εξοπλισμού του οργανισμού, υπολογίζεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$E_{CO2e_F} = \Sigma(E_{CO2e_Fi}) \quad [3.26]$$

όπου:

E_{CO2e_F}: σύνολο εκπομπών ισοδύναμου CO₂ από τις διαρροές όλων των φθοριούχων ψυκτικών μέσων από το σύνολο του ψυκτικού/ κλιματιστικού εξοπλισμού του οργανισμού, σε tn

E_{CO2e_Fi}: εκπομπές ισοδύναμου CO₂ από την διαρροή του φθοριούχου ψυκτικού μέσου (i), σε tn

* **Πηγή:** Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2021: IPCC Sixth Assessment Report (AR6)." 2021, GWPs: IPCC's Working Group I, "Climate Change 2021: The Physical Science Basis." AR6 WG1 Chapter 7, Supplementary Material, p.16-27, 2021. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 2 Σεπτεμβρίου 2025)

Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση 2 Σεπτεμβρίου 2025)

3.5.1 Φύλλο ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡ.ΨΥΚΤ. ΜΕΣΩΝ

Στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας ο χρήστης πάλι τα κλασσικά **κουμπιά UP και DOWN** όπου πηγαίνουν στην πρώτη και την τελευταία εγγραφή του πίνακα αντίστοιχα και το κουμπί **Εισαγωγή Γραμμής** όπου εισάγει γραμμή στο τέλος του πίνακα. Τώρα ας δούμε λίγο καλύτερα και με την βοήθεια της **Εικόνας 34**, τι πρέπει να κάνει ο χρήστης στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας.

Εικόνα 34: Κύριος πίνακας φύλλου ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡ.ΨΥΚΤ. ΜΕΣΩΝ

Back to Menu UP DOWN				ΠΙΘΑΝΕΣ ΜΙΚΡΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΘΕ 5-10 ΧΡΟΝΙΑ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ GWPFI (tn CO₂/tn φθοριούχου αερίου) https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_Chapter07_SM.pdf	GWP/100 YEARS TON ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ			ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΒΡΕΙΤΕ ΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΠΟΥ ΘΕΛΕΤΕ ΚΑΙ ΝΑ ΤΟ ΚΑΝΕΤΕ COPY/PASTE ΣΤΗΝ ΣΤΗΛΗ Η ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ 3 ΚΑΙ Η ΤΙΜΗ GWPFI ΤΟΥ ΘΑ ΜΠΕΙ ΑΥΤΟΜΑΤΑ			Στήλες με κί ελεγχος αν ε ενημερωμ Στήλες με κ
											Εισαγωγή Γραμμής
	ΕΤΟΣ	Ημερομηνία	Πηγή Εκπομπών	Ψυκτικό Μέσο	ΕΦΙ (ποσότητα του φθοριούχου ψυκτικού μέσου που διέρρευσε,σε Kg)	GWPFI (tn CO ₂ / tn φθοριούχου αερίου)	Υπερ-σύνδεση για έγγραφο	Έγγραφο	Εco2e_ Fi (σε tn)	Παρατηρήσεις	
	2022	12/07/2022	Ψυκτικό συγκρότημα (Chiller – air ή water cooled)	CFC-11	50	6230			311,5		
	2025	17/06/2025	Ψυκτικός θάλαμος	CFC-12	50	12500			625		

Αρχικά, έχουμε την **στήλη ΕΤΟΣ** όπου θα πάρει αυτόματα το έτος μόλις βάλει ημερομηνία στην **στήλη Ημερομηνία** μέσω του Calendar ο χρήστης. Εν' συνεχεία, έχουμε την **στήλη Πηγή Εκπομπών** όπου από μια drop-down λίστα (δεν πρέπει να την πειράξει ο χρήστης) μπορεί να επιλέξει την πηγή όπου θέλει να δηλώσει ότι υπήρξε διαρροή ο χρήστης.

Τώρα για την επόμενη στήλη του πίνακα (**στήλη Ψυκτικό Μέσο**), πρέπει να δώσει προσοχή ο χρήστης στο πως θα δηλώσει το είδος του ψυκτικού μέσου που διέρρευσε. Με την βοήθεια του πίνακα που υπάρχει στο συγκεκριμένο φύλλο εργασίας και βλέπουμε στην **Εικόνα 35**, ο χρήστης θα κάνει copy (από τον πίνακα με τις τιμές που βλέπουμε στην **Εικόνα 35**) /paste (στον κεντρικό πίνακα της **Εικόνας 34** στην στήλη **Ψυκτικό Μέσο**) το **ψυκτικό μέσο που επιθυμεί** και αυτόματα στην **στήλη GWPFI (tn CO₂/tn φθοριούχου αερίου)** θα μπει η τιμή.

Ν' αναφερθεί ότι οι τιμές έχουν βρεθεί και περασθεί στον πίνακα μέσω του AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 του IPCC, όπου έχουμε αναφέρει εκτενώς παραπάνω (**βλέπε 3.5**). Έχει γίνει όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 35** ο διαχωρισμός για πριν το 2021 και μετά διότι πριν οι τιμές ήταν από το AR5 Synthesis Report 2014 και μπορεί ο χρήστης να έχει ως έτος αναφοράς ένα έτος πριν το 2021, γι' αυτό και επιλέχθηκε να υπάρχουν και οι τιμές πριν του 2021¹³.



Να επισημανθεί ότι ο χρήστης δεν χρειάζεται να κάνει κάτι σ αυτό, ανάλογα με την ημερομηνία που έχει επιλέξει στην γραμμή που εργάζεται στον κεντρικό πίνακα, μόλις κάνει copy/paste το όνομα του ψυκτικού μέσου τρέχει μακροεντολή όπου τσεκάρει το αν έχει επιλεχθεί έτος πριν το 2021 ή μετά και βάζει την ανάλογη τιμή στον κεντρικό μας πίνακα.

Εικόνα 35: Πίνακας που περιλαμβάνει όλα τα ψυκτικά μέσα και τις αντίστοιχες τιμές τους GWPFI

Οι τιμές που έχουν υπολογιστεί οι τιμές και μετά να μπει στον ενημερωμένες τιμές στην αντίστοιχη στήλη και Έτος		
Στήλες με κόκκινο χρώμα δηλώνουν ότι ο χρήστης πρέπει να βάλει τιμές		
Σταγωγή ραμμής	Ψυκτικό Μέσο	GWPFI (tn CO ₂ /tn φθοριούχου αερίου) για πριν το 2021
		GWPFI (tn CO ₂ /tn φθοριούχου αερίου)
	Methane (CH ₄)	28
	Nitrous oxide (N ₂ O)	265
	Chlorofluorocarbons	
	CFC-11	4660
	CFC-12	10200
	CFC-13	13900
		16200

¹³ Οι τιμές δεν αναμένεται να αλλάξουν για την επόμενη πενταετία με δεκαετία όποτε ο χρήστης δεν χρειάζεται να τσεκάρει ενδελεχώς αν έχουν αλλάξει οι τιμές, εφόσον αλλάξει κάτι στο μέλλον θα πρέπει να επικοινωνήσει με τον δημιουργό του εργαλείου ώστε να προσαρμόσει τα νέα δεδομένα στο φύλλο εργασίας, σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να προχωρήσει σε αλλαγές μόνος του διότι θα δημιουργήσει προβλήματα στις μακροεντολές.

Στην συνέχεια εφόσον συμπληρώσει τις στήλες αυτές, θα πρέπει να βάλει στην στήλη **EFi (ποσότητα του φθοριούχου ψυκτικού μέσου που διέρρευσε, σε Kg)** την ποσότητα του ψυκτικού υγρού που διέρρευσε σε κιλά (έχει δοθεί link στα προηγούμενα κεφάλαια με site που βοηθάει σε τυχόν μετατροπές).

Έπειτα, θα βρει την **στήλη Υπερ-σύνδεση για έγγραφα** όπου ο χρήστης πατώντας διπλό κλικ στις γραμμές της στήλης θα του ανοίξει ένα παράθυρο **ενός φακέλου με όνομα ΕΓΓΡΑΦΑ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ** (είναι στο zip αρχείο του εργαλείου), όπου μπορεί να επιλέξει το έγγραφο που θέλει και θα μπει αυτόματα το link του εγγράφου στη γραμμή της στήλης **Υπερ-σύνδεση για έγγραφα** που θέλει. Η **στήλη Έγγραφο** θα ενημερωθεί αυτόματα με το όνομα του αρχείου ώστε να βλέπει ο χρήστης το όνομα του αρχείου και να τον βοηθάει σε πιθανή αναζήτηση του.



Τέλος, το σημαντικότερο απ' όλα και σε αυτό το φύλλο είναι ότι ο **χρήστης αφού έχει συμπληρώσει όλα τα επιθυμητά πεδία στον κεντρικό πίνακα** και δεν θέλει να κάνει άλλες αλλαγές πρέπει να **φιλτράρει από την στήλη ΕΤΟΣ το έτος που θέλει να γίνουν οι υπολογισμοί**. Το φιλτράρισμα του έτους είναι πολύ σημαντικό για να υπολογισθούν σωστά οι εκπομπές CO₂e.

3.6 Υπολογισμός εκπομπών από την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων

Στην συγκεκριμένη ενότητα περνάμε **στο Scope 3** όπου είναι η κατηγορία εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν **έμμεσα από τον οργανισμό που υπολογίζουμε τις εκπομπές**. Μια από αυτές τις κατηγορίες είναι τα αστικά στερεά απόβλητα (π.χ. χαρτιά, τρόφιμα, συσκευασίες από τους εργαζόμενους), που «παράγει» ένας οργανισμός.

Το κύριο αέριο του θερμοκηπίου που προκύπτει από την διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) με την μέθοδο της τελικής διάθεσης, είτε αυτή γίνεται σε ελεγχόμενους, οργανωμένους χώρους (ΧΥΤΑ – Χώροι Υγειονομικής Διάθεσης Αποβλήτων & ΧΥΤΥ – Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων) είτε γίνεται σε μη κατάλληλους χώρους, ανεξέλεγκτα (ΧΑΔΑ – Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων)¹⁴, **είναι το μεθάνιο**.

¹⁴ Οι ΧΑΔΑ (Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων) είναι **παράνομοι** βάσει της ελληνικής και ευρωπαϊκής νομοθεσίας. Δεν μπορούν να εμφανισθούν σε αποτύπωμα οργανισμού, γιατί αυτό θα ισοδυναμούσε με παραδοχή παράνομης πρακτικής.

«Για λόγους συμμόρφωσης με το εθνικό και κοινοτικό νομικό πλαίσιο (N.4819/2021, Landfill Directive 1999/31/EC και τροποποιήσεις), καθώς και για να διασφαλίσουμε ότι οι δηλώσεις μας είναι τεκμηριωμένες και νομικά ασφαλείς, οι ποσότητες διάθεσης που αναφέρονται στην **παρούσα μελέτη αφορούν αποκλειστικά παραδόσεις σε αδειοδοτημένους ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ**.

Η επιλογή αυτή αντανακλά την υποχρέωση των οικονομικών φορέων να αποφεύγουν την παράνομη διάθεση και να τεκμηριώνουν την τελική διαχείριση των αποβλήτων με επίσημα παραστατικά.» Διαθέσιμο σε :<https://www.ecolex.org/details/legislation/law-no-48192021-on-integrated-framework-for-waste-management-lex-faoc211896/?page=170&type=legislation&xsubjects=Energy> (Τελευταία Πρόσβαση 4 Σεπτεμβρίου 2025)

Η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου (ουσιαστικά μόνο του μεθανίου) που παράγονται κατά την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ ή ΧΑΔΑ, εκφρασμένη σε ισοδύναμο CO₂ υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$E_{CO2e_ΑΣΑ} = E_{CH4_ΑΣΑ} \times GWP_{CH4} \quad [3.27]$$

όπου:

E_{CO2e_ΑΣΑ}: εκπομπές CO_{2e} από την τελική διάθεση ΑΣΑ (και ιλύος), σε tn CO_{2e}

E_{CH4_ΑΣΑ}: εκπομπές μεθανίου (CH₄) από την διάθεση ΑΣΑ (και ιλύος), σε tn

GWP_{CH4}: τιμή Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης του μεθανίου¹⁵

Ο υπολογισμός των εκπομπών μεθανίου κατά την διάρκεια ενός έτους από την διάθεση αποβλήτων σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ ή ΧΑΔΑ, υπολογίζεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης που στηρίζεται στην σχετική προεπιλεγμένη μέθοδο (default method) του IPCC:

$$E_{CH4_ΑΣΑ} = [(((MSW \times MSW_F) + DS) \times L_0) - R] \times (1 - OX) \quad [3.28]$$

όπου:

E_{CH4_ΑΣΑ}: οι εκπομπές μεθανίου (CH₄) από την διάθεση των ΑΣΑ, σε tn

MSW: συνολική ποσότητα ΑΣΑ που παρήχθησαν εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn

¹⁵ Έχουμε κάνει εκτενή αναφορά στο πως βρίσκουμε την συγκεκριμένη τιμή στα προηγούμενα κεφάλαια.

MSW_F: ποσοστό των παραχθέντων ΑΣΑ που οδηγήθηκαν προς τελική διάθεση σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ ή ΧΑΔΑ 80%*

DS: ποσότητα αφυδατωμένης ιλύος από ΚΕΛ που οδηγήθηκε σε ΧΥΤΑ ή ΧΑΔΑ, σε tn

R: η μάζα του μεθανίου που παράγεται στον ΧΥΤΑ, η οποία ανακτάται και οδηγείται προς κάψιμο είτε στον πυρσό του ΧΥΤΑ είτε σε εγκατάσταση ανάκτησης ενέργειας, σε tn

Για την Ελλάδα, στο NIR συνήθως καταγράφονται οι ποσότητες μεθανίου που συλλέγονται σε μεγάλους ΧΥΤΑ

- Αν τα ΑΣΑ οδηγούνται σε ΧΥΤΑ **χωρίς ενεργή ανάκτηση βιοαερίου**, τότε βάζουμε **R = 0**.
- Αν είναι γνωστός ΧΥΤΑ με μονάδα ανάκτησης (π.χ. >50% ανάκτηση), τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η αντίστοιχη **εκτιμώμενη ποσότητα συλλογής**.

Εν κατακλείδι, βάζουμε **R = 0** (μηδενική ανάκτηση) όταν δεν υπάρχουν τεκμηριωμένα στοιχεία, αυτό είναι η προτεινόμενη *συντηρητική default* επιλογή από το IPCC^{**}. Είναι αποδεκτό και συγκρατημένο για το Score 3.

OX^{*}**: συντελεστής οξείδωσης του μεθανίου στο εδαφικό υλικό κάλυψης των αποβλήτων:

0,1 για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ

0 για ΧΑΔΑ

Σημαντική Σημείωση: Πρέπει να επιλέγει το OX για κάθε τοποθεσία απόθεσης ξεχωριστά και να γίνουν ξεχωριστά οι υπολογισμοί και μετά να προστεθούν από τον χρήστη αν ο χρήστης έχει και απόθεση σε ΧΑΔΑ, κάτι βέβαια που είναι παράνομο αλλά αν είναι για πολύ παλιά χρονιά τότε ίσως χρειαστεί, στην παρούσα εργασία θα έχουμε μόνο διάθεση σε ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ.

* **Πηγές:** EEA, 2025 – *Municipal waste management country profiles* (Ελλάδα)
Διαθέσιμο σε: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/municipal-and-packaging-waste-management-country-profiles-2025/gr-municipal-waste-factsheet.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση 28 Μαΐου 2025) και WWF, 2024 – *Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων στην Ελλάδα*. Διαθέσιμο σε: https://wwf.eu.awsassets.panda.org/downloads/diaheirisi_astikon_apovlition_synopsi_en.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 28 Μαΐου 2025)

** **Πηγές:** IPCC Guidelines (2006, Volume 5 – Waste, Chapter 3), Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Ιουλίου 2025) και NIR Greece 2022 & 2025. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Ιουλίου 2025)

*** **Πηγή:** *National Inventory Report 2025, Greece, 7.2 Solid waste disposal on land (CRF Source Category 5A), 7.2.2 Methodology*, p.440. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Ιουλίου 2025)

L_0 = Δυναμικό παραγωγής μεθανίου, σε $\text{tn CH}_4/\text{tn}$ αποβλήτων το οποίο υπολογίζεται βάσει της επόμενης εξίσωσης:

$$L_0 = \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOC}_f \times F \times 16/12 \quad [3.29]$$

όπου:

MCF*: συντελεστής διόρθωσης μεθανίου:

1 για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ

0,8 για ΧΑΔΑ με βάθος $\geq 5 \text{ m}$

0,4 για ΧΑΔΑ με βάθος $< 5 \text{ m}$

Ο συντελεστής MCF χρησιμοποιείται λόγω του ότι στους ΧΑΔΑ το ποσοστό των αποβλήτων που υποδομείται αερόβια στην επιφάνεια της απόθεσης είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό στους ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ και επομένως στους ΧΑΔΑ παράγονται μικρότερες ποσότητες μεθανίου.

Σημαντική Σημείωση: Πρέπει να βγαίνει το L_0 για κάθε τοποθεσία απόθεσης ξεχωριστά με το αντίστοιχο MCF και να γίνουν ξεχωριστά οι υπολογισμοί και μετά να προστεθούν από τον χρήστη αν ο χρήστης έχει και απόθεση σε ΧΑΔΑ, κάτι βέβαια που είναι παράνομο αλλά αν είναι για πολύ παλιά χρονιά τότε ίσως χρειαστεί, στην παρούσα εργασία θα έχουμε μόνο διάθεση σε ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ.

DOC: συντελεστής περιεκτικότητας άνθρακα των διατιθέμενων αποβλήτων, σε $\text{tn C}/\text{tn}$ αποβλήτων

Ο συντελεστής **DOC** εκφράζει την μάζα του οργανικού άνθρακα των αποβλήτων που είναι διαθέσιμη για βιοχημική αποδόμηση. Υπολογίζεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$\text{DOC} = [(\alpha_1 \times A) + (\beta_1 \times B) + (\gamma_1 \times \Gamma) + (\delta_1 \times \Delta) + (\epsilon_1 \times E) + (\sigma_1 \times \text{DS})] / (A+B+\Gamma+\Delta+E+\text{DS}) \quad [3.30]$$

* **Πηγή:** IPCC Guidelines, Volume 5: Waste, στο τμήμα «Solid Waste Disposal»(SWDS), Πίνακας 5.1. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html> , (Τελευταία Πρόσβαση 10 Ιουλίου 2025)

όπου:

A: ετήσια συνολική ποσότητα χαρτιού που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn

B: ετήσια συνολική ποσότητα υφασμάτων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn

Γ: ετήσια συνολική ποσότητα αποβλήτων τροφίμων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn

Δ: ετήσια συνολική ποσότητα “πράσινων” αποβλήτων και άλλων αποδομήσιμων αποβλήτων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn

Ε: ετήσια συνολική ποσότητα αποβλήτων ξύλου και άχυρου που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn

DS: ποσότητα αφυδατωμένης ιλύος από ΚΕΛ που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ ή ΧΑΔΑ, σε tn

Σημειώνεται ότι: $MSW_F \times MSW = A+B+\Gamma+\Delta+E$

α1: περιεκτικότητα χαρτιού σε οργανικό άνθρακα: 0,4 tn C/ tn χαρτιού

β1: περιεκτικότητα υφασμάτων σε οργανικό άνθρακα: 0,24 tn C/ tn υφασμάτων

γ1: περιεκτικότητα αποβλήτων τροφίμων σε οργανικό άνθρακα: 0,15 tn C/ tn αποβλήτων τροφίμων

δ1: περιεκτικότητα “πράσινων” και λοιπών αποδομήσιμων αποβλήτων σε οργανικό άνθρακα: 0,2 tn C/ tn “πράσινων” και λοιπών αποδομήσιμων αποβλήτων

ε1: περιεκτικότητα αποβλήτων ξύλου και άχυρου σε οργανικό άνθρακα: 0,43 tn C/ tn ξύλου και άχυρου

στ1: περιεκτικότητα αφυδατωμένης ιλύος από επεξεργασία λυμάτων σε οργανικό άνθρακα: 0,45 tn C/ tn ιλύος

DOC_F: ποσοστό του οργανικού άνθρακα που τελικώς αποδομείται και απελευθερώνεται από τον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ: 0,5 (κοινός συντελεστής για ΑΣΑ και ιλύ)

F: ποσοστό μεθανίου κατ’ όγκο στα αέρια που παράγονται από τον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ: 0,5

16/12: συντελεστής μετατροπής μάζας C σε μάζα CH₄

Πηγή συντελεστών εξίσωσης [3.30] και F, DOC_F: National Inventory Report 2025, Greece, 7.2 Solid waste disposal on land (CRF Source Category 5A), 7.2.2 Methodology, p.440, Διαθέσιμο σε https://climate-laws.org/documents/greece-2025-national-inventory-document-nid_272b?id=greece-national-inventory-report-nir-2025_66e5 , (Τελευταία Πρόσβαση 10 Ιουλίου 2025)

Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)



ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν ο χρήστης έχει πέρα από διάθεση σε ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ αλλά και σε ΧΑΔΑ θα πρέπει να κάνει την διαδικασία για κάθε τοποθεσία ξεχωριστά με τα αντίστοιχα ΜCF και ΟΧ και μετά να τα αθροίσει μόνος του για τις τελικές συνολικές εκπομπές λόγω ΑΣΑ. Στην παρούσα εργασία θα υπολογιστεί μόνο για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ που είναι και οι νόμιμοι χώροι διάθεσης ΑΣΑ.

3.6.1 Φύλλο ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΘ. ΣΤΕΡ.ΑΠΟΒΛΗΤ

Στο φύλλο εργασίας **ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΘ. ΣΤΕΡ.ΑΠΟΒΛΗΤ** ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει δεδομένα σε τρεις διαφορετικούς πίνακες. Θ' αναλύσουμε με λεπτομέρεια το τι πρέπει να κάνει σε κάθε πίνακα. Πρέπει αρχικά να γίνει ο υπολογισμός του **DOC** όπου αυτό είναι απαραίτητο για να βρούμε στην συνέχεια το L_0 για να βγάλουμε στο τέλος το $E_{CH_4_ΑΣΑ}$ (οι εκπομπές μεθανίου (CH_4) από την διάθεση των ΑΣΑ, σε tn), όπου μέσω της εξίσωσης [3.27] θα βρούμε τις τελικές εκπομπές μεθανίου από την διάθεση των στερεών αποβλήτων του οργανισμού.

Θα ξεκινήσουμε με τον πίνακα που βλέπουμε στην **Εικόνα 36** όπου είναι ο πίνακας που κάνει τον υπολογισμό του DOC.

Εικόνα 36: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για τον υπολογισμό του DOC

ΤΥΠΟΣ DOC	DOC = $\frac{[(\alpha 1 \times A) + (\beta 1 \times B) + (\gamma 1 \times \Gamma) + (\delta 1 \times \Delta) + (\epsilon 1 \times E) + (\sigma 1 \times DS)]}{(A+B+\Gamma+\Delta+E+DS)}$												
Πίνακας υπολογισμού DOC													
ΕΤΟΣ	A (ετήσια συνολική ποσότητα χαρπύ που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	B (ετήσια συνολική ποσότητα υφασμάτων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	Γ (ετήσια συνολική ποσότητα αποβλήτων τροφίμων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	Δ (ετήσια συνολική ποσότητα "πράσινων" αποβλήτων και άλλων αποδομήσιμων αποβλήτων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	E (ετήσια συνολική ποσότητα αποβλήτων ξύλου και άχυρου που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	α1 (περιεκτικότητα χαρπύ σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn χαρπύ)	β1 (περιεκτικότητα υφασμάτων σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn υφασμάτων)	γ1 (περιεκτικότητα αποβλήτων τροφίμων σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn αποβλήτων τροφίμων)	δ1 (περιεκτικότητα "πράσινων" και λοιπών αποδομήσιμων αποβλήτων σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn "πράσινων" και λοιπών αποδομήσιμων αποβλήτων)	ε1 (περιεκτικότητα αποβλήτων ξύλου και άχυρου σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn ξύλου και άχυρου)	σ1 (περιεκτικότητα αφυδατωμένης ύλης από επεξεργασία λυμάτων σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn ύλης)	DS (ποσότητα αφυδατωμένης ύλης από ΚΕΛ που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ ή ΧΑΔΑ, σε tn)	DOC (συντελεστής περιεκτικότητας άνθρακα των διατιθέμενων αποβλήτων, σε tn C/tn αποβλήτων)
2019						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΡ/0
2020						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΡ/0
2021						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΡ/0
2022						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΡ/0
2023						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΡ/0
2024	4000	1500	8000	3000	2500	0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45	1000	0,26425

Στον πίνακα της παραπάνω εικόνας ο χρήστης πρέπει για το έτος που θέλει να γίνει ο υπολογισμός, να βάλει τις ποσότητες που οδηγήθηκαν σε ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ (σε tn) **(στήλες με κόκκινο χρώμα)**, και στην συνέχεια **για τους συντελεστές α1,β1,γ1,δ1,ε1,σ1 θα πρέπει να κάνει έλεγχο των τιμών τους μέσω των συνδέσμων και των επεξηγήσεων που έγιναν στο παραπάνω κεφάλαιο 3.6 και εφόσον το κάνει αυτό να τις μεταφέρει στον πίνακα.**

Εφόσον τα κάνει αυτά **θα υπολογιστεί αυτόματα στην στήλη με πράσινο χρώμα** και όνομα **DOC** (συντελεστής περιεκτικότητας άνθρακα των διατιθέμενων αποβλήτων, σε tn C/tn αποβλήτων) **η τιμή του DOC¹⁶**. Στην συνέχεια πρέπει να πάει στον επόμενο πίνακα που βλέπουμε στην **Εικόνα 37** και ν' ακολουθήσει την παρακάτω διαδικασία για τον υπολογισμό του **L₀**.

¹⁶ Αν υπάρχει και απόθεση σε ΧΑΔΑ ποσότητας ΑΣΑ τότε θα υπολογιστεί ξεχωριστά το **DOC** καθώς και τα **L₀** και οι τελικές εκπομπές **ECO_{2e,ΑΣΑ}** και θα προστεθούν χειροκίνητα από τον χρήστη στο report του, στην παρούσα εργασία δεν επιλέγουμε ΧΑΔΑ διότι όπως αναφέραμε παραπάνω είναι παράνομο.

Εικόνα 37: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για τον υπολογισμό του L_0

ΤΥΠΟΣ L ₀	L ₀ = MCFx DOC x DOC _F x F x (16/12)						
Πίνακας για Υπολογισμό του L ₀							
Τόπος απόθεσης ΑΣΑ για υπολογισμό MCF: συντελεστής διόρθωσης μεθανίου							
ΕΤΟΣ	DOC (συντελεστής περιεκτικότητας άνθρακα των διατιθέμενων αποβλήτων, σε t/t αποβλήτων)	DOCF	F (ποσοστό μεθανίου κατ' όγκο στα αέρια που παράγονται από τον ΧΥΤΑ/ ΧΥΤΥ/ ΧΑΔΑ)	MCF για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ	MCF για ΧΑΔΑ με βάθος >= 5 m	MCF για ΧΑΔΑ με βάθος < 5 m	L ₀ (δυναμικό παραγωγής μεθανίου, σε t/t CH ₄ / t/t αποβλήτων)
2019	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2020	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2021	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2022	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2023	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2024	0,26425	0,5	0,5	1			0,088083333

Αρχικά, όπως και σε όλα τα φύλλα του εργαλείου πρέπει να κάνει έλεγχο των συντελεστών που βλέπουμε στον πίνακα με κίτρινο χρώμα στ' όνομα της στήλης τους. Η **Στήλη DOC** που φαίνεται στην εικόνα με άσπρο χρώμα **θα πάρει τιμή αυτόματα όταν γίνει ο υπολογισμός του DOC με τον τρόπο που αναφέραμε πιο πάνω**. Μόλις το κάνει αυτό και ενημερώσει τον πίνακα με τις τρέχουσες τιμές (μπορεί να έχουν αλλάξει μπορεί και όχι) του έτους που τον ενδιαφέρει μετά το μόνο που μένει είναι να **καταγράψει το MCF** είτε **για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ** είτε **για ΧΑΔΑ με βάθος ≥ 5 m** είτε **για ΧΑΔΑ με βάθος < 5 ¹⁷** (για μια τοποθεσία για κάθε φορά υπολογισμού).

Προφανώς όπως έχουμε αναφέρει και πιο πριν η μόνη νόμιμη διάθεση πλέον είναι σε ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ, απλώς έχουμε αφήσει τυπικά και για ΧΑΔΑ σε περίπτωση που γίνει υπολογισμός για πολύ παλιό έτος. Εφόσον γίνουν τα παραπάνω, το L_0 θα υπολογιστεί με βάση την εξίσωση [3.29].

Τέλος, ο χρήστης θα πάει στον πίνακα της **Εικόνας 38** όπου εδώ το μόνο που έχει να κάνει είναι να **τσεκάρει τους συντελεστές των στηλών με κίτρινο χρώμα όπου θα επιλέξει ΟΧ όπου για ΧΥΤΑ/ΧΥΔΥ είναι 0,1** (όπως είπαμε αν κ εφόσον χρειαστεί για ΧΑΔΑ υπολογισμός θα βάλει **0** στο **ΟΧ**) και στην **στήλη MSW_F** (ποσοστό των παραχθέντων ΑΣΑ που οδηγήθηκαν προς τελική διάθεση σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ ή ΧΑΔΑ) να τσεκάρει από τις πηγές που έχουμε δώσει παραπάνω αν **συνεχίζει να είναι 80%** και να **ενημερώσει τον πίνακα για το έτος που επιθυμεί**. Οι τιμές στις στήλες **ECH₄_ΑΣΑ** και **ECO_{2e}_ΑΣΑ** θα υπολογισθούν αυτόματα μέσω των εξισώσεων [3.27] και [3.28].

¹⁷ Για ένα τόπο διάθεσης κάθε φορά, ο τύπος για L_0 όπως και για το **DOC** αλλά και για τις συνολικές εκπομπές **ECO_{2e}_ΑΣΑ** υπολογίζει για ένα τόπο διάθεσης κάθε φορά, αν υπάρχει και ΧΑΔΑ πρέπει να υπολογιστεί μέσω αυτών των τύπων αλλά ξεχωριστά και να προστεθεί στο report του χρήστη χειροκίνητα, στο **παρών έγγραφο θα γίνεται διάθεση μόνο σε ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ (νόμιμη διάθεση)**.

Εικόνα 38: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για υπολογισμό συνολικών εκπομπών ΑΣΑ

ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ									
ECO2e_ΔΣΑ = ECH4_ΔΣΑ x GWPCH4									
ECH4_ΔΣΑ = [((((MSW x MSWF) + DS) x L0) – R] x (1 – OX)		Σημειώνεται ότι: MSWF x MSW = Α+Β+Γ+Δ+Ε							
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ									
ΕΤΟΣ	OX (συντελεστής οξειδωσης του μεθανίου στο εδαφικό υλικό κάλυψης των αποβλήτων για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ (για ΧΑΔΑ είναι 0)	GWPCH4 (g CO2/ g CH4)	DS (ποσότητα αφυδατωμένης ύλης από ΚΕΛ που οδηγήθηκε σε ΧΥΤΑ ή ΧΑΔΑ, σε tn)	MSW (συνολική ποσότητα ΑΣΑ που παρήχθησαν, σε tn)	MSWF (ποσοστό των παραχθέντων ΑΣΑ που οδηγήθηκαν προς τελική διάθεση σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ ή ΧΑΔΑ)	R (η μάζα του μεθανίου που παράγεται στον ΧΥΤΑ, η οποία ανακτάται και οδηγείται προς κάψιμο είτε στον πυρσό του ΧΥΤΑ είτε σε εγκατάσταση ανάκτησης ενέργειας, σε tn)	L0 (δυναμικό παραγωγής μεθανίου, σε tn CH4/ tn αποβλήτων)	ΕCH4_ΔΣΑ	ECO2e_ΔΣΑ
2019	0,1	28	2000	16000	80%	0	0,125337838	1669,5	46746
2020	0,1	28	0	#ΔΙΑΙΡ/0!		0	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
2021	0,1	28	0	#ΔΙΑΙΡ/0!		0	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
2022	0,1	28	0	#ΔΙΑΙΡ/0!		0	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
2023	0,1	28	0	#ΔΙΑΙΡ/0!		0	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
2024	0,1	27,9	1000	23750	80%	0	0,088083333	1585,5	44235,45



Τώρα σε περίπτωση που υπολογίσει για ΧΑΔΑ (δεν το επιθυμούμε όπως είπαμε διότι είναι πλέον παράνομο) έχει φτιαχτεί ένας πίνακας αυτό της **Εικόνας 39** , όπου μπορεί να αντιγράψει τις τελικές εκπομπές **ECO_{2e}_{ΑΣΑ}** από ΧΑΔΑ για να μην τις χάσει όταν υπολογίζει για τα ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ και να μπορεί να τις προσθέσει στο τελικό report του στο score 3 για ΑΣΑ. **Ο τελικός πίνακας εκπομπών του φύλλου ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ θα έχει μόνο εκπομπές από ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ¹⁸**, μόνο αυτά θα πρέπει να φαίνονται στο επίσημο report όπως έχουμε αναφέρει. **Σε καμία περίπτωση το παρόν έγγραφο δεν προτείνει να υπολογιστούν ΑΣΑ από διάθεση σε ΧΑΔΑ, απλά δίνει την δυνατότητα αυτή αν είναι για πολύ παλιό έτος και φυσικά ο χρήστης είναι υποχρεωμένος να το αναφέρει στο report του.**

¹⁸ Οπότε το **φιλτράρισμα του πίνακα της εικόνας 38** πρέπει να γίνει **ΜΟΝΟ** όταν έχει περασμένα τα **δεδομένα από ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ**.

Εικόνα 39: Πίνακας για εισαγωγή ετήσιων εκπομπών από ΧΑΔΑ

ΕΤΟΣ	ECO2e_ΑΣΑ ΧΑΔΑ με βάθος ≥ 5 m	ECO2e_ΑΣΑ για ΧΑΔΑ με βάθος < 5 m
2019		
2020		
2021		
2022		
2023		
2024		
2025		
2026		
2027		
2028		
2029		
2030		



Τέλος, το σημαντικότερο απ' όλα και σε αυτό το φύλλο είναι ότι ο χρήστης αφού έχει συμπληρώσει όλα τα επιθυμητά πεδία σε όλους τους πίνακες που αναφέραμε στο παρών κεφάλαιο, να φιλτράρει από την στήλη ΕΤΟΣ στον πίνακα της Εικόνας 38, το έτος που θέλει να γίνουν οι υπολογισμοί. Το φιλτράρισμα του έτους είναι πολύ σημαντικό για να υπολογισθούν σωστά οι εκπομπές CO₂e.

3.7 Εκπομπές από Επεξεργασία Υγρών Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων

Για τον υπολογισμό των εκπομπών από υγρά βιοαποδομήσιμα απόβλητα θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή από τον χρήστη γιατί είναι αρκετά δύσκολη διαδικασία. Θ' αναλύσουμε τους τύπους και την διαδικασία που θα χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα ενότητα με λεπτομέρεια ώστε να αποφευχθούν παρερμηνείες από τον χρήστη. Ας ξεκινήσουμε με την μεθοδολογία για τον υπολογισμό των εκπομπών μεθανίου για τα υγρά βιοαποδομήσιμα απόβλητα.

3.7.1 Υπολογισμός των εκπομπών μεθανίου για τα υγρά βιοαποδομήσιμα απόβλητα

Η βασική εξίσωση υπολογισμού είναι:

$$E_{CH_4_A} = EF_{CH_4,j} \times (TOW-S)-R \quad [3.31]$$

Όπου:

$E_{CH_4_A}$: ετήσιες εκπομπές CH_4 από την διαχείριση των υγρών αποβλήτων, σε tn CH_4

j : εφαρμοζόμενη πρακτική επεξεργασίας αποβλήτων

$EF_{CH_4,j}$: συντελεστής εκπομπών CH_4 από την εφαρμογή της πρακτικής j , σε tn CH_4 /tn BOD

TOW: συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου των παραγόμενων λυμάτων, σε tn BOD

S: συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού φορτίου των λυμάτων που απομακρύνεται στην παραγόμενη ιλύ, σε tn BOD

R: συνολική ετήσια ποσότητα CH_4 που ανακτάται, σε tn CH_4 , υπολογίζεται από τον τύπο:

Ο τύπος:

$$R = TOW \times EF_{CH_4,j} \times R_f \quad [3.32]$$

προέρχεται από *IPCC 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**.

R_f^{19} : Συντελεστής του μεθανίου που ανακτάται για ενεργειακή αξιοποίηση, τιμή 0,7 για τη Ελλάδα, μόνο για την περίπτωση όπου η Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j είναι Αναερόβιος χωνευτήρας ιλύος, αλλιώς σε όλες τις άλλες πρακτικές είναι 0.**

* **Πηγή:** IPCC 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, §6.3.3–6.3.4 (Methane Emissions from Wastewater Treatment. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

¹⁹ Ο χρήστης πρέπει να τσεκάρει την τιμή του R_f σε ετήσια βάση για την περίπτωση του Αναερόβιος χωνευτήρας ιλύος και να την ενημερώνει στο excel

** **Πηγή:** (NIR GREECE), Ministry of Environment and Energy, Greece (2024). National Inventory Report for Greenhouse Gas Emissions 1990–2022. Athens: Ministry of Environment and Energy, Διαθέσιμο σε: https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2025/01/2024_NID_Greece.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

Σημειώνεται πως η εξίσωση [3.31] αποτελεί απλουστευμένη μορφή της εξίσωσης 6.1 που προτείνει η IPCC*.

Στη συνέχεια για τον υπολογισμό του συντελεστή $EF_{CH_4,j}$ χρησιμοποιείται η:

$$EF_{CH_4,j} = B_0 \times MCF_j \quad [3.33]$$

Όπου:

B_0 : μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH_4 , σε $tn\ CH_4/tn\ BOD$

Για το B_0 χρησιμοποιείται αν ο χρήστης δεν έχει πληροφορίες για την τιμή η **τιμή 0,6** $tn\ CH_4/tn\ BOD$ που προτείνεται από την IPCC**. Παρολ' αυτά στον παρακάτω πίνακα²⁰ της **Εικόνας 40** μπορούμε να βρούμε τις τιμές για το B_0 ανά κλάδο δραστηριότητας και να χρησιμοποιήσει από εκεί ο χρήστης τιμή ανάλογα με τον κλάδο που δραστηριοποιείται ο οργανισμός που εργάζεται²¹, εφόσον έχει τις απαραίτητες πληροφορίες.

Εικόνα 40: Πίνακας τιμών B_0 ανά κλάδο δραστηριότητας

Πίνακας Τιμών B_0 ($m^3\ CH_4/kg\ BOD$)		
Κλάδος / Τύπος Αποβλήτων	Τιμή B_0 (μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH_4 , σε $tn\ CH_4/tn\ BOD$)	Πηγή / Σχόλια
Οικιακά λύματα	0,6	IPCC 2006 Guidelines, Vol. 5, Ch. 6, Table 6.2
Τρόφιμα και ποτά	0,77 - 0,99	US EPA (2016), <i>Industrial Wastewater Treatment</i>
Χαρτοποιία	0,44 - 0,88	Tchobanoglous et al. (2003), <i>Wastewater Engineering: Treatment and Reuse</i>
Κλωστοϋφαντουργία	0,33 - 0,66	Tchobanoglous et al. (2003), EPA
Επεξεργασία κρέατος και ψαριών	0,66 - 1,10	US EPA (2016), IPCC 2006 (σημειώσεις κατευθυντήριες)
Χημική βιομηχανία	0,22 - 0,55	IPCC 2006 Guidelines, Engineering References
Ζωοτροφές και γεωργία	0,55 - 0,88	IPCC 2006, FAO Technical Guidelines
Παραγωγή ζάχαρης	0,88 - 1,10	Tchobanoglous et al. (2003), IPCC 2006
Αλκοολούχα ποτά (ζυθοποιία, οиноποιία)	0,77 - 0,99	IPCC 2006, US EPA (2016)
Πετροχημική βιομηχανία	0,22 - 0,44	IPCC 2006, US EPA
ΆΛΛΟ ή το default που είναι 0,6		2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

* **Πηγή:** IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, 2006:Equation 6.1.

Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

** **Πηγή:** 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6, Table 6.2.

Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

²⁰ Στην επιλογή τιμής για το B_0 στην τελευταία γραμμή του πίνακα αν δεν υπάρχει ο κλάδος που θέλει ο χρήστης επιλέγει την επιλογή ΆΛΛΟ ή το default που είναι 0,6, οπότε ή βάζει την τιμή που έχει για τον οργανισμό του ή αν δεν γνωρίζει ποια είναι η τιμή για τον οργανισμό του βάζει την default που είναι 0,6.

²¹ Ο πίνακας της φωτογραφίας είναι στο excel και εκεί έχει γίνει διαδικασία αυτόματη που θ' αναλυθεί στην πορεία ώστε να βοηθήσει τον χρήστη, το ίδιο ισχύει και για τον πίνακα του MCF που θα δούμε παρακάτω.

Πηγές τιμών πίνακα **Εικόνας 40** :

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006), Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Διαθέσιμο σε:

https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

EPA (2016), "Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks", Annex 3: Industrial wastewater CH₄ emission factors, Διαθέσιμο σε:

https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/02/f49/EPA%202016_GHG-Inventory.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Διαθέσιμο σε:

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TCHOBANOGLIOUS%20et%20al.%202003%20Wastewater%20Engineering.pdf (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

MCF_j : συντελεστής διόρθωσης CH₄ για την πρακτική j

Για το **MCF_j** χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες τιμές που βλέπουμε στον πίνακα της **Εικόνας 41** που προτείνονται από την IPCC*.

Εικόνα 41: Πίνακας τιμών Συντελεστή Διόρθωσης MCF

Συντελεστής Διόρθωσης Μεθανίου MCF για υγρά μη βιομηχανικά απόβλητα			
Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	Τιμή MCF (για εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j)	Εύρος Τιμών	Σχόλια
Εκβολή σε θάλασσα, ποτάμι ή λίμνη	0,1	0 – 0,2	Τα ποτάμια με υψηλό οργανικό φορτίο μπορεί να γίνουν αναερόβια
Στάσιμο αποχετευτικό δίκτυο	0,5	0,4 – 0,8	Ανοιχτό και θερμό περιβάλλον
Ρευστό αποχετευτικό δίκτυο (ανοιχτό ή κλειστό)	0	0	Ταχύρρυθμο και καθαρό. (Αμελητέες ποσότητες CH ₄ από αντλιοστάσια κλπ)
Κεντρικό αερόβιο βιολογικό	0,03	0 – 0,1	Πρέπει να είναι καλά διαχειριζόμενο. Μπορεί να εκπέμπει CH ₄ από δεξαμενές καθίζησης ή άλλες αναερόβιες εστίες
Κεντρικό αερόβιο βιολογικό	0,3	0,2 – 0,4	Κακή διαχείριση, υπερφόρτωση
Αναερόβιος χωνευτής ιλύος	0,8	0,8 – 1,0	Δεν λαμβάνεται υπόψη η ανάκτηση CH ₄ εδώ
Αναερόβιος αντιδραστήρας	0,8	0,8 – 1,0	Δεν λαμβάνεται υπόψη η ανάκτηση CH ₄ εδώ
Αναερόβια ρηχή λίμνη	0,2	0 – 0,3	Βάθος λιγότερο από 2 μέτρα, απαιτείται κρίση εμπειρογνώμονα
Αναερόβια βαθιά λίμνη	0,8	0,8 – 1,0	Βάθος μεγαλύτερο από 2 μέτρα
Σηπτικό σύστημα	0,5	0,5	Το μισό BOD καθιζάνει στην αναερόβια δεξαμενή
Λατρίνα (τουαλέτα) – Σηρό κλίμα	0,1	0,05 – 0,15	Υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας κάτω από τη λακτίνα, μικρή οικογένεια (3-5 άτομα)
Λατρίνα – Σηρό κλίμα	0,5	0,4 – 0,6	Υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας κάτω από τη λακτίνα, κοινόχρηστη (πολλοί χρήστες)
Λατρίνα – Υγρό κλίμα / χρήση νερού	0,7	0,7 – 1,0	Υψηλότερος υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας από τη λακτίνα
Λατρίνα – Τακτική	0,1	0,1	Απομάκρυνση ιζήματος για λίπασμα

* **Πηγή:** 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6, Table 6.3. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

Στην συνέχεια, στην περίπτωση που η **TOW**: συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου των παραγόμενων λυμάτων, δεν διατίθεται στο χρήστη, εκτίμηση αυτής γίνεται με βάση τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό. Χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{TOW} = P \times F_{\text{BOD}} \times 10^{-6} \times F_{\text{IND-COM}} \times 365 \quad [3.34]$$

Όπου:

TOW : συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου των παραγόμενων λυμάτων, σε tn BOD

P: Ο ισοδύναμος πληθυσμός

F_{BOD}: συντελεστής ημερήσιας παραγωγής οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου λυμάτων ανά άτομο, σε g/ca/ημέρα

Η τιμή του F_{BOD} για την Ελλάδα εκτιμάται σε **57 gr/ca/ημέρα***.

Η ίδια τιμή χρησιμοποιείται και στην Εθνική έκθεση απογραφών, NIR.

10⁻⁶: μετατροπή των g BOD σε tn BOD

F_{IND-COM}: συντελεστής διόρθωσης στην περίπτωση που στη μονάδα καταλήγουν υγρά απόβλητα από βιομηχανίες και επιχειρήσεις τα οποία φέρουν οργανικό βιοαποδομήσιμο φορτίο. Από την IPCC προτείνει την τιμή 1,25 για τον συντελεστή F_{IND-COM}**.

365: ημέρες του έτους

* Πηγή: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Table 6.4. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

** Η IPCC: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

Στην εξίσωση [3.31], η ποσότητα απομακρυνόμενης ιλύος, **S**, χρησιμοποιείται ως έχει αν δίνεται σε tn BOD²², διαφορετικά, αν είναι διαθέσιμη σε τόνους αποξηραμένων στερεών, tn DS, χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$S(\text{ tn BOD}) = (S(\text{ tn DS}) \times V_{\text{biogas}} \times F_{\text{CH}_4} \times d_{\text{CH}_4}) / (B_0 \times 1000) \quad [3.35]$$

Όπου:

V_{biogas}: όγκος βιοαερίου ανά τόνο αποξηραμένων στερεών, 200 m³/tn DS

F_{CH₄}: κλάσμα μεθανίου στο βιοαέριο από ιλύ, 0,6

d_{CH₄}: πυκνότητα μεθανίου, 0,7 Kg CH₄/ m³

B₀: μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH₄, σε tn CH₄/tn BOD²³

1000: μετατροπή Kg CH₄ σε tn CH₄

Οι τιμές για τα παραπάνω μεγέθη προέρχονται από την *National Inventory Report 2025, Greece**.



Τέλος, αφού υπολογιστούν οι τόνοι μεθανίου, εφαρμόζεται η εξίσωση [1] του εισαγωγικού κεφαλαίου για τη μετατροπή των εκπομπών σε ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα, CO_{2e}, μέσω του δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη, GWP.

Η πηγή της υπό-ενότητας 3.7.1 είναι το Εγχειρίδιο-ISO-14064-Report-Template-v2-2, Έκδοση 2.0/ Απρίλιος 2024, του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Διαθέσιμο σε:

<https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2024/09/%CE%95%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF-ISO-14064-Report-Template-v2-2.pdf>,

(Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

²² **BOD (Biochemical Oxygen Demand/Βιοχημική Απαίτηση Οξυγόνου)**: Είναι το ποσό οξυγόνου που χρειάζονται οι μικροοργανισμοί για να αποικοδομήσουν βιολογικά (αερόβια) την οργανική ύλη σε δείγμα νερού ή λυμάτων, μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (συνήθως 5 ημέρες, BOD₅). Δείχνει πόσο «βιοαποδομήσιμο» είναι το οργανικό φορτίο. Πηγή: Metcalf & Eddy (Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D.) Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th Edition, McGrawHill, 2003. Διαθέσιμο σε: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TCHOBANOGLIOUS%20et%20al.%202003%20Waste%20Engineering.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

²³ Έχουμε κάνει εκτενή αναφορά πιο πάνω πως επιλέγουμε τιμή για το **B₀**

* *National Inventory Report 2025, Greece*, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο για τη διαχείριση υγρών αποβλήτων (7.5.2 Methodology, Wastewater handling (CRF Source Κατηγορία 5D), NIR Greece 2025²⁴. Διαθέσιμο σε: https://climate-laws.org/documents/greece-2025-national-inventory-document-nid_272b?id=greece-national-inventory-report-nir-2025_66e5, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

3.7.2 Υπολογισμός των εκπομπών υποξειδίου του αζώτου για τα υγρά βιοαποδομήσιμα απόβλητα

Οι εκπομπές N₂O χωρίζονται σε 2 κατηγορίες:

1. Στις εκπομπές που προκύπτουν από την επεξεργασία των λυμάτων. Για τον σκοπό αυτό εξετάζεται η επεξεργασία σε ΚΕΛ καθώς και η περίπτωση που τα λύματα οδηγούνται σε σύστημα σηπτικού/ απορροφητικού βόθρου. Οι περιπτώσεις όπου τα λύματα οδηγούνται σε αμιγώς σηπτικό ή αμιγώς απορροφητικό βόθρο δεν εξετάζονται λόγω του ότι οι εκπομπές N₂O από τις πρακτικές αυτές θεωρούνται αμελητέες*.
2. Στις εκπομπές από την διάθεση σε κάποιον φυσικό υδάτινο αποδέκτη (θάλασσα, ποτάμι, λίμνη) των ανεπεξέργαστων λυμάτων ή της επεξεργασμένης εκροής λυμάτων από ΚΕΛ

Η βασική εξίσωση υπολογισμού έχει τη μορφή:

$$E_{N_2O_Λ} = E_{N_2O_ΕΠΕΞ} + E_{N_2O_ΔΙΑΘ} \quad [3.36]$$

Όπου:

$E_{N_2O_Λ}$: συνολικές εκπομπές N₂O από την διαχείριση των αποβλήτων, σε tn N₂O

$E_{N_2O_ΕΠΕΞ}$: εκπομπές N₂O από την επεξεργασία των λυμάτων σε ΚΕΛ ή την διάθεση τους σε σύστημα σηπτικού/απορροφητικού βόθρου εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N₂O

$E_{N_2O_ΔΙΑΘ}$: εκπομπές N₂O από την διάθεση των λυμάτων ή της επεξεργασμένης εκροής των λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N₂O

Ο υπολογισμός των εκπομπών N₂O που προκύπτουν από την επεξεργασία των λυμάτων σε ΚΕΛ ή την διάθεση τους σε σύστημα σηπτικού/ απορροφητικού βόθρου ($E_{N_2O_ΕΠΕΞ}$), γίνεται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση που προτείνεται για τον σκοπό αυτό από το IPCC: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Equation 6.9 (την πηγή την έχουμε αναφέρει πολλές φορές πιο πάνω):

* **Πηγή:** 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Table 6.8A. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

$$E_{N_2O_EΠΕΞ} = \sum \{ N_{EΠΕΞ_j} \times EF_{EΠΕΞ_j} \} \times 44/28 \quad [3.37]$$

όπου:

$E_{N_2O_EΠΕΞ}$: συνολικές εκπομπές N_2O εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος από την επεξεργασία των λυμάτων σε ΚΕΛ ή την διάθεση τους σε σύστημα σηπτικού/απορροφητικού βόθρου, σε $tn N_2O$

$N_{EΠΕΞ_j}$: ποσότητα αζώτου στα λύματα που οδηγούνται σε ΚΕΛ και σε συστήματα σηπτικών/απορροφητικών βόθρων ανά εφαρμοζόμενη πρακτική j εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε $tn N$

j : εφαρμοζόμενη πρακτική επεξεργασίας λυμάτων (βλ. **Πίνακα 6** που ακολουθεί)

$EF_{EΠΕΞ_j}$: συντελεστής εκπομπής N_2O από την επεξεργασία (j) των λυμάτων, σε $tn N_2O-N/tn N$
44/28: συντελεστής μετατροπής μάζας N_2O-N σε μάζα N_2O .

Πίνακας 6: Συντελεστές $EF_{EΠΕΞ_j}$ και EF_{Δ} ανά εφαρμοζόμενη πρακτική επεξεργασίας των λυμάτων j

Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j (εκρών)	EF_{Δ} : συντελεστής εκπομπής N_2O από την διάθεση λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη, σε $tn N_2O-N/tn N$	Σύντομη περιγραφή
Εκροή σε γλυκά/εκβολές/θάλασσα	0,005	Απόρριψη επεξεργασμένων ή ακατέργαστων λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη
Εκροή σε θρεπτικά φορτισμένα ή/και υποξικά ύδατα	0,019	Ευτροφικά/υποξικά περιβάλλοντα
Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	$EF_{EΠΕΞ_j}$ (συντελεστής εκπομπής N_2O από την επεξεργασία (j) των λυμάτων, σε $tn N_2O-N/tn N$)	Σύντομη περιγραφή
Κεντρικός αερόβιος Β/Κ	0,016	Μεταβλητές αλλά δυνητικά σημαντικές εκπομπές
Διάθεση λυμάτων σε σηπτικούς/απορροφητικούς βόθρους	0,0045	Εκπομπές από το πεδίο διάχυσης

Οι τιμές του πίνακα δεν αλλάζουν συχνά, πιθανές αλλαγές κάθε 15 χρόνια, οπότε ας γίνεται απλά ένας έλεγχος ότι παρέμειναν ίδιες.

Πηγή: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6, Table 6.8A. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

Για τον υπολογισμό της ποσότητας $N_{\text{ΕΠΕΞ},j}$ για την εκάστοτε πρακτική διαχείρισης λυμάτων j χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$N_{\text{ΕΠΕΞ},j} = V_{\text{ΕΠΕΞ},j} \times C_{N_ΕΠΕΞ,j} \times 10^{-6} \quad [3.38]$$

όπου:

$V_{\text{ΕΠΕΞ},j}$: όγκος των λυμάτων που οδηγούνται σε ΚΕΛ και σε συστήματα σηπτικών/απορροφητικών βόθρων ανά πρακτική j εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m^3

$C_{N_ΕΠΕΞ,j}$: μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των προς επεξεργασία λυμάτων ανά πρακτική j , σε mg/l , αν δεν υπάρχουν μετρήσεις, τότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η μέση ετήσια τιμή δίνεται περίπου στα 40 mg/l , με εύρος από 20 έως 70 mg/l στο *IPCC 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**.

10^{-6} : συντελεστής μετατροπής gr σε tn

Ο υπολογισμός των εκπομπών N_2O από την διάθεση των ανεπεξέργαστων λυμάτων ή της επεξεργασμένης εκροής λυμάτων από ΚΕΛ σε κάποιον φυσικό υδάτινο αποδέκτη (θάλασσα, ποτάμι, λίμνη) ($E_{N_2O_ΔΙΑΘ}$) γίνεται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση που προτείνεται για τον σκοπό αυτό από το *IPCC: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Equation 6.7 (την πηγή την έχουμε αναφέρει πολλές φορές πιο πάνω)*:

$$E_{N_2O_ΔΙΑΘ} = N_{\Delta} \times EF_{\Delta} \times 44/28 \quad [3.39]$$

όπου:

$E_{N_2O_ΔΙΑΘ}$: συνολικές εκπομπές N_2O από την διάθεση των λυμάτων ή της επεξεργασμένης εκροής των λυμάτων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε $tn N_2O$

N_{Δ} : συνολική ποσότητα αζώτου στα λύματα που διαθέτονται στον υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε $tn N$

EF_{Δ} : συντελεστής εκπομπής N_2O από την διάθεση λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη, σε $tn N_2O-N / tn N$

* *IPCC 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 5: Waste, Chapter 6 (Wastewater Treatment and Discharge), section 6.3.1.3. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)*

(Για τον συντελεστή EF_{Δ} , το IPCC (Table 6.8A) προτείνει την τιμή 0,005 tn N_2O -N/ tn N, δεν αλλάζει συχνά).

44/28: συντελεστής μετατροπής μάζας N_2O -N σε μάζα N_2O .

Για τον υπολογισμό της ποσότητας N_{Δ} χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$N_{\Delta} = V_{\Delta} \times C_{N_{\Delta}} \times 10^{-6} \quad [3.40]$$

όπου:

V_{Δ} : συνολικός όγκος των λυμάτων (ανεπεξέργαστων ή επεξεργασμένων) που διαθέτονται στον υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m^3

$C_{N_{\Delta}}$: μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των διατιθέμενων ανεπεξέργαστων ή επεξεργασμένων λυμάτων, σε mg/lit

Για το $C_{N_{\Delta}}$ μετά από δική μου έρευνα κατέληξα σε κάποιες τιμές που μπορούν να βοηθήσουν τον χρήστη στο να επιλέξει τιμή, καλό θα είναι όμως να κάνει ένα καλό έλεγχο πριν κάνει την επιλογή του.

- Πρωτοβάθμια Επεξεργασία (μόνο καθίζηση): Περίπου 35–40 mg/lit*
- Δευτεροβάθμια Επεξεργασία (κλασικός ενεργός ιλύς, χωρίς απονιτροποίηση(BNR)):
Περίπου 20–30 mg/lit**
- Τριτοβάθμια Επεξεργασία / Βιολογική Απονιτροποίηση (BNR): Περίπου 5–15 mg/lit***
- Προηγμένα Συστήματα (Polishing /Advanced BNR): Κάτω από 5–10 mg/lit****

10^{-6} : συντελεστής μετατροπής gr σε tn

* **Πηγή:** EPA, 2010. *Nutrient Control Design Manual*. U.S. Environmental Protection. Διαθέσιμο σε: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-02/documents/nutrient-control-design-manual.pdf> , (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

** **Πηγή:** EPA, 2010. *Nutrient Control Design Manual*. U.S. Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-02/documents/nutrient-control-design-manual.pdf> ,(Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

*** **Πηγή:** EPA, 2021. *Innovative Nutrient Removal Technologies*. U.S. Environmental Protection Agency. Διαθέσιμο σε: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-08/innovative-nutrient-removal-technologies-report-082721.pdf> ,(Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

**** **Πηγή:** EPA, 2023. *Life Cycle and Cost Assessments of Nutrient Removal*. U.S. Environmental Protection Agency. Διαθέσιμο σε: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-06/life-cycle-nutrient-removal-2023-update.pdf> , (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)



Τέλος, αφού υπολογιστούν οι τόνοι N_2O , εφαρμόζεται η εξίσωση [1] του εισαγωγικού κεφαλαίου για τη μετατροπή των εκπομπών σε ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα, CO_2e , μέσω του δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη, **GWP**.

Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

3.7.3 Φύλλο ΕΠΕΞ.ΥΓΡΩΝ.ΒΙΟΑΠΟΔ.ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στο φύλλο **ΕΠΕΞ.ΥΓΡΩΝ.ΒΙΟΑΠΟΔ.ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ** ο χρήστης θα πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή σ' αυτά που αναφέραμε παραπάνω, υπάρχουν βέβαια μέσα στο φύλλο σημειώσεις και αναφορές για να επισημάνουν πράγματα στον χρήστη αλλά και να τον βοηθήσουν στους υπολογισμούς. Αρχικά ας ξεκινήσουμε με τον πίνακα της **Εικόνας 42** όπου εκεί υπολογίζονται οι **εκπομπές CH_4 των Λυμάτων**.

Εικόνα 42: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για υπολογισμό των εκπομπές CH_4 των λυμάτων

Εκπομπές CH_4 Λυμάτων												
ΕΤΟΣ	ΤΟΙΩ (συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου των παραγόμενων λυμάτων, σε tn BOD)	Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	Τιμή ΜCF (για εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j)	R (συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού φορτίου των λυμάτων που απομακρύνεται στην παραγόμενη ύλη, σε tn BOD)	R (συνολική ετήσια ποσότητα CH_4 που ανακτάται και οδηγείται προς ενεργειακή αξιοποίηση, σε tn CH_4)	Κλάδος / Τύπος Αποβλήτων	Τιμή θ ₀ (μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH_4 , σε tn CH_4 /tn BOD)	ΕΦCH ₄ j	(Ο υποδύναμος πληθυσμός του οργανισμού)	FBOO (συντελεστής ημερήσιας παραγωγής οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου λυμάτων ανά άτομο, σε g/cd/ημέρα)	FND-COM (συντελεστής διόρθωσης στην περίπτωση που στη μονάδα καταλήγουν υγρά απόβλητα από βιομηχανίες και επιχειρήσεις τα οποία φέρουν οργανικό βιοαποδομήσιμο φορτίο)	ΕCH ₄ Λ
2024	2,600625	Σηπτικό σύστημα	0,50	2	4,35109375	Κλωστοϋφαντουργία	5,00	2,5	100	57	1,25	-3,04953125
2024	20,805	Κεντρικό αερόβιο βιολογικό	0,03	2	37,136925	Παραγωγή ζάχαρης	85,00	2,55	800	57	1,25	10,815825
2024	13,003125	Στάσιμο αποχετευτικό δίκτυο	0,50	1	22,75546875	Χαρτοποιία	5,00	2,5	500	57	1,25	7,25234375

Στον παραπάνω πίνακα της **Εικόνας 42**, ο χρήστης αρχικά θα επιλέξει το έτος από την **στήλη ΕΤΟΣ**, στην συνέχεια μέσω της **στήλης Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j** θα επιλέξει την ή τις εφαρμοζόμενη/ες πρακτική/ες διαχείρισης λυμάτων που χρησιμοποιήθηκε/καν για τον οργανισμό του. Υπάρχει μια dropdown λίστα όπου τον βοηθάει να επιλέξει και μέσω μιας VLOOKUP η **στήλη Τιμή MCF (για εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j)** παίρνει αυτόματα τιμή ανάλογα με την πρακτική που επιλέχθηκε²⁵.

Εν' συνεχεία θα πρέπει να καταγράψει στην **στήλη S (συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού φορτίου των λυμάτων που απομακρύνεται στην παραγόμενη ιλύ, σε tn BOD)**, την συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού φορτίου των λυμάτων που απομακρύνεται στην παραγόμενη ιλύ, σε tn BOD.



Ν' αναφέρουμε ότι έχει αν δεν δίνεται το S σε tn BOD, και δίνετε σε τόνους αποξηραμένων στερεών, tn DS, χρησιμοποιείται εξίσωση [3.35] για την μετατροπή. Στο excel και στο φύλλο που δουλεύουμε έχει δημιουργηθεί ένα πινακάκι με τιμές των συντελεστών την εξίσωσης [3.35] και σχόλια και ένας ακόμη πίνακας όπου εφαρμόζεται ο τύπος που έχουμε αναφέρει, μόλις ελέγξει ο χρήστης τις στήλες με κίτρινο χρώμα για το τι τιμή έχουν το έτος που θέλει και καταχωρήσει τις τιμές τους, πρέπει φυσικά να δώσει τιμή και στην στήλη με κόκκινο χρώμα όπου ζητείτε η τιμή **S (tn DS): Τόνοι αποξηραμένων στερεών**, μόλις κάνει τα παραπάνω θα έχει την τιμή που θέλει στην **στήλη S (tn BOD)**²⁶ και μπορεί να την αντιγράψει στο πίνακα της **Εικόνας 42**. Οι πίνακες που αναφέρω φαίνονται και στην **Εικόνα 43**.

²⁵Ο πίνακας που εφαρμόζεται η VLOOKUP υπάρχει φυσικά στο φύλλο εργασίας ΕΠΕΞ.ΥΓΡΩΝ.ΒΙΟΑΠΟΔ.ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ αλλά γίνεται και αναφορά σ αυτόν στην ενότητα στην υπό ενότητα 3.7.1

²⁶ Να σημειωθεί ότι μπορεί να κάνει υπολογισμό έως και τέσσερις διαφορετικές τεχνικές στον πίνακα, γιατί τόσες γραμμές διαθέτει. Εάν έχει παραπάνω από τέσσερις πρακτικές που δεν δίνονται σε tn BOD, τότε καταγράφει στον κεντρικό πίνακα τις τιμές που έχει ήδη πάρει και σβήνει τις παλιές τιμές στον πίνακα της **εικόνας 43** και κάνει νέους υπολογισμούς. **ΣΕ ΚΑΜΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΡΟΣΤΕΣΕΙ ΓΡΑΜΜΕΣ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ 43 ΔΙΟΤΙ ΘΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙ ΚΕΛΙΑ ΣΕ ΑΛΛΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟ ΘΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΣΕΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΤΙΣ ΜΑΚΡΟΕΝΤΟΛΕΣ.**

Εικόνα 43: Πίνακες εύρεσης συντελεστών (πάνω) και μετατροπής tn DS σε tn BOD (κάτω)

Παράμετρος	Τιμή	Τυπικό εύρος / Σχόλια	Πηγή
B ₀ (μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH ₄)	0,6 tn CH ₄ / tn BOD	IPCC default (αν δεν γνωρίζουμε τον ακριβή αριθμό, αλλιώς βλέπουμε τιμή από πίνακα στ' αριστερά του φύλλου)	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/05/Vol5/5-6-CH4_Wastewater.pdf
FCH ₄ (κλάσμα μεθανίου στο βιοαέριο)	0,6 (60 %)	Συνήθης τιμή 0,55–0,65	https://climate.laws.org/documents/greeco-2025-national-inventory-document-nir-272b?id=greeco-national-inventory-report-nir-2025-66e9
dCH ₄ (πυκνότητα CH ₄)	0,7 kg/m ³	Τυπική: 0,678 kg/m ³ στους 15 °C, 1 atm	https://climate.laws.org/documents/greeco-2025-national-inventory-document-nir-272b?id=greeco-national-inventory-report-nir-2025-66e9
Vbiogas (όγκος βιοαερίου ανά tn DS)	200 m ³ /tn DS	Τυπικό εύρος 200–400 m ³ /tn VS	https://climate.laws.org/documents/greeco-2025-national-inventory-document-nir-272b?id=greeco-national-inventory-report-nir-2025-66e9

Σε περίπτωση που το S δεν δίνεται σε tn BOD αλλά σε τόνους αποξηραμένων στερεών (tn DS), τότε υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο

Τύπος	$S \text{ (tn BOD)} = [S \text{ (tn DS)} - V \text{ biogas} - FCH_4 - dCH_4] / (B_0 \cdot 1000)$					
ΕΤΟΣ	Vbiogas: όγκος βιοαερίου ανά τόνο αποξηραμένων στερεών σε m ³ /tn DS	S (tn DS): τόνος αποξηραμένων στερεών	FCH ₄ : κλάσμα μεθανίου στο βιοαέριο από υλό	dCH ₄ : πυκνότητα μεθανίου σε kg CH ₄ /m ³	B ₀ : μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH ₄ σε tn CH ₄ /tn BOD	S (tn BOD)
2024	200		0,6	0,7	0,6	0
2024	200		0,6	0,7		#ΔΙΑΠ/0!

Στην συνέχεια για την στήλη R (συνολική ετήσια ποσότητα CH₄ που ανακτάται και οδηγείται προς ενεργειακή αξιοποίηση, σε tn CH₄), θα πάρει αυτόματα τιμή ανάλογα με την εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j που θα επιλεγεί. Ο χρήστης απλά πρέπει να κάνει ένα έλεγχο αν συνεχίζει να ισχύει για την Ελλάδα ότι ο συντελεστής R_F είναι 0,7 για την περίπτωση που επιλεγεί η πρακτική Αναερόβιος χωνευτής υλός, για όλες τις άλλες πρακτικές διαχείρισης ο συντελεστής R_F = 0 (Εικόνα 44).

Εικόνα 44: Δείχνει που πρέπει να κάνει έλεγχο ο χρήστης και να βάλει τιμή για το R_F

		R _F (Συντελεστής του μεθανίου που ανακτάται για ενεργειακή αξιοποίηση)		0	0,7
Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	Τιμή MCF (για εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j)	S (συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού φορτίου των λυμάτων που απομακρύνεται στην παραγόμενη υλό, σε tn BOD)	R (συνολική ετήσια ποσότητα CH ₄ που ανακτάται και οδηγείται προς ενεργειακή αξιοποίηση, σε tn CH ₄)	Κλάδος / Τύπος Αποβλήτων	Τιμή B ₀ (μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH ₄ , σε tn CH ₄ /tn BOD)
Αναερόβιος χωνευτής υλός	0,80	500	29,127	Χημική βιομηχανία	4,00
Στάσιμο αποχετευτικό δίκτυο	0,50	5	0	Χαρτοποιία	0,70

Στην συνέχεια ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει Κλάδο / Τύπο Αποβλήτων από την **στήλη Κλάδος / Τύπος Αποβλήτων** και με την βοήθεια του πίνακα που φαίνεται στην **Εικόνα 40** στην υπό ενότητα 3.7.1, θα πρέπει να βάλει αυτός τιμή στην **στήλη Τιμή B₀ (μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH₄, σε tn CH₄/tn BOD)** κι' αυτό γιατί έχει ένα εύρος σε κάθε κλάδο το B₀ και δεν μπορούσε να πάρει τιμή αυτόματα. Βέβαια έχει μπει η δικλείδα για να είναι ο χρήστης μέσα στο επιτρεπόμενο εύρος της εκάστοτε κατηγορίας όπου αν δεν είναι μέσα στα όρια κοκκινίζει η γραμμή της στήλης και περιμένει να βάλει σωστή τιμή ο χρήστης, δηλαδή μέσα στο επιτρεπόμενο εύρος (**βλέπε Εικόνα 45**).

Εικόνα 45: Δείχνει το μήνυμα που θα δει ο χρήστης όταν βάλει τιμή εκτός εύρους



Τέλος, στις στήλες που φαίνονται στην **Εικόνα 46**, στην **στήλη P (Ο ισοδύναμος πληθυσμός του οργανισμού)** ο χρήστης θα βάλει τους εργαζόμενους που έχει ο οργανισμός και συμβάλλουν στην δημιουργία λυμάτων και θα κάνει έλεγχο στην τιμή της **στήλης F_{BOD} (συντελεστής ημερήσιας παραγωγής οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου λυμάτων ανά άτομο, σε g/ca/ημέρα)** αν παραμένει για την Ελλάδα στην τιμή που έχει αναφερθεί στο *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*^{*}. Καθώς και την αντίστοιχη τιμή για τον **F_{IND-COM}**, όπως έχουμε πει παραπάνω.

^{*} **Πηγή:** 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Table 6.4. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

Εικόνα 46: Δείχνει κάποιες από τις στήλες που πρέπει να συμπληρώσει ο χρήστης στον πίνακα για τον υπολογισμό των εκπομπές CH₄ των λυμάτων

P (Ο ισοδύναμος πληθυσμός του οργανισμού)	FBOD (συντελεστής ημερήσιας παραγωγής οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου λυμάτων ανά άτομο, σε g/cd/ημέρα)	FIND-COM (συντελεστής διόρθωσης στην περίπτωση που στη μονάδα καταλήγουν υγρά απόβλητα από βιομηχανίες και επιχειρήσεις τα οποία φέρουν οργανικό βιοαποδομήσιμο φορτίο)	ECH ₄ _L
100	57	1,25	1,20125
			-2,8

Εφόσον είδαμε τι πρέπει να κάνει ο χρήστης στο φύλλο εργασίας για τις εκπομπές CH₄ των Λυμάτων, ας δούμε τώρα τι πρέπει να κάνει για τις εκπομπές N₂O Λυμάτων. Σύμφωνα με τον τύπο [3.36] οι εκπομπές N₂O Λυμάτων πρέπει να υπολογίσουμε τα E_{N2O_EΠΕΞ}, E_{N2O_ΔΙΑΘ} και αυτό γίνεται μέσω των άλλων τύπων που αναλύσαμε πιο πάνω. Αυτό το πετύχαμε στο excel φτιάχνοντας έναν πίνακα όπου περιλαμβάνει και τους δύο υπολογισμούς. Καλό είναι όμως να το δούμε σε κομμάτια και ξεχωριστά το κάθε σημείο του πίνακα για τον καθένα από τους δύο υπολογισμούς για να γίνει καλύτερα κατανοητό.

Ας ξεκινήσουμε με το κομμάτι του πίνακα που γίνεται ο υπολογισμός του E_{N2O_EΠΕΞ} (βλέπε **Εικόνα 48**). Όπου οι υπολογισμοί γίνονται μέσω των εξισώσεων [3.37] και [3.38]. Στην **στήλη ΕΤΟΣ** ο χρήστης θα επιλέξει από dropdown λίστα το έτος που επιθυμεί να κάνει την εγγραφή. Στην συνέχεια ο χρήστης στην **στήλη Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j** θα επιλέξει την κατάλληλη για αυτόν πρακτική από μία dropdown λίστα και η **στήλη EF_{ΕΠΕΞ,j} (συντελεστής εκπομπής N₂O από την επεξεργασία (j) των λυμάτων, σε τη N₂O-N/tn N)** θα πάρει αυτόματα την αντίστοιχη τιμή²⁷.

²⁷ Η αυτόματη καταχώρηση γίνεται με μιας VLOOKUP και χρησιμοποιεί έναν πίνακα, αυτόν της **εικόνας 47**, όπου υπάρχει στο συγκεκριμένο φύλλο και σαν πίνακας 6 στο παρών έγγραφο στην υπό ενότητα 3.7.2. Αν θέλει να βάλει άλλη τιμή ο χρήστης θα πρέπει να βάλει και την αντίστοιχη τιμή που θα βρει ο ίδιος στην αντίστοιχη θέση στον πίνακα που φαίνεται στην **εικόνα 47**.

Εικόνα 47: Παρουσιάζει τον πίνακα του συγκεκριμένου φύλλου που παίρνουν τιμές τα $EF_{EPEΞ,j}$ και EF_{Δ}

ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΑΥΤΕΣ ΔΕΝ ΑΛΛΑΖΟΥΝ ΣΥΧΝΑ, ΚΑΘΕ 15 ΧΡΟΝΙΑ ΚΑΙ ΑΝ, ΟΠΟΤΕ ΑΞ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΠΛΑ ΈΝΑ CHECK ΟΤΙ ΕΧΟΥΝ ΜΕΙΝΕΙ ΙΔΙΕΣ			
Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	EF_{Δ} : συντελεστής εκπομπής N_2O από την διάθεση λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη, σε $tn\ N_2O-N/tn\ N$	Σύντομη περιγραφή	Πηγή
Εκροή σε γλυκά/εκβολές/θάλασσα	0,005	Απόρριψη επεξεργασμένων ή ακατέργαστων λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf
Εκροή σε θρεπτικά φορτισμένα ή/και υποξικά ύδατα	0,019	Ευτροφικά/υποξικά περιβάλλοντα	
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική			
Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	$EF_{EPEΞ,j}$ (συντελεστής εκπομπής N_2O από την επεξεργασία (j) των λυμάτων, σε $tn\ N_2O-N/tn\ N$)	Σύντομη περιγραφή	
Κεντρικός αερόβιος Β/Κ	0,016	Μεταβλητές αλλά δυνητικά σημαντικές εκπομπές	
Διάθεση λυμάτων σε σηπτικούς/απορροφητικούς βόθρους	0,0045	Εκπομπές από το πεδίο διάχυσης	
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική Επεξ.			

Στην συνέχεια, αυτό που έχει να κάνει ο χρήστης είναι να συμπληρώσει τιμές στην στήλη με κόκκινο χρώμα και $V_{EPEΞ,j}$ (όγκος των λυμάτων που οδηγούνται ανά πρακτική j σε ΚΕΛ και σε συστήματα σηπτικών/ απορροφητικών βόθρων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m^3) όπως εξηγήσαμε στην προηγούμενη ενότητα και να τσεκάρει την στήλη με κίτρινο χρώμα ($C_{N_EPEΞ,j}$ (μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των προς επεξεργασία λυμάτων ανά πρακτική j, σε mg/l) αν ο συντελεστής $C_{N_EPEΞ,j}$ έχει αλλάξει τιμή. Εφόσον κάνει τα παραπάνω τότε η στήλη $E_{N2O_EPEΞ}$ θα ενημερωθεί αυτόματα μέσω του κατάλληλου υπολογισμού.

Στην στήλη PR_j (ποσοστό του πληθυσμού, τα λύματα του οποίου επεξεργάζονται με την πρακτική (j), σε %) μπορεί ο χρήστης να βάζει προαιρετικά το εκάστοτε ποσοστό ανά τακτική για είναι σίγουρος ότι δεν θα ξεπεράσει το 100%, διότι το άθροισμα των επιμέρους PR_j θα πρέπει να ισούται με 100% (για το εκάστοτε έτος υπολογισμού).

Εικόνα 48: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για υπολογισμό του $E_{N_2O_ΕΠΕΞ}$ των εκπομπών N_2O των λυμάτων

Εκπομπές N_2O Λυμάτων		ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ $NEPE_{j,j}$					
ΕΤΟΣ	Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	$EF_{PE_{j,j}}$ (συντελεστής εκπομπής N_2O από την επεξεργασία (j) των λυμάτων, σε $tn\ N_2O-N/tn\ N$)	$NEPE_{j,j}$ (ποσότητα αζώτου στα απόβλητα που επεξεργάζονται με την πρακτική j, σε $tn\ N$)	PR_j (ποσοστό του πληθυσμού, τα λύματα του οποίου επεξεργάζονται με την πρακτική (j), σε %)	$VEPE_{j,j}$ (όγκος των λυμάτων ανά πρακτική j που οδηγούνται σε ΚΕΔ και σε συστήματα αποχέτευσης/απορροφητικών βόθρων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m^3)	$C_{N_ΕΠΕΞ,j}$ (μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των προς επεξεργασία λυμάτων, σε mg/lt)	$E_{N_2O_ΕΠΕΞ}$
2019	Εκροή σε θρεπτικά φορτισμένα ή/και υποξικά ύδατα	0,019	0				0
2020	Εκροή σε θρεπτικά φορτισμένα ή/και υποξικά ύδατα	0,019	0				0
2021	Κεντρικός αερόβιος B/K	0,016	0				0
2022	Κεντρικός αερόβιος B/K	0,016	0				0
2023	Διάθεση λυμάτων σε σηπτικούς/απορροφητικούς βόθρους	0,0045	0				0
2024	Κεντρικός αερόβιος B/K	0,016	5	100%	200000,00	25	0,125714286
2025	Εκροή σε θρεπτικά φορτισμένα ή/και υποξικά ύδατα	0,019	0				0
2026	Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0				0
2027	Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0				0
Λθροισμα							

Αφού είδαμε τι πρέπει να κάνει ο χρήστης για τον υπολογισμό του $E_{N_2O_ΕΠΕΞ}$, τώρα θα δούμε τι πρέπει να κάνει στο άλλο μισό του πίνακα, το οποίο φαίνεται στην **Εικόνα 49**, ώστε να υπολογιστεί και το $E_{N_2O_ΔΙΑΘ}$. Εδώ αυτό που έχει να κάνει αρχικά είναι ο χρήστης **στην στήλη Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j (εκροών)** θα επιλέξει την κατάλληλη γι' αυτόν πρακτική από μία dropdown λίστα και η **στήλη $EF_{PE_{j,j}}$ (συντελεστής εκπομπής N_2O από την διάθεση λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη, σε $tn\ N_2O-N/tn\ N$)** θα πάρει αυτόματα την αντίστοιχη τιμή μέσω του πίνακα της **Εικόνας 47** (υπάρχει και σαν πίνακας 6 στο παρών έγγραφο στην υπό ενότητα 3.7.2).

Στην συνέχεια, για την **στήλη $C_{N_Δ}$ (μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των διατιθέμενων ανεπεξεργαστων ή επεξεργασμένων λυμάτων, σε mg/lt)** έχει γίνει ειδική αναφορά στην υπό ενότητα 3.7.2 πως ο χρήστης θα επιλέξει την κατάλληλη τιμή για τον **συντελεστή $C_{N_Δ}$** .

Αφού τα κάνει αυτά, θα βάλει και την τιμή για τον οργανισμό του στην στήλη με κόκκινο χρώμα ($V_{Δ}$) (συνολικός όγκος των λυμάτων (ανεπεξεργαστων ή επεξεργασμένων) που διαθέτονται στον υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m^3) και η **στήλες $E_{N_2O_ΔΙΑΘ}$ και $E_{N_2O_Λ}$** θα πάρουν αυτόματα τιμές, οι οποίες έχουν υπολογιστεί μέσω των εξισώσεων που έχουμε προαναφέρει.

Εικόνα 49: Πίνακας εισαγωγής δεδομένων για υπολογισμό του $E_{N_2O_ΔΙΑΘ}$ των εκπομπών N_2O των λυμάτων

ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ N_{Δ}						
Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j (εκροών)	N_{Δ} (συνολική ποσότητα αζώτου στα λύματα που διαβέτονται στον υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N)	Εφαδ (συντελεστής εκπομπής N_2O από την διάθεση λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη, σε tn N_2O-N / tn N)	V_{Δ} (συνολικός όγκος των λυμάτων (ανεπεξεργαστων ή επεξεργασμένων) που διαβέτονται στον υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m ³)	$C_{N_Δ}$ (μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των διατιθέμενων ανεπεξεργαστων ή επεξεργασμένων λυμάτων, σε mg/l)	$E_{N_2O_ΔΙΑΘ}$	$E_{N_2O_Λ}$
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0			0	0
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0			0	0
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0			0	0
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0			0	0
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0			0	0
Εκροή σε γλυκά/εκβολές/θάλασσα	3	0,005	200000	15	0,023571429	0,149285714
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0			0	0
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0			0	0
Άλλη εφαρμοζόμενη τεχνική	0	0			0	0
						0,149285714

Τέλος, το μόνο που έχει να κάνει ο χρήστης είναι να πάει στον πίνακα που βλέπουμε στην **Εικόνα 50** και να βάλει στις στήλες GWP_{CH_4} και GWP_{N_2O} , το GWP για την χρονιά που επιθυμεί (έχουμε αναφέρει στις προηγούμενες ενότητες που θα βρει τις τιμές αυτές ο χρήστης, θα τις έχει ήδη καταχωρήσει σε προηγούμενα φύλλα εργασίας του excel, οπότε θα είναι κάτι που θα το βρει εύκολα)²⁸.

²⁸ Ν' αναφέρουμε ότι έχουν γραφτεί μακροεντολές όπου καταγράφουν σε real time τις αλλαγές στους δυο πίνακες Εκπομπές CH_4 Λυμάτων και Εκπομπές N_2O Λυμάτων και τις μεταφέρουν συγκεντρωτικά για κάθε έτος στον πίνακα της εικόνας 50 στις αντίστοιχες στήλες $E_{N_2O_Λ}$ και $E_{CH_4_Λ}$.

Εικόνα 50: Δείχνει τον συγκεντρωτικό πίνακα για τις εκπομπές των λυμάτων

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΛΥΜΑΤΩΝ					
ΕΤΟΣ	GWP _{CH4}	GWP _{N2O}	EN20_Λ	ECH4_Λ	ΕCO _{2e} _Λ
2019	28	265			0
2020	28	265			0
2021	27,9	273			0
2022				0,112075	0
2023					0
2024	28	263	5,05214E-05	15,0186375	420,5351371
2025					0
2026					0
2027					0
2028			0,000179143		0
2029					0
2030					0



Τέλος, το σημαντικότερο απ' όλα και σε αυτό το φύλλο είναι ότι ο χρήστης αφού έχει συμπληρώσει όλα τα επιθυμητά πεδία σε όλους τους πίνακες που αναφέραμε στο παρών κεφάλαιο, να φιλτράρει από την στήλη ΕΤΟΣ στον πίνακα της Εικόνας 50, το έτος που θέλει να γίνουν οι υπολογισμοί. Το φιλτράρισμα του έτους είναι πολύ σημαντικό για να υπολογισθούν σωστά οι εκπομπές CO_{2e}.

3.8 Φύλλο εργασίας ΕΞΤΡΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ SCOPE 3

Το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας φτιάχτηκε για να δώσει την δυνατότητα στον χρήστη να προσθέσει τυχόν εκπομπές στο Scope 3 όπου δεν περιλαμβάνονται στα υπόλοιπα φύλλα εργασίας που αναλύσαμε. Έχει δημιουργηθεί ένας πίνακας αυτός της **Εικόνας 51**, όπου έχουν προστεθεί κάποιες πιθανές κατηγορίες εκπομπών του Scope 3 που μπορεί να έχει ο οργανισμός του εκάστοτε χρήστη.

Εικόνα 51: Δείχνει τον πίνακα του φύλλου εργασίας ΕΞΤΡΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ SCOPE 3

Έξτρα Πιθανές Κατηγορίες για το Scope 3										
ΕΤΟΣ	Αγοραζόμενα αγαθά & υπηρεσίες (Purchased goods & services)	Κεφαλαιουχικά αγαθά (Capital goods)	Μεταφορές & διανομές (upstream)	Επαγγελματικά ταξίδια (Business travel)	Μισθωμένα περιουσιακά στοιχεία (upstream)	Χρήση προϊόντων (Use of sold products)	Τέλος ζωής προϊόντων (End-of-life treatment of sold products)	Μισθωμένα περιουσιακά στοιχεία (downstream)	Άλλες σχετικές έμμεσες εκπομπές	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ Έξτρα Παραγόντων σε tn
2019	500	1	1	1	1	1	1	1	1	508
2020										0
2021										0
2022										0
2023	10	10	1,00	10	1	10	1	10	1	54

Να σημειωθεί ότι, ο χρήστης δεν χρειάζεται να βάλει τιμές σε κάποια κατηγορία αν δεν το επιθυμεί, δεν θα επηρεάσει κάπου τους υπολογισμούς των συνολικών εκπομπών, απλώς αν θέλει να είναι απόλυτα τυπικός και γνωρίζει τιμές για κάποια από τις κατηγορίες αυτές μπορεί να βάλει τις ποσότητες, πάντα εφόσον τις έχεις μετατρέψει σε CO_{2e}, εκφρασμένη σε tn, μέσω της **εξίσωσης [1]: Εκπομπές = Δεδομένα Δραστηριότητας x Συντελεστής Εκπομπών**.

3.9 Φύλλο εργασίας ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂e

Το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας είναι αυτό το οποίο κάνει κάποιους ελέγχους και φυσικά μας βγάζει τις συνολικές εκπομπές CO₂e . Ας τα δούμε όμως βήμα προς βήμα, ώστε να ξέρει και ο χρήστης τι πρέπει να κάνει καθώς και τι είναι αυτά που βλέπει στον πίνακα²⁹ των εικόνων 52 και 53 .

Εικόνα 52: Δείχνει τον πρώτο μισό του πίνακα στο φύλλο ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂e

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ										ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ						
ΕΤΟΣ	Ξυλός βιομάζα(pellets)	Ξυλός βιομάζα(καυσόξυλα)	Υγραέριο (LPG)	Πετρέλαιο (Diesel)	Βενζίνη (petrol)	Φυσικό αέριο (Natural gas) (ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ)	Φυσικό αέριο (Natural gas) (ΓΙΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ)	Συνολικές Εκπομπές σε tn για CO ₂ ,N ₂ O,CH ₄ από καταναλώσεις καυσίμων	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων(κλιματισμός, φωτισμός)	Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων (εκτός κτιρίων)	Μηχανήματα έργου με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Άλλο	Συνολικές Εκπομπές σε tn για CO ₂ ,N ₂ O,CH ₄ από καταναλώσεις ΗΛ.Ενέργειας	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)
2019								0							0	
2020								0							0	
2021								0							0	
2022								0							0	
2023								0							0	
2024	28835,049	1381,791	334,894	2943,701	263,435	32,15	0,3420	33791,362		357,965	527,722	68,272	254,635	664,265	1872,859	

Εικόνα 53: Δείχνει τον δεύτερο μισό του πίνακα στο φύλλο ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂e

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΕΣΤΡΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ SCORE 3		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΕΤΟΥΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ECO2e_Fi (σε tn)	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	ECO2e_ASA	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	ECO2e_Λ	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ Έστρα Παραγόντων σε tn	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ χωρίς αβεβαιότητες	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ με αβεβαιότητες κάτω όριο	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ με αβεβαιότητες πάνω όριο	
10	5,00%	0	20,00%	20	15%	50	20%	590	556	624	
								0	0	0	
								0	0	0	
								0	0	0	

²⁹ Δεν χωρούσε σε μια εικόνα ο πίνακας και γι' αυτό έχουμε **δύο εικόνες**, τις 52 και 53. Στο excel υπάρχει αυτούσιος ο παραπάνω πίνακας των δύο εικόνων για όλες τις κατηγορίες εκπομπών.

Στις παραπάνω εικόνες ο χρήστης βλέπει τον πίνακα των συνολικών εκπομπών, όπου το μόνο που χρειάζεται να κάνει είναι να προσθέσει τις αβεβαιότητες των δεδομένων για κάθε κατηγορία. Η ανάλυση των αβεβαιοτήτων υπάρχει στην υπό ενότητα 3.9.1 .

Πριν απ' όλα αυτά, ο χρήστης πρέπει να κάνει δύο απαραίτητα πράγματα ώστε να εξασφαλιστεί ότι έχει φιλτράρει σε όλους τους απαραίτητους πίνακες το έτος που επιθυμεί αλλά και ότι σε όλους τους πίνακες είναι φιλτραρισμένο το ίδιο έτος για ν' αποφύγουμε την περίπτωση της ανάμειξης των ετών.

Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή του έτους στο κελί F1 του φύλλου εργασίας ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂e και εν' συνεχεία στο πάτημα του κουμπιού ακριβώς δίπλα στο κελί G1 (βλέπε Εικόνα 54). Αν δεν έχει κάνει τα παραπάνω θα λάβει το μήνυμα της **Εικόνας 55**, όπου το επεξηγεί σε ποιους πίνακες υπάρχει το πρόβλημα και πρέπει να τους ελέγξει.

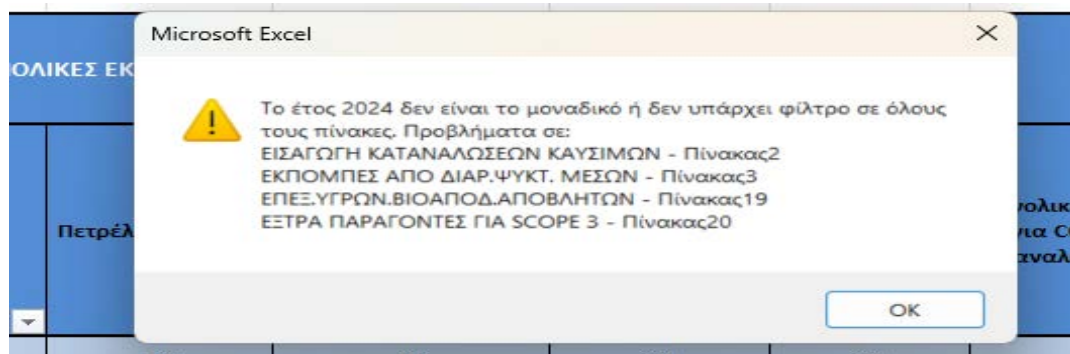


Σε περίπτωση που το πρόβλημα υπήρχε σε πίνακες φύλλων εργασίας που χρειάζεται να πατήσει ο χρήστης κουμπί για να βγουν οι τελικές εκπομπές, τότε ο χρήστης αφού φιλτράρει το σωστό έτος, πρέπει να ακολουθήσει την διαδικασία ξανά από την αρχή (όπως αυτή έχει αναλυθεί στο τρέχον έγγραφο στην ενότητα του εκάστοτε φύλλου) για την συγκεκριμένη κατηγορία για να ενημερωθούν τα τελικά αποτελέσματα με το σωστό νούμερο.

Εικόνα 54: Δείχνει την επιλογή έτους στο κελί F1 του φύλλου εργασίας ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂e

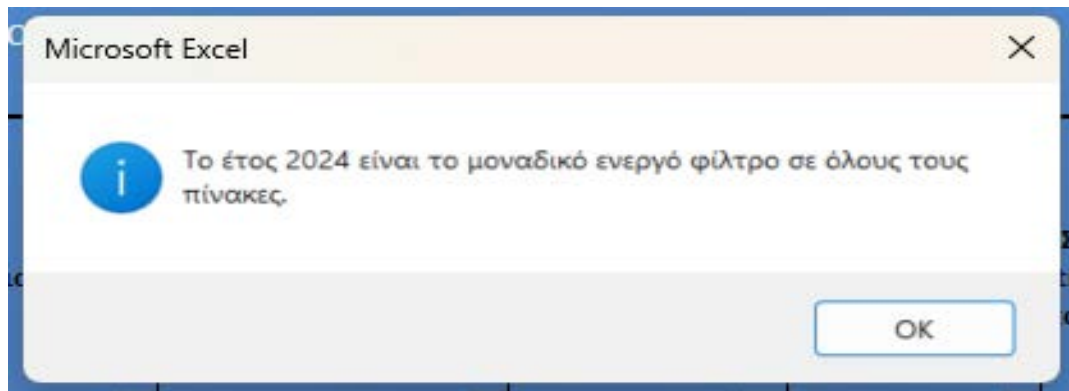
	C	D	E	F	G
1		ΒΑΛΕ ΤΟ ΕΤΟΣ ΠΟΥ ΘΕΣ ΝΑ ΠΙΝΕΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΠΑΤΑ ΤΟ ΚΟΥΜΠΙ		2024	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

Εικόνα 55: Το μήνυμα που θα λάβει ο χρήστης αν δεν έχει φιλτράρει το ίδιο έτος σε όλους τους πίνακες

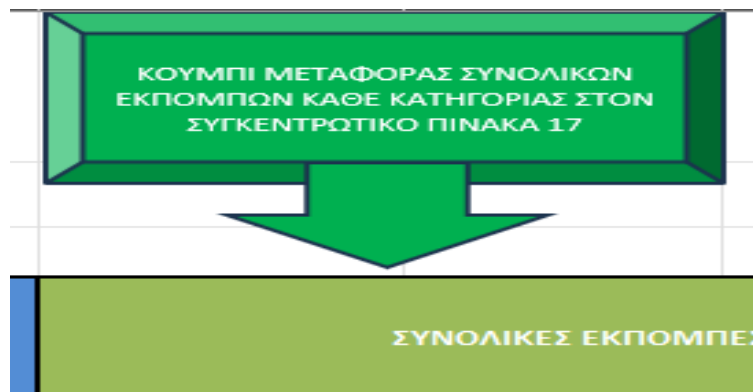


Εφόσον διορθώσει τα παραπάνω θα λάβει το μήνυμα της **Εικόνας 56** και θα μπορεί να προχωρήσει στο επόμενο και τελικό βήμα. Το οποίο είναι να πατήσει το κουμπί της **Εικόνας 57**, το οποίο θα καταχωρήσει αυτόματα όλα τα τελικά δεδομένα για το έτος επιλογής στον πίνακα μας.

Εικόνα 56: Το μήνυμα που θα βγει αν όλοι οι πίνακες έχουν το ίδιο έτος φιλτραρισμένο



Εικόνα 57: Κουμπί για εισαγωγή όλων των εκπομπών απ όλα τα φύλλα στον συγκεντρωτικό πίνακα συνολικών εκπομπών



3.9.1 Υπολογισμός αβεβαιότητας

Ένα σημαντικό στοιχείο ελέγχου της ποιότητας των υπολογισμών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί η ανάλυση της αβεβαιότητας. Στον απλούστερο ορισμό της, η αβεβαιότητα εκφράζει τις αμφιβολίες σχετικά με την ακρίβεια και την ορθότητα του αποτελέσματος ενός υπολογισμού.

Η αβεβαιότητα του υπολογισμού εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει από την επιμέρους αβεβαιότητα των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς:

✓ Αβεβαιότητα δεδομένων δραστηριοτήτων. Αφορά στις επιμέρους αβεβαιότητες που υπάρχουν στις τιμές των δεδομένων που εισάγονται στους υπολογισμούς όπως π.χ. οι καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, η καταγραφή των ποσοτήτων καυσίμων που καταναλώθηκαν για την κίνηση των οχημάτων, κλπ.

Η αβεβαιότητα έκαστου δεδομένου δραστηριότητας εξαρτάται από τη μέθοδο καταγραφής και τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων.

Για παράδειγμα, η αναλυτική καταγραφή των ποσοτήτων καυσίμων που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων (π.χ. με χρήση παροχόμετρου) έχει πολύ μικρότερη αβεβαιότητα από το άθροισμα της εκτίμησης του μέσου όρου των καταναλώσεων καυσίμων σε έκαστο κτίριο.

✓ Αβεβαιότητα συντελεστών εκπομπών. Η αβεβαιότητα των συντελεστών εκπομπής που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι ξεχωριστή για κάθε συντελεστή, καθώς βασίζεται στη διαφορετική μεθοδολογία και δεδομένα από τα οποία έχει εξαχθεί έκαστος συντελεστής.

Οι τιμές της αβεβαιότητας των δεδομένων κάθε επιμέρους δραστηριότητας καθώς και των αντίστοιχων συντελεστών εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, θα πρέπει να λαμβάνονται κάθε φορά από τις αντίστοιχες πηγές από τις οποίες συλλέχθηκαν³⁰.

Ενδεικτική λίστα με αβεβαιότητες ανά πηγή εκπομπής περιλαμβάνεται στους Πίνακες του Παραρτήματος IV του National Inventory Report 2025, Greece. Διαθέσιμο σε: https://climate-laws.org/documents/greece-2025-national-inventory-document-nid_272b?id=greece-national-inventory-report-nir-2025_66e5, (Τελευταία Πρόσβαση 12 Σεπτεμβρίου 2025)

³⁰ Ένας βοηθητικός τρόπος για τον χρήστη αν θέλει μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό της αβεβαιότητας είναι να χρησιμοποιηθεί το υπολογιστικό εργαλείο του GHG Protocol το οποίο απλοποιεί σε μεγάλο βαθμό την διαδικασία του υπολογισμού. Διαθέσιμο σε: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghg-uncertainty.xlsx>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

Για την αβεβαιότητα των ψυκτικών μέσων δεν υπάρχει σταθερός συντελεστής οπότε ενδεικτικά βάσει των παρακάτω πηγών : **EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019**, όπου για τις εκπομπές φθοριούχων αερίων (HFC, PFC, SF₆), η τυπική αβεβαιότητα που χρησιμοποιούν οι ευρωπαϊκές απογραφές είναι επίσης στο εύρος **25–40%***.

Αλλά και βάση του **IPCC** όπου αναφέρει ότι οι αβεβαιότητες στις εκπομπές από ψυκτικά μέσα (λόγω διαρροών, συντήρησης, απόσυρσης εξοπλισμού) κυμαίνονται συνήθως $\pm 20\%$ έως $\pm 50\%$, ανάλογα με την ποιότητα των δεδομένων^{**}.

Πηγή: Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

Στον ακόλουθο **Πίνακα 7** (θα τον βρει ο χρήστης και στο φύλλο εργασίας ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂e) παραθέτονται οι αβεβαιότητες των δεδομένων των εξεταζόμενων δραστηριοτήτων ενός οργανισμού, καθώς και οι αβεβαιότητες των αντίστοιχων συντελεστών εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, με βάση το NIR 2025, GREECE. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 3 Σεπτεμβρίου 2025) (το οποίο έχει αναφορές μέσα και από το IPCC)³¹.

* **Πηγή:** EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 Διαθέσιμο σε: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-a-general-guidance-chapters/5-uncertainties>, (Τελευταία Πρόσβαση 12 Σεπτεμβρίου 2025)

** **Πηγή:** IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 3: Industrial Processes and Product Use, Chapter 7 (Emissions of Fluorinated Substitutes for Ozone Depleting Substances). Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1_Volume1/19R_V1_Ch03_Uncertainties.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 12 Σεπτεμβρίου 2025)

³¹ Καλό είναι ο χρήστης να κάνει έναν έλεγχο του πιο πρόσφατου NIR της χώρας για τις αβεβαιότητες. Στο NIR και πιο συγκεκριμένα στο παράρτημα IV αναφέρει ποιες τιμές έχουν παρθεί από το IPCC οπότε αν έχει γίνει κάποια αλλαγή θα το δει εκεί ο χρήστης.

Πίνακας 7*: Αβεβαιότητες δεδομένων δραστηριότητας και συντελεστών εκπομπής³²

Δραστηριότητα	Αβεβαιότητα δεδομένων δραστηριότητας	Αβεβαιότητα συντελεστή εκπομπής	Επεξήγηση
Χρήση στερεών καυσίμων	±3% (NIR)	±3% (NIR)	Τα δεδομένα προέρχονται από αξιόπιστες πηγές (π.χ. τιμολόγια, στατιστικά καυσίμων). Οι συντελεστές εκπομπών είναι καλά τεκμηριωμένοι και σταθεροί.
Χρήση υγρών καυσίμων	±3% (NIR)	±3% (NIR)	Υψηλή ακρίβεια στη μέτρηση κατανάλωσης και σχετικά μικρή μεταβλητότητα στη χημική σύσταση των καυσίμων.
Χρήση αερίων καυσίμων	±3% (NIR)	±3% (NIR)	Η παροχή φυσικού αερίου/υγραερίου μετريέται αξιόπιστα, ενώ οι συντελεστές εκπομπής είναι σταθεροί.
Ηλεκτρική ενέργεια	±5% (IPCC)	±5% (IPCC)	Η κατανάλωση μετρίεται μετρητικά, αλλά το μίγμα παραγωγής ηλεκτρισμού (λιγνίτης, ΑΠΕ, φυσικό αέριο) αλλάζει και εισάγει αβεβαιότητα.
Ψυκτικά μέσα	Αβεβαιότητα μηχανισμού προσθήκης	Δεν χρησιμοποιείται σταθερός συντελεστής εκπομπών	Οι απώλειες ψυκτικού δεν καταγράφονται εύκολα, εξαρτώνται από την συντήρηση, διαρροές και ανθρώπινη πρακτική.
Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων	Αβεβαιότητα ζυγιστικής διάταξης	±30% (IPCC)	Η ζύγιση/καταγραφή αποβλήτων έχει μεγάλα σφάλματα (π.χ. παλιές ζυγαριές, μη πλήρη δεδομένα).
Επεξεργασία λυμάτων	Αβεβαιότητα μετρητικού συστήματος παροχής	±30% (IPCC)	Οι μετρήσεις παροχής λυμάτων είναι συχνά ανακριβείς, ειδικά σε μικρούς ή μη αυτοματοποιημένους βιολογικούς καθαρισμούς.

* **Πηγή:** Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

³² Σημειώνεται ότι στις δραστηριότητες διαχείρισης ΑΣΑ και διαχείρισης λυμάτων, η αβεβαιότητα των συντελεστών εκπομπής εμφανίζεται ιδιαίτερα υψηλή. Σε αυτή την περίπτωση για τη μείωση της αβεβαιότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα εκπομπών που έχουν προκύψει από απ' ευθείας μετρήσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ως εκ τούτου δεν θα χρησιμοποιηθούν κατά τον υπολογισμό οι αντίστοιχοι συντελεστές εκπομπών.

3.10 Φύλλο εργασίας ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

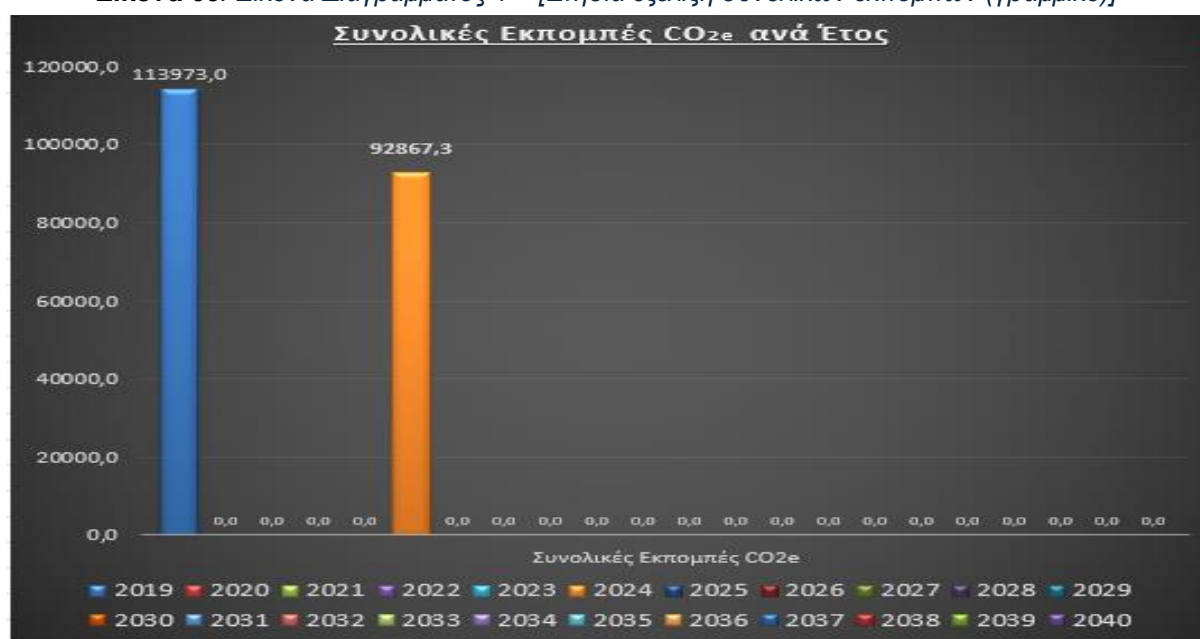
Στο φύλλο εργασίας ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ, θα γίνουν κάποια διαγράμματα που θεωρώ εγώ ότι είναι απαραίτητα για την ανάλυση και καλή κατανόηση των εκπομπών CO₂e. Φυσικά ο χρήστης μπορεί μέσω του πίνακα του φύλλου ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂e αλλά και των δεδομένων από τα φύλλα κάθε κατηγορίας ξεχωριστά αν θέλει να κάνει κάποια ειδική ανάλυση σε εκπομπές κάποιας κατηγορίας, να κάνει τα δικά του διαγράμματα στο παρών φύλλο εργασίας. Τα ενδεικτικά διαγράμματα θα προκύψουν από το αριθμητικό παράδειγμα που ακολουθεί στο Κεφάλαιο 4: Αριθμητικό παράδειγμα για test των διαδικασιών στο <<ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂e>>.

Τα διαγράμματα που επέλεξα να κάνω είναι τέσσερα και είναι τα εξής:

1. Διάγραμμα 1 – Ετήσια εξέλιξη συνολικών εκπομπών (γραμμικό)

Το διάγραμμα αυτό παρουσιάζει την πορεία των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της επιχείρησης ανά έτος. Η χρήση γραμμής με δείκτες επιτρέπει την απεικόνιση της διαχρονικής εξέλιξης, αναδεικνύοντας εάν υπάρχει μείωση, αύξηση ή σταθερότητα στις εκπομπές. Με αυτόν τον τρόπο αξιολογείται η αποτελεσματικότητα των μέτρων περιβαλλοντικής διαχείρισης που έχουν ληφθεί και ελέγχεται η πρόοδος της επιχείρησης ως προς τους στόχους μείωσης των εκπομπών (βλέπε Εικόνα 58).

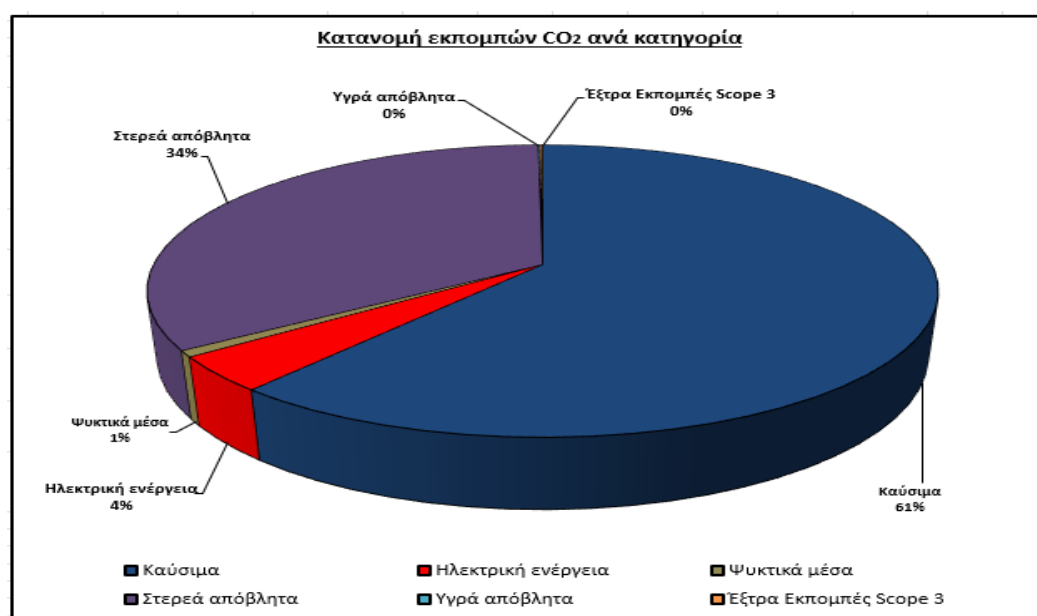
Εικόνα 58: Εικόνα Διαγράμματος 1 – [Ετήσια εξέλιξη συνολικών εκπομπών (γραμμικό)]



2. Διάγραμμα 2 – Κατανομή εκπομπών ανά κατηγορία πηγών (πίτα)

Το κυκλικό διάγραμμα δείχνει την ποσοστιαία κατανομή των εκπομπών ανά κατηγορία πηγών εντός της επιχείρησης, όπως π.χ. κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, χρήση καυσίμων για θέρμανση ή μεταφορές, ψυκτικά μέσα και παραγόμενα απόβλητα. Η συγκεκριμένη απεικόνιση βοηθά στον εντοπισμό των δραστηριοτήτων με τη μεγαλύτερη συμβολή στο αποτύπωμα άνθρακα της επιχείρησης και κατ' επέκταση στον καθορισμό προτεραιοτήτων για δράσεις μείωσης (βλέπε Εικόνα 59).

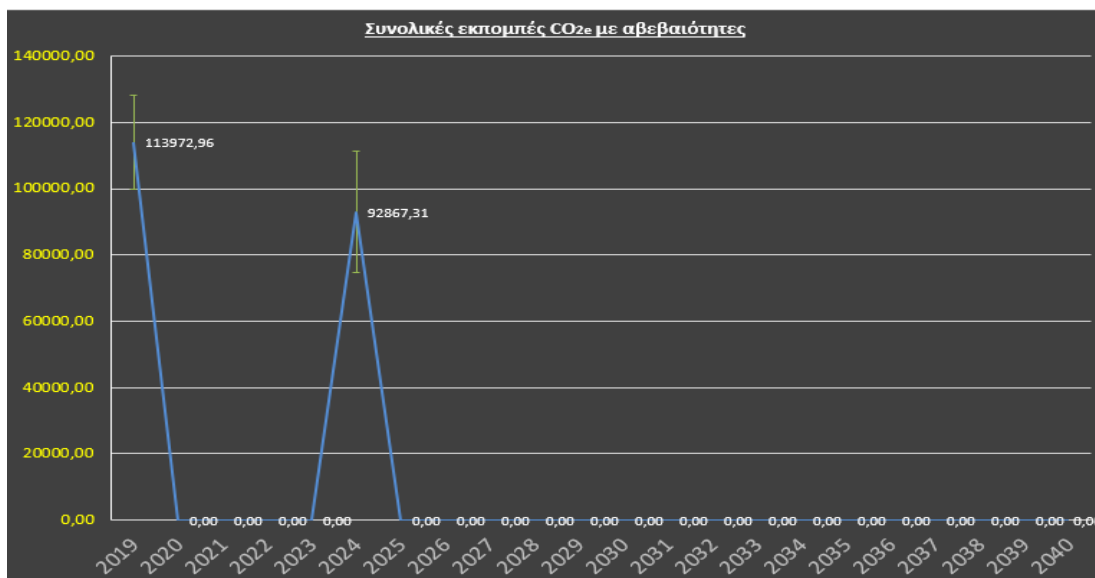
Εικόνα 59: Εικόνα Διαγράμματος 2– Κατανομή εκπομπών ανά κατηγορία πηγών (πίτα)



3. Διάγραμμα 3 – Συνολικές εκπομπές με αβεβαιότητες (γραμμή με Error bars)

Στο διάγραμμα αυτό εμφανίζονται οι συνολικές εκπομπές της επιχείρησης ανά έτος, συνοδευόμενες από τα αντίστοιχα επίπεδα αβεβαιότητας (π.χ. $\pm 30\%$). Η αποτύπωση αυτή υπογραμμίζει ότι οι υπολογισμοί βασίζονται σε συνδυασμό πραγματικών δεδομένων και παραδοχών, οι οποίες μπορεί να επηρεάζουν την τελική εκτίμηση. Η παρουσίαση της αβεβαιότητας ενισχύει τη διαφάνεια της μεθοδολογίας και συμβάλλει σε πιο αξιόπιστη αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδοσης (βλέπε Εικόνα 60).

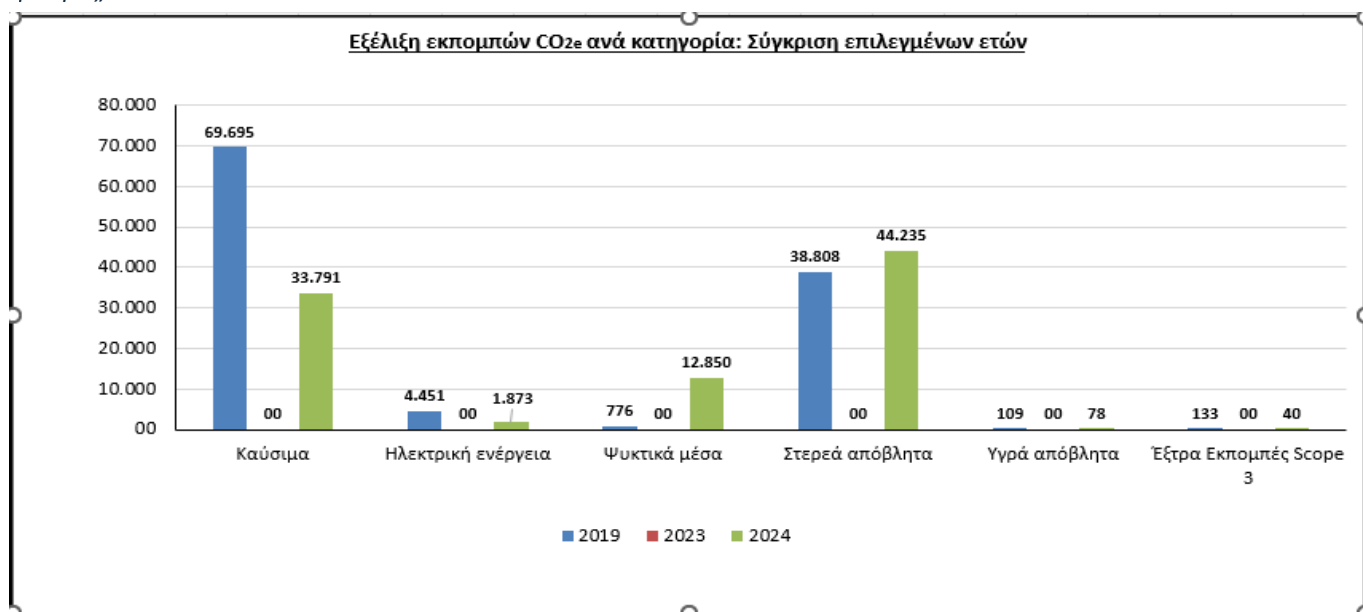
Εικόνα 60: Εικόνα Διαγράμματος 3 – Συνολικές εκπομπές με αβεβαιότητες



4. Διάγραμμα 4 – Σύγκριση εκπομπών ανά κατηγορία πηγών για διαφορετικά έτη (ομαδοποιημένες μπάρες)

Το ομαδοποιημένο ραβδόγραμμα παρουσιάζει τις εκπομπές της επιχείρησης ανά κατηγορία πηγών για δύο ή περισσότερα έτη (π.χ. 2019, 2023, 2024). Οι μπάρες κάθε κατηγορίας τοποθετούνται δίπλα-δίπλα, ώστε να είναι εμφανής η μεταβολή που έχει σημειωθεί. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να φανεί, για παράδειγμα, αν οι εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έχουν μειωθεί λόγω εξοικονόμησης, ή αν οι εκπομπές από ψυκτικά μέσα έχουν αυξηθεί λόγω διαρροών. Το διάγραμμα αυτό παρέχει μία συγκριτική εικόνα που διευκολύνει την αξιολόγηση των επιμέρους δράσεων (βλέπε Εικόνα 61).

Εικόνα 61: Εικόνα Διαγράμματος 4 – Σύγκριση εκπομπών ανά κατηγορία πηγών για διαφορετικά έτη (ομαδοποιημένες μπάρες)



3.11 Φύλλο εργασίας GHG-Protocol-Reporting-Template

Στο φύλλο εργασίας αυτό ουσιαστικά έχω μεταφέρει ένα Report (**GHG Protocol Reporting Template**) ώστε να βοηθήσω τον χρήστη να έχει μια αρχική εικόνα πως να στήσει το Report του. Ο χρήστης μπορεί να το χρησιμοποιήσει και να το προσαρμόσει στο εταιρικό του ύφος (λογότυπο, πίνακες, στυλ λεζάντων). Το πρότυπο περιλαμβάνει όλα τα υποχρεωτικά πεδία (όρια, περίοδος αναφοράς, εξαιρέσεις, μεθοδολογία)³³. Μπορεί επίσης να βασιστεί στο **GHG Protocol Corporate Standard**³⁴ για λογιστική/αναφορά εκπομπών και χρησιμοποίησε το **ISO 14064-1:2018** ως πλαίσιο αρχών και απαιτήσεων (ποσοτικοποίηση, αναφορά, διαχείριση απογραφής). Φυσικά ανάλογα την χρήση και τις ανάγκες του χρήστη θα πρέπει να δημιουργήσει ο ίδιος ένα Report που θα περιλαμβάνει όλα όσα χρειάζεται ο ίδιος.

Σημαντικό ν' αναφέρουμε κάτι το οποίο αναφέρεται ρητά και στο έγγραφο απ' όπου πήρα το Report και είναι το εξής: **"This is not the official reporting template of the WRI/WBCSD GHG Protocol. It is a sample template meant to help outline the reporting requirements of the GHG Protocol Corporate Standard".***

Σημείωση: Αν ο χρήστης θέλει να εκτυπώσει το Report μέσω του Excel, προτείνετε να επιλέξει κατά την εκτύπωση Οριζόντιο προσανατολισμό για καλύτερη απεικόνιση των δεδομένων.

³³ Ο χρήστης μπορεί να συμπληρώσει το Report αυτό με την βοήθεια του **φύλλου εργασίας ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ CO2E** όπου εκεί έχει έναν αναλυτικό πίνακα που εξηγεί σε ποιο πεδίο (scope) εκπομπών ανήκει κάθε κατηγορία καθώς και άλλες χρήσιμες πληροφορίες.

³⁴ Διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> (Τελευταία πρόσβαση 9 Σεπτεμβρίου 2025)

* **Πηγή:** Official DOCX template (GHG Protocol). Διαθέσιμο σε: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHG-Protocol-Reporting-Template.docx> (Τελευταία Πρόσβαση: 8 Σεπτεμβρίου 2025)

Κεφάλαιο 4: ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ (TEST) ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΤΟ «ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂e»

Στο κεφάλαιο αυτό θα κάνουμε ένα αριθμητικό παράδειγμα όπου θα δούμε για κάθε μια κατηγορία τ' αποτελέσματα που θα μας δώσουν οι εκάστοτε τύποι και αν θα βγουν τα ίδια νούμερα και στο excel μας που φυσικά αυτό είναι και το επιθυμητό.

4.1 Υπολογισμοί παραδείγματος για εκπομπές καυσίμων

Ας ξεκινήσουμε με τους υπολογισμούς για τις εκπομπές λόγω καυσίμων. Οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε ένα καύσιμο είναι γνωστοί οπότε πάμε να τους εφαρμόσουμε στην πράξη μέσω ενός αριθμητικού παραδείγματος.

- Ξυλώδης βιομάζα (pellets) — σύνολο κατανάλωσης: **16.000 tn**

$$\text{CO}_2 \text{ [Εξίσωση 3.6]} \rightarrow \text{ECO}_{2_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times C_W \times (1-W_i) \times OX_{EM_i} \times 44/12\}$$
$$16.000 \times 0,475 \times 0,95 \times 1 \times 44/12 = \mathbf{26.473,33 \text{ tn}}$$

$$\text{CH}_4 \text{ [Εξίσωση 3.19]} \rightarrow \text{E}_{\text{CH}_4_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times \text{NCV}_{EM} \times \text{EF}_{\text{CH}_4_EM} \times 10^{-3}\}$$
$$16.000 \times 0,0156 \times 300 \times 0,001 = 74,88 \text{ tn}$$
$$\text{CO}_{2e} = \mathbf{74,88 \times 27,9 = 2.089,15 \text{ tn}}$$

$$\text{N}_2\text{O} \text{ [Εξίσωση 3.20]} \rightarrow \text{E}_{\text{N}_2\text{O}_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times \text{NCV}_{EM} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}_EM} \times 10^{-3}\}$$
$$16.000 \times 0,0156 \times 4 \times 0,001 = 0,9984 \text{ tn}$$
$$\text{CO}_{2e} = \mathbf{0,9984 \times 273 = 272,56 \text{ tn}}$$

Συνολικές εκπομπές για Ξυλώδης βιομάζα (pellets): **28.835,05 tn**

- Ξυλώδης βιομάζα (καυσόξυλα) — Κατανάλωση **1.110 tn**

$$\text{CO}_2 \text{ [Εξίσωση 3.6]} \rightarrow \text{ECO}_{2_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times C_W \times (1-W_i) \times OX_{EM_i} \times 44/12\}$$

$$1.110 \times 0,475 \times 0,70 \times 0,9 \times 44/12 = \mathbf{1.217,95 \text{ tn}}$$

$$\text{CH}_4 \text{ [Εξίσωση 3.19]} \rightarrow \text{E}_{\text{CH}_4_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times \text{NCV}_{EM} \times \text{EF}_{\text{CH}_4_EM} \times 10^{-3}\}$$

$$1.110 \times 0,0156 \times 300 \times 0,001 = 5,195 \text{ tn}$$

$$\text{CO}_{2e} = 5,195 \times 27,9 = \mathbf{144,94 \text{ tn}}$$

$$\text{N}_2\text{O} \text{ [Εξίσωση 3.20]} \rightarrow \text{E}_{\text{N}_2\text{O}_EM} = \sum \{C_{EM_i} \times \text{NCV}_{EM} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}_EM} \times 10^{-3}\}$$

$$1.110 \times 0,0156 \times 4 \times 0,001 = 0,0693 \text{ tn}$$

$$\text{CO}_{2e} = 0,0693 \times 273 = \mathbf{18,91 \text{ tn}}$$

Συνολικές εκπομπές για Ξυλώδης βιομάζα (καυσόξυλα): 1.381,79 tn

- Πετρέλαιο (Diesel) — Κατανάλωση **1.110.000 L**

$$\text{CO}_2 \text{ [Εξίσωση 3.1]} \rightarrow \text{ECO}_{2_ντιζελ} = C_{ντιζελ} \times \text{NCV}_{ντιζελ} \times \text{EF}_{ντιζελ} \times OX_{ντιζελ} \times d_{ντιζελ} \times 10^{-6}$$

$$1.110.000 \times 42,80 \times 73,78 \times 1 \times 0,8325 \times 0,000001 = \mathbf{2.918,03 \text{ tn}}$$

$$\text{CH}_4 \text{ [Εξίσωση 3.9]} \rightarrow \text{E}_{\text{CH}_4_ντιζελ} = C_{ντιζελ} \times \text{NCV}_{ντιζελ} \times \text{EF}_{\text{CH}_4_ντιζελ} \times d_{ντιζελ} \times 10^{-9}$$

$$1.110.000 \times 42,80 \times 3,01 \times 0,8325 \times 0,000000001 = \mathbf{0,119 \text{ tn}}$$

$$\text{CO}_{2e} = 0,119 \times 27,9 = \mathbf{3,321 \text{ tn}}$$

$$\text{N}_2\text{O} \text{ [Εξίσωση 3.10]} \rightarrow \text{E}_{\text{N}_2\text{O}_ντιζελ} = C_{ντιζελ} \times \text{NCV}_{ντιζελ} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}_ντιζελ} \times d_{ντιζελ} \times 10^{-9}$$

$$1.110.000 \times 42,80 \times 2,07 \times 0,8325 \times 0,000000001 = \mathbf{0,0819 \text{ tn}}$$

$$\text{CO}_{2e} = 0,0819 \times 273 = \mathbf{22,350 \text{ tn}}$$

Συνολικές εκπομπές για Πετρέλαιο (Diesel): 2.943,676 tn

- Βενζίνη (petrol) — Κατανάλωση **111.000 L**

$$\text{CO}_2 \text{ [Εξίσωση 3.2]} \rightarrow \text{ECO}_2_{\text{βενζίνη}} = \text{C}_{\text{βενζίνη}} \times \text{NCV}_{\text{βενζίνη}} \times \text{EF}_{\text{βενζίνη}} \times \text{OX}_{\text{βενζίνη}} \times \text{d}_{\text{βενζίνη}} \times 10^{-6}$$

$$111.000 \times 42,79 \times 73,26 \times 1 \times 0,7475 \times 0,000001 = \mathbf{260,10 \text{ tn}}$$

$$\text{CH}_4 \text{ [Εξίσωση 3.11]} \rightarrow \text{E}_{\text{CH}_4_{\text{βενζίνη}}} = \text{C}_{\text{βενζίνη}} \times \text{NCV}_{\text{βενζίνη}} \times \text{EF}_{\text{CH}_4_{\text{βενζίνη}}} \times \text{d}_{\text{βενζίνη}} \times 10^{-9}$$

$$111.000 \times 42,79 \times 18,38 \times 0,7475 \times 0,000000001 = \mathbf{0,0653 \text{ tn}}$$

$$\text{CO}_{2e} = \mathbf{0,0653 \times 27,9 = 1,822 \text{ tn}}$$

$$\text{N}_2\text{O} \text{ [Εξίσωση 3.12]} \rightarrow \text{E}_{\text{N}_2\text{O}_{\text{βενζίνη}}} = \text{C}_{\text{βενζίνη}} \times \text{NCV}_{\text{βενζίνη}} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}_{\text{βενζίνη}}} \times \text{d}_{\text{βενζίνη}} \times 10^{-9}$$

$$111.000 \times 42,79 \times 1,56 \times 0,7475 \times 0,000000001 = 0,00554 \text{ tn}$$

$$\text{CO}_{2e} = \mathbf{0,00554 \times 273 = 1,512 \text{ tn}}$$

Συνολικές εκπομπές για Βενζίνη (petrol) : **263,434 tn**

- Υγραέριο (LPG) — Κατανάλωση **111.000 kg**

$$\text{CO}_2 \text{ [Εξίσωση 3.3]} \rightarrow \text{ECO}_2_{\text{LPG}} = \text{C}_{\text{LPG}} \times \text{NCV}_{\text{LPG}} \times \text{EF}_{\text{LPG}} \times \text{OX}_{\text{LPG}} \times 10^{-6}$$

$$111.000 \times 47,30 \times 63,10 \times 1 \times 0,000001 = \mathbf{331,29 \text{ tn}}$$

$$\text{CH}_4 \text{ [Εξίσωση 3.13]} \rightarrow \text{E}_{\text{CH}_4_{\text{LPG}}} = \text{C}_{\text{LPG}} \times \text{NCV}_{\text{LPG}} \times \text{EF}_{\text{CH}_4_{\text{LPG}}} \times 10^{-9}$$

$$111.000 \times 47,30 \times 8,53 \times 0,000000001 = \mathbf{0,0448 \text{ tn}}$$

$$\text{CO}_{2e} = \mathbf{0,0448 \times 27,9 = 1,249 \text{ tn}}$$

$$\text{N}_2\text{O} \text{ [Εξίσωση 3.14]} \rightarrow \text{E}_{\text{N}_2\text{O}_{\text{LPG}}} = \text{C}_{\text{LPG}} \times \text{NCV}_{\text{LPG}} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}_{\text{LPG}}} \times 10^{-9}$$

$$111.000 \times 47,30 \times 1,64 \times 0,000000001 = \mathbf{0,00861 \text{ tn}}$$

$$\text{CO}_{2e} = \mathbf{0,00861 \times 273 = 2,35 \text{ tn}}$$

Συνολικές εκπομπές για Υγραέριο (LPG) : **334,893 tn**

- Φυσικό αέριο (θέρμανση) — Κατανάλωση **160.000 kWh**

$$\text{CO}_2 \text{ [Εξίσωση 3.4]} \rightarrow \text{ECO}_{2_ΦΑ} = \text{C}_{ΦΑ} \times \text{EF}_{ΦΑ} \times \text{OX}_{ΦΑ} \times (1/277.777,80) \\ 160.000 \times 55,65 \times 1 \times (1/277.777,80) = \mathbf{32,05 \text{ tn}}$$

$$\text{CH}_4 \text{ [Εξίσωση 3.15]} \rightarrow \text{E}_{\text{CH}_4_ΦΑ} = \text{C}_{ΦΑ} \times \text{EF}_{\text{CH}_4_ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times 10^{-3} \\ (160.000 \times 5 \times 0,001) / 277.777,80 = 0,00288 \text{ tn} \\ \text{CO}_{2e} = \mathbf{0,00288 \times 27,9 = 0,080 \text{ tn}}$$

$$\text{N}_2\text{O} \text{ [Εξίσωση 3.17]} \rightarrow \text{E}_{\text{N}_2\text{O}__ΦΑ} = \text{C}_{ΦΑ} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}__ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times 10^{-3} \\ (160.0 \times 0,1 \times 0,001) / 277.777,80 = 0,0000576 \text{ tn} \\ \text{CO}_{2e} = \mathbf{0,000684 \times 273 = 0,01573 \text{ tn}}$$

Συνολικές εκπομπές για Φυσικό αέριο (θέρμανση): **32,15 tn**

- Φυσικό αέριο (οχήματα) — Κατανάλωση **61.000 Kg**

$$\text{CO}_2 \text{ [Εξίσωση 3.5]} \rightarrow \text{ECO}_{2_ΦΑ} = \text{C}_{ΦΑ} \times \text{EF}_{ΦΑ} \times \text{OX}_{ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times \text{AΘΔ}_{ΦΑ_mean} / \text{d}_{ΦΑ} \\ (61.000 \times 55,65 \times 1 \times 11,889) / (454 \times 277.777,80) = \mathbf{0,320 \text{ tn}}$$

$$\text{CH}_4 \text{ [Εξίσωση 3.16]} \rightarrow \text{E}_{\text{CH}_4_ΦΑ} = (\text{C}_{ΦΑ} \times \text{EF}_{\text{CH}_4_ΦΑ} \times \text{AΘΔ}_{ΦΑ_mean} \times 10^{-3}) / (\text{d}_{ΦΑ} \times 277.777,80) \\ (61.000 \times 102,22 \times 11,889 \times 0,001) / (454 \times 277.777,80) = \mathbf{0,000588 \text{ tn}} \\ \text{CO}_{2e} = \mathbf{0,000588 \times 27,9 = 0,0164 \text{ tn}}$$

$$\text{N}_2\text{O} \text{ [Εξίσωση 3.18]} \rightarrow \text{E}_{\text{N}_2\text{O}__ΦΑ} = (\text{C}_{ΦΑ} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}__ΦΑ} \times \text{AΘΔ}_{ΦΑ_mean} \times 10^{-3}) / (\text{d}_{ΦΑ} \times 277.777,80) \\ (61.000 \times 3,33 \times 11,889 \times 0,001) / (454 \times 277.777,80) = \mathbf{0,0000191 \text{ tn}} \\ \text{CO}_{2e} = \mathbf{0,0000191 \times 273 = 0,00521 \text{ tn}}$$

Συνολικές εκπομπές για Φυσικό αέριο (οχήματα): **0,342 tn**

Πίνακας 8: Εκπομπές καυσίμων ανά κατηγορία βάση εξισώσεων αναλυτικά

Καύσιμο	Κατανάλωση	CO ₂ (tn)	CH ₄ → CO _{2e} (tn)	N ₂ O→ CO _{2e} (tn)	Σύνολο CO _{2e} (tn)
Ξυλώδης βιομάζα (pellets)	16.000 tn	26.473,33	2.089,15	272,56	28.835,05
Ξυλώδης βιομάζα (καυσόξυλα)	1.110 tn	1.217,95	144,94	18,91	1.381,79
Υγραέριο (LPG)	111.000 Kg	331,29	1,249	2,35	334,893
Πετρέλαιο (Diesel)	1.110.000 L	2.918,03	3,321	22,350	2943,701
Βενζίνη (petrol)	111.000 L	260,10	1,822	1,512	263,434
Φυσικό αέριο (θέρμανση)	160.000 kWh	32,05	0,080	0,01573	32,15
Φυσικό αέριο (οχήματα)	61.000 Kg	0,320	0,0164	0,00521	0,342
Σύνολο	-	31233,07	2240,58	317,703	33791,36

Βάζοντας τα παραπάνω δεδομένα στο excel για το έτος 2024 πρέπει να δίνει ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα, κάτι το οποίο ισχύει βάσει του **πίνακα 9** που δίνει τ' αποτελέσματα που έδωσε το excel καθώς και της **Εικόνας 62**, που δείχνει τις συνολικές τελικές εκπομπές καυσίμων.

Πίνακας 9: Εκπομπές καυσίμων ανά κατηγορία βάση των αποτελεσμάτων που έδωσε το εργαλείο υπολογισμού εκπομπών CO₂e στο Excel

Καύσιμο	Κατανάλωση	CO ₂ (tn)	CH ₄ → CO ₂ e (tn)	N ₂ O→ CO ₂ e (tn)	Σύνολο CO ₂ e (tn)
Ξυλώδης βιομάζα (pellets)	16.000 tn	26473,33333	2089,152	272,5632	28835,049
Ξυλώδης βιομάζα (καυσόξυλα)	1.110 tn	1217,9475	144,93492	18,909072	1381,791
Υγραέριο (LPG)	111.000 Kg	331,29393	1,249503146	2,350664316	334,894
Πετρέλαιο (Diesel)	1.110.000 L	2918,02925	3,321403881	22,3503322	2943,701
Βενζίνη (petrol)	111.000 L	260,1018113	1,820648772	1,512041488	263,435
Φυσικό αέριο (θέρμανση)	160.000 kWh	32,05439744	0,080351994	0,015724799	32,15
Φυσικό αέριο (οχήματα)	61.000 Kg	0,320027238	0,01640068	0,005227917	0,3420
Σύνολο	-	31233,080	2240,575	317,706	33791,362

Εικόνα 62: Τ' αποτελέσματα του Excel για τις συνολικές εκπομπές καυσίμων για το 2024

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ								
ΕΤΟΣ	Ξυλώδης βιομάζα(pellets)	Ξυλώδης βιομάζα(καυσόξυλα)	Υγραέριο (LPG)	Πετρέλαιο (Diesel)	Βενζίνη (petrol)	Φυσικό αέριο (Natural gas) (ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ)	Φυσικό αέριο (Natural gas) (ΓΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ)	Συνολικές Εκπομπές σε tn για CO ₂ ,N ₂ O,CH ₄ από καταναλώσεις καυσίμων
2019								0
2020								0
2021								0
2022								0
2023								0
2024	28835,049	1381,791	334,894	2943,701	263,435	32,15	0,3420	33791,362
2025								0

4.2 Υπολογισμοί παραδείγματος για εκπομπές ηλεκτρικής ενέργειας

Ας συνεχίσουμε με τους υπολογισμούς για τις εκπομπές λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για την ηλεκτρική ενέργεια είναι γνωστοί οπότε πάμε να τους εφαρμόσουμε στην πράξη μέσω ενός αριθμητικού παραδείγματος.

Εν προκειμένω στην Έκθεση Ενεργειακού Μίγματος 2024 που είναι η πιο πρόσφατη, οι εκπομπές CO₂ ανέρχονται σε:

$$EF_{CO_2} = 367,51 \text{ g CO}_2/\text{kWh}$$

Από την Έκθεση Ενεργειακού Μίγματος του ΔΑΠΕΕΠ, και συγκεκριμένα από τον πίνακα του “Υπολειπόμενου Ενεργειακού Μίγματος”, λαμβάνεται η **ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων** (στην Έκθεση 2023 όπου έχει και την οριστική η τιμή ΥΕΜ αυτή ανέρχεται **στις 28,78 TWh**).

- πίνακας 2.4b: συνολικές εκπομπές CH₄: 0,40 Ktn
- πίνακας 2.5b: συνολικές εκπομπές N₂O: 0,12 Ktn

Οι τρέχοντες συντελεστές εκπομπής CH₄ και N₂O υπολογίζονται ως εξής:

$$EF_{CH_4} = 0,40 \text{ Ktn CH}_4 / 28,78 \text{ TWh} = 0,01389 \text{ g CH}_4/\text{kWh} \quad [3.21]$$

$$EF_{N_2O} = 0,12 \text{ Ktn N}_2\text{O} / 28,78 \text{ TWh} = 0,00417 \text{ g N}_2\text{O}/\text{kWh} \quad [3.22]$$

$$EF_{\eta\lambda} = EF_{CO_2} + (EF_{CH_4} \times GWP_{CH_4}) + (EF_{N_2O} \times GWP_{N_2O}) \quad [3.23]$$

$$EF_{\eta\lambda} = 367,51 \text{ g CO}_2/\text{kWh} + (0,01389 \text{ g CH}_4/\text{kWh} \times 27,9 \text{ g CO}_2/\text{gCH}_4) + (0,00417 \text{ g N}_2\text{O}/\text{kWh} \times 273 \text{ g CO}_2/\text{gN}_2\text{O}) = \underline{0,000369 \text{ tn CO}_{2e}/\text{kWh}}$$

Βάσει των ανωτέρω, ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λόγω της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε εντός προσδιορισμένου χρονικού διαστήματος, υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$E_{\eta\lambda} = C_{\eta\lambda} \times EF_{\eta\lambda} \quad [3.24]$$

Στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 10**) βλέπουμε τις υποθετικές αναλώσεις που κάναμε και τα αποτελέσματα που έδωσαν οι εξισώσεις.

Πίνακας 10: Εκπομπές λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βάση εξισώσεων αναλυτικά

Μήνας	Κατηγορία	Κατανάλωση	Σε kWh	Εκπομπές (tn CO _{2e})
Ιανουάριος	Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων (κλιματισμός, φωτισμός)	120.000 kWh	120.000	44,28
Φεβρουάριος	Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	100 MWh	100.000	36,90
Μάρτιος	Άλλο	0,8 GWh	800.000	295,20
Απρίλιος	Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων (εκτός κτηρίων)	75.000 kWh	75.000	27,68
Μάιος	Μηχανήματα έργου με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	0,6 GWh	600.000	221,40
Ιούνιος	Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων (κλιματισμός, φωτισμός)	150 MWh	150.000	55,35
Ιούλιος	Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	1,2 GWh	1.200.000	442,80
Αύγουστος	Άλλο	1,0 GWh	1.000.000	369,00
Σεπτέμβριος	Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων (εκτός κτηρίων)	110 MWh	110.000	40,59
Οκτώβριος	Μηχανήματα έργου με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	90.000 kWh	90.000	33,21
Νοέμβριος	Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων (κλιματισμός, φωτισμός)	0,7 GWh	700.000	258,30
Δεκέμβριος	Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	130 MWh	130.000	47,97
Σύνολο	—	—	5.075.000	1.872,68

Βάζοντας τα παραπάνω δεδομένα στο excel μας (**Εικόνα 63**) και στον πίνακα καταναλώσεων του φύλλου ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ για το έτος 2024 πρέπει να βγαίνουν ακριβώς τα ίδια συνολικά αποτελέσματα, κάτι το οποίο ισχύει βάσει της **Εικόνας 64**, που δείχνει τ' αποτελέσματα που έδωσε το excel.

Εικόνα 63: Δείχνει τα δεδομένα που εισήχθησαν για το έτος 2024 για τις εκπομπές λόγω κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΕΤΟΣ	EF _{CO2} (g CO ₂ /kWh)	EF _{CH4} (g CH ₄ /kWh)	EF _{N2O} (g N ₂ O/kWh)	EF _{ηλ} (tn CO _{2e} /kWh)	Ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη από το σύνολο των ορυκτών καυσίμων σε TWh	πίνακας 2.4b: συνολικές εκπομπές CH ₄	πίνακας 2.5b: συνολικές εκπομπές N ₂ O σε Ktn	CO ₂ (g CO ₂ / g CO ₂)	CH ₄ (g CO ₂ / g CH ₄)	N ₂ O (g CO ₂ / g N ₂ O)
2019	601,4	0,012957	0,006860	0,000603581	39,36	0,51	0,27	1	28	265
2020	-	#ΔΙΑΙΡ/Ο!	#ΔΙΑΙΡ/Ο!	#ΤΙΜΗ!				1	28	265
2021	-	#ΤΙΜΗ!	#ΤΙΜΗ!	#ΤΙΜΗ!	-	-	-	1	28	265
2022	-	#ΤΙΜΗ!	#ΤΙΜΗ!	#ΤΙΜΗ!	-	-	-	1	28	265
2023		#ΔΙΑΙΡ/Ο!	#ΔΙΑΙΡ/Ο!	#ΔΙΑΙΡ/Ο!				1	28	265
2024	367,51	0,013899	0,004170	0,000369036	28,78	0,4	0,12	1	27,9	273
2025		#ΔΙΑΙΡ/Ο!	#ΔΙΑΙΡ/Ο!	#ΔΙΑΙΡ/Ο!						

Εικόνα 64: Δείχνει τ' αποτελέσματα που έδωσε το Excel για το έτος 2024 για τις εκπομπές λόγω κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ			
Για Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	ΤΟΜΕΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	CηΛ (Κατανάλωση Ηλ.Ενέργειας (ΕΤΗΣΙΑ) σε kWh) ΕηΛ (εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εκφρασμένες σε τη CO ₂ e)	ΕΤΟΣ
Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων(κλιματισμός, φωτισμός)	970000,00	357,9650	2024
Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	1430000,00	527,7220	2024
Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων (εκτός κτηρίων)	185000,00	68,2720	2024
Μηχανήματα έργου με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	690000,00	254,6350	2024
Άλλο	1800000,00	664,2650	2024
ΣΥΝΟΛΟ	5075000,00	1872,86	

Ν' αναφέρουμε πως στην **Εικόνα 64**, φαίνονται τόσο οι συνολικές καταναλώσεις όσο και οι συνολικές εκπομπές ανά τομέα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

4.3 Υπολογισμοί παραδείγματος για εκπομπές από διαρροές ψυκτικών μέσων

Ας συνεχίσουμε με τους υπολογισμούς για τις εκπομπές **από διαρροές ψυκτικών μέσων**. Οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για τις διαρροές ψυκτικών μέσων είναι γνωστοί οπότε πάμε να τους εφαρμόσουμε στην πράξη μέσω ενός αριθμητικού παραδείγματος.

Να υπενθυμίσουμε ότι, για κάθε φθοριούχο ψυκτικό μέσο, ο υπολογισμός των ισοδύναμων εκπομπών CO₂, γίνεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$E_{CO2e_Fi} = E_{Fi} \times GWP_{Fi} \times 10^{-3} \quad [3.25]$$

Η συνολική ποσότητα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου εντός ενός έτους από διαρροές φθοριούχων ψυκτικών μέσων από το σύνολο του ψυκτικού/ κλιματιστικού εξοπλισμού του οργανισμού, υπολογίζεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$E_{CO2e_F} = \Sigma(E_{CO2e_Fi}) \quad [3.26]$$

Με βάσει τα παραπάνω δημιουργήθηκε του παράδειγμα που βλέπουμε στον πίνακα 11.

Πίνακας 11: Εκπομπές από διαρροές ψυκτικών μέσων βάση εξισώσεων αναλυτικά

Έτος	Πηγή εκπομπών	Ψυκτικό μέσο	Ποσότητα E _{Fi} (Kg)	GWP (φθοριούχου αερίου)	Εκπομπές (tn CO _{2e})
2024	Κλιματιστικό split	HFC-134a	200	1530	306,00
2024	Fan Coil Unit (FCU)	HFC-32	150	771	115,65
2024	Μονάδα VRV / VRF	HFC-125	250	3740	935,00
2024	Rooftop μονάδα	HFC-227ea	300	3600	1.080,00
2024	Ψυκτικός Θάλαμος	HCFC-22	500	1960	980,00
2024	Εμπορικό Ψυγείο	HFO-1234ze(E)	100	1,37	0,14
2024	Παγομηχανή	HFC-152a	120	164	19,68
2024	Ψυκτικό συγκρότημα (Chiller – air ή water cooled)	HFC-236fa	400	8690	3.476,00
2024	Συμπιεστής (εργοστάσιο)	CFC-12	300	12.500	3.750,00
2024	Αντλία Θερμότητας (αέρα/νερού)	HFC-152	250	21,5	5,38
2024	Ψυγείο Οχήματος	HFO-1234yf	80	0,501	0,04
2024	Άλλο	CFC-112	100	4.620	462,00
2024	Ψυκτικός Θάλαμος	CFC-11	200	6.230	1.246,00
2024	Εμπορικό Ψυγείο	HCFC-141b	350	860	301,00
2024	Rooftop	HFC-245fa	180	962	173,16
Σύνολο	—	—	3.480	—	12.850,04

Βάζοντας τα παραπάνω δεδομένα στο excel μας (**Εικόνα 65**) για το έτος 2024 πρέπει να βγαίνουν ακριβώς τα ίδια συνολικά αποτελέσματα, κάτι το οποίο ισχύει βάσει της εικόνας που δείχνει και τ' αποτελέσματα που έδωσε το excel.

Εικόνα 65: Δείχνει τ' αποτελέσματα που έδωσε το Excel για το έτος 2024 για τις εκπομπές λόγω διαρροής ψυκτικών μέσων

ΕΤΟΣ	Ημερομηνία	Πηγή Εκπομπών	Ψυκτικό Μέσο	ΕFi (ποσότητα του φορτισμού ψυκτικού μέσου που διέρρευσε, σε Kg)	GWPFi (tn CO ₂ / tn φορτισμού αερίου)	Υπερ-σύνδεση για έγγραφο	Έγγραφο	ECO2e_Fi (σε tn)	Παρατηρήσεις
2024	14/08/2024	Άλλο	CFC-112	100	4620			462,00	
2024	07/08/2024	Ψυκτικός θάλαμος	CFC-11	200	6230			1246,00	
2024	22/08/2024	Εμπορικό Ψυγείο	HCFC-141b	350	860			301,00	
2024	04/08/2024	Rooftop μονάδα	HFC-245fa	180	962			173,16	
ΛΟΘΡΟΙΣΜΑ ΕΤΟΥΣ				3480				12850,0421	

4.4 Υπολογισμοί παραδείγματος εκπομπών από την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων

Ας συνεχίσουμε με τους υπολογισμούς για τις εκπομπές από την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων. Οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων είναι γνωστοί οπότε πάμε να τους εφαρμόσουμε στην πράξη μέσω ενός αριθμητικού παραδείγματος.

Από την ενότητα 3.6 που αναλύουμε με λεπτομέρεια το πως υπολογίζονται οι εκπομπές από την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων έχουμε τους εξής τύπους:

$$1. \quad E_{CO2e_A\&A} = E_{CH4_A\&A} \times GWP_{CH4} \quad [3.27]$$

$$2. \quad E_{CH4_A\&A} = [(((MSW \times MSW_F) + DS) \times L_0) - R] \times (1 - OX) \quad [3.28]$$

$$3. \quad L_0 = MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times 16/12 \quad [3.29]$$

$$4. \quad \text{DOC} = [(\alpha 1 \times A) + (\beta 1 \times B) + (\gamma 1 \times \Gamma) + (\delta 1 \times \Delta) + (\epsilon 1 \times E) + (\sigma 1 \times \text{DS})] / (A+B+\Gamma+\Delta+E+\text{DS})$$

[3.30]

Πρώτα υπολογίζουμε το **DOC** από την εξίσωση [3.30], μετά υπολογίζουμε το **L₀** από την εξίσωση [3.29], μετά το **E_{CH4_ΑΣΑ}** από την εξίσωση [3.28] και τέλος το **E_{CO2e_ΑΣΑ}** από την εξίσωση [3.27]. Τ' αποτελέσματα φαίνονται αναλυτικά στον πίνακα 12.

Πίνακας 12: Εκπομπές από ΑΣΑ βάση εξισώσεων αναλυτικά

Βήμα	Παράμετρος	Εξίσωση	Υπολογισμός	Αποτέλεσμα
1	DOC	[3.30]	$(0,40 \times 4000 + 0,24 \times 1500 + 0,15 \times 8000 + 0,20 \times 3000 + 0,43 \times 2500 + 0,45 \times 1000) / 20000$	0,264
2	L ₀ (tn CH ₄ /tn)	[3.29]	$1 \times 0,264 \times 0,5 \times 0,5 \times (16/12)$	0,088
3	E _{CH4_ΑΣΑ} (tn)	[3.28]	$((23.750 \times 0,80 + 1000) \times 0,088 - 0) \times (1-0,1)$	1.586
4	E _{CO2e_ΑΣΑ} (tn)	[3.27]	$1.586 \times 27,9$	44.236

Στο excel έχουμε ακριβώς το ίδιο αποτέλεσμα όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες: (Εικόνα 66 , Εικόνα 67, Εικόνα 68)

Εικόνα 66: Πίνακας αποτελεσμάτων για τον υπολογισμό του DOC για το έτος 2024

ΤΥΠΟΣ DOC	DOC = [(α1 x A) + (β1 x B) + (γ1 x Γ) + (δ1 x Δ) + (ε1 x E) + (σ1 x DS)] / (A+B+Γ+Δ+E+DS)												
Πίνακας υπολογισμού DOC													
ΕΤΟΣ	A (ετήσια συνολική ποσότητα χαρτιού που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	B (ετήσια συνολική ποσότητα υφασμάτων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	Γ (ετήσια συνολική ποσότητα αποβλήτων τροφίμων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	Δ (ετήσια συνολική ποσότητα "πράσινων" αποβλήτων και άλλων αποδομησίων αποβλήτων που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	E (ετήσια συνολική ποσότητα αποβλήτων ξύλου και άχυρου που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ, σε tn)	α1 (περιεκτικότητα χαρτιού σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn χαρτιού)	β1 (περιεκτικότητα υφασμάτων σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn υφασμάτων)	γ1 (περιεκτικότητα αποβλήτων τροφίμων σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn αποβλήτων τροφίμων)	δ1 (περιεκτικότητα "πράσινων" και λοιπών αποδομησίων αποβλήτων σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn "πράσινων" και λοιπών αποδομησίων αποβλήτων)	ε1 (περιεκτικότητα αποβλήτων ξύλου και άχυρου σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn ξύλου και άχυρου)	σ1 (περιεκτικότητα αφυδατωμένης ύλης από επεξεργασία λυμάτων σε οργανικό άνθρακα σε tn C/tn ύλης)	DS ποσότητα αφυδατωμένης ύλης από ΚΕΛ που οδηγήθηκε στον ΧΥΤΑ ή ΧΑΔΑ, σε tn)	DOC (συντελεστής περιεκτικότητας άνθρακα των διατιθέμενων αποβλήτων, σε tn C/tn αποβλήτων)
2019						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΙΡ/0
2020						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΙΡ/0
2021						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΙΡ/0
2022						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΙΡ/0
2023						0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45		#ΔΙΑΙΡ/0
2024	4000	1500	8000	3000	2500	0,4	0,24	0,15	0,2	0,43	0,45	1000	0,26425
2025													#ΔΙΑΙΡ/0

Εικόνα 67: Πίνακας αποτελεσμάτων για τον υπολογισμό του L_0 για το έτος 2024

ΤΥΠΟΣ L_0	$L_0 = MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times (16/12)$						
Πίνακας για Υπολογισμό του L_0							
Τόπος απόθεσης ΑΣΑ για υπολογισμό MCF: συντελεστής διόρθωσης μεθανίου							
ΕΤΟΣ	DOC (συντελεστής περιεκτικότητας άνθρακα των διατιθέμενων αποβλήτων, σε tn C/tn αποβλήτων)	DOCF	F (ποσοστό μεθανίου κατ' όγκο στα αέρια που παράγονται από τον ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ)	MCF για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ	MCF για ΧΑΔΑ με βάθος ≥ 5 m	MCF για ΧΑΔΑ με βάθος < 5 m	L_0 (δυναμικό παραγωγής μεθανίου, σε tn CH ₄ / tn αποβλήτων)
2019	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2020	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2021	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2022	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2023	#ΔΙΑΙΡ/0!	0,5	0,5	1			#ΔΙΑΙΡ/0!
2024	0,26425	0,5	0,5	1			0,08808333
2025	#ΔΙΑΙΡ/0!						#ΔΙΑΙΡ/0!

Εικόνα 68: Πίνακας αποτελεσμάτων συνολικών εκπομπών ΑΣΑ για το έτος 2024

ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ									
ECO2e_ΑΣΑ = ECH4_ΑΣΑ x GWPCH4									
ECH4_ΑΣΑ = [((((MSW x MSWF) + DS) x L0) - R] x (1 - OX)		Σημειώνεται ότι: MSWF x MSW = Α+Β+Γ+Δ+Ε							
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ									
ΕΤΟΣ	OX (συντελεστής οξείδωσης του μεθανίου στο εδαφικό υλικό κάλυψης των αποβλήτων για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ (για ΧΑΔΑ είναι 0)	GWPCH4(g CO2/ g CH4)	DS (ποσότητα αφυδατωμένης υλός από ΚΕΛ που οδηγήθηκε σε ΧΥΤΑ ή ΧΑΔΑ, σε tn)	MSW (συνολική ποσότητα ΑΣΑ που παρήχθησαν, σε tn)	MSWF (ποσοστό των παραχθέντων ΑΣΑ που οδηγήθηκαν προς τελική διάθεση σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ ή ΧΑΔΑ)	R (η μάζα του μεθανίου που παράγεται στον ΧΥΤΑ, η οποία ανακτάται και οδηγείται προς κάψιμο είτε στον πυρσό του ΧΥΤΑ είτε σε εγκατάσταση ανάκτησης ενέργειας, σε tn)	L0 (δυναμικό παραγωγής μεθανίου, σε tn CH4/ tn αποβλήτων)	ECH4_ΑΣΑ	ECO2e_ΑΣΑ
2019	0,1	28	2000	16000	80%	0	0,125337838	1669,5	46746
2020	0,1	28	0	#ΔΙΑΙΡ/0!		0	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
2021	0,1	28	0	#ΔΙΑΙΡ/0!		0	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
2022	0,1	28	0	#ΔΙΑΙΡ/0!		0	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
2023	0,1	28	0	#ΔΙΑΙΡ/0!		0	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
2024	0,1	27,9	1000	23750	80%	0	0,088083333	1585,5	44235,45
2025			0	#ΔΙΑΙΡ/0!			#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!

Ν' υπενθυμίσουμε ότι το **MSW** είναι **συνολική ποσότητα ΑΣΑ που παρήχθησαν** και το **MSW_F** (ποσοστό των παραχθέντων ΑΣΑ που οδηγήθηκαν προς τελική διάθεση σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ ή ΧΑΔΑ) οπότε εφόσον έχουμε ότι οι ποσότητες που οδηγήθηκαν σε ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ/ΧΑΔΑ είναι 19000, τότε από τον τύπο $MSW_F \times MSW = A+B+Γ+Δ+E$ και ότι για την Ελλάδα το MSW_F είναι 80%. Το MSW είναι 23750 tn³⁵.

³⁵ Η διαφορά που βλέπουμε δηλαδή οι 4750 tn θεωρείται ότι **δεν δημιουργεί εκπομπές από ταφή** (π.χ. πάει για ανακύκλωση/ενεργειακή αξιοποίηση), οπότε δεν προσμετρώνται σαν εκπομπές ΑΣΑ.

4.5 Υπολογισμοί παραδείγματος εκπομπών από Επεξεργασία Υγρών Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων

Ας συνεχίσουμε με τους υπολογισμούς για τις εκπομπές **από Επεξεργασία Υγρών Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων**. Οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία υγρών βιοαποδομήσιμων αποβλήτων είναι γνωστοί οπότε πάμε να τους εφαρμόσουμε στην πράξη μέσω ενός αριθμητικού παραδείγματος.

Από την ενότητα 3.7 που αναλύουμε με λεπτομέρεια το πως υπολογίζονται οι εκπομπές από την επεξεργασία υγρών βιοαποδομήσιμων αποβλήτων. Οπότε ας δούμε αρχικά τα δεδομένα του παραδείγματος και μετά θα δούμε στον πίνακα τους υπολογισμούς για τις Εκπομπές CH₄ και τις Εκπομπές N₂O μέσω των εξισώσεων τους.

Τα δεδομένα του παραδείγματος είναι τα εξής:

Για τον υπολογισμό των Εκπομπών CH₄

Ισοδύναμος πληθυσμός (P): 5.000

F_{BOD} (gr BOD/άτομο/ημέρα): 57 g

Ημέρες λειτουργίας: 365

F_{IND-COM}: 1,25

B_o (tn CH₄/tn BOD): 0,40 (για χημική βιομηχανία: εύρος 0,22 -0,55)

MCF (Κεντρικό αερόβιο βιολογικό): 0,03 (καλή διαχείριση)

S (tn BOD/έτος): 20 (φορτίο που απομακρύνεται στην ιλύ)

R (tn CH₄): 0 (δεν υπάρχει ανάκτηση, **R_f** είναι **0** για Κεντρικό αερόβιο βιολογικό)

Για τον υπολογισμό των Εκπομπών N₂O

Όγκος λυμάτων προς επεξεργασία (V_{ΕΠΕΞ,j}): 200.000 m³/έτος

C_{ΝΕΠΕΞ,j} (mg/l): 25 (συγκέντρωση N στην εισροή)

V_Δ (m³/έτος): 200.000 (εκροή στον αποδέκτη)

C_{ΝΔ} (mg /lt): 15 (συγκέντρωση N στην εκροή)

EF_{ΕΠΕΞ,j} (Κεντρικός αερόβιος Β/Κ): 0,016 tn N₂O-N/tn N

E_{FA} (Εκροή σε γλυκά/εκβολές/θάλασσα): 0,005 tn N₂O-N/tn N

PR_j : 100%

Πίνακας 13: Εκπομπές από Επεξεργασία Υγρών Βιοαποδομήσιμων Αποβλήτων βάση εξισώσεων αναλυτικά

Εξίσωση Υπολογισμού	Αριθμός εξίσωσης	Αποτέλεσμα (tn)
Υπολογισμοί των Εκπομπών CH₄		
$EF_{CH_4,j} = B_o \times MCF_j \Rightarrow 0,40 \times 0,03$	[3.33]	0,012 (tn CH ₄ /tn BOD)
$TOW = P \times F_{BOD} \times 10^{-6} \times F_{IND-COM} \times 365 \Rightarrow 5.000 \times 57 \times 10^{-6} \times 1,25 \times 365$	[3.34]	130,03 (tn BOD)
$R = TOW \times EF_{CH_4,j} \times R_f \Rightarrow R_f=0$	[3.32]	0 (tn CH ₄)
$E_{CH_4_Λ} = EF_{CH_4,j} \times (TOW - S) - R \Rightarrow 0,012 \times (130,03 - 20) - 0$	[3.31]	1,320 (tn CH ₄)
Υπολογισμοί των Εκπομπών N₂O		
$N_{EΠΕΞ,j} = V_{EΠΕΞ,j} \times C_{N_{EΠΕΞ,j}} \times 10^{-6} \Rightarrow 200.000 \times 25 \times 10^{-6}$	[3.38]	5,00 (tn N)
$E_{N_2O_EΠΕΞ} = \Sigma\{N_{EΠΕΞ,j} \times EF_{EΠΕΞ,j}\} \times 44/28 \Rightarrow 5,00 \times 0,016 \times 44/28$	[3.37]	0,126 (tn N ₂ O)
$N_{Δ} = V_{Δ} \times C_{N_{Δ}} \times 10^{-6} \Rightarrow 200.000 \times 15 \times 10^{-6}$	[3.40]	3,00 (tn N)
$E_{N_2O_ΔΙΑΘ} = N_{Δ} \times EF_{Δ} \times 44/28 \Rightarrow 3,00 \times 0,005 \times 44/28$	[3.39]	0,024 (tn N ₂ O)
$E_{N_2O_Λ} = E_{N_2O_EΠΕΞ} + E_{N_2O_ΔΙΑΘ} \Rightarrow 0,126 + 0,024$	[3.36]	0,149 (tn N ₂ O)
$ECO_{2e_Λ} = (E_{CH_4_Λ} \times GWP_{CH_4}) + (E_{N_2O_Λ} \times GWP_{N_2O}) \Rightarrow (1,320 \times 27,9) + (0,149 \times 273)$	Μέσω εξίσωσης [1]	77,60 (tn CO _{2e})

Στο Excel έχουμε ακριβώς το ίδιο αποτέλεσμα όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες:
(Εικόνα 69 , Εικόνα 70, Εικόνα 71)

Εικόνα 69: Πίνακας αποτελεσμάτων για τις εκπομπές CH₄ των λυμάτων για το έτος 2024

Εκπομπές CH ₄ Λυμάτων												
ΕΤΟΣ	YOW (συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου των παραγόμενων λυμάτων, σε tn BOD)	Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	Τιμή MCF (για εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j)	S (συνολική ετήσια ποσότητα οργανικού φορτίου των λυμάτων που απομακρύνεται στην παραγόμενη ιδύ, σε tn BOD)	R (συνολική ετήσια ποσότητα CH ₄ που ανακτάται και οδηγείται προς ενεργειακή αξιοποίηση, σε tn CH ₄)	Κλάδος / Τύπος Αποβλήτων	Τιμή Bo (μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH ₄ , σε tn CH ₄ /tn BOD)	EFCH ₄ j	P (Ο ισοδύναμος πληθυσμός του οργανισμού)	FBOD (συντελεστής ημερήσιας παραγωγής οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου λυμάτων ανά άτομο, σε g/cd/ημέρα)	FIND-COM (συντελεστής διόρθωσης στην περίπτωση που στη μονάδα καπνίζουν υγρά απόβλητα από βιομηχανίες και επιχειρήσεις τα οποία φέρουν οργανικό βιοαποδομήσιμο φορτίο)	ΕCCH ₄ Λ
2024	130,03125	Κεντρικό αερόβιο βιολογικό	0,03	20	0	Χημική βιομηχανία	0,40	0,012	5000	57	1,25	1,320
Άθροισμα								0,012				1,320

Εικόνα 70: Πίνακας αποτελεσμάτων για τις εκπομπές N₂O των λυμάτων για το έτος 2024

Εκπομπές N ₂ O Λυμάτων		ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ NEΠΕΞ _j						ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ N _Δ						
ΕΤΟΣ	Εφαρμοζόμε νη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j	ΕF _{NEΠΕΞ,j} (συντελεστής εκπομπής N ₂ O από την επεξεργασία (j) των λυμάτων, σε tn N ₂ O-N/tn N)	NEΠΕΞ _j (ποσότητα αζώτου στα απόβλητα που επεξεργάζονται με την πρακτική j, σε tn N)	PR _j (ποσοστό του πληθυσμού, τα λύματα του οποίου επεξεργάζονται με την πρακτική (j), σε %)	VEΠΕΞ _j (όγκος των λυμάτων ανά πρακτική j, που οδηγούνται σε ΚΕΛ και σε συστήματα σηπτικών/ απορροφητικών βόθρων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m ³ /3)	CN _{NEΠΕΞ,j} (μέση ετήσια τιμή της συγκέντρω σης ολικού αζώτου των επεξεργασίας λυμάτων, σε mg/l)	ΕN ₂ O _{NEΠΕΞ}	Εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων j (εκροών)	N _Δ (συνολική ποσότητα αζώτου στα λύματα που διαθέτονται στον υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N)	ΕF _Δ (συντελεστής εκπομπής N ₂ O από την διάθεση λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη, σε tn N ₂ O-N/ tn N)	V _Δ (συνολικός όγκος των λυμάτων (ανεπεξεργαστων ή επεξεργασμένων) που διατίθενται στον υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m ³ /3)	C _{NΔ} (μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των διατιθέμενων ανεπεξεργαστων ή επεξεργασμένων λυμάτων, σε mg/l)	ΕN ₂ O _{ΔΙΑΘ}	ΕN ₂ O _Λ
2024	Κεντρικός αερόβιος Β/Κ	0,016	5	100%	200000,00	25	0,12571429	Εκροή σε γλυκά/εκβολές/ θάλασσα	3	0,005	200000	15	0,02357143	0,14928571
Άθροισμα														0,14928571

Εικόνα 71: Πίνακας αποτελεσμάτων για τις συνολικές εκπομπές των λυμάτων για το έτος 2024

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΛΥΜΑΤΩΝ					
ΕΤΟΣ	GWP _{CH₄}	GWP _{N₂O}	EN2O_Λ	ECH4_Λ	Eco2e_Λ
2019	28	265			0
2020	28	265			0
2021	28	265			0
2022	28	265			0
2023	28	265			0
2024	27,9	273	0,149285714	1,320375	77,5934625

Για το φύλλο εργασίας ΕΞΤΡΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ SCOPE 3 δεν χρειάζεται να γίνει κάποιος έλεγχος, ένα άθροισμα γίνεται των εκπομπών σε tη που καταχώρησε μόνος του ο χρήστης.

4.6 Έλεγχος αυτόματης ενημέρωσης πίνακα καταγραφής συνολικών εκπομπών

Τελικός έλεγχος γίνεται στον πίνακα του φύλλου **ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂e** για να διαπιστώσουμε αν καταχωρήθηκαν όλες οι εκπομπές για το έτος 2024 όταν πατήσαμε το κατάλληλο κουμπί που αναφέραμε στην υπό ενότητα 3.9. Πράγματι βλέποντας τις **εικόνες 72 και 73**, βλέπουμε πως καταχωρήθηκαν όλα σωστά. Προστέθηκαν και οι αβεβαιότητες από εμένα όπως έχουμε πει. Αφού δούλεψαν όλα σωστά μπορούμε να δούμε τα διαγράμματα στην υπό ενότητα 3.10.

Εικόνα 72: Δείχνει το πρώτο μισό του πίνακα συνολικών εκπομπών για το έτος 2024

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ										ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΛΟΓΩ ΧΡΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ				
ΕΤΟΣ	Ξυλώδης βιομάζα(pellets)	Ξυλώδης βιομάζα(καυσόξυλα)	Υγραέριο (LPG)	Πετρέλαιο (Diesel)	Βενζίνη (petrol)	Φυσικό αέριο (Natural gas) (ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ)	Φυσικό αέριο (Natural gas) (ΓΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ)	Συνολικές Εκπομπές σε tn για CO ₂ ,N ₂ O,CH ₄ από καταναλώσεις καυσίμων	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων(κλιματισμός, φωτισμός)	Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων (εκτός κτιρίων)	Μηχανήματα έργου με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Άλλο
2019								0						
2020								0						
2021								0						
2022								0						
2023								0						
2024	28835,049	1381,791	334,894	2943,701	263,435	32,15	0,3420	33791,362	3,00%	357,965	527,722	68,272	254,635	664,265
2025								0						

Εικόνα 73: Δείχνει το δεύτερο μισό του πίνακα συνολικών εκπομπών για το έτος 2024

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΕΞΤΡΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ SCORE 3		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΕΤΟΥΣ		
Συνολικές Εκπομπές σε tn για CO ₂ ,N ₂ O,CH ₄ από καταναλώσεις ΗΛ.Ενέργειας	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	ECO2e_Fi (σε tn)	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	ECO2e_AΣΑ	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	ECO2e_Λ	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ Ξετρα Παραγόντων σε tn	Αβεβαιότητα δεδομένων (σε %)	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ χωρίς αβεβαιότητες	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ με αβεβαιότητες κάτω όριο	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ με αβεβαιότητες πάνω όριο
0										0	0	0
0										0	0	0
0										0	0	0
0										0	0	0
0										0	0	0
1872,859	5,00%	12850,04208	30,00%	44235,45	30,00%	77,5934625	30%	40	20%	92867,30654	74602,99707	111131,616
0										0	0	0

Κεφάλαιο 5: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂e ΣΕ ΜΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα δώσουμε κάποιες γενικές προτάσεις για τρόπους μείωσης των εκπομπών σε μια επιχείρηση ή οργανισμό.

Ηλεκτρική ενέργεια: Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και λειτουργία εξοπλισμού αποτελεί βασική πηγή έμμεσων εκπομπών. Η ανανέωση του εξοπλισμού ψύξης με ενεργειακά αποδοτικές μονάδες υψηλής κατηγορίας (π.χ. A+++) σε συνδυασμό με την τοποθέτηση έξυπνων θερμοστατών συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στις καθημερινές λειτουργίες του οργανισμού. Παράλληλα, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε κτηριακές υποδομές δίνει τη δυνατότητα μερικής κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων μέσω ανανεώσιμων πηγών. Σε πιλοτικές παρεμβάσεις σε δημοτικά κτίρια της Ελλάδας, τέτοιες δράσεις έχουν οδηγήσει σε μείωση των εκπομπών έως και 25% μέσα σε τρία χρόνια.

Πηγή: IEA (2022) *World Energy Outlook 2022*. International Energy Agency. Διαθέσιμο σε: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025)

Φωτισμός: Η ενεργειακή βελτιστοποίηση του φωτισμού κοινόχρηστων και εργασιακών χώρων επιτυγχάνεται κυρίως με την αντικατάσταση παλαιών λαμπτήρων με τεχνολογία LED. Επιπλέον, η εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας και συστημάτων φωτισμού με αυτόματη ρύθμιση βάσει εξωτερικού φωτισμού μειώνει την άσκοπη χρήση ενέργειας, ιδιαίτερα σε κοινόχρηστους και εξωτερικούς χώρους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή “έξυπνου φωτισμού” (Smart lighting) σε βιομηχανικές αποθήκες, που οδήγησε σε μείωση της κατανάλωσης έως και 40%.

Πηγές: IEA (2023) *Targeting 100% LED lighting sales by 2025*. International Energy Agency. Διαθέσιμο σε: <https://www.iea.org/reports/targeting-100-led-lighting-sales-by-2025> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025) και DOE (2017) *Energy Savings Forecast of Solid-State Lighting in General Illumination Applications*. U.S. Department of Energy. Διαθέσιμο σε: <https://www.energy.gov/eere/ssl/led-adoption-report> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025)

Ψυκτικά μέσα: Οι διαρροές ψυκτικών υγρών συμβάλλουν δυσανάλογα στις εκπομπές λόγω του υψηλού δυναμικού υπερθέρμανσης (GWP) των υδροφθορανθράκων (HFCs). Η συστηματική συντήρηση των συστημάτων ψύξης, η χρήση οργάνων παρακολούθησης πίεσης και η σταδιακή μετάβαση σε ψυκτικά υγρά χαμηλότερου GWP (όπως το R-32 ή φυσικά ψυκτικά) συνιστούν αποτελεσματικά μέτρα. Η αντικατάσταση των ψυκτικών μέσων υψηλού GWP, όπως το R-410A, με πιο φιλικές προς το περιβάλλον επιλογές, όπως το R-32, μπορεί να μειώσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα έως και 68%, βάσει στοιχείων από τεχνικές αναλύσεις.

Πηγή: UNEP (2022) *Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Report 2022*. United Nations Environment Programme. Διαθέσιμο σε: <https://ozone.unep.org/system/files/documents/RTOC-assessment%20-report-2022.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025)

Μεταφορές και μηχανήματα έργου: Ο στόλος οχημάτων ενός οργανισμού συχνά ευθύνεται για σημαντικό ποσοστό των συνολικών εκπομπών. Η αντικατάσταση συμβατικών οχημάτων με υβριδικά ή ηλεκτρικά, η χρήση εναλλακτικών καυσίμων όπου είναι εφικτό και η τακτική συντήρηση των μηχανών συνεισφέρουν στην ενεργειακή απόδοση. Η χρήση εξειδικευμένων ψηφιακών εφαρμογών για τον προγραμματισμό και την παρακολούθηση δρομολογίων οδηγεί σε πιο αποδοτική διαχείριση του στόλου, μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμων και τις αντίστοιχες εκπομπές. Επιπλέον, τα μηχανήματα έργου μπορούν να λειτουργούν με καύσιμα μειωμένων ρύπων, ενώ η εκπαίδευση του προσωπικού σε οικολογικές πρακτικές οδήγησης ενισχύει περαιτέρω τη συνολική απόδοση.

Πηγές : Geotab (2021) *Profitable sustainability: The potential of European fleet electrification*. Geotab. Διαθέσιμο σε: <https://www.geotab.com/white-paper/european-fleet-electrification/> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025) και Gawlik, L., Kaszyński, P., Jaszczur, M. και Duda, A. (2021) 'The Impact of Fleet Electrification on Carbon Emissions', *Energies*, 14(20). Διαθέσιμο σε: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/20/6595> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025).

Απόβλητα και λύματα: Η κακή διαχείριση αποβλήτων οδηγεί στην έκλυση μεθανίου, κυρίως όταν τα οργανικά υλικά καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η ενίσχυση της διαλογής στην πηγή και η συνεργασία με εξειδικευμένους φορείς ανακύκλωσης μειώνουν σημαντικά αυτό το αποτύπωμα. Η διαχείριση οργανικών υπολειμμάτων μέσω κομποστοποίησης, ιδιαίτερα από μονάδες εστίασης και πράσινων χώρων, περιορίζει την παραγωγή μεθανίου που θα εκλυόταν εάν τα απόβλητα αυτά οδηγούνταν σε χώρους ταφής. Στην περίπτωση υγρών αποβλήτων, η εφαρμογή βιολογικών συστημάτων επεξεργασίας με ανάκτηση βιοαερίου μπορεί να μειώσει τις εκπομπές κατά περίπου 30%.

Πηγές: *Project Drawdown (2020) Composting. Project Drawdown. Διαθέσιμο σε: <https://drawdown.org/solutions/composting> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025)* και *European Environment Agency (2023) Waste recycling in Europe. EEA. Διαθέσιμο σε: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/waste-recycling-in-europe> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025).*

Εμπλοκή προσωπικού: Η συμμετοχή του ανθρώπινου δυναμικού είναι καταλυτική για την επιτυχία κάθε περιβαλλοντικής στρατηγικής. Μέσα από προγράμματα ευαισθητοποίησης για εξοικονόμηση ενέργειας, κίνητρα για χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς και εσωτερικούς διαγωνισμούς βιωσιμότητας, μπορεί να διαμορφωθεί μια ισχυρή περιβαλλοντική κουλτούρα εντός του οργανισμού. Η διεθνής εμπειρία καταδεικνύει ότι η ενεργή συμμετοχή των εργαζομένων μπορεί να οδηγήσει σε επιπλέον μείωση κατανάλωσης της τάξης του 5–10%.

Πηγή: *United Nations Global Compact (2015) Guide to Corporate Sustainability. UNGC. Διαθέσιμο σε: <https://www.unglobalcompact.org/library/1151> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025).*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ), Απρίλιος 2023. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2023/05/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%94%CE%B7%CE%A3%CE%9C%CE%95.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 10 Σεπτεμβρίου 2025)

National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.13, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422> (Τελευταία Πρόσβαση 8 Μαΐου 2025)

IPCC (2021) Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 7SM: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity Supplementary Material, Table 7.SM.7, p.16). Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

National Inventory Report 2025, Greece, Table 3.23, Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422> (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

Chapter 1 "Introduction", Volume 2 "Energy", IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 4 Μαΐου 2025)

National Inventory Report 2025, Greece. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

ΔΕΣΦΑ Α.Ε. Διαθέσιμο σε: <https://www.desfa.gr/>, (Τελευταία Πρόσβαση 5 Μαΐου 2025)

ΚΥΑ 355/2000/2001 (ΦΕΚ 410Β). Διαθέσιμο σε: <https://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia/ya-35520002001-fek-410b-1142001> (Τελευταία Πρόσβαση 7 Μαΐου 2025)

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 "Energy", Chapter 2 "Stationary Combustion", Table 2.4. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, (Τελευταία Πρόσβαση 9 Μαΐου 2025)

Βίντεο με οδηγίες για δημιουργία dropdown λίστας στο Excel. Διαθέσιμο σε: https://www.youtube.com/watch?v=YbC32yajDKQ&ab_channel=%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%BB%CE%B7%CF%82%CE%A4%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CF%85%CE%BB%CF%84%CF%83%CE%AF%CE%B4%CE%B7%CF%82%28LearnSoft%29 (Τελευταία Πρόσβαση 15 Ιουνίου 2025)

Ιστοσελίδα η οποία θα βοηθήσει σε πιθανές μετατροπές μονάδων στην επιθυμητή μονάδα μέτρησης που ζητάει ο Πίνακας. Διαθέσιμο σε: <https://convertlive.com/el/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%AE> , (Τελευταία Πρόσβαση 5 Σεπτεμβρίου 2025)

Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης βρίσκονται στο IPCC. Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/>, (Τελευταία Πρόσβαση 2 Σεπτεμβρίου 2025)

Έκθεση Ενεργειακού Μίγματος που δημοσιεύει ο ΔΑΠΕΕΠ (Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης. Διαθέσιμο σε: <https://www.dapeep.gr/dimosieuseis/equiseis-proeleusis-energeiako/#1688717766850-544b8d53-edc3> , (Τελευταία Πρόσβαση 25 Αυγούστου 2025)

Εθνικό και κοινοτικό νομικό πλαίσιο (N.4819/2021, Landfill Directive 1999/31/EC και τροποποιήσεις. Διαθέσιμο σε : <https://www.ecolex.org/details/legislation/law-no-48192021-on-integrated-framework-for-waste-management-lex-faoc211896/?page=170&type=legislation&xsubjects=Energy> (Τελευταία Πρόσβαση 4 Σεπτεμβρίου 2025)

EEA, 2025 – Municipal waste management country profiles (Ελλάδα)
Διαθέσιμο σε: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/municipal-and-packaging-waste-management-country-profiles-2025/gr-municipal-waste-factsheet.pdf> , (Τελευταία Πρόσβαση 28 Μαΐου 2025)

WWF, 2024 – Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων στην Ελλάδα. Διαθέσιμο σε: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/diaheirisi_astikon_apovliton_synopsi_en.pdf , (Τελευταία Πρόσβαση 28 Μαΐου 2025)

IPCC Guidelines (2006, Volume 5 – Waste, Chapter 3), Διαθέσιμο σε: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html> , (Τελευταία Πρόσβαση 10 Ιουλίου 2025)

NIR Greece 2022 & 2025. Διαθέσιμο σε: <https://unfccc.int/documents/646422> , (Τελευταία Πρόσβαση 10 Ιουλίου 2025)

IPCC 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, §6.3.3–6.3.4 (Methane Emissions from Wastewater Treatment. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

(NIR GREECE), Ministry of Environment and Energy, Greece (2024). National Inventory Report for Greenhouse Gas Emissions 1990–2022. Athens: Ministry of Environment and Energy, Διαθέσιμο σε: https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2025/01/2024_NID_Greece.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

EPA (2016), "Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks", Annex 3: Industrial wastewater CH₄ emission factors, Διαθέσιμο σε: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/02/f49/EPA%202016_GHG-Inventory.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Διαθέσιμο σε: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TCHOBANOGLIOUS%20et%20al.%202003%20Wastewater%20Engineering.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

Εγχειρίδιο-ISO-14064-Report-Template-v2-2, Έκδοση 2.0/ Απρίλιος 2024, του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Διαθέσιμο σε: <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2024/09/%CE%95%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF-ISO-14064-Report-Template-v2-2.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

Metcalf & Eddy (Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D.) Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th Edition, McGrawHill, 2003. Διαθέσιμο σε: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TCHOBANOGLIOUS%20et%20al.%202003%20Wastewater%20Engineering.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6, Table 6.8A. Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 29 Αυγούστου 2025)

EPA, 2010. Nutrient Control Design Manual. U.S. Environmental Protection. Διαθέσιμο σε: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-02/documents/nutrient-control-design-manual.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

EPA, 2021. Innovative Nutrient Removal Technologies. U.S. Environmental Protection Agency. Διαθέσιμο σε: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-08/innovative-nutrient-removal-technologies-report-082721.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

EPA, 2023. Life Cycle and Cost Assessments of Nutrient Removal. U.S. Environmental Protection Agency. Διαθέσιμο σε: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-06/life-cycle-nutrient-removal-2023-update.pdf>, (Τελευταία Πρόσβαση 30 Αυγούστου 2025)

Πίνακες του Παραρτήματος IV του National Inventory Report 2025, Greece. Διαθέσιμο σε: https://climate-laws.org/documents/greece-2025-national-inventory-document-nid_272b?id=greece-national-inventory-report-nir-2025_66e5, (Τελευταία Πρόσβαση 12 Σεπτεμβρίου 2025)

EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019. Διαθέσιμο σε: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-a-general-guidance-chapters/5-uncertainties>, (Τελευταία Πρόσβαση 12 Σεπτεμβρίου 2025)

IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 3: Industrial Processes and Product Use, Chapter 7 (Emissions of Fluorinated Substitutes for Ozone Depleting Substances). Διαθέσιμο σε: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1_Volume1/19R_V1_Ch03_Uncertainties.pdf, (Τελευταία Πρόσβαση 12 Σεπτεμβρίου 2025)

Official DOCX template (GHG Protocol). Διαθέσιμο σε: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHG-Protocol-Reporting-Template.docx> (Τελευταία Πρόσβαση: 8 Σεπτεμβρίου 2025)

GHG Protocol Corporate Standard. Διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> (Τελευταία πρόσβαση 9 Σεπτεμβρίου 2025)

IEA (2022) World Energy Outlook 2022. International Energy Agency. Διαθέσιμο σε: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025)

IEA (2023) Targeting 100% LED lighting sales by 2025. International Energy Agency. Διαθέσιμο σε: <https://www.iea.org/reports/targeting-100-led-lighting-sales-by-2025> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025)

DOE (2017) Energy Savings Forecast of Solid-State Lighting in General Illumination Applications. U.S. Department of Energy. Διαθέσιμο σε: <https://www.energy.gov/eere/ssl/led-adoption-report> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025)

UNEP (2022) Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Report 2022. United Nations Environment Programme. Διαθέσιμο σε: <https://ozone.unep.org/system/files/documents/RTOC-assessment%20-report-2022.pdf> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025)

Geotab (2021) Profitable sustainability: The potential of European fleet electrification. Geotab. Διαθέσιμο σε: <https://www.geotab.com/white-paper/european-fleet-electrification/> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025).

Gawlik, L., Kaszyński, P., Jaszczur, M. και Duda, A. (2021) 'The Impact of Fleet Electrification on Carbon Emissions', *Energies*, 14(20). Διαθέσιμο σε: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/20/6595> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025).

Project Drawdown (2020) Composting. Project Drawdown. Διαθέσιμο σε: <https://drawdown.org/solutions/composting> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025).

European Environment Agency (2023) Waste recycling in Europe. EEA. Διαθέσιμο σε: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/waste-recycling-in-europe> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025).

United Nations Global Compact (2015) Guide to Corporate Sustainability. UNGC. Διαθέσιμο σε: <https://www.unglobalcompact.org/library/1151> (Τελευταία Πρόσβαση: 20 Σεπτεμβρίου 2025).

Βιβλιογραφία Εικόνων

Εικόνα 1: Εξώφυλλο εργασίας. Διαθέσιμο σε: <https://www.shutterstock.com/el/image-photo/co2-emissions-light-bulb-tree-growing-2492106885> , (Τελευταία Πρόσβαση 13 Σεπτεμβρίου 2025)

Εικόνα 2: Ταξινόμηση δραστηριοτήτων ενός οργανισμού ανά κατηγορία εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Διαθέσιμο σε: <https://www.compareyourfootprint.com/difference-scope-1-2-3-emissions/> , (Τελευταία Πρόσβαση 6 Ιουλίου 2025)