



Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού για την κατάρτιση Δημοτικών
Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

Απρίλιος 2023

Το παρόν περιλαμβάνει 2 μέρη:

- στο Μέρος Α περιλαμβάνεται η μεθοδολογία και τα απαιτούμενα στάδια για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του Θερμοκηπίου των ΟΤΑ Α΄ Βαθμού
- στο Μέρος Β παρουσιάζονται οι κατευθυντήριες οδηγίες μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου βάσει των οποίων οι ΟΤΑ Α΄ Βαθμού θα σχεδιάσουν τις απαιτούμενες στρατηγικές και δράσεις τους.

Περιεχόμενα

ΜΕΡΟΣ Α΄	7
1. Εισαγωγή	7
2. Αρχές σχεδιασμού μεθοδολογίας υπολογισμού εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	8
3. Μεθοδολογία κατάρτισης ΔηΣΜΕ	11
3.1. Προσδιορισμός των ορίων υπολογισμού	11
3.2. Προσδιορισμός των κατηγοριών δραστηριοτήτων ενός Δήμου που θα περιληφθούν στο ΔηΣΜΕ	15
3.2.1 Δραστηριότητες Δήμων	15
3.2.2 Κατηγορίες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	17
3.2.3 Κατηγορίες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που εμπίπτουν στο ΔηΣΜΕ	18
3.3. Απαιτούμενα δεδομένα των δραστηριοτήτων του Δήμου που εμπίπτουν στο ΔηΣΜΕ	19
3.4. Μέθοδοι υπολογισμού εκπομπών και απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου	26
3.4.1. Εισαγωγή	27
3.4.2. Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης	27
3.4.3. Υπολογισμός εκπομπών ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα	28
3.4.4. Υπολογισμός εκπομπών λόγω χρήσης καυσίμων	29
3.4.5. Υπολογισμός εκπομπών λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	38
3.4.6. Υπολογισμός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από διαρροές ψυκτικών μέσων	40
3.4.7. Υπολογισμός εκπομπών από την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων	42
3.4.8. Υπολογισμός εκπομπών από Κέντρα Επεξεργασίας Λυμάτων	44
3.4.9. Λιπασματοποίηση στερεών αποβλήτων	51
3.4.10. Απορροφήσεις CO ₂	53
3.4.11. Υπολογισμός αβεβαιότητας	56
4. Στοιχεία παρακολούθησης εφαρμογής του ΔηΣΜΕ	58
5. Δείκτες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	63
ΜΕΡΟΣ Β΄	67
6. Δίκτυα πόλεων για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	67
7. Δράσεις πόλεων για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	70
8. Ενδεικτικός κατάλογος καλών πρακτικών μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	86
9. Κριτήρια επιλογής δράσεων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	89
10. Πρωτόκολλο διαδικασιών για το σχεδιασμό & εφαρμογή δράσεων μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	91
Βιβλιογραφία	92
Ελληνική	92
Ξενόγλωσση	92
Ιστότοποι – Web sites	93

Ακρωνύμια

Ελληνικά ακρωνύμια

ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΣΑ	Αστικά Στερεά Απόβλητα
ΑΣΔΑ	Σύνδεσμος Ανάπτυξης Δυτικής Αθήνας
ΔηΣΜΕ	Δημοτικό Σχέδιο Μείωσης Εκπομπών
ΕΑΘ	Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΚΔΑΥ	Κέντρο Διαλογής και Ανακύκλωσης Υλικών
ΚΕΛ	Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων
MEN	Μονάδα Επεξεργασίας Νερού
ΜΜΜ	Μέσα Μαζικής Μεταφοράς
ΟΤΑ	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΣΒΑΑ	Στρατηγική Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης
ΣΒΑΚ	Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας
ΣΔΑΕΚ	Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια και το Κλίμα
ΣΜΑ	Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
ΧΑΔΑ	Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
ΧΥΤΥ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων
ΧΑΔΑ	Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων

Αγγλικά ακρωνύμια

BMS	Building Management System
CDU	Urban Distribution Center
CHP	Combined Heat and Power
CN Net	Climate Neutral Network
CNA	Carbon Neutral Areas
CNG	Compressed Natural Gas
COP26	26 th UN Climate Change Conference of the Parties
GCMCE	Global Covenant of Mayors for Climate & Energy
GHG	Greenhouse Gas
GPC	Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories
GPS	Global Positioning System
GWP	Global Warming Potential
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
LED	Light Emitting Diode
LENs	Low Emission Neighborhoods
LPG	liquefied Petroleum Gas
LNG	Liquefied Natural Gas
NIR	National Inventory Report

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

PAC	Air and Climate Plan
UCLG	United Cities and Local Governments
ULEZ	Ultra-Low Emission Zone
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WMCCC	World Mayors Council on Climate Change
WRI	World Resources Institute

Χημικοί τύποι

CO ₂	Διοξείδιο του άνθρακα
CO _{2e}	Ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα
CH ₄	Μεθάνιο
N ₂ O	Πρωτοξείδιο του αζώτου
HFCs	Υδροφθοράνθρακες
PFCs	Υπερφθοριωμένοι και πολυφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες
SF ₆	Εξαφθοριούχο θείο
NF ₃	Τριφθοριούχο άζωτο

Μονάδες μέτρησης

Kg	κιλό
tn	τόνος
Ktn	10 ³ τόνοι
lt	λίτρο
m ³	κυβικό μέτρο
Km	χιλιόμετρο
ca	κατά κεφαλήν
TJ	10 ¹² Joule
KWh	κιλοβατώρα
TWh	10 ⁹ κιλοβατώρες

Πίνακες

Πίνακας 3.1:	Δραστηριότητες σχετιζόμενες με κατανάλωση/ παραγωγή ενέργειας
Πίνακας 3.2:	Δραστηριότητες σχετιζόμενες με κατανάλωση καυσίμων σε κινητές πηγές καύσης
Πίνακας 3.3:	Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων και λυμάτων
Πίνακας 3.4:	Ύδρευση και άρδευση
Πίνακας 3.5:	Χρήσεις γης
Πίνακας 3.6:	Πίνακας απαιτούμενων στοιχείων ανά δραστηριότητα και κατηγορία για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
Πίνακας 3.7:	Πίνακας απαιτούμενων στοιχείων για τον υπολογισμό των απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου
Πίνακας 3.8:	Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης
Πίνακας 3.9:	Κυριότερα καύσιμα και χρήσεις τους σε Δήμους
Πίνακας 3.10:	Συντελεστές MCF ανά εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης των λυμάτων
Πίνακας 3.11:	Συντελεστές EF _{ΕΠΕΞ} ανά εφαρμοζόμενη πρακτική επεξεργασίας των λυμάτων
Πίνακας 3.12:	Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης συγκεκριμένων ειδών δένδρων
Πίνακας 3.13:	Αβεβαιότητες δεδομένων δραστηριότητας και συντελεστών εκπομπών
Πίνακας 4.1:	Στοιχεία δραστηριοτήτων του Δήμου που πρέπει να καταγράφονται για την παρακολούθηση της προόδου εφαρμογής του ΔηΣΜΕ
Πίνακας 4.2:	Στοιχεία δραστηριοτήτων του Δήμου σχετιζόμενων με απορροφήσεις που πρέπει να καταγράφονται για την παρακολούθηση της προόδου εφαρμογής του ΔηΣΜΕ

ΜΕΡΟΣ Α΄

1. Εισαγωγή

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι αέρια, τα οποία οδηγούν στην αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης, δημιουργώντας κατά αυτόν τον τρόπο το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό της εισερχόμενης ενέργειας στην Γη που μεταφέρεται με την ηλιακή υπέρυθη ακτινοβολία απορροφάται από την επιφάνεια του πλανήτη, ενώ ένα ποσοστό 5-6% αυτής ανακλάται πίσω στην ατμόσφαιρα και απορροφάται από τα μόρια των αερίων του θερμοκηπίου. Κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μία “θερμή κουβέρτα” που καλύπτει τον πλανήτη μεταβάλλοντας το κλίμα του.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι το πιο γνωστό αέριο θερμοκηπίου και συνήθως εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα από την καύση ορυκτών καυσίμων. Άλλα αέρια του θερμοκηπίου είναι τα εξής:

- Μεθάνιο (CH₄)
- Πρωτοξείδιο του αζώτου (N₂O)
- Υδροφθοράνθρακες (HFCs)
- Υπερφθοριωμένοι και πολυφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες (PFCs)
- Εξαφθοριούχο θείο (SF₆)
- Τριφθοριούχο άζωτο (NF₃).

Το CH₄ παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς είναι 28 φορές πιο ισχυρό από το CO₂ στην παγίδευση θερμότητας. Οι δραστηριότητες που εκπέμπουν CH₄ είναι η καύση ορυκτών καυσίμων, η τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων και η επεξεργασία των λυμάτων, ενώ όσον αφορά στις εκπομπές N₂O οι κύριες πηγές είναι η επεξεργασία των λυμάτων και η καύση ορυκτών καυσίμων.

Για να καταστεί δυνατή η σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών αερίων, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εκφράζονται ως ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (CO_{2e}). Για τον σκοπό αυτό, την μετατροπή δηλαδή των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου σε CO_{2e}, χρησιμοποιούνται συγκεκριμένοι συντελεστές (GWP - Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης), οι οποίοι αποτυπώνουν την θερμότητα που μπορεί να απορροφήσει έκαστο αέριο σε σχέση με αυτήν που απορροφά το CO₂.

2. Αρχές σχεδιασμού μεθοδολογίας υπολογισμού εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Ο στόχος της παρούσας μεθοδολογίας είναι ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος των ΟΤΑ Α΄ Βαθμού (*εφεξής* Δήμων) στο πλαίσιο της κατάρτισης των Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ) σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο άρθρο 16 του Εθνικού Κλιματικού Νόμου (Ν. 4936/2022, ΦΕΚ 105Α).

Η μεθοδολογία που σχεδιάστηκε για την ποσοτικοποίηση των αερίων του θερμοκηπίου και για την κατάρτιση των Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών 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 της πόλης/ Δήμου. 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.

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 των Δήμων στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ, 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 του Δήμου.

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.

3. Μεθοδολογία κατάρτισης ΔηΣΜΕ

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

- i. Προσδιορισμός των ορίων υπολογισμού
- ii. Προσδιορισμός των κατηγοριών δραστηριοτήτων του Δήμου, για τις οποίες θα υπολογιστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ
- iii. Συλλογή δεδομένων των δραστηριοτήτων του Δήμου που εμπίπτουν στο ΔηΣΜΕ
- 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).

3.1. Προσδιορισμός των ορίων υπολογισμού

Τα όρια υπολογισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που θα περιληφθούν στο ΔηΣΜΕ, περιλαμβάνουν τις πηγές των εκπομπών, τη γεωγραφική κάλυψη 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 Δήμου, όπως ενδεικτικά: κτίρια γραφείων, βρεφονηπιακοί σταθμοί, άλλες κοινωνικές δομές, φωτισμός Δημοτικών οδών και κοινόχρηστων χώρων, Δημοτικές συγκοινωνίες, αποκομιδή απορριμμάτων, εγκαταστάσεις διαχείρισης απορριμμάτων, εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, κ.α.

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

- Όσον αφορά σε έργα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) του Δήμου, εάν η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται διοχετεύεται στο δίκτυο, τότε δεν λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του ανθρακικού ισοζυγίου του Δήμου. Λαμβάνεται υπόψη μόνο εφόσον ιδιοκαταναλώνεται από τον Δήμο για την κάλυψη συγκεκριμένων ενεργειακών αναγκών του, και ουσιαστικά στην περίπτωση αυτή εμπεριέχεται στην μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του Δήμου.

- Όσον αφορά σε εγκαταστάσεις άντλησης, επεξεργασίας (περιλαμβάνονται και μονάδες αφαλάτωσης) και διακίνησης νερού, λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος του Δήμου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ μόνο στην περίπτωση που ο πάροχος υπηρεσιών ύδατος είναι ο ίδιος ο Δήμος ή Δημοτική επιχείρηση του. Στην περίπτωση που ο πάροχος είναι ανεξάρτητη εταιρεία (π.χ. ΕΥΔΑΠ, ΔΕΥΑΘ, κλπ.), η εν λόγω δραστηριότητα δεν περιλαμβάνεται στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος του Δήμου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ. Στην περίπτωση που ο Δήμος προμηθεύεται νερό με υδροφόρα πλοία (αφορά κυρίως σε νησιά), η δραστηριότητα αυτή λαμβάνεται υπόψη στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ μόνο εφόσον η διακίνηση του νερού με τα συγκεκριμένα πλοία γίνεται από τον ίδιο τον Δήμο ή Δημοτική επιχείρηση του.
- Όσον αφορά σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΚΕΛ: Κέντρα Επεξεργασίας Λυμάτων), λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος του Δήμου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ μόνο εφόσον οι σχετικές εγκαταστάσεις ανήκουν στον Δήμο ή σε Δημοτική επιχείρηση του Δήμου. Εάν δεν ανήκουν, όπως για παράδειγμα η περίπτωση των ΚΕΛ της ΕΥΔΑΠ, τότε οι δραστηριότητες αυτές δεν περιλαμβάνονται στο ΔηΣΜΕ. Το ίδιο ισχύει και για τις εγκαταστάσεις διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων, όπως Κέντρα Διαλογής και Ανάκτησης Υλικών (ΚΔΑΥ), Πράσινα Σημεία, Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ), Χώροι Υγειονομικής Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΥΤΑ), Χώροι Υγειονομικής Διάθεσης Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ), Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ), μονάδες λιπασματοποίησης.
- Όσον αφορά σε χώρους πρασίνου, όπως π.χ. πάρκα, λαμβάνονται υπόψη στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ μόνο εφόσον πρόκειται για Δημοτικούς χώρους ή εν γένει δημόσιους χώρους ανεξάρτητα από τον φορέα διαχείρισης τους και υπό την προϋπόθεση ότι βρίσκονται εντός σχεδίου πόλης ή ορίων οικισμού.

Εν γένει πρέπει το σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που αφορούν σε ιδιοκτησία ή/και χρήση του Δήμου να περιλαμβάνονται στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος του Δήμου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ.

Στην περίπτωση που κάποια εγκατάσταση (π.χ. ΧΥΤΑ, ΚΕΛ, κλπ.) του Δήμου ή Δημοτικής επιχείρησης του εξυπηρετεί για τον ίδιο σκοπό και έτερο Δήμο, ο Δήμος θα υπολογίσει και θα συμπεριλάβει στο ΔηΣΜΕ του τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για το ποσοστό που η εγκατάσταση καλύπτει τις δικές του ανάγκες, ενώ θα παραθέσει σε σημείωση τις αντίστοιχες εκπομπές για το ποσοστό που καλύπτει τις ανάγκες του έτερου Δήμου.

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

Γεωγραφική κάλυψη

Υπολογίζονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από δραστηριότητες του Δήμου, οι οποίες είναι εγκατεστημένες ή λαμβάνουν χώρα εντός των γεωγραφικών ορίων του Δήμου.

Παρόλα αυτά, στην περίπτωση εγκατάστασης (π.χ. ΧΥΤΑ, ΚΕΛ, κλπ.) η οποία βρίσκεται εκτός των γεωγραφικών ορίων του Δήμου, αλλά ανήκει στην κυριότητα του Δήμου ή Δημοτικής επιχείρησής του, τότε η εγκατάσταση αυτή θα περιληφθεί στους υπολογισμούς του ανθρακικού αποτυπώματος του Δήμου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ.

Χρονικό διάστημα

Ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα πραγματοποιείται για τις δραστηριότητες του Δήμου 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.

3.2. Προσδιορισμός των κατηγοριών δραστηριοτήτων ενός Δήμου που θα περιληφθούν στο ΔηΣΜΕ

3.2.1 Δραστηριότητες Δήμων

Ένας Δήμος ως Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης Α΄ βαθμού περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, οι οποίες υλοποιούνται είτε από τις υπηρεσίες του ίδιου του Δήμου είτε από κάποια Δημοτική επιχείρηση είτε από τρίτους αποκλειστικά για λογαριασμό του Δήμου. Στους Πίνακες που ακολουθούν παραθέτονται οι κύριοι τομείς δραστηριοτήτων ενός Δήμου.

Πίνακας 3.1: Δραστηριότητες σχετιζόμενες με κατανάλωση/ παραγωγή ενέργειας

Κτίρια	
Δημαρχείο	Αφορά το κυριότερο διοικητικό κτίριο του Δήμου που συνήθως συγκεντρώνει σημαντικό πλήθος υπηρεσιών
Δημοτικά/κοινοτικά γραφεία	Αποτελούν κτίρια σε Δήμους κυρίως με μεγάλη γεωγραφική κάλυψη ή σε Δήμους που έχουν προκύψει από συνένωση
Κτίρια υπηρεσιών	Αφορά σε κτίρια που χρησιμοποιεί ο Δήμος για την κάλυψη των αναγκών του
Σχολεία	Αποτελούν τις υποδομές παιδείας του Δήμου
Δημοτικά ιατρεία, γηροκομεία, ΚΑΠΗ	Αποτελούν τις υποδομές υγείας και κοινωνικής πολιτικής του Δήμου
Δημοτικές αγορές	Αποτελούν χώρους εμπορίου που ανήκουν στους Δήμους αλλά συνήθως ενοικιάζονται σε επιχειρήσεις.
Φωτισμός	
Δημοτικός φωτισμός	Αφορά στον Δημοτικό φωτισμό όλων των χώρων του Δήμου (οδοί, κοινόχρηστοι χώροι, εγκαταστάσεις Δήμου π.χ. αθλητικοί χώροι, αμαξοστάσια, κ.α.).
Παραγωγή ενέργειας	
Δημοτικά έργα ΑΠΕ	Αφορά σε συστήματα/ εγκαταστάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που έχει εγκαταστήσει ο Δήμος με σκοπό την <u>ιδιοκατανάλωση</u> της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών του. Κατά αυτόν τον τρόπο ο Δήμος μειώνει την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που προμηθεύεται από το δίκτυο και κατ' επέκταση μειώνει τις έμμεσες εκπομπές του (Score 2). <u>Σημείωση:</u> εάν η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από εγκατάσταση ΑΠΕ του Δήμου διοχετεύεται στο δίκτυο, τότε δεν λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του ανθρακικού ισοζυγίου του Δήμου, διότι στην περίπτωση αυτή ο Δήμος ουσιαστικά συμμετέχει στην διαμόρφωση του ενεργειακού μίγματος της χώρας και κατ' επέκταση στην διαμόρφωση του σχετικού συντελεστή εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου.

Πίνακας 3.2: Δραστηριότητες σχετιζόμενες με κατανάλωση καυσίμων σε κινητές πηγές καύσης

Μεταφορές	
Οδικές μεταφορές	Αφορούν στις Δημοτικές συγκοινωνίες με χρήση λεωφορείων και άλλων οχημάτων μεταφοράς δημοτών και προσωπικού και στις μεταφορές υλικών και αποβλήτων. Στον τομέα αυτόν συμπεριλαμβάνονται τόσο τα ιδιόκτητα από τον Δήμο ΙΧ οχήματα που χρησιμοποιούνται από τις διάφορες υπηρεσίες του Δήμου, όσο και μισθωμένα οχήματα που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για έργα του Δήμου.
Μηχανήματα έργου	Στον τομέα αυτόν συμπεριλαμβάνονται τα ιδιόκτητα από τον Δήμο μηχανήματα έργου που χρησιμοποιούνται από τις διάφορες υπηρεσίες του, όσο και τα μηχανήματα έργου που έχουν μισθωθεί και χρησιμοποιούνται από τον Δήμο.

Πίνακας 3.3: Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων και λυμάτων

Αστικά στερεά απόβλητα & λύματα*	
Συλλογή και προεπεξεργασία στερεών αποβλήτων	Αφορά στις εκπομπές από την αποκομιδή των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) και την προεπεξεργασία τους σε εγκαταστάσεις προσωρινής αποθήκευσης, μηχανικής διαλογής, δεματοποίησης, μεταφόρτωσης, κλπ.
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 Δήμου
Λιπασματοποίηση στερεών αποβλήτων	Αφορούν στις εκπομπές που προκύπτουν από τις διεργασίες βιολογικής επεξεργασίας του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ ενός Δήμου
Επεξεργασία λυμάτων	Αφορά στις εκπομπές που προκύπτουν από την λειτουργία των κέντρων επεξεργασίας των αστικών λυμάτων (ΚΕΛ) του Δήμου

* Εφόσον οι σχετικές εγκαταστάσεις ανήκουν στον Δήμο ή σε Δημοτική επιχείρηση του Δήμου. Εάν δεν ανήκουν, όπως για παράδειγμα η περίπτωση των ΚΕΛ της ΕΥΔΑΠ, δεν περιλαμβάνονται στον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του Δήμου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ.

Πίνακας 3.4: Ύδρευση και άρδευση

Ύδρευση & άρδευση	
Μονάδες επεξεργασίας νερού	Αφορά στις εκπομπές που προκύπτουν από την άντληση, την επεξεργασία καθώς και τη διακίνηση του νερού εντός του Δήμου, εφόσον ο πάροχος υπηρεσιών ύδατος είναι ο ίδιος ο Δήμος ή Δημοτική επιχείρηση του. Στην περίπτωση που ο πάροχος είναι ανεξάρτητη εταιρεία (π.χ. ΕΥΔΑΠ, ΔΕΥΑΘ, κλπ.), η εν λόγω δραστηριότητα δεν περιλαμβάνεται στον υπολογισμό του ισοζυγίου αερίων του θερμοκηπίου του Δήμου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ. Επίσης, περιλαμβάνονται οι εκπομπές από μονάδες αφαλάτωσης που μπορεί να διαθέτει ο Δήμος ή κάποια Δημοτική επιχείρηση του, καθώς και οι εκπομπές από την διακίνηση νερού με υδροφόρα πλοία εφόσον όμως η διακίνηση αυτή γίνεται από τον ίδιο τον Δήμο ή Δημοτική επιχείρηση του (αφορά κυρίως σε νησιά).

Πίνακας 3.5: Χρήσεις γης

Χρήσεις γης	
Δημοτικοί χώροι πρασίνου	Αφορά στις απορροφήσεις CO ₂ από τα δένδρα πάρκων, χώρων πρασίνου, κλπ., οι οποίοι είναι Δημοτικοί ή εν γένει δημόσιοι ανεξάρτητα από τον φορέα διαχείρισης τους, και οι οποίοι βρίσκονται εντός σχεδίου πόλης ή ορίων οικισμού.

3.2.2 Κατηγορίες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

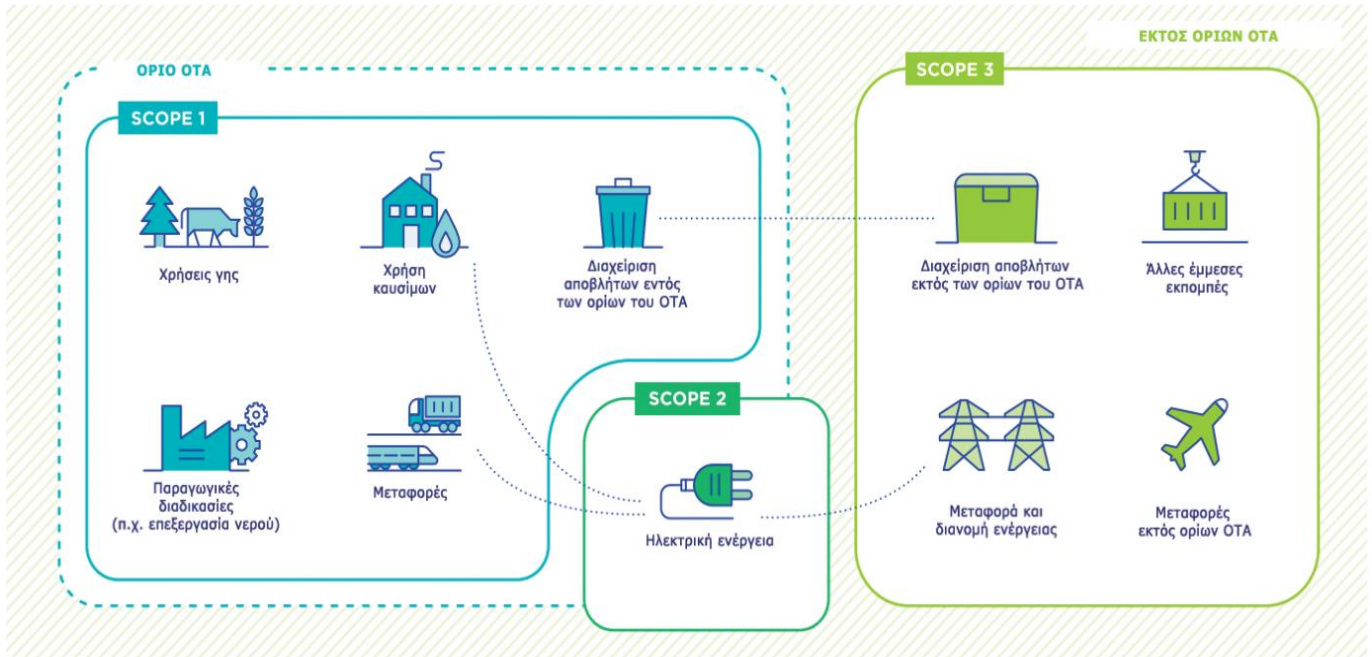
Οι εκπομπές των δραστηριοτήτων ενός Δήμου χωρίζονται σε άμεσες (Score 1) και έμμεσες (Score 2 και Score 3) αναλόγως με το *που συμβαίνουν* και *από ποιον ελέγχονται*. Οι τρεις κατηγορίες εκπομπών ορίζονται ως εξής:

- Score 1: Άμεσες εκπομπές GHG από πηγές που ανήκουν ή ελέγχονται αποκλειστικά από τον Δήμο
- Score 2: Έμμεσες εκπομπές GHG
- Score 3: Έμμεσες εκπομπές GHG οι οποίες είναι συνέπεια δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τον Δήμο 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 Score 1, 2 και 3 παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχηματικό διάγραμμα 3.1, όπου παρουσιάζονται και οι κύριες δραστηριότητες ενός Δήμου που εμπίπτουν σε κάθε μία από αυτές.



Σχήμα 3.1 Ταξινόμηση δραστηριοτήτων ενός Δήμου ανά κατηγορία εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

3.2.3 Κατηγορίες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που εμπίπτουν στο ΔηΣΜΕ

Στον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ δεν λαμβάνονται υπόψη όλα τα είδη δραστηριοτήτων ενός Δήμου. Πιο συγκεκριμένα:

Σύμφωνα με τον Εθνικό Κλιματικό Νόμο (Ν.4936/2022) στα Δημοτικά Σχέδια Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ) περιλαμβάνονται όλες οι άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και οι έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την κατανάλωση ενέργειας, όπως ορίζονται στο πρότυπο «GHG Protocol - WORLD RESOURCES INSTITUTE» ή εναλλακτικά, σύμφωνα με το πρότυπο «ISO 14064-1:2018», κατηγορίας 1 και 2.

Ως εκ τούτου η παρούσα μεθοδολογία περιλαμβάνει όλα τα στάδια που απαιτείται να ακολουθηθούν για τον υπολογισμό των άμεσων (Scope 1) και έμμεσων (Scope 2) εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που θα περιληφθούν στο ΔηΣΜΕ ενός Δήμου.

Στον Πίνακα 3.6 που παρουσιάζεται στην Ενότητα 3.3 παρατίθεται η κατηγοριοποίηση των διαφόρων δραστηριοτήτων ενός Δήμου στα εν λόγω Πεδία (Scope 1 και Scope 2).

Σημειώνεται επίσης ότι υπολογίζονται ξεχωριστά και οι απορροφήσεις CO₂ που προκύπτουν από συγκεκριμένες δραστηριότητες ενός Δήμου (Πίνακας 3.7), οι οποίες λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό του ισοζυγίου του ανθρακικού αποτυπώματος του Δήμου.

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι κατ' εξαίρεση, όσον αφορά στους 6 Δήμους (Αθηνών, Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων, Καλαμάτας, Κοζάνης, Τρικάλων) που έχουν ενταχθεί στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο των 100 κλιματικά ουδέτερων πόλεων [*The 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030*, eurocities.eu/latest/the-100-climate-neutral-and-smart-cities-by-2030], στον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις δραστηριότητες τους θα πρέπει να ακολουθούνται οι σχετικές κατευθυντήριες οδηγίες του Δικτύου για τον σκοπό αυτό (*Compatibility Framework and Operationalization* και *Identified climate impact indicators based on existing indicators review*), περιλαμβάνοντας στους υπολογισμούς και τις εκπομπές που εντάσσονται στο Scope 3.

3.3. Απαιτούμενα δεδομένα των δραστηριοτήτων του Δήμου που εμπίπτουν στο ΔηΣΜΕ

Το είδος των εκπομπών, τα απαιτούμενα στοιχεία των Δήμων 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 3.6. Τα αντίστοιχα στοιχεία για τις απορροφήσεις αερίων του θερμοκηπίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.7.

Για όλα τα απαιτούμενα στοιχεία προτείνεται ο Δήμος να δημιουργήσει κατάλληλες διαδικασίες συλλογής και τήρησης τους σε ηλεκτρονικά επεξεργάσιμα αρχεία (π.χ. excel), 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 3.6: Πίνακας απαιτούμενων στοιχείων ανά δραστηριότητα και κατηγορία για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

A/A	Δραστηριότητα	Είδος εκπομπών	Πεδίο (Score)	Απαιτούμενα στοιχεία υπολογισμού	Μονάδες	Πηγές στοιχείων	Εξίσωση Υπολογισμού ¹
1	Δημοτικά κτίρια						
1.1	Θέρμανση κτιρίων με χρήση πετρελαίου	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης	lt	<ul style="list-style-type: none"> Τιμολόγια προμήθειας καυσίμων Τμήμα Μηχανοργάνωσης Τμήμα Προμηθειών 	[3.1], [3.8], [3.9]
1.2	Θέρμανση κτιρίων με χρήση υγραερίου (LPG)	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση υγραερίου (LPG)	Kg		[3.3], [3.12], [3.13]
1.3	Θέρμανση κτιρίων με χρήση φυσικού αερίου	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου	KWh		[3.4.1], [3.14], [3.16]
1.4	Θέρμανση κτιρίων με χρήση ξυλώδους βιομάζας	Άμεσες εκπομπές από σταθερές εστίες καύσης	1	Ετήσια κατανάλωση pellets, καυσόξυλων	tn		[3.5], [3.18], [3.19]
1.5	Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία των κτιρίων	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	<ul style="list-style-type: none"> Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας Τμήμα Προμηθειών 	[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
1.6	Διαρροές ψυκτικών υγρών από τις κλιματιστικές μονάδες των κτιρίων	Άμεσες εκπομπές από διαρροή αερίων του θερμοκηπίου	1	Ετήσια προσθήκη ψυκτικών υγρών στις κλιματιστικές μονάδες	Kg	<ul style="list-style-type: none"> Έντυπα συντήρησης Τμήμα Συντήρησης Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Προμηθειών 	[5.1], [5.2]
2	Δημοτικός φωτισμός						
2.1	Φωτισμός Δημοτικών οδών και κοινόχρηστων χώρων	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ²	KWh	<ul style="list-style-type: none"> Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Προμηθειών 	[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
3	Μεταφορές³						

¹ Προσδιορίζονται οι συγκεκριμένες εξισώσεις της Ενότητας 3.4 που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από κάθε συγκεκριμένη δραστηριότητα του Πίνακα

² Τα στοιχεία θα πρέπει να τηρούνται σε ειδικά διαμορφωμένο αρχείο ανά είδος φωτισμού (π.χ. Δημοτικός φωτισμός οδών, φωτισμός κοινόχρηστων χώρων, φωτισμός ασφαλείας). Σε περίπτωση που δεν μπορεί να γίνει κατανομή από τα στοιχεία κατανάλωσης θα πρέπει να γίνει αναλυτική καταγραφή της ισχύος και του πλήθους έκαστης κατηγορίας φωτισμού και να υπολογιστεί η κατανομή βάσει των ωρών λειτουργίας σύμφωνα με τον τύπο [Κατανάλωση (KWh) = Ισχύς (KW) x Ώρες λειτουργίας (h)]

³ Στα οχήματα περιλαμβάνονται τα ΙΧ αυτοκίνητα του Δήμου, τα Δημοτικά λεωφορεία, τα οχήματα μεταφοράς προσωπικού, τα οχήματα της Τεχνικής Υπηρεσίας, τα φορτηγά μεταφοράς υλικών και τα απορριμματοφόρα που ανήκουν στον Δήμο ή εκτελούν εργασίες αποκλειστικά για τον Δήμο μέσω σύμβασης έργου

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

A/A	Δραστηριότητα	Είδος εκπομπών	Πεδίο (Score)	Απαιτούμενα στοιχεία υπολογισμού	Μονάδες	Πηγές στοιχείων	Εξίσωση Υπολογισμού ¹
3.1	Οχήματα με καύσιμο πετρέλαιο	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου κίνησης	lt	<ul style="list-style-type: none"> Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Μηχανοργάνωσης Τμήμα Προμηθειών Τμήμα Οικονομικών Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας 	[3.1], [3.8], [3.9]
3.2	Οχήματα με καύσιμο βενζίνη	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση βενζίνης	lt		[3.2], [3.10], [3.11]
3.3	Οχήματα με καύσιμο υγραέριο (LPG)	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση υγραερίου κίνησης (LPG)	Kg		[3.3], [3.12], [3.13]
3.4	Οχήματα με καύσιμο φυσικό αέριο (CNG)	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου κίνησης (CNG)	Kg		[3.4.2], [3.15], [3.17]
3.5	Οχήματα με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh		[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
4	Μηχανήματα έργου						
4.1	Μηχανήματα έργου με καύσιμο πετρέλαιο	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου κίνησης	lt	<ul style="list-style-type: none"> Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Μηχανοργάνωσης Τμήμα Προμηθειών Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας 	[3.1], [3.8], [3.9]
4.2	Μηχανήματα έργου με καύσιμο βενζίνη	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση βενζίνης	lt		[3.2], [3.10], [3.11]
4.3	Μηχανήματα έργου με καύσιμο υγραέριο (LPG)	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση υγραερίου κίνησης (LPG)	Kg		[3.3], [3.12], [3.13]
4.4	Μηχανήματα έργου με καύσιμο φυσικό αέριο (CNG)	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμου σε οχήματα	1	Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου κίνησης (CNG)	Kg		[3.4.2], [3.15], [3.17]
4.5	Μηχανήματα έργου με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh		[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
5	Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων & λυμάτων						

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

A/A	Δραστηριότητα	Είδος εκπομπών	Πεδίο (Scope)	Απαιτούμενα στοιχεία υπολογισμού	Μονάδες	Πηγές στοιχείων	Εξίσωση Υπολογισμού ¹
5.1	Αποκομιδή και μεταφορά ΑΣΑ	Άμεσες εκπομπές από χρήση ορυκτού καυσίμου σε οχήματα αποκομιδής και μεταφοράς ΑΣΑ	1	Ετήσια κατανάλωση καυσίμου ⁴	Μονάδα καυσίμου ⁵	<ul style="list-style-type: none"> Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Καθαριότητας Τμήμα Περιβάλλοντος Τμήμα Προμηθειών Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας 	Πετρέλαιο: [3.1], [3.8], [3.9] LPG: [3.3], [3.12], [3.13] CNG: [3.4.2], [3.15], [3.17]
5.2		Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρικά οχήματα αποκομιδής και μεταφοράς ΑΣΑ	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh		[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
5.3	Προεπεξεργασία ΑΣΑ σε ΚΔΑΥ, Πράσινο σημείο, ΣΜΑ, κλπ.⁶	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμων	1	Ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ⁵	<ul style="list-style-type: none"> Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Καθαριότητας Τμήμα Περιβάλλοντος Τμήμα Προμηθειών Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας 	Πετρέλαιο: [3.1], [3.8], [3.9] LPG: [3.3], [3.12], [3.13] Φυσικό αέριο: [3.4.1], [3.14], [3.16]
5.4		Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh		[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
5.5	Διάθεση ΑΣΑ σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ, ΧΑΔΑ⁶	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμων	1	Ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ⁵	<ul style="list-style-type: none"> Ζυγολόγια Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Καθαριότητας Τμήμα Περιβάλλοντος 	Πετρέλαιο: [3.1], [3.8], [3.9] LPG: [3.3], [3.12], [3.13]

⁴ Υπολογίζεται στις μεταφορές

⁵ Η μονάδα εξαρτάται από το είδος του καυσίμου (π.χ. lt για βενζίνη και πετρέλαιο, Kg για φυσικό αέριο, κ.α.)

⁶ Εφόσον η εγκατάσταση ανήκει στον Δήμο ή σε Δημοτική επιχείρηση του Δήμου

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

A/A	Δραστηριότητα	Είδος εκπομπών	Πεδίο (Score)	Απαιτούμενα στοιχεία υπολογισμού	Μονάδες	Πηγές στοιχείων	Εξίσωση Υπολογισμού ¹
						<ul style="list-style-type: none"> Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας 	Φυσικό αέριο: [3.4.1], [3.14], [3.16]
5.6		Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh		[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
5.7		Άμεσες εκπομπές από τη διάθεση των ΑΣΑ	1	Ετήσια ποσότητα ΑΣΑ που οδηγήθηκε προς διάθεση	tn		[6.1], [6.2], [6.3], [6.4]
5.8	Κέντρο επεξεργασίας λυμάτων⁶	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμων	1	Ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ⁵	<ul style="list-style-type: none"> Παροχόμετρα Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Περιβάλλοντος Τμήμα Προμηθειών Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας 	Πετρέλαιο: [3.1], [3.8], [3.9] LPG: [3.3], [3.12], [3.13] Φυσικό αέριο: [3.4.1], [3.14], [3.16]
5.9		Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh		[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
5.10		Άμεσες εκπομπές από την επεξεργασία των λυμάτων	1	Συνολική ποσότητα λυμάτων που επεξεργάστηκαν σε εγκατάσταση του Δήμου	m ³		[7.1], [7.2], [7.3], [7.4], [7.5], [7.6], [7.7], [7.8], [7.9]
5.11		Μονάδα λιπασματοποίησης⁶	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμων	1	Ετήσια κατανάλωση καυσίμων		Μονάδα καυσίμου ⁵
5.12	Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής		2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]	

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

A/A	Δραστηριότητα	Είδος εκπομπών	Πεδίο (Score)	Απαιτούμενα στοιχεία υπολογισμού	Μονάδες	Πηγές στοιχείων	Εξίσωση Υπολογισμού ¹
		ενέργειας					
5.13		Διάχυτες εκπομπές από την επεξεργασία των βιοαποβλήτων	1	Συνολική ποσότητα αποβλήτων που οδηγήθηκαν σε μονάδα λιπασματοποίησης του Δήμου	tn		[8.1], [8.2], [8.3]
6	Υδρευση & Άρδευση						
6.1	Άντληση και μεταφορά νερού⁷	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμων	1	Ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ⁵	<ul style="list-style-type: none"> Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Καθαριότητας Τμήμα Περιβάλλοντος Τμήμα Προμηθειών Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας 	Πετρέλαιο: [3.1], [3.8], [3.9] LPG: [3.3], [3.12], [3.13] Φυσικό αέριο: [3.4.1], [3.14], [3.16]
6.2		Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh		[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]
6.3	Μονάδα επεξεργασίας νερού⁷	Άμεσες εκπομπές από χρήση καυσίμων	1	Ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ⁵	<ul style="list-style-type: none"> Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Καθαριότητας Τμήμα Περιβάλλοντος Τμήμα Προμηθειών Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας 	Πετρέλαιο: [3.1], [3.8], [3.9] LPG: [3.3], [3.12], [3.13] Φυσικό αέριο: [3.4.1], [3.14], [3.16]
6.4		Έμμεσες εκπομπές από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	2	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh		[4.1], [4.2], [4.3], [4.4]

⁷ Εφόσον ο πάροχος υπηρεσιών ύδατος είναι ο Δήμος ή Δημοτική επιχείρηση του Δήμου

Πίνακας 3.7: Πίνακας απαιτούμενων στοιχείων για τον υπολογισμό των απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου

A/A	Δραστηριότητα	Είδος Απορρόφησης	Πεδίο (Score)	Απαιτούμενα στοιχεία υπολογισμού	Μονάδες	Πηγές στοιχείων	Εξίσωση Υπολογισμού
7.1	Δημοτικοί χώροι πρασίνου⁸	Απορροφήσεις από Δημοτικούς χώρους πρασίνου	1	Έκταση χώρων πρασίνου Πυκνότητα φύτευσης Αριθμός δέντρων Είδος αστικού πρασίνου	Στρέμματα Δένδρα/στρέμμα Αριθμός -	<ul style="list-style-type: none"> Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών Τμήμα Περιβάλλοντος 	[9.1], [9.2]

⁸ Αφορά σε πάρκα, χώρους πρασίνου, κλπ., οι οποίοι είναι Δημοτικοί χώροι ή εν γένει δημόσιοι ανεξάρτητα από τον φορέα διαχείρισής τους, και οι οποίοι βρίσκονται εντός σχεδίου πόλης ή ορίων οικισμού.

3.4. Μέθοδοι υπολογισμού εκπομπών και απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου

Στην συνέχεια παρατίθενται για τα κύρια είδη δραστηριοτήτων ενός Δήμου (ΟΤΑ Α΄ βαθμού) οι μεθοδολογίες βάσει των οποίων γίνεται ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Σημειώνεται ότι οι εν λόγω μέθοδοι θα χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των εκπομπών έκαστου τρέχοντος έτους, ενώ επιπλέον θα πρέπει να πραγματοποιηθούν άπαξ οι αντίστοιχοι υπολογισμοί και για το 2019, το οποίο αποτελεί το έτος αναφοράς σύμφωνα με το άρθρο 16 του Κλιματικού Νόμου 4936/2022 (ΦΕΚ 105Α).

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 Δήμου αθροίζονται οι συνολικές εκπομπές των Πεδίων Εφαρμογής (Scores) 1 και 2 και αφαιρούνται οι συνολικές απορροφήσεις CO₂ (ουσιαστικά πρόκειται για το ανθρακικό ισοζύγιο των δραστηριοτήτων του Δήμου):

$$E_{CO_2e} = \Sigma E_{CO_2e_scope1} + \Sigma E_{CO_2e_scope2} - \Sigma A_{CO_2} \quad [0]$$

όπου:

E_{CO_2e} : συνολικές εκπομπές (ισοζύγιο) αερίων του θερμοκηπίου, σε tn CO_{2e}

$\Sigma E_{CO_2e_scope1}$: συνολικές εκπομπές Score 1 αερίων του θερμοκηπίου, σε tn CO_{2e}

$\Sigma E_{CO_2e_scope2}$: συνολικές εκπομπές Score 2 αερίων του θερμοκηπίου, σε tn CO_{2e}

ΣA_{CO_2} : συνολικές απορροφήσεις CO₂, σε tn CO₂

(ουσιαστικά πρόκειται για την συνολική απομάκρυνση CO₂ από την ατμόσφαιρα λόγω της ετήσιας δημιουργίας νέας ξυλώδους βιομάζας των δέντρων που βρίσκονται στα Δημοτικά πάρκα και χώρους πρασίνου, [AR_{BW}])

3.4.1. Εισαγωγή

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 tn

CO_{2e} είναι η μάζα εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), 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.

3.4.2. 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 (CO₂) 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 CO₂ (CO_{2e}) γίνεται χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες τιμές GWP. Για τον λόγο αυτό στο CO₂ 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 μεσο-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 3.8 σύμφωνα με το 5th Assessment Report (AR5 Synthesis Report 2014) του IPCC:

Πίνακας 3.8: Τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης

	GWP
CO₂	1 tn CO ₂ / tn CO ₂
CH₄	28 tn CO ₂ / tn CH ₄
N₂O	265 tn CO ₂ / tn N ₂ O

[πηγή: IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report (AR5) of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, 151 pp.]

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

3.4.3. 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:

$$E_{CO_2e} = E_{CO_2} + (E_{CH_4} \times GWP_{CH_4}) + (E_{N_2O} \times GWP_{N_2O}) + \sum (E_{Fi} \times GWP_{Fi}) \quad [2]$$

όπου:

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

E_{CO₂}: εκπομπές CO₂, σε tn

E_{CH₄}: εκπομπές CH₄, σε tn

E_{N₂O}: εκπομπές N₂O, σε tn

E_{Fi} : εκπομπές φθοριούχου ψυκτικού μέσου (i), σε tn

GWP_{CH_4} : Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το CH_4 , σε tn CO_2 / tn CH_4

GWP_{N_2O} : Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το N_2O , σε tn CO_2 / tn N_2O

GWP_{Fi} : Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το φθοριούχο ψυκτικό μέσο (i), σε tn CO_2 / tn (i)

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.

3.4.4. Υπολογισμός εκπομπών λόγω χρήσης καυσίμων

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η μεθοδολογία υπολογισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λόγω της χρήσης καυσίμων στις διάφορες δραστηριότητες ενός Δήμου. Τα κύρια είδη καυσίμων και οι συνηθέστερες χρήσεις τους παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 3.9:

Πίνακας 3.9: Κυριότερα καύσιμα και χρήσεις τους σε Δήμους

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

Υπολογισμός εκπομπών CO_2

Ο υπολογισμός των εκπομπών CO_2 από την χρήση έκαστου καυσίμου, γίνεται βάσει της ακόλουθης γενικής εξίσωσης:

$$E_{CO_2_καύσιμο} = C_{καύσιμο} \times NCV_{καύσιμο} \times EF_{καύσιμο} \times OX_{καύσιμο} \times d_{καύσιμο}$$

[3]

όπου:

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

$E_{CO_2_καύσιμο}$: εκπομπές CO_2 από την χρήση του καυσίμου

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

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

$EF_{καύσιμο}$: συντελεστής εκπομπής (Emission Factor) CO_2

$OX_{καύσιμο}$: συντελεστής οξειδωσης 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

$$E_{CO_2_ντίζελ} = C_{ντίζελ} \times NCV_{ντίζελ} \times EF_{ντίζελ} \times OX_{ντίζελ} \times d_{ντίζελ} \times 10^{-6} \quad [3.1]$$

όπου:

$E_{CO_2_ντίζελ}$: εκπομπές CO_2 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 [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13]

$EF_{ντίζελ}$: συντελεστής εκπομπής CO_2 : 73,78 tn CO_2 /TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13]

$OX_{ντίζελ}$: συντελεστής οξειδωσης άνθρακα του ντίζελ: 1 [προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 του Chapter 1 "Introduction", Volume 2 "Energy", IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006]

$d_{ντίζελ}$: 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

$$E_{CO_2_βενζίνη} = C_{βενζίνη} \times NCV_{βενζίνη} \times EF_{βενζίνη} \times OX_{βενζίνη} \times d_{βενζίνη} \times 10^{-6} \quad [3.2]$$

όπου:

$E_{CO_2_βενζίνη}$: εκπομπές CO₂ 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 [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13]

$EF_{βενζίνη}$: συντελεστής εκπομπής CO₂: 73,26 tn CO₂/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13]

$OX_{βενζίνη}$: συντελεστής οξειδωσης άνθρακα της βενζίνης: 1 [προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 του Chapter 1 "Introduction", Volume 2 "Energy", IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006]

$d_{βενζίνη}$: 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)

$E_{CO_2_LPG} = C_{LPG} \times NCV_{LPG} \times EF_{LPG} \times OX_{LPG} \times 10^{-6}$ [3.3] χρήση για θέρμανση και σε οχήματα

όπου:

$E_{CO_2_LPG}$: 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 2022, Greece, Table 3.13]

EF_{LPG} : συντελεστής εκπομπής CO₂: 63,10 tn CO₂/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13]

OX_{LPG} : συντελεστής οξειδωσης άνθρακα του LPG: 1 [προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 του Chapter 1 "Introduction", Volume 2 "Energy", IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006]

Φυσικό αέριο

$E_{CO_2_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{ΦΑ} \times OX_{ΦΑ} \times (1/277.777,80)$ [3.4.1] χρήση για θέρμανση

$E_{CO_2_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{ΦΑ} \times OX_{ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times AΘΔ_{ΦΑ_mean} / d_{ΦΑ}$ [3.4.2] χρήση σε οχήματα (CNG)

όπου:

$E_{CO_2_ΦΑ}$: 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: 55,69 tn CO₂/TJ [πηγές: (α) National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13 (β) ΔΕΣΦΑ Α.Ε.]

$OX_{ΦΑ}$: συντελεστής οξειδωσης άνθρακα του φυσικού αερίου: 1 [προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 του Chapter 1 "Introduction", Volume 2 "Energy", IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006]

$AΘΔ_{ΦΑ_mean}$: 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 [πηγή: ΔΕΣΦΑ Α.Ε.]

$d_{ΦΑ}$: μέση πυκνότητα φυσικού αερίου: 454 Kg/m³ (μέση τιμή της ελάχιστης 430Kg/m³ και της μέγιστης 478 Kg/m³) [πηγή: ΔΕΣΦΑ Α.Ε.]

1 TJ = 277.777,80 KWh

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 εξίσωσης⁹:

$$E_{CO_2_EM} = \sum \{ C_{EM_i} \times C_W \times (1 - W_i) \times OX_{EM_i} \times 44/12 \} \quad [3.5]$$

όπου:

$E_{CO_2_EM}$: 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

⁹ 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, πηγή: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006, Volume 2 "Energy", Chapter 2 "Stationary combustion", Table 2.4) δεν τεκμηριώνεται από την μέση σύσταση της ξυλώδους βιομάζας σε άνθρακα και η χρήση του οδηγεί σε υψηλότερα αποτελέσματα εκπομπών CO₂.

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 καυσόξυλα¹⁰
5% για το pellet¹¹

$O_{XEM,i}$: συντελεστής οξειδωσης άνθρακα της ξυλώδους βιομάζας (i): στον πίνακα 1.4 του *Chapter 1 "Introduction", Volume 2 "Energy", IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006*, 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

Υπολογισμός εκπομπών CH₄ και N₂O

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

$$E_{CH_4_καύσιμο} = C_{καύσιμο} \times NCV_{καύσιμο} \times EF_{CH_4_καύσιμο} \times d_{καύσιμο} \quad [3.6]$$

$$E_{N_2O_καύσιμο} = C_{καύσιμο} \times NCV_{καύσιμο} \times EF_{N_2O_καύσιμο} \times d_{καύσιμο} \quad [3.7]$$

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)

$EF_{CH_4_καύσιμο}$: 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)

¹⁰ Μέση τιμή μεταξύ φρεσκοκομμένων ξύλων και εντελώς στεγνών ξύλων αποθηκευμένων σε ξηρό μέρος

¹¹ Τιμή δεδομένων αγοράς από τεχνικές προδιαγραφές προϊόντων αυτού του είδους

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

Οι εξισώσεις [3.6] και [3.7] εξειδικεύονται ως ακολούθως ανά είδος καυσίμου:

Πετρέλαιο ντίζελ

$$E_{CH_4_ντίζελ} = C_{ντίζελ} \times NCV_{ντίζελ} \times EF_{CH_4_ντίζελ} \times d_{ντίζελ} \times 10^{-9} \quad [3.8]$$

$$E_{N_2O_ντίζελ} = C_{ντίζελ} \times NCV_{ντίζελ} \times EF_{N_2O_ντίζελ} \times d_{ντίζελ} \times 10^{-9} \quad [3.9]$$

όπου:

$E_{CH_4_ντίζελ}$: εκπομπές CH₄ από την χρήση ντίζελ ως καυσίμου, σε tn

$E_{N_2O_ντίζελ}$: 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 [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13]

$EF_{CH_4_ντίζελ}$: συντελεστής εκπομπής CH₄: 4,55 Kg CH₄/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.23]

$EF_{N_2O_ντίζελ}$: συντελεστής εκπομπής N₂O: 2,14 Kg N₂O/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.23]

$d_{ντίζελ}$: 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

$$E_{CH_4_βενζίνη} = C_{βενζίνη} \times NCV_{βενζίνη} \times EF_{CH_4_βενζίνη} \times d_{βενζίνη} \times 10^{-9} \quad [3.10]$$

$$E_{N_2O_βενζίνη} = C_{βενζίνη} \times NCV_{βενζίνη} \times EF_{N_2O_βενζίνη} \times d_{βενζίνη} \times 10^{-9} \quad [3.11]$$

όπου:

$E_{CH_4_βενζίνη}$: εκπομπές CH₄ από την χρήση βενζίνης ως καυσίμου, σε tn

$E_{N_2O_βενζίνη}$: εκπομπές N₂O 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 [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.13]

$EF_{CH_4_βενζίνη}$: συντελεστής εκπομπής CH₄: 20,44 Kg CH₄/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.23]

$EF_{N_2O_βενζίνη}$: συντελεστής εκπομπής N_2O : 1,66 Kg N_2O /TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.23]

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

Υγραέριο (LPG)

$$E_{CH_4_LPG} = C_{LPG} \times NCV_{LPG} \times EF_{CH_4_LPG} \times 10^{-9} \quad [3.12] \text{ χρήση για θέρμανση και σε οχήματα}$$

$$E_{N_2O_LPG} = C_{LPG} \times NCV_{LPG} \times EF_{N_2O_LPG} \times 10^{-9} \quad [3.13] \text{ χρήση για θέρμανση και σε οχήματα}$$

όπου:

$E_{CH_4_LPG}$: εκπομπές CH₄ από την χρήση LPG ως καυσίμου, σε tn

$E_{N_2O_LPG}$: εκπομπές N₂O 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 2022, Greece, Table 3.13]

$EF_{CH_4_LPG}$: συντελεστής εκπομπής CH₄: 8,71 Kg CH₄/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.23]

$EF_{N_2O_LPG}$: συντελεστής εκπομπής N₂O: 1,64 Kg N₂O/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.23]

Φυσικό αέριο

$$E_{CH_4_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{CH_4_ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times 10^{-3} \quad [3.14] \text{ χρήση για θέρμανση}$$

$$E_{CH_4_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{CH_4_ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times A\theta_{\PhiΑ_mean} \times 10^{-3} / d_{ΦΑ} \quad [3.15] \text{ χρήση σε οχήματα (CNG)}$$

$$E_{N_2O_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{N_2O_ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times 10^{-3} \quad [3.16] \text{ χρήση για θέρμανση}$$

$$E_{N_2O_ΦΑ} = C_{ΦΑ} \times EF_{N_2O_ΦΑ} \times (1/277.777,80) \times A\theta_{\PhiΑ_mean} \times 10^{-3} / d_{ΦΑ} \quad [3.17] \text{ χρήση σε οχήματα (CNG)}$$

όπου:

$E_{CH_4_ΦΑ}$: εκπομπές CH₄ από την χρήση φυσικού αερίου ως καυσίμου, σε tn

$E_{N_2O_ΦΑ}$: εκπομπές N₂O 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

$EF_{CH_4_ΦΑ}$: συντελεστής εκπομπής CH₄:

χρήση για θέρμανση: 5 Kg CH₄/TJ [πηγή: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 "Energy", Chapter 2 "Stationary Combustion", Table 2.4]

χρήση σε οχήματα: 102,22 Kg CH₄/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.23]

$EF_{N_2O_ΦΑ}$: συντελεστής εκπομπής N₂O:

χρήση για θέρμανση: 0,1 Kg N₂O/TJ [πηγή: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 "Energy", Chapter 2 "Stationary Combustion", Table 2.4]

χρήση σε οχήματα: 3,33 Kg N₂O/TJ [πηγή: National Inventory Report 2022, Greece, Table 3.23]

AΘΔ_{ΦA_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 [πηγή: ΔΕΣΦΑ Α.Ε.]

d_{ΦA}: μέση πυκνότητα φυσικού αερίου: 454 Kg/m³ (μέση τιμή της ελάχιστης 430Kg/m³ και της μέγιστης 478 Kg/m³) [πηγή: ΔΕΣΦΑ Α.Ε.]

1 TJ = 277.777,80 KWh

Ξυλώδης βιομάζα

$$E_{CH_4_{EM}} = \sum \{C_{EM_i} \times NCV_{EM} \times EF_{CH_4_{EM}} \times 10^{-3}\} \quad [3.18]$$

$$E_{N_2O_{EM}} = \sum \{C_{EM_i} \times NCV_{EM} \times EF_{N_2O_{EM}} \times 10^{-3}\} \quad [3.19]$$

όπου:

E_{CH₄EM}: συνολικές εκπομπές CH₄ από την χρήση στερεών καυσίμων ξυλώδους βιομάζας, σε tn

E_{N₂OEM}: συνολικές εκπομπές N₂O 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 1 "Introduction", Table 1.2]

EF_{CH₄EM}: συντελεστής εκπομπής CH₄: 300 Kg CH₄/TJ

EF_{N₂OEM}: συντελεστής εκπομπής N₂O: 4 Kg N₂O/TJ

[πηγή: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 "Energy", Chapter 2 "Stationary Combustion", Table 2.4]

Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινιστεί, ότι και στην περίπτωση των εκπομπών CH₄ και N₂O από την καύση ξυλώδους βιομάζας ισχύουν τα αναφερόμενα στην *υποσημείωση 10* της αντίστοιχης ενότητας υπολογισμού των εκπομπών CO₂, επιλέγεται όμως παρόλα αυτά η χρήση της μεθοδολογίας του IPCC λόγω του ότι οι τιμές των εκπομπών CH₄ και N₂O είναι ιδιαίτερα χαμηλές με αποτέλεσμα η όποια απόκλιση στους υπολογισμούς να θεωρείται αμελητέα.

Υπολογισμός ισοδύναμου CO₂

Ο υπολογισμός των ισοδύναμων εκπομπών CO₂ γίνεται βάσει της εξίσωσης [2] χρησιμοποιώντας τις τιμές Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης του Πίνακα 3.8 (ή τις αντίστοιχες επικαιροποιημένες τιμές από το IPCC).

3.4.5. 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 δημοσιεύει¹² ο ΔΑΠΕΕΠ (Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης). Στον πίνακα του “Υπολειπόμενου Ενεργειακού Μίγματος”¹³ της χώρας δίδεται η ποσότητα εκπομπών CO₂ ανά μονάδα παραχθείσας ηλεκτρικής ενέργειας. Εν προκειμένω στην Έκθεση Ενεργειακού Μίγματος 2021 που είναι η πιο πρόσφατη, οι εκπομπές CO₂ ανέρχονται σε:

$$EF_{CO_2} = 436,889 \text{ g CO}_2/\text{KWh}$$

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 (2022) National Inventory Report (NIR) της χώρας, και συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο “Energy” > “A. Fuel combustion” > “1. Energy industries”, οι εκπομπές που

¹² <https://www.dapeep.gr/dimosieuseis/equiseis-proeleusis-energeiako/>

¹³ 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.

προέκυψαν από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά την τελευταία υπολογισμένη χρονιά (2020):

- πίνακας 2.4b: συνολικές εκπομπές CH₄: 0,43 Ktn
 - πίνακας 2.5b: συνολικές εκπομπές N₂O: 0,16 Ktn
- ✓ 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 2021 η τιμή αυτή ανέρχεται στις 38,34 TWh).

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

$$EF_{CH_4} = 0,43 \text{ Ktn CH}_4 / 38,34 \text{ TWh} = 0,011215 \text{ g CH}_4/\text{KWh} \quad [4.1]$$

$$EF_{N_2O} = 0,16 \text{ Ktn N}_2\text{O} / 38,34 \text{ TWh} = 0,004173 \text{ g N}_2\text{O}/\text{KWh} \quad [4.2]$$

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 3.8, 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:

$$EF_{\eta\lambda} = EF_{CO_2} + (EF_{CH_4} \times GWP_{CH_4}) + (EF_{N_2O} \times GWP_{N_2O}) \quad [4.3]$$

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

$$EF_{\eta\lambda} = 436,889 \text{ g CO}_2/\text{KWh} + (0,011215 \text{ g CH}_4/\text{KWh} \times 28 \text{ g CO}_2/\text{gCH}_4) + (0,004173 \text{ g N}_2\text{O}/\text{KWh} \times 265 \text{ g CO}_2/\text{gN}_2\text{O}) = 438,309 \text{ g CO}_{2e}/\text{KWh} = \mathbf{0,000438309 \text{ tn CO}_{2e}/\text{KWh}}$$

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

$$EF_{\eta\lambda_{2019}} = 601,40 \text{ g CO}_2/\text{KWh} + (0,012957 \text{ g CH}_4/\text{KWh} \times 28 \text{ g CO}_2/\text{gCH}_4) + (0,006860 \text{ gN}_2\text{O}/\text{KWh} \times 265 \text{ g CO}_2/\text{gN}_2\text{O}) = 603,5807 \text{ g CO}_{2e}/\text{KWh} = 0,0006035807 \text{ tn CO}_{2e}/\text{KWh}$$

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:

$$E_{\eta\lambda} = C_{\eta\lambda} \times EF_{\eta\lambda} \quad [4.4]$$

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 Δήμος για την κάλυψη των αναγκών του.

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

3.4.6. 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 Δήμου, 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 μεσο-μακροπρόθεσμη εκτίμηση της συσσωρευτικής επίδρασης στην Κλιματική Αλλαγή.

Οι τρέχουσες τιμές GWP παρουσιάζονται στον πίνακα 8.A.1 του Κεφαλαίου 8 του 5th Assessment Report (AR5 Synthesis Report 2014) του IPCC.

[πηγή: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2013: IPCC Fifth Assessment Report (AR5)." 2013, GWPs: IPCC's Working Group I, "Climate Change 2013: The Physical Science Basis." Ch. 8, p. 731-738, Table 8.A.1, 2013

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf]

Υπογραμμίζεται 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:

$$E_{CO_2e_Fi} = E_{Fi} \times GWP_{Fi} \times 10^{-3} \quad [5.1]$$

όπου:

$E_{CO_2e_Fi}$: 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 Δήμου, υπολογίζεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$E_{CO_2e_F} = \sum(E_{CO_2e_Fi_j}) \quad [5.2]$$

όπου:

$E_{CO_2e_F}$: σύνολο εκπομπών ισοδύναμου CO₂ από τις διαρροές όλων των φθοριούχων ψυκτικών μέσων από το σύνολο του ψυκτικού/ κλιματιστικού εξοπλισμού του Δήμου, σε tn

$E_{CO_2e_Fi_j}$: εκπομπή ισοδύναμου CO₂ από την διαρροή του φθοριούχου ψυκτικού μέσου (i) από τον ψυκτικό/ κλιματιστικό εξοπλισμό (j) του Δήμου, σε tn

3.4.7. Υπολογισμός εκπομπών από την τελική διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων

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), είναι το μεθάνιο.

Σημειώνεται ότι η ακόλουθη μεθοδολογία περιλαμβάνει και τον υπολογισμό των ποσοτήτων μεθανίου που απελευθερώνονται από έναν ΧΥΤΑ/ΧΑΔΑ λόγω της διάθεσης σε αυτόν και της αφυδατωμένης ιλύος που προκύπτει από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΚΕΛ).

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:

$$E_{CO_2e_ΑΣΑ} = E_{CH_4_ΑΣΑ} \times GWP_{CH_4} \quad [6.1]$$

όπου:

$E_{CO_2e_ΑΣΑ}$: εκπομπές CO_{2e} από την τελική διάθεση ΑΣΑ (και ιλύος), σε tn CO_{2e}

$E_{CH_4_ΑΣΑ}$: εκπομπές μεθανίου (CH₄) από την διάθεση ΑΣΑ (και ιλύος), σε tn

GWP_{CH_4} : τιμή Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης του μεθανίου: 28 tn CO₂/ tn CH₄

[πηγή: IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change]

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:

$$E_{CH_4_ΑΣΑ} = [((MSW \times MSW_F) + DS) \times L_0 - R] \times (1 - OX) \quad [6.2]$$

όπου:

$E_{CH_4_ΑΣΑ}$: οι εκπομπές μεθανίου (CH₄) από την διάθεση των ΑΣΑ, σε tn

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

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

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

OX: συντελεστής οξειδωσης του μεθανίου στο εδαφικό υλικό κάλυψης των αποβλήτων:

0,1 για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ

0 για ΧΑΔΑ

[πηγή: National Inventory Report 2022, Greece]

L₀ = Δυναμικό παραγωγής μεθανίου, σε tn CH₄/ tn αποβλήτων

το οποίο υπολογίζεται βάσει της επόμενης εξίσωσης:

$$L_0 = MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times 16/12 \quad [6.3]$$

όπου:

MCF: συντελεστής διόρθωσης μεθανίου:

1 για ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ

0,8 για ΧΑΔΑ με βάθος ≥ 5 m

0,4 για ΧΑΔΑ με βάθος < 5 m

[πηγή: IPCC Guidelines, Chapter 5: Waste]

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

DOC: συντελεστής περιεκτικότητας άνθρακα των διατιθέμενων αποβλήτων, σε tn C/tn αποβλήτων

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

$$DOC = [(a_1 \times A) + (\beta_1 \times B) + (\gamma_1 \times \Gamma) + (\delta_1 \times \Delta) + (\epsilon_1 \times E) + (\sigma_1 \times DS)] / (A+B+\Gamma+\Delta+E+DS) \quad [6.4]$$

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

[πηγή συντελεστών εξίσωσης 6.4: National Inventory Report 2022, Greece]

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

[πηγή: National Inventory Report 2022, Greece]

16/12: συντελεστής μετατροπής μάζας C σε μάζα CH₄

3.4.8. Υπολογισμός εκπομπών από Κέντρα Επεξεργασίας Λυμάτων

Η διαχείριση των αστικών λυμάτων έχει σαν αποτέλεσμα την εκπομπή μεθανίου (CH₄) και πρωτοξειδίου του αζώτου (N₂O). Για κάθε ένα από τα εν λόγω αέρια του θερμοκηπίου υπάρχει διαφορετική μεθοδολογία υπολογισμού των εκπομπών τους.

Ως εκ τούτου, οι συνολικές εκπομπές ισοδύναμου CO₂ που προκύπτουν από την διαχείριση των λυμάτων που παράγονται σε έναν Δήμο, υπολογίζονται βάσει της εξίσωσης [2] με την ακόλουθη εξίσωση:

$$E_{CO_2e_Λ} = (E_{CH_4_Λ} \times GWP_{CH_4}) + (E_{N_2O_Λ} \times GWP_{N_2O}) \quad [7.1]$$

όπου:

$E_{CO_2e_Λ}$: ετήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε ισοδύναμο CO_2 από την διαχείριση των λυμάτων, σε $tn\ CO_2e$

$E_{CH_4_Λ}$: ετήσιες εκπομπές CH_4 από την διαχείριση των λυμάτων, σε $tn\ CH_4$

$E_{N_2O_Λ}$: ετήσιες εκπομπές N_2O από την διαχείριση των λυμάτων, σε $tn\ N_2O$

GWP_{CH_4} : Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το CH_4 , σε $tn\ CO_2/tn\ CH_4$

GWP_{N_2O} : Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το N_2O , σε $tn\ CO_2/tn\ N_2O$

Εκπομπές CH_4

Οι εκπομπές CH_4 που προκύπτουν από τις εφαρμοζόμενες πρακτικές διαχείρισης των αστικών λυμάτων, υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση, η οποία βασίζεται στην εξίσωση 6.1 που προτείνει το IPCC (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, 2006: Equation 6.1):

$$E_{CH_4_Λ} = \sum\{PR_{j1-3} \times EF_{j1-3} \times (TOW - S)\} - R + \sum\{PR_{j4-5} \times EF_{j4-5} \times TOW\} \quad [7.2]$$

όπου:

$E_{CH_4_Λ}$: ετήσιες εκπομπές CH_4 από την διαχείριση των λυμάτων, σε $tn\ CH_4$

j : εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης λυμάτων (βλ. Πίνακα 3.10 που ακολουθεί)

Σημείωση: νοείται ότι η πρακτική j_2 περιλαμβάνει την περιοδική εκκένωση των σηπτικών ή σηπτικών/απορροφητικών βόθρων και την μεταφορά του περιεχομένου τους προς επεξεργασία σε ΚΕΛ (Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων). Στην περίπτωση που αυτό δεν συμβαίνει, δηλαδή εκκενώνονται μεν οι βόθροι αλλά το περιεχόμενό τους διατίθεται σε κάποιον υδάτινο αποδέκτη, τότε ο υπολογισμός των εκπομπών CH_4 από αυτήν την πρακτική γίνεται στο δεύτερο σκέλος της εξίσωσης [7.2].

PR_j : ποσοστό του πληθυσμού του Δήμου τα λύματα του οποίου διαχειρίζονται με την πρακτική j , σε %

Σημείωση: το άθροισμα των επιμέρους PR_j θα πρέπει να αθροίζει 100%

EF_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 κατά την επεξεργασία σε ΚΕΛ, σε $tn\ BOD$

R : συνολική ετήσια ποσότητα CH_4 που ανακτάται στο ΚΕΛ από την επεξεργασία της παραγόμενης ιλύος και οδηγείται προς ενεργειακή αξιοποίηση, σε $tn\ CH_4$

Οι συντελεστές (EF_j) εκπομπών CH_4 από την εφαρμογή έκαστης πρακτικής (j) διαχείρισης των λυμάτων υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση που προτείνεται από το IPCC

(2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,
Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Equation 6.2):

$$EF_j = B_o \times MCF_j \quad [7.3]$$

όπου:

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

B_o : μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής CH_4 , σε $tn CH_4/tn BOD$

Για το B_o χρησιμοποιείται η τιμή 0,6 $tn CH_4/tn BOD$ που προτείνεται από το IPCC (2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6, Table 6.2)

MCF_j : συντελεστής διόρθωσης CH_4 για την πρακτική j

Για το MCF_j χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες τιμές (Πίνακας 3.10) που προτείνονται από το IPCC:

Πίνακας 3.10: Συντελεστές MCF ανά εφαρμοζόμενη πρακτική διαχείρισης των λυμάτων

α/α j	Είδος διαχείρισης λυμάτων	MCF
1	Επεξεργασία σε Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων (ΚΕΛ)	0,03
2	Διάθεση λυμάτων σε σηπτικούς ή σηπτικούς/απορροφητικούς βόθρους οικιακής κλίμακας	0,5
3	Διάθεση λυμάτων σε απορροφητικούς βόθρους οικιακής κλίμακας	0,1
4	Διάθεση των λυμάτων ανεπεξέργαστων σε υδάτινο αποδέκτη (θάλασσα, ποτάμι, λίμνη)	0,11

Πηγή: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6, Table 6.3

Όσον αφορά στο TOW, ο υπολογισμός του γίνεται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης (2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Equation 6.3 & Equation 6.3A):

$$TOW = P \times F_{BOD} \times 0,000001 \times I \times 365 \quad [7.4]$$

όπου:

TOW: συνολική ποσότητα οργανικού βιοαποδομήσιμου φορτίου των παραγόμενων λυμάτων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε $tn BOD$

P: πληθυσμός του Δήμου, σε ca

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

Η τιμή του F_{BOD} για την Ελλάδα εκτιμάται σε 57 gr/ca/ημέρα (πηγή: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Table 6.4).

I: συντελεστής διόρθωσης στην περίπτωση που στο ΚΕΛ οδηγούνται μέσω του αποχετευτικού δικτύου και υγρά απόβλητα από βιομηχανίες και επιχειρήσεις (εστιατόρια, κρεοπωλεία, μανάβικα), τα οποία φέρουν οργανικό βιοαποδομήσιμο φορτίο.

Το IPCC (2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge) προτείνει, στην περίπτωση που συνεπεξεργάζονται αστικά λύματα και υγρά απόβλητα βιομηχανιών και επιχειρήσεων την τιμή 1,25 για τον συντελεστή I, ενώ στην περίπτωση αμιγώς αστικών λυμάτων την τιμή 1,00.

0,000001: συντελεστής μετατροπής gr σε tn

365: ημέρες του έτους

Εκπομπές N_2O

Οι εκπομπές N_2O χωρίζονται σε 2 κατηγορίες:

- (α) 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 N_2O από τις πρακτικές αυτές θεωρούνται αμελητέες (2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, Table 6.8A).
- (β) Στις εκπομπές από την διάθεση σε κάποιον φυσικό υδάτινο αποδέκτη (θάλασσα, ποτάμι, λίμνη) των ανεπεξεργαστων λυμάτων ή της επεξεργασμένης εκροής λυμάτων από ΚΕΛ.

Ως εκ τούτου οι εκπομπές N_2O υπολογίζονται βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

$$E_{N_2O_A} = E_{N_2O_A_EΠEΞ} + E_{N_2O_A_Δ} \quad [7.5]$$

όπου:

$E_{N_2O_A}$: συνολικές εκπομπές N_2O από την διαχείριση των λυμάτων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N_2O

$E_{N_2O_A_EΠEΞ}$: εκπομπές N_2O από την επεξεργασία των λυμάτων σε ΚΕΛ ή την διάθεση τους σε σύστημα σηπτικού/απορροφητικού βόθρου εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N_2O

$E_{N_2O_A_Δ}$: εκπομπές N_2O από την διάθεση των λυμάτων ή της επεξεργασμένης εκροής των λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N_2O

- (α) Ο υπολογισμός των εκπομπών N₂O που προκύπτουν από την επεξεργασία των λυμάτων σε ΚΕΛ ή την διάθεση τους σε σύστημα σηπτικού/ απορροφητικού βόθρου, 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):

$$E_{N_{2O_Λ_ΕΠΕΞ}} = \sum \{N_{ΕΠΕΞ} \times PR_j \times EF_{ΕΠΕΞ_j}\} \times 44/28 \quad [7.6]$$

όπου:

$E_{N_{2O_Λ_ΕΠΕΞ}}$: συνολικές εκπομπές N₂O εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος από την επεξεργασία των λυμάτων σε ΚΕΛ ή την διάθεση τους σε σύστημα σηπτικού/απορροφητικού βόθρου, σε tn N₂O

$N_{ΕΠΕΞ}$: ποσότητα αζώτου στα λύματα που οδηγούνται συνολικά σε ΚΕΛ και σε συστήματα σηπτικών/ απορροφητικών βόθρων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N

j : εφαρμοζόμενη πρακτική επεξεργασίας λυμάτων (βλ. Πίνακα 3.11 που ακολουθεί)

PR_j : ποσοστό του πληθυσμού του Δήμου, τα λύματα του οποίου επεξεργάζονται με την πρακτική (j), σε %

Σημείωση: το άθροισμα των επιμέρους PR_j θα πρέπει να ισούται με 100%

$EF_{ΕΠΕΞ_j}$: συντελεστής εκπομπής N₂O από την επεξεργασία (j) των λυμάτων, σε tn N₂O-N/tn N 44/28: συντελεστής μετατροπής μάζας N₂O-N σε μάζα N₂O.

Πίνακας 3.11: Συντελεστές $EF_{ΕΠΕΞ}$ ανά εφαρμοζόμενη πρακτική επεξεργασίας των λυμάτων

α/α j	Είδος διαχείρισης λυμάτων	$EF_{ΕΠΕΞ}$ (tn N ₂ O-N/ tn N)
1	Επεξεργασία σε Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων (ΚΕΛ)	0,016
2	Διάθεση λυμάτων σε σηπτικούς/απορροφητικούς βόθρους οικιακής κλίμακας	0,0045

Πηγή: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6, Table 6.8A

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

$$N_{ΕΠΕΞ} = V_{ΕΠΕΞ} \times C_{N_ΕΠΕΞ} \times 0,000001 \quad [7.7]$$

όπου:

$V_{ΕΠΕΞ}$: όγκος των λυμάτων που οδηγούνται συνολικά σε ΚΕΛ και σε συστήματα σηπτικών/ απορροφητικών βόθρων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε m³

$C_{N_ΕΠΕΞ}$: μέση ετήσια τιμή της συγκέντρωσης ολικού αζώτου των προς επεξεργασία λυμάτων, σε mg/lit

0,000001: συντελεστής μετατροπής gr σε tn

(β) Ο υπολογισμός των εκπομπών N_2O από την διάθεση των ανεπεξέργαστων λυμάτων ή της επεξεργασμένης εκροής λυμάτων από ΚΕΛ σε κάποιο φυσικό υδάτινο αποδέκτη (θάλασσα, ποτάμι, λίμνη) 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):

$$E_{N_2O_Λ_Δ} = N_Δ \times EF_Δ \times 44/28 \quad [7.8]$$

όπου:

$E_{N_2O_Λ_Δ}$: 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

Για τον συντελεστή $EF_Δ$, το IPCC (Table 6.8A) προτείνει την τιμή 0,005 tn N_2O-N / tn N

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

Για τον υπολογισμό της ποσότητας $N_Δ$ χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$N_Δ = V_Δ \times C_{N_Δ} \times 0,000001 \quad [7.9]$$

όπου:

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

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

0,000001: συντελεστής μετατροπής gr σε tn

3.4.9. Λιπασματοποίηση στερεών αποβλήτων

Τα αέρια του θερμοκηπίου που παράγονται από τις βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την λιπασματοποίηση οργανικών στερεών αποβλήτων είναι το μεθάνιο (CH₄) και το πρωτοξειδίο του αζώτου (N₂O).

Σε μία εγκατάσταση λιπασματοποίησης μπορούν να επεξεργάζονται διάφορα είδη αποβλήτων που παράγονται από τις δραστηριότητες ενός Δήμου:

- ✓ Οργανικό κλάσμα αστικών στερεών αποβλήτων
- ✓ Ιλύς από Κέντρα Επεξεργασίας Λυμάτων
- ✓ «Πράσινα» απόβλητα (κλαδέματα)

Οι συνολικές εκπομπές ισοδύναμου CO₂ που προκύπτουν από την λιπασματοποίηση αποβλήτων, υπολογίζονται βάσει της εξίσωσης [2] με την ακόλουθη εξίσωση:

$$E_{CO_2e_compost} = (E_{CH_4_compost} \times GWP_{CH_4}) + (E_{N_2O_compost} \times GWP_{N_2O}) \quad [8.1]$$

όπου:

$E_{CO_2e_compost}$: συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε ισοδύναμο CO₂ από την λιπασματοποίηση αποβλήτων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn CO_{2e}

$E_{CH_4_compost}$: εκπομπές CH₄ από την λιπασματοποίηση αποβλήτων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn CH₄

$E_{N_2O_compost}$: εκπομπές N₂O από την λιπασματοποίηση αποβλήτων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn N₂O

GWP_{CH_4} : Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το CH₄, σε tn CO₂/ tn CH₄

GWP_{N_2O} : Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης για το N₂O, σε tn CO₂/ tn N₂O

Εκπομπές CH₄

Οι εκπομπές CH₄ που προκύπτουν από την λιπασματοποίηση αποβλήτων υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση, η οποία βασίζεται στην εξίσωση 4.1 που προτείνει το IPCC (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 4: Biological Treatment of Solid Waste, Equation 4.1):

$$E_{CH_4_compost} = M_{OW} \times EF_{CH_4_compost} \times 0,001 \quad [8.2]$$

όπου:

M_{OW} : συνολική μάζα οργανικών αποβλήτων που λιπασματοποιήθηκαν εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn

$EF_{CH_4_compost}$: συντελεστής εκπομπής CH_4 από διεργασίες λιπασματοποίησης, σε Kg CH_4 /tn αποβλήτων

Το IPCC προτείνει την χρήση της τιμής 4 Kg CH_4 / tn αποβλήτων για τον συντελεστή $EF_{CH_4_compost}$ (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 4: Biological Treatment of Solid Waste, Table 4.1). Σημειώνεται ότι η τιμή αυτή είναι επί κανονικού βάρους αποβλήτων (όχι επί ξηρού βάρους).

0,001: συντελεστής μετατροπής Kg σε tn

Εκπομπές N_2O

Οι εκπομπές N_2O που προκύπτουν από την λιπασματοποίηση αποβλήτων υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση, η οποία βασίζεται στην εξίσωση 4.2 που προτείνει το IPCC (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 4: Biological Treatment of Solid Waste, Equation 4.2):

$$E_{N_2O_compost} = M_{OW} \times EF_{N_2O_compost} \times 0,001 \quad [8.3]$$

όπου:

M_{OW} : συνολική μάζα οργανικών αποβλήτων που λιπασματοποιήθηκαν εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn

$EF_{N_2O_compost}$: συντελεστής εκπομπής N_2O από διεργασίες λιπασματοποίησης, σε Kg N_2O /tn αποβλήτων

Το IPCC προτείνει την χρήση της τιμής 0,24 Kg N_2O / tn αποβλήτων για τον συντελεστή $EF_{N_2O_compost}$ (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 4: Biological Treatment of Solid Waste, Table 4.1). Σημειώνεται ότι η τιμή αυτή είναι επί κανονικού βάρους αποβλήτων (όχι επί ξηρού βάρους).

0,001: συντελεστής μετατροπής Kg σε tn

3.4.10. Απορροφήσεις CO₂

Σε έναν Δήμο υπάρχουν δραστηριότητες οι οποίες απορροφούν CO₂ από την ατμόσφαιρα. Στις περιπτώσεις αυτές κατά την διαδικασία υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος του Δήμου, η συνολική ποσότητα CO₂ που έχει απορροφηθεί εντός ενός έτους θα πρέπει να αφαιρεθεί από τις αντίστοιχες συνολικές εκπομπές CO₂ του Δήμου.

Η πιο κλασσική περίπτωση απορρόφησης CO₂ είναι τα δέντρα, τα οποία για να δημιουργήσουν κάθε χρόνο την νέα ξυλώδη βιομάζα τους απορροφούν CO₂ από την ατμόσφαιρα.

Ένας Δήμος διαθέτει συνήθως πάρκα και χώρους πρασίνου στους οποίους βρίσκεται ένας σημαντικός αριθμός δένδρων. Στην απορρόφηση CO₂ σημαντική επίσης είναι η συμβολή των δένδρων που βρίσκονται φυτεμένα επί των πεζοδρομίων κατά μήκος των δρόμων ενός Δήμου, λόγω του μεγάλου πλήθους τους.

Για τις ανάγκες των παρόντων υπολογισμών θα υπολογίζεται μόνο η ποσότητα CO₂ που απορροφάται από την ατμόσφαιρα για την δημιουργία της ετήσιας νέας ξυλώδους βιομάζας του δέντρου, η οποία περιλαμβάνει:

- την αύξηση της μάζας του κορμού του δέντρου
- την δημιουργία νέων κλαδιών
- την δημιουργία νέων ριζών.

Για τον υπολογισμό της συνολικής ετήσιας απορρόφησης CO₂ θα χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη εξίσωση, η οποία βασίζεται στον Αλγόριθμο CO₂RCA¹⁴ υπολογισμού του Δυναμικού Απομάκρυνσης CO₂ από την ατμόσφαιρα των δένδρων καλλιιεργειών:

$$AR_{BW} = \Sigma\{(JP_i \times PD_i \times S \times ADR_{1_i} \times C_w \times 44/12) + (MP_i \times PD_i \times S \times ADR_{2_i} \times C_w \times 44/12)\} - (PRU \times (1-W) \times C_w \times 44/12) \quad [9.1]$$

ή εναλλακτικά

$$AR_{BW} = \Sigma\{(T_{JP_i} \times ADR_{1_i} \times C_w \times 44/12) + (T_{MP_i} \times ADR_{2_i} \times C_w \times 44/12)\} - (PRU \times (1-W) \times C_w \times 44/12) \quad [9.2]$$

όπου:

¹⁴ Ο Αλγόριθμος CO₂RCA σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από την TERRA NOVA Ε.Π.Ε. και το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών στο πλαίσιο του έργου LIFE ClimaTree (LIFE14 CCM/GR/000635) και στην συνέχεια εφαρμόστηκε και βελτιώθηκε περαιτέρω στο πλαίσιο του έργου SHui (Horizon 2020 – 773903).

AR_{BW}: συνολική απομάκρυνση CO₂ από την ατμόσφαιρα λόγω της δημιουργίας νέας ξυλώδους βιομάζας των δέντρων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn of CO₂

i: κάθε ξεχωριστό είδος δένδρου

JP: ποσοστό δένδρων του ίδιου είδους (i) σε ένα πάρκο ή εν γένει χώρο πρασίνου, τα οποία βρίσκονται στην νεανική φάση ανάπτυξης, σε %

MP: ποσοστό δένδρων του ίδιου είδους (i) σε ένα πάρκο ή εν γένει χώρο πρασίνου, τα οποία βρίσκονται στην ώριμη φάση ανάπτυξης, σε %

PD: πυκνότητα φύτευσης δένδρων του ίδιου είδους (i) σε ένα πάρκο ή εν γένει χώρο πρασίνου, σε αριθμό δένδρων/ στρέμμα

S: έκταση του πάρκου ή του χώρου πρασίνου, σε στρέμματα

ADR_{1_i}: ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης ξυλώδους βιομάζας (κορμός, κλαδιά, ρίζες) ενός δένδρου είδους (i) που βρίσκεται στην νεανική φάση ανάπτυξης, σε tn ξηρής ξυλώδους βιομάζας/ δένδρο

ADR_{2_i}: ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης ξυλώδους βιομάζας (κορμός, κλαδιά, ρίζες) ενός δένδρου είδους (i) που βρίσκεται στην ώριμη φάση ανάπτυξης, σε tn ξηρής ξυλώδους βιομάζας/ δένδρο

T_{JP_i}: αριθμός δένδρων είδους (i) σε ένα πάρκο ή χώρο πρασίνου που βρίσκονται στην νεανική φάση ανάπτυξης, σε αριθμό δένδρων

T_{MP_i}: αριθμός δένδρων είδους (i) σε ένα πάρκο ή χώρο πρασίνου που βρίσκονται στην ώριμη φάση ανάπτυξης, σε αριθμό δένδρων

PRU: συνολική μάζα κλαδεμάτων εντός του οριοθετημένου χρονικού διαστήματος, σε tn

W: ποσοστό υγρασίας του ξύλου: 55% [μέση τιμή φρεσκοκομμένων κλαδεμάτων για τα περισσότερα συνήθη είδη δένδρων]

C_w: περιεκτικότητα σε άνθρακα της ξυλώδους βιομάζας: 0,475 tn C/ tn ξηρή βιομάζα [μέση τιμή που καλύπτει τα περισσότερα συνήθη είδη δένδρων, τόσο σκληρού ξύλου όσο και μαλακού ξύλου]

44/12: συντελεστής μετατροπής μάζας C σε μάζα CO₂

Σημειώνεται ότι η εξίσωση [9.2], η οποία πραγματοποιεί τους υπολογισμούς χρησιμοποιώντας ως βάση τον αριθμό των δέντρων, είναι πιο ακριβής έναντι της εξίσωσης [9.1] στην οποία χρησιμοποιείται το γινόμενο της έκτασης ενός χώρου πρασίνου ή ενός πάρκου επί την πυκνότητα φύτευσης του και η οποία, όπως είναι προφανές, εμπεριέχει σημαντικές αποκλίσεις λόγω του προσεγγιστικού της χαρακτήρα.

Υπογραμμίζεται επίσης ότι, η εξίσωση [9.2] είναι κατάλληλη και για τον υπολογισμό της απορρόφησης CO₂ από τα δένδρα που είναι φυτεμένα επί των πεζοδρομίων κατά μήκος των

δρόμων ενός Δήμου, λόγω του ότι στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει η έννοια της φυτεμένης έκτασης, αλλά η βασική παράμετρος των υπολογισμών είναι ο αριθμός των δένδρων.

Για τις νεραντζιές/πορτοκαλιές και τις ελιές που αποτελούν ιδιαίτερα δημοφιλή είδη για φυτεύσεις σε Δημοτικούς χώρους πρασίνου, πάρκα, πεζοδρόμια, κλπ., χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι συντελεστές ετήσιου ρυθμού ανάπτυξης της ξυλώδους βιομάζας (ADR) που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.12. Στον ίδιο Πίνακα δίνονται επίσης τα χρονικά όρια, πάνω από τα οποία τα συγκεκριμένα είδη δένδρων περνούν από την νεανική φάση στην ώριμη φάση ανάπτυξης τους.

Πίνακας 3.12: Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης συγκεκριμένων ειδών δένδρων

Είδος δένδρου	ADR ₁	ADR ₂	Έναρξη ώριμης φάσης ανάπτυξης (έτη από φύτευση δένδρου)
	(tn ξηρής ξυλώδους βιομάζας/ δένδρο/έτος)		
Νερατζιά/ Πορτοκαλιά*	0,00380	0,01220	6
Ελιά*	0,00970	0,01859	7
Λοιπά είδη**	0,00745	0,01695	7

*Οι συντελεστές ADR για την ελιά και πορτοκαλιά έχουν προκύψει από πειραματικές μετρήσεις πεδίου που πραγματοποιήθηκαν από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών στο πλαίσιο του έργου LIFE ClimaTree. Για την νερατζιά, καθώς και για λοιπά είδη εσπεριδοειδών όπως μανταρινιά, λεμονιά, κλπ., μπορούν να χρησιμοποιούνται οι συντελεστές ADR της πορτοκαλιάς, λόγω της ομοιότητας των συγκεκριμένων ειδών.

**Οι συντελεστές ADR για άλλα είδη δένδρων είναι προσεγγιστικοί λόγω έλλειψης, επί του παρόντος, επαρκών πειραματικών δεδομένων πεδίου.

3.4.11. 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.

Για τον υπολογισμό της αβεβαιότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί το υπολογιστικό εργαλείο του GHG Protocol (<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghg-uncertainty.xlsx>), το οποίο απλοποιεί σε μεγάλο βαθμό την διαδικασία του υπολογισμού. Το εργαλείο αυτό αποτελείται από 2 φύλλα εργασίας:

- Στο πρώτο φύλλο συμπληρώνονται τα δεδομένα έκαστης δραστηριότητας και η αντίστοιχη τιμή αβεβαιότητας για κάθε κατηγορία δεδομένων καθώς και οι αβεβαιότητες των συντελεστών εκπομπών για κάθε δραστηριότητα. Για παράδειγμα στην κατανάλωση υγρών καυσίμων σε σταθερές εστίες καύσης (π.χ. ντίζελ σε καυστήρες θέρμανσης κτιρίων) συμπληρώνονται τα στοιχεία κατανάλωσης, οι μονάδες και η αβεβαιότητα των δεδομένων (στη συγκεκριμένη περίπτωση η αβεβαιότητα σύμφωνα με το NIR είναι +/-

3% καθώς τα δεδομένα αυτά είναι πιστοποιημένα (verified) από το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών.

- Στο δεύτερο φύλλο συμπληρώνονται δεδομένα δραστηριοτήτων για τα οποία στον υπολογισμό των εκπομπών δεν χρησιμοποιούνται συντελεστές εκπομπής καθώς προκύπτουν από άμεσο υπολογισμό και μέτρηση. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί ο υπολογισμός των εκπομπών από χώρους διάθεσης αποβλήτων, όπου οι εν λόγω εκπομπές έχουν προκύψει από μετρήσεις με όργανα και όχι από υπολογισμό με συντελεστές.

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 συλλέχθηκαν.

Ενδεικτική λίστα με αβεβαιότητες ανά πηγή εκπομπής περιλαμβάνεται στους Πίνακες του Παραρτήματος IV του National Inventory Report 2022, Greece (https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2022/04/2022_NIR_Greece.pdf).

Στον ακόλουθο Πίνακα 3.13 παραθέτονται οι αβεβαιότητες των δεδομένων των εξεταζόμενων δραστηριοτήτων ενός Δήμου, καθώς και οι αβεβαιότητες των αντίστοιχων συντελεστών εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου.

Πίνακας 3.13: Αβεβαιότητες δεδομένων δραστηριότητας και συντελεστών εκπομπής

Δραστηριότητα	Αβεβαιότητα δεδομένων δραστηριότητας	Αβεβαιότητα συντελεστή εκπομπής
Χρήση στερεών καυσίμων	+/-3% (πηγή: NIR)	+/-3% (πηγή: NIR)
Χρήση υγρών καυσίμων	+/-3% (πηγή: NIR)	+/-3% (πηγή: NIR)
Χρήση αερίων καυσίμων	+/-3% (πηγή: NIR)	+/-3% (πηγή: NIR)
Ηλεκτρική ενέργεια	+/-5% (πηγή: IPCC)	+/-5% (πηγή: IPCC)
Ψυκτικά μέσα	Αβεβαιότητα μηχανισμού προσθήκης ψυκτικού μέσου	Δεν χρησιμοποιείται συντελεστής εκπομπών
Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων	Αβεβαιότητα ζυγιστικής διάταξης αποβλήτων	+/-30% (πηγή: IPCC)
Λιπασματοποίηση	+/-5% (πηγή: IPCC)	+/-30% για το CH ₄ +/-100% για το N ₂ O (πηγή: NIR)
Επεξεργασία λυμάτων	Αβεβαιότητα μετρητικού συστήματος παροχής λυμάτων	+/-30% (πηγή: IPCC)

Σημειώνεται ότι στις δραστηριότητες διαχείρισης ΑΣΑ, λιπασματοποίησης του οργανικού κλάσματος των 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.

4. Στοιχεία παρακολούθησης εφαρμογής του ΔηΣΜΕ

Στο πλαίσιο της ετήσιας Τεχνικής Έκθεσης Προόδου που προβλέπεται στην παράγραφο 4 του άρθρου 16 του Ν. 4936/2022, για την παρακολούθηση της προόδου εφαρμογής του ΔηΣΜΕ, ο Δήμος θα πρέπει να σχεδιάσει, οργανώσει και εφαρμόσει ένα σύστημα αναλυτικής και συνεχούς καταγραφής συγκεκριμένων στοιχείων των δραστηριοτήτων του που εμπίπτουν στο ΔηΣΜΕ. Κατά αυτόν τον τρόπο ο Δήμος:

- ✓ Θα καταγράφει τα απαιτούμενα στοιχεία καθ' όλη την διάρκεια του έτους και όχι στο τέλος αυτού, επιτυγχάνοντας κατά αυτόν τον τρόπο ουσιαστική μείωση του χρόνου που απαιτείται για την εργασία αυτή
- ✓ Θα εξασφαλίσει ότι θα έχει πάντα στην διάθεση του αξιόπιστα στοιχεία για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, δηλαδή στοιχεία που θα προκύπτουν από πραγματικά δεδομένα και όχι από υπολογιστικές εκτιμήσεις
- ✓ Θα έχει ανά πάσα στιγμή εντός του τρέχοντος έτους μία πολύ καλή εκτίμηση της πορείας επίτευξης των στόχων που έχει θέσει στο πλαίσιο του ΔηΣΜΕ για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις δραστηριότητες του, δεδομένου ότι υπάρχει αναλογική συσχέτιση μεταξύ των στοιχείων των δραστηριοτήτων και των εκπομπών.

Στους ακόλουθους Πίνακες 4.1 και 4.2 παρουσιάζονται τα στοιχεία που θα πρέπει να παρακολουθεί και καταγράφει ο Δήμος για τις δραστηριότητες του που εμπίπτουν στο ΔηΣΜΕ.

Πίνακας 4.1: Στοιχεία δραστηριοτήτων του Δήμου που πρέπει να καταγράφονται για την παρακολούθηση της προόδου εφαρμογής του ΔηΣΜΕ

A/A	Κατηγορία στοιχείων	Απαιτούμενα στοιχεία	Μονάδες	Πηγές στοιχείων
0	Πληθυσμός Δήμου	Αριθμός κατοίκων του Δήμου ¹⁵	Άτομα	• Τμήμα Οικονομικών
1	Δημοτικά κτίρια			
1.0	Επιφάνεια κτιρίων	Συνολική επιφάνεια έκαστου Δημοτικού κτιρίου	m ²	• Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Προμηθειών • Τμήμα Οικονομικών
1.1	Πετρέλαιο θέρμανσης	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης	lt	• Τιμολόγια προμήθειας καυσίμων • Τμήμα Μηχανοργάνωσης • Τμήμα Προμηθειών
1.2	Υγραέριο (LPG)	Ετήσια κατανάλωση υγραερίου	Kg	
1.3	Φυσικό αέριο	Ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου	KWh	
1.4	Ξυλώδης βιομάζα (pellets, καυσόξυλα)	Ετήσια κατανάλωση pellets, καυσόξυλων	tn	
1.5	Ηλεκτρική ενέργεια	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	• Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρ. ενέργειας • Τμήμα Προμηθειών
1.6	Κλιματιστικά	Ετήσια προσθήκη ψυκτικών υγρών στις κλιματιστικές μονάδες	Kg	• Έντυπα συντήρησης • Τμήμα Συντήρησης • Τμήμα Προμηθειών
2	Δημοτικός φωτισμός			
2.1	Φωτισμός Δημοτικών οδών και κοινόχρηστων χώρων	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ¹⁶	KWh	• Λογαριασμοί παρόχων ηλεκτρ. ενέργειας • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Προμηθειών

¹⁵ Αφορά σε αριθμό κατοίκων και όχι Δημοτών

¹⁶ Τα στοιχεία θα πρέπει να τηρούνται σε ειδικά διαμορφωμένο αρχείο ανά είδος φωτισμού (π.χ. Δημοτικός φωτισμός οδών, φωτισμός κοινόχρηστων χώρων, φωτισμός πάρκων, φωτισμός ασφαλείας, κλπ.). Σε περίπτωση που δεν μπορεί να γίνει κατανομή από τα στοιχεία κατανάλωσης θα πρέπει να γίνει αναλυτική καταγραφή της ισχύος και του πλήθους έκαστης κατηγορίας φωτισμού και να υπολογιστεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας βάσει των ωρών λειτουργίας του σχετικού εξοπλισμού σύμφωνα με τον τύπο [Κατανάλωση ηλεκτρ. ενέργειας (KWh) = Ισχύς (KW) x Ώρες λειτουργίας (h)]

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

A/A	Κατηγορία στοιχείων	Απαιτούμενα στοιχεία	Μονάδες	Πηγές στοιχείων
3	Μεταφορές^{17, 18}			
3.1	Πετρέλαιο κίνησης	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου κίνησης	lt	<ul style="list-style-type: none"> • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Μηχανοργάνωσης • Τμήμα Προμηθειών • Τμήμα Οικονομικών
3.2	Βενζίνη	Ετήσια κατανάλωση βενζίνης	lt	
3.3	Υγραέριο κίνησης (LPG)	Ετήσια κατανάλωση LPG	Kg	
3.4	Φυσικό αέριο κίνησης (CNG)	Ετήσια κατανάλωση CNG	Kg	
3.5	Ηλεκτρική ενέργεια	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	
3.6	Επιβάτες Δημοτικών Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (MMM)	Ετήσιος αριθμός επιβατών που μετακινήθηκαν με Δημοτικά MMM ανά μέσο	Άτομα	<ul style="list-style-type: none"> • Τμήμα Μηχανοργάνωσης
4	Μηχανήματα έργου			
4.1	Πετρέλαιο κίνησης	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου κίνησης	lt	<ul style="list-style-type: none"> • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Μηχανοργάνωσης • Τμήμα Προμηθειών
4.2	Βενζίνη	Ετήσια κατανάλωση βενζίνης	lt	
4.3	Υγραέριο κίνησης (LPG)	Ετήσια κατανάλωση LPG	Kg	
4.4	Φυσικό αέριο κίνησης (CNG)	Ετήσια κατανάλωση CNG	Kg	
4.5	Ηλεκτρική ενέργεια	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	

¹⁷ Στα οχήματα περιλαμβάνονται τα ΙΧ αυτοκίνητα του Δήμου, τα Δημοτικά λεωφορεία, τα οχήματα μεταφοράς προσωπικού, τα οχήματα της Τεχνικής Υπηρεσίας, τα φορτηγά μεταφοράς υλικών και τα απορριμματοφόρα που ανήκουν στον Δήμο ή εκτελούν εργασίες αποκλειστικά για τον Δήμο μέσω σύμβασης έργου

¹⁸ Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν στοιχεία κατανάλωσης καυσίμων θα πρέπει να γίνει αναλυτική καταγραφή της διανυθείσας απόστασης σε ετήσια βάση για κάθε όχημα ξεχωριστά

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

A/A	Κατηγορία στοιχείων	Απαιτούμενα στοιχεία	Μονάδες	Πηγές στοιχείων
5	Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων & λυμάτων			
5.1	Καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια για την αποκομιδή και μεταφορά των ΑΣΑ¹⁹	Είδος και ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ²⁰	<ul style="list-style-type: none"> • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Καθαριότητας • Τμήμα Περιβάλλοντος • Τμήμα Προμηθειών
5.2		Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	
5.3	Καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια για τις εγκαταστάσεις (ΚΔΑΥ, Πράσινο σημείο, ΣΜΑ, κλπ.) προεπεξεργασίας των ΑΣΑ	Είδος και ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ¹⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Καθαριότητας • Τμήμα Περιβάλλοντος • Τμήμα Προμηθειών
5.4		Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	
5.5	ΑΣΑ που οδηγήθηκαν προς διάθεση σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ, ΧΑΔΑ	Ετήσια ποσότητα ΑΣΑ που οδηγήθηκε προς τελική διάθεση ανά είδος χώρου (ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ, ΧΑΔΑ)	tn	<ul style="list-style-type: none"> • Ζυγολόγια • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Καθαριότητας • Τμήμα Περιβάλλοντος
5.6	Λύματα που επεξεργάστηκαν σε ΚΕΛ	Ετήσιος όγκος λυμάτων που οδηγήθηκε προς επεξεργασία σε ΚΕΛ	m ³	<ul style="list-style-type: none"> • Παροχόμετρα • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Περιβάλλοντος
5.7		Είδος και ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ¹⁸	
5.8		Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	
5.9	ΑΣΑ που οδηγήθηκαν προς λιπασματοποίηση	Ετήσια ποσότητα του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ που οδηγήθηκε σε μονάδα λιπασματοποίησης	tn	<ul style="list-style-type: none"> • Ζυγολόγια • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Καθαριότητας • Τμήμα Περιβάλλοντος
		Είδος και ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ¹⁸	

¹⁹ Εμπίπτουν στις μεταφορές (α/α 3)

²⁰ Οι μονάδες εξαρτώνται από το είδος του καυσίμου (π.χ. lt για βενζίνη και πετρέλαιο κίνησης, Kg για φυσικό αέριο κίνησης, κλπ.)

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α' Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

A/A	Κατηγορία στοιχείων	Απαιτούμενα στοιχεία	Μονάδες	Πηγές στοιχείων
		Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	

A/A	Κατηγορία στοιχείων	Απαιτούμενα στοιχεία	Μονάδες	Πηγές στοιχείων
6	Υδρευση & Άρδευση			
6.1	Άντληση και μεταφορά νερού	Είδος και ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ¹⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Περιβάλλοντος • Τμήμα Προμηθειών
6.2		Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	
6.3	Επεξεργασία νερού	Είδος και ετήσια κατανάλωση καυσίμων	Μονάδα καυσίμου ¹⁸	
6.4		Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	KWh	

Πίνακας 4.2: Στοιχεία δραστηριοτήτων του Δήμου σχετιζόμενων με απορροφήσεις που πρέπει να καταγράφονται για την παρακολούθηση της προόδου εφαρμογής του ΔηΣΜΕ

A/A	Κατηγορία στοιχείων	Απαιτούμενα στοιχεία	Μονάδες	Πηγές στοιχείων
7.1	Δημοτικοί χώροι πρασίνου	Έκταση πάρκου, χώρου πρασίνου, κλπ. Πυκνότητα φύτευσης Αριθμός δένδρων Είδος δένδρων	Στρέμματα Δένδρα/στρέμμα Αριθμός -	<ul style="list-style-type: none"> • Τμήμα Τεχνικών Υπηρεσιών • Τμήμα Περιβάλλοντος

5. Δείκτες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Από την διαδικασία υπολογισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ανθρακικό αποτύπωμα) που προκύπτουν από τις δραστηριότητες ενός Δήμου, θα πρέπει να εξάγονται συγκεκριμένοι δείκτες κλιματικής απόδοσης (ΔΚΑ), οι οποίοι να είναι κατάλληλοι ώστε να καθιστούν:

- (α) αξιόπιστη την αξιολόγηση της κλιματικής επίδοσης του Δήμου μεταξύ διαφορετικών ετών
- (β) δυνατό τον εντοπισμό των επιμέρους τομέων δραστηριοτήτων του Δήμου όπου απαιτείται η εφαρμογή περισσότερο αποτελεσματικών δράσεων προς την κατεύθυνση της περαιτέρω βελτίωσης των κλιματικών επιδόσεων τους
- (β) εφικτή κατά το δυνατόν την συγκριτική αξιολόγηση των κλιματικών επιδόσεων διαφορετικών Δήμων.

Οι δείκτες αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

Δείκτης συνολικής κλιματικής επίδοσης (Δείκτης1)

Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται για κάθε έτος μέσω της διαίρεσης του συνολικού ανθρακικού αποτυπώματος του Δήμου, δηλαδή του αθροίσματος των εκπομπών ισοδύναμου CO₂ των Πεδίων Εφαρμογής (Scores) 1 και 2 έχοντας αφαιρέσει τις απορροφήσεις CO₂, με τον συνολικό πληθυσμό του Δήμου. Ουσιαστικά δίνει την συνολική ποσότητα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις δραστηριότητες του Δήμου που αναλογούν σε κάθε κάτοικο του.

$$\text{Δείκτης1}_{(t)} = E_{\text{CO}_2\text{e}_\Sigma(t)} / P_{\Sigma(t)}$$

όπου:

Δείκτης1_(t): Δείκτης συνολικής κλιματικής επίδοσης του Δήμου για το έτος t, σε tn CO_{2e}/ca

E_{CO_{2e}_Σ(t)}: συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (score 1 + score 2 - απορροφήσεις) κατά έτος t, σε tn CO_{2e}

P_{Σ(t)}: συνολικός πληθυσμός του Δήμου κατά το έτος t, σε ca

Σημείωση: το P_Σ αναφέρεται στους κατοίκους του Δήμου, και όχι στους Δημότες. Αυτό γίνεται προκειμένου η ένδειξη της κλιματικής επίδοσης του Δήμου να έχει ως βάση αναφοράς τον πληθυσμό που κάνει χρήση των Δημοτικών υπηρεσιών και όχι τους ετεροδημότες, οι οποίοι ουσιαστικά δεν συμμετέχουν στο ανθρακικό αποτύπωμα του Δήμου.

Δείκτης ανθρακικού αποτυπώματος Δημοτικών κτιρίων (Δείκτης2)

Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται για κάθε έτος και αποτελεί ένδειξη της κλιματικής επίδοσης των Δημοτικών κτιρίων, δηλαδή των κτιρίων (ιδιόκτητων και ενοικιασμένων) που χρησιμοποιεί ο Δήμος για την στέγαση των διαφόρων δραστηριοτήτων και υπηρεσιών του. Υπολογίζεται μέσω της διαίρεσης του ανθρακικού αποτυπώματος του συνόλου των Δημοτικών κτιρίων, δηλαδή του αθροίσματος των εκπομπών ισοδύναμου CO₂ των Πεδίων Εφαρμογής (Scores) 1 και 2, με την συνολική έκταση των Δημοτικών κτιρίων.

$$\text{Δείκτης2}(t) = E_{\text{CO2e_}\Sigma.\text{κτιρία}(t)} / S_{\Sigma.\text{κτιρία}(t)}$$

όπου:

Δείκτης2(t): Δείκτης ανθρακικού αποτυπώματος Δημοτικών κτιρίων για το έτος t, σε tn CO_{2e}/m²

E_{CO2e_Σ.κτιρία(t)}: συνολικές (score 1 + score 2) εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά το έτος t που προκύπτουν από την χρήση του συνόλου των Δημοτικών κτιρίων, σε tn CO_{2e}

S_{Σ.κτιρία(t)}: συνολική έκταση των Δημοτικών κτιρίων κατά το έτος t, σε m²

Σημείωση: το S_{Σ.κτιρία(t)} αποτελεί το άθροισμα των συνολικών επιφανειών (όλων των ορόφων δηλαδή) του συνόλου των Δημοτικών κτιρίων, ιδιόκτητων και ενοικιασμένων.

Δείκτης ανθρακικού αποτυπώματος Δημοτικών συγκοινωνιών (Δείκτης3)

Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται για κάθε έτος και αποτελεί ένδειξη της κλιματικής επίδοσης των Δημοτικών συγκοινωνιών, δηλαδή των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς που ανήκουν και ελέγχονται από τον Δήμο. Υπολογίζεται μέσω της διαίρεσης του ανθρακικού αποτυπώματος του συνόλου των οχημάτων που χρησιμοποιήθηκαν εντός του έτους με τον συνολικό αριθμό των εξυπηρετούμενων επιβατών. Σημειώνεται ότι για τον σκοπό αυτό αθροίζονται οι αντίστοιχες εκπομπές ισοδύναμου CO₂ που εμπίπτουν τόσο στο Πεδίο Εφαρμογής (Score) 1 (ντιζελοκίνητα οχήματα) όσο και στο Πεδίο Εφαρμογής (Score) 2 (ηλεκτροκίνητα οχήματα).

$$\text{Δείκτης3}(t) = E_{\text{CO2e_}\Sigma.\text{ΜΜΜ}(t)} / N_{\Sigma.\text{επιβάτες}(t)}$$

όπου:

Δείκτης3(t): Δείκτης ανθρακικού αποτυπώματος Δημοτικών συγκοινωνιών για το έτος t, σε tn CO_{2e}/επιβάτης

$E_{CO_2e_Σ,MMM(t)}$: συνολικές (score 1 + score 2) εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά το έτος t που προκύπτουν από την χρήση του συνολικού στόλου οχημάτων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς του Δήμου, σε tn CO_{2e}

Σημειώνεται ότι για τον υπολογισμό του $E_{CO_2e_Σ,MMM(t)}$ χρησιμοποιούνται οι σχετικές εξισώσεις, ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται στα οχήματα MMM, που έχουν παρουσιαστεί στην Ενότητα 3.4.4.

$N_{Σ,επιβάτες(t)}$: συνολικός αριθμός επιβατών που εξυπηρετήθηκαν από τις Δημοτικές συγκοινωνίες καθ' όλη την διάρκεια του έτους t.

Δείκτες επίτευξης κλιματικού στόχου (Δείκτης4 και Δείκτης5)

Οι δείκτες αυτοί αποτυπώνουν την πορεία επίτευξης των κλιματικών στόχων που έχουν οριστεί στο εδάφιο γ) της παραγράφου 2 του άρθρου 16 του Εθνικού Κλιματικού Νόμου 4936/2022 (ΦΕΚ 105Α):

Μείωση εκπομπών κατ' ελάχιστον	→ 10% το 2025	σε σχέση με το 2019 (έτος αναφοράς)
	→ 30% το 2030	

$$\text{Δείκτης4}_{(t)} = (E_{CO_2e_Σ(t)} - E_{CO_2e(\text{στόχος2025})}) / E_{CO_2e(\text{στόχος2025})}$$

όπου:

$\text{Δείκτης4}_{(t)}$: Δείκτης επίτευξης κλιματικού στόχου κατά το έτος t, σε %

$E_{CO_2e_Σ(t)}$: συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το τρέχων έτος t, σε tn CO_{2e}

$E_{CO_2e(\text{στόχος2025})}$: συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το έτος στόχος (2025) = 0,9 x $E_{CO_2e(2019)}$, σε tn CO_{2e}

$E_{CO_2e(2019)}$: συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του έτους 2019 (έτος αναφοράς), σε tn CO_{2e}

Εάν ο Δείκτης4 λαμβάνει θετική τιμή, αυτό σημαίνει ότι δεν έχει επιτευχθεί ο στόχος του Κλιματικού Νόμου σε σχέση με το 2025. Στην περίπτωση αυτή η τιμή του Δείκτη4 δίνει το ποσοστό απόκλισης από τον ορισθέντα κλιματικό στόχο για το 2025.

Όταν ο Δείκτης4 λάβει τιμή 0, αυτό σημαίνει ότι επιτεύχθηκε ο κλιματικός στόχος για το 2025, ενώ όταν λάβει αρνητική τιμή θα σημαίνει ότι έχει επιτευχθεί υπέρβαση του στόχου.

Αντίστοιχα όσον αφορά στον Δείκτη5:

$$\text{Δείκτης5}_{(t)} = (E_{CO_2e_Σ(t)} - E_{CO_2e(\text{στόχος2030})}) / E_{CO_2e(\text{στόχος2030})}$$

όπου:

$\text{Δείκτης5}_{(t)}$: Δείκτης επίτευξης κλιματικού στόχου κατά το έτος t, σε %

$E_{CO_2e_Σ(t)}$: συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το τρέχων έτος t, σε tn CO_{2e}

$E_{CO_2e(\text{στόχος}2030)}$: συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το έτος στόχος (2030) = 0,7 x $E_{CO_2e(2019)}$, σε tn CO_{2e}

$E_{CO_2e(2019)}$: συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του έτους 2019 (έτος αναφοράς), σε tn CO_{2e}
Εάν ο Δείκτης5 λαμβάνει θετική τιμή, αυτό σημαίνει ότι δεν έχει επιτευχθεί ο στόχος του Κλιματικού Νόμου σε σχέση με το 2030. Στην περίπτωση αυτή η τιμή του Δείκτη5 δίνει το ποσοστό απόκλισης από τον ορισθέντα κλιματικό στόχο για το 2030.

Όταν ο Δείκτης5 λάβει τιμή 0, αυτό σημαίνει ότι επιτεύχθηκε ο κλιματικός στόχος για το 2030, ενώ όταν λάβει αρνητική τιμή θα σημαίνει ότι έχει επιτευχθεί υπέρβαση του στόχου.

ΜΕΡΟΣ Β΄

6. Δίκτυα πόλεων για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Στο πλαίσιο αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης και της θωράκισης των αστικών περιοχών έναντι αυτής, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, πρωτοβουλίες και δίκτυα πόλεων, Δήμων και Μητροπολιτικών περιοχών, για την από κοινού προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και καταγραφής του ανθρακικού αποτυπώματος από τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εντός αστικών περιοχών.

Στόχος των εν λόγω δικτύων είναι η ανάπτυξη συνεργασίας για ανταλλαγή πληροφοριών και τεχνογνωσίας σε θέματα κατάρτισης, εφαρμογής και παρακολούθησης των Σχεδίων Δράσης και υλοποίησης των Προγραμμάτων που έχει καταρτίσει η κάθε πόλη για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε επιμέρους τομείς όπως οι μεταφορές, η ενέργεια, οι χρήσεις γης, τα κτίρια και τα απόβλητα.

Ενδεικτικές πρωτοβουλίες και δίκτυα πόλεων είναι:

- ✓ **C40 CITIES** (www.c40.org): Παγκόσμιο κλιματικό δίκτυο πόλεων, με 96 μέλη έως τώρα, με στόχο την επείγουσα ανάληψη δράσεων αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης και τη δημιουργία ενός βιώσιμου μέλλοντος. Στο πλαίσιο του εν λόγω δικτύου, οι πόλεις δρουν από κοινού για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, μέσω συνεργασιών, ανταλλαγής επιστημονικής γνώσης, εμπειριών, τεχνογνωσίας και βέλτιστων πρακτικών. Η πόλη της Αθήνας συμμετέχει από το 2008 μέχρι και σήμερα ενεργά στο εν λόγω δίκτυο στις ακόλουθες θεματικές του ενότητας:
 - α) *Cool Cities*, ως ηγέτιδα πόλη από το 2018, που ασχολείται - μεταξύ άλλων - με τη μείωση των θερμοκρασιών στον αστικό ιστό, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, την προσαρμογή των πόλεων στις υψηλές θερμοκρασίες και τις πράσινες υποδομές.
 - β) *Municipal Buildings Efficiency*, που ασχολείται με θέματα που αφορούν τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των Δημοτικών κτιρίων.
 - γ) *Waste to Resources Network*, που ασχολείται με θέματα κυκλικής οικονομίας και διαχείρισης των απορριμμάτων.

- ✓ *EU Mission: 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030* (https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en): Ευρωπαϊκό Δίκτυο 100 κλιματικά ουδέτερων πόλεων από κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και 12 ακόμα πόλεις από συνδεδεμένες χώρες της Ε.Ε., με σκοπό οι πόλεις αυτές να καταστούν κλιματικά ουδέτερες (climate-neutral) και έξυπνες (smart cities) έως το 2030, επιδιώκοντας την επίτευξη φιλόδοξων στόχων ταχείας μείωσης των εκπομπών, μέσω της υιοθέτησης και εφαρμογής πρωτοποριακών και καινοτόμων στρατηγικών, με την εμπλοκή πολιτών και ενδιαφερόμενων φορέων. Στο εν λόγω Ευρωπαϊκό Δίκτυο συμμετέχουν από την Ελλάδα 6 Δήμοι: Αθηνών, Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων, Καλαμάτας, Κοζάνης και Τρικάλων. Επιπλέον, 85 Ελληνικοί Δήμοι υπέγραψαν το 2023 Μνημόνιο Συνεργασίας με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας για την Ευρωπαϊκή Αποστολή “100 Κλιματικά Ουδέτερες Πόλεις μέχρι το 2030”, με το οποίο δεσμεύονται να εργαστούν πάνω στην κλιματική ουδετερότητα. Το πρώτο Μνημόνιο Συνεργασίας υπογράφηκε το 2022 και αρχικά συμμετείχαν οι εξής Δήμοι: Αγρινίου, Αλεξανδρούπολης, Ηρακλείου, Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων, Καλαμαριάς, Καλαμάτας, Καρδίτσας, Κεντρικής Κέρκυρας και Διαπόντιων Νήσων, Κοζάνης, Μυτιλήνης, Τρικάλων, καθώς και Δήμοι που ανήκουν στον Αναπτυξιακό Σύνδεσμο Δυτικής Αττικής (Άγιοι Ανάργυροι – Καματερό, Αιγάλεω, Ίλιον, Κορυδαλλός, Περιστέρη, Πετρούπολη, Φυλή, και Χαϊδάρη).
- ✓ *ICLEI – International Council for Local Environmental Initiatives* (iclei.org): Παγκόσμιο δίκτυο περισσότερων από 2.500 τοπικών και περιφερειακών κυβερνήσεων που έχουν δεσμευτεί για τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Δραστηριοποιείται σε περισσότερες από 125 χώρες, με σκοπό να καθοριστούν αειφόρες πολιτικές, που θα στοχεύουν σε ανάληψη δράσεων τοπικού επιπέδου, για χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ανάπτυξη βασισμένη στην προστασία του περιβάλλοντος, την κοινωνική δικαιοσύνη, την ανθεκτικότητα έναντι της κλιματικής αλλαγής και την κυκλική οικονομία.
- ✓ *WMCCC - World Mayors Council on Climate Change* (www.worldmayorscouncil.org/): Παγκόσμιο συμβούλιο συμμαχίας 50 περίπου Δημάρχων που έχουν δεσμευτεί για την προστασία των πόλεων έναντι της κλιματικής αλλαγής. Ιδρύθηκε το 2005, με σκοπό την επίτευξη ισχυρών δεσμεύσεων από τις τοπικές κυβερνήσεις και τους κυβερνητικούς φορείς για ανάληψη πολυμερών προσπαθειών αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και ζητημάτων συναφών με την παγκόσμια βιωσιμότητα. Υποστηρίζεται από το ICLEI, το οποίο ενεργεί ως Γραμματεία του και διευκολύνει τη συμμετοχή των μελών του στις διαπραγματεύσεις του ΟΗΕ για το κλίμα.

- ✓ *UCLG – United Cities and Local Governments* (www.uclg.org): Παγκόσμιο δίκτυο πόλεων και τοπικών, περιφερειακών και μητροπολιτικών κυβερνήσεων με στόχο την προώθηση της ανταπόκρισης και της ανάληψης πρωτοποριακών δράσεων και δεσμεύσεων σε παγκόσμιο επίπεδο για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης των τοπικών κοινοτήτων.
- ✓ *CN Net – Climate Neutral Network* (www.climateneutral.org/): Παγκόσμια πρωτοβουλία που ξεκίνησε το 2008 από το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα του ΟΗΕ (UNEP), σε συνεργασία με την Ομάδα Διαχείρισης Περιβάλλοντος του ΟΗΕ, με στόχο να σταματήσει την διεθνή αντίδραση σε θέματα υπερθέρμανσης του πλανήτη. Τέσσερις χώρες (Κόστα Ρίκα, Ισλανδία, Νέα Ζηλανδία και Νορβηγία) καθώς και τέσσερις πόλεις και πέντε εταιρείες, συνεργάστηκαν για να ξεκινήσουν το CN Net σε μια προσπάθεια να ενώσουν κράτη, τοπικές αρχές και εταιρείες, με στόχο την δέσμευσή τους για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στόχος της πρωτοβουλίας είναι να υποστηρίξει την ανταλλαγή ιδεών σχετικά με τις μειώσεις ή τις αντισταθμίσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που θα μπορούσαν να συμβάλουν σε μηδενικές καθαρές εκπομπές.
- ✓ *Global Covenant of Mayors for Climate & Energy* (www.globalcovenantofmayors.org/): Παγκόσμιο Σύμφωνο Δημάρχων, που αποτελεί τη μεγαλύτερη εθελοντική συμμαχία πόλεων και τοπικών και περιφερειακών αρχών έναντι της κλιματικής αλλαγής, στο πλαίσιο επίτευξης των στόχων της Συμφωνίας του Παρισίου για το κλίμα. Έως σήμερα συμμετέχουν 12.669 πόλεις, από όλες τις ηπείρους, με συνολικό πληθυσμό 1,09 δις. κατοίκους. Στόχος του είναι α) η δέσμευση των συμμετεχόντων στην ανάληψη πρωτοβουλιών και δράσεων για το κλίμα και την ενέργεια για ένα μέλλον των πόλεων με χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ανθεκτικό έναντι της κλιματικής αλλαγής, β) η υποστήριξη της καταγραφής, εφαρμογής και παρακολούθησης των τοπικών στρατηγικών σχεδίων δράσης κάθε πόλης και γ) η ανταλλαγή των σχετικών πληροφοριών για την πρόοδο και την αποτελεσματικότητα των μέτρων. Από την Ελλάδα, συμμετέχουν 232 δήμοι, μεταξύ των οποίων της Αθήνας, της Θεσσαλονίκης, της Πάτρας, του Πειραιά, του Ηρακλείου, του Βόλου, των Ιωαννίνων, της Αλεξανδρούπολης, της Κομοτηνής, κ.α.

7. Δράσεις πόλεων για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Αθήνα

Ο Δήμος της Αθήνας, ξεκίνησε το 2015 την καταγραφή των εκπομπών της πόλης συστηματικά, ενώ το 2017 μέσω της συμμετοχής του στο παγκόσμιο κλιματικό δίκτυο πόλεων «C40 CITIES» εκπόνησε και άρχισε να εφαρμόζει το πρώτο στην Ελλάδα ολοκληρωμένο «Σχέδιο Δράσης για το Κλίμα» (για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή). Το Σχέδιο Δράσης για το κλίμα αποτέλεσε αναπόσπαστο κομμάτι της Στρατηγικής Ανθεκτικότητας, την οποία συμπληρώνουν δράσεις για μείωση και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Επιπλέον, ο Δήμος Αθηναίων συμμετέχει στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο με τις «100 κλιματικά ουδέτερες και έξυπνες πόλεις της Ευρώπης μέχρι το 2030» (*The 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030*).

Το Τμήμα Ανθεκτικότητας και Βιωσιμότητας του Δήμου Αθηναίων έχει εκπονήσει (και επικαιροποιήσει το 2022) «Σχέδιο Δράσης για το Κλίμα» αντικείμενο του οποίου είναι η επίτευξη των στόχων που έχει θέσει η Συμφωνία του Παρισιού για περιορισμό της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας στον 1,5 °C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας μέχρι το 2050 μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον Δήμο Αθηναίων και την προσαρμογή και ενίσχυση της ανθεκτικότητας της πόλης στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Κάποιοι από τους στόχους του επικαιροποιημένου Σχεδίου Δράσης του Δήμου της Αθήνας, είναι:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 61% έως το 2030 και κατά 100% έως του 2050.
- Έως το 2030, το 70% του πληθυσμού της πόλης να έχει πρόσβαση μέσα σε 15' λεπτά με τα πόδια σε έναν χώρο πρασίνου με οικοσυστημικές λειτουργίες.
- Έως το 2030, το 30% της επιφάνειας της πόλης να είναι καλυμμένη: α) με Χώρους Πρασίνου (δεντροστοιχίες, αστικά δάση, πάρκα, λόφους, ιδιωτικό πράσινο, πράσινους τοίχους και δώματα) και/ή β) με Διαπερατές Επιφάνειες (χωμάτινες επιφάνειες, υδατοπερατά υλικά, επιφάνειες με συστήματα βιώσιμης διαχείρισης νερού).
- Πεζόδρομοι στο οδικό δίκτυο του Δήμου 5ετίας 561.000 m² & 10ετίας 625.000 m²
- Ποσοστό μήκους του οδικού δικτύου με δίκτυο ποδηλατοδρόμων 5ετίας 6,24% & 10ετίας 11,90%

- Περιοχή Περιορισμένης Πρόσβασης ΙΧ 5ετίας 6,50% & 10ετίας 6,6%
- Ποσοστό μετακινήσεων πεζών (2019: 11,34%) 5ετίας 12,50% & 10ετίας 14,50%
- Ποσοστό μετακινήσεων με ποδήλατο (2019: 1,09%) : 5ετίας 2,50% & 10ετίας 4,50%
- Ποσοστό μετακινήσεων με λεωφορείο (2019: 26,88%) : 5ετίας 25,77% & 10ετίας 24%
- Ποσοστό μετακινήσεων με μέσα σταθερής τροχιάς (2019: 25,15%) : 5ετίας 27% & 10ετίας 29%
- Ποσοστό μετακινήσεων με ΙΧ (2019: 30,42%) : 5ετίας 27,84% & 10ετίας 22,30%
- Ποσοστό μετακινήσεων με μηχανοκίνητο δίκυκλο (2019: 5,12%) : 5ετίας 4,31% & 10ετίας 3,20%
- Μείωση του ποσοστού μήκους των μικρών πεζοδρομίων με πλάτος μικρότερου του 1,5μ. στο 10% του συνολικού οδικού δικτύου της πόλης μέχρι το 2030
- Αύξηση θέσεων ελεγχόμενης στάθμευσης κατά 25% μέχρι το 2030
- Δημιουργία 650 σταθμών φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων στον κοινόχρηστο χώρο
- Το 30% του Δημοτικού στόλου να είναι ηλεκτροκίνητος το 2030

Θεσσαλονίκη

Ο Δήμος Θεσσαλονίκης το 2011, προσχώρησε στο εθελοντικό δίκτυο Ευρωπαϊκών Πόλεων και Περιφερειών «Σύμφωνο των Δημάρχων», με σκοπό να επιτύχουν και να υπερβούν το στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κατά 20% μέχρι το 2020. Ο Δήμος με την υπογραφή του Συμφώνου των Δημάρχων δεσμεύτηκε επίσης για την υποβολή Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια στο γραφείο του Συμφώνου των Δημάρχων για έγκριση.

Ο Δήμος Θεσσαλονίκης δεσμεύτηκε για τα ακόλουθα:

- Εξοικονόμηση ενέργειας τουλάχιστον κατά 20%
- Συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο του Δήμου σε ποσοστό μεγαλύτερο του 20%
- Μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) τουλάχιστον κατά 20% έως το 2020, με έτος αναφοράς το 1990 ή άλλο πλησιέστερο έτος για το οποίο υπάρχουν επαρκή δεδομένα.

Στο πλαίσιο της δέσμευσης αυτής, ο Δήμος Θεσσαλονίκης προχώρησε τον Απρίλιο του 2014 στην σύνταξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια με την υποστήριξη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Η συνολική εκτιμώμενη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που θα προέκυπτε σύμφωνα με το σχέδιο θα ανέρχονταν σε περίπου 500.000 tn (20,2%). Δεν είναι γνωστό αν υλοποιήθηκαν οι προτεινόμενες δράσεις και τι αποτέλεσμα είχαν.

Επιπλέον, ο Δήμος Θεσσαλονίκης συμμετέχει στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο με τις «100 κλιματικά ουδέτερες και έξυπνες πόλεις της Ευρώπης μέχρι το 2030» (*The 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030*).

Ηράκλειο Κρήτης

Ο Δήμος Ηρακλείου έχει προσχωρήσει στο «Σύμφωνο των Δημάρχων» από τον Μάρτιο του 2011. Το 1^ο Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας (ΣΔΑΕ) του Δήμου Ηρακλείου εγκρίθηκε τον Αύγουστο 2012 θέτοντας έναν ιδιαίτερα φιλόδοξο στόχο, να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 32% έως το 2020.

Με την προσχώρησή του στο νέο «Σύμφωνο των Δημάρχων», ο Δήμος Ηρακλείου στοχεύει συγκεκριμένα:

- Στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030, κυρίως με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μεγαλύτερη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ)
- Στην ενίσχυση της προσαρμογής/ανθεκτικότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Χανιά

Ο Δήμος Χανίων το 2016 υπέγραψε το επίσημο κείμενο του Συμφώνου των Δημάρχων για το Κλίμα και την Ενέργεια και το 2018 προχώρησε στην κατάρτιση «Σχεδίου Δράσης Αειφόρου Ενέργειας και Κλίματος (ΣΔΑΕΚ)», σύμφωνα με το οποίο, ο Δήμος Χανίων δεσμεύεται για:

- τη μείωση των εκπομπών CO₂ (και ενδεχομένως άλλων αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου) στην έκταση του δήμου κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030, συγκεκριμένα μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και της ευρύτερης χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας,
- την αύξηση της ανθεκτικότητας μέσω της προσαρμογής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής
- το συμμερισμό του οράματος, των αποτελεσμάτων, της πείρας και της τεχνογνωσίας μας με άλλες τοπικές και περιφερειακές αρχές εντός και εκτός της ΕΕ, μέσω άμεσης συνεργασίας και ανταλλαγών μεταξύ ομοτίμων, ιδίως στο πλαίσιο του Παγκόσμιου Συμφώνου των Δημάρχων.

Στο πλαίσιο υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης, ο Δήμος υποχρεώνεται στην υποβολή σχετικών Εκθέσεων Παρακολούθησης, ανά διετία.

Το Σχέδιο Δράσης του Δήμου Χανίων, αναπτύσσεται σε 7 Άξονες, ο καθ' ένας εκ των οποίων περιλαμβάνει συγκεκριμένες Δράσεις και προτεινόμενα Μέτρα. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- «Eco Driving» για τους οδηγούς των Δημοτικών οχημάτων
- Αντικατάσταση του συνόλου του Δημοτικού οδοφωτισμού και φωτισμού ελεύθερων χώρων με λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας
- Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων
- Επέκταση Συστήματος Κοινοχρήστων Ποδηλάτων
- Ανανέωση στόλου Δημοτικών οχημάτων με ηλεκτρικά και δημιουργία σημείων φόρτισης
- Ανανέωση στόλου λεωφορείων με ηλεκτρικά
- Πρόγραμμα Μείωσης Βιοαποβλήτων "Chania Zero Bio-Waste
- Προμήθεια & εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στην στέγη του κτιρίου γραφείων της ΔΕΥΑΧ
- Βιοκλιματική αναβάθμιση περιοχών
- Αντικατάσταση των φυτών που χρησιμοποιούνται στα πάρκα με λιγότερο απαιτητικά σε νερό και ανθεκτικά στην κλιματική αλλαγή
- Εφαρμογή προτύπου ενεργειακής διαχείρισης ISO 50001
- Δημιουργία περιοχών χαμηλών ρύπων (low emission zone)

Τρίκαλα

Πρόσφατα (Δεκέμβριος 2022) ο Δήμος Τρικάλων προχώρησε σε ανοικτή ηλεκτρονική διαδικασία για την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών συνολικού προϋπολογισμού 65.000 € με σκοπό την ανάπτυξη του Κλιματικού Συμβολαίου της πόλης (Climate City Contract), προκειμένου να υποστηριχθεί η ένταξη του στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο με τις «100 κλιματικά ουδέτερες και έξυπνες πόλεις της Ευρώπης μέχρι το 2030» (*The 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030*).

Ο Δήμος Τρικάλων, υπέγραψε με την Γενική Γραμματεία Χωρικού Σχεδιασμού και Αστικού Περιβάλλοντος του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ), σχετικό Μνημόνιο Συνεργασίας «*Σύμφωνο των Πόλεων 2030*» για το Κλίμα, με το οποίο δημιουργείται ένα Σύμφωνο, όπου τοπικοί εταίροι θα συνδιαμορφώνουν τους τρόπους δράσης, με βάση τους στόχους που θα τεθούν για τα Τρίκαλα. Ιδιαίτερος λόγος και ρόλος δίνεται στους πολίτες και τους φορείς τους, για να μετέχουν ενεργά στον σχεδιασμό και υλοποίηση δράσεων για το κλίμα. Η τεχνικοοικονομική βοήθεια θα δίνεται μέσω ειδικής πλατφόρμας και με τη συνδρομή μέρους των 350 εκ. € που το πρόγραμμα Horizon Europe αποδίδει σε δράσεις έρευνας και καινοτομίας. Κυρίως, προωθούνται ο αστικός σχεδιασμός, η ενέργεια και η κινητικότητα.

Οδηγός και Προδιαγραφές προς ΟΤΑ Α΄ Βαθμού
για την κατάρτιση Δημοτικών Σχεδίων Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

Καλαμάτα

Ο Δήμος Καλαμάτας, μέσω της συμμετοχής του στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο με τις «100 κλιματικά ουδέτερες και έξυπνες πόλεις της Ευρώπης μέχρι το 2030» (*The 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030*), βρίσκεται σε φάση σύνταξης του περιεχομένου της Σύμβασης για το κλίμα που θα συνάψει με την Ε.Ε. και κατάρτισης των σταδίων και μέτρων που θα λάβει για την εφαρμογή της.

Από πλευράς Δήμου, έως σήμερα υλοποιούνται:

- η Στρατηγική Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης (ΣΒΑΑ)
- η εκπόνηση του ολοκληρωμένου Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια και το Κλίμα (ΣΔΑΕΚ).
- η εκπόνηση του στρατηγικού Σχεδίου Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ)

Στο πλαίσιο της συμβολής του Δήμου Καλαμάτας στον μετριασμό και στην αντιμετώπιση των δυσμενών αποτελεσμάτων της κλιματικής αλλαγής, έχουν ολοκληρωθεί είναι οι ακόλουθες δράσεις:

- εγκατάσταση συστήματος Γεωθερμίας στο κτίριο του Δημαρχείου
- εγκατάσταση 15.000 λαμπτήρων ηλεκτροφωτισμού τύπου LED
- εφαρμογή στον Δήμο, του πρότυπου ISO 50001
- πλήθος αστικών αναπλάσεων και πεζοδρομήσεων στην πόλη της Καλαμάτας
- εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε Δημοτικά κτίρια
- κατασκευή δίκτυο ποδηλατοδρόμων μήκους 15 km
- κατασκευή «Πάρκων Τσέπης».

Επίσης, έχουν ξεκινήσει ή πρόκειται να ξεκινήσουν σύντομα τα ακόλουθα:

- Ανάπτυξη δράσεων της νέο-ιδρυθείσας «Δημοτικής Ενεργειακής Κοινότητας Καλαμάτας» για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.
- Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων
- Κατασκευή Πράσινου Σημείου Καλαμάτας
- Ανάπτυξη Δικτύου Χωριστής Συλλογής Βιοαποβλήτων
- Περιβαλλοντική Μελέτη Σχεδίου Ανατολικής Παραλίας
- Προμήθεια & εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου διαρροών (τηλεέλεγχος /τηλεχειρισμός) δικτύου ύδρευσης
- Ενεργειακές αναβαθμίσεις Δημοτικών κτηρίων και σχολείων,
- Ενεργειακή αναβάθμιση του Κολυμβητηρίου Καλαμάτας,
- Χρήση ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη αλλά και από τις υπηρεσίες του Δήμου.

Τέλος, ο Δήμος Καλαμάτας, έχει ενταχθεί στο επιχειρησιακό πρόγραμμα «ΑΝΤΩΝΗΣ ΤΡΙΤΣΗΣ» για τα παρακάτω:

- Ενεργειακή Αναβάθμιση Βιολογικού ΗΜ – ΒΜΣ- ΑΠΕ
- Ανάπτυξη Συστήματος Ευφυούς Γεωργίας και καταγραφής Ατμοσφαιρικών Μεταβλητών
- Εγκατάσταση Συστημάτων Καθημερινότητας τα οποία βασίζουν την λειτουργία τους σε ΑΠΕ
- Γωνιές Ανακύκλωσης και Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ)
- Αστική αναζωογόνηση
- Ανάπτυξη ηλεκτροκίνησης – εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

Παρίσι (Γαλλία)

Το 2007, το Παρίσι υιοθέτησε ένα προληπτικό και φιλόδοξο σχέδιο δράσης για το κλίμα με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 75% μεταξύ 2004 και 2050 και κατά 25% έως το 2020. Από το 2016 το Παρίσι ξεκίνησε να καταρτίζει το νέο σχέδιο δράσης για το κλίμα με στόχο μια ανθρακικά ουδέτερη πόλη μέχρι το 2050.

Προς αυτή την κατεύθυνση υπάρχει δέσμευση για:

- Μείωση των τοπικών εκπομπών της περιοχής της πόλης του Παρισιού κατά 100%, επιτυγχάνοντας το στόχο των μηδενικών εκπομπών
- Προώθηση της μείωσης κατά 80% του ανθρακικού αποτυπώματος της ευρύτερης περιοχής του Παρισιού σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2004 και αντιστάθμιση των υπολειμματικών εκπομπών με την συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων μερών.

Για να επιτευχθούν μηδενικές εκπομπές άνθρακα σε τοπικό επίπεδο, η κατανάλωση ενέργειας του Παρισιού θα πρέπει να μειωθεί στο μισό και μέχρι το 2050 το 100% της ενέργειας που καταναλώνεται θα πρέπει να προέρχεται από ΑΠΕ.

Τα τελευταία 10 χρόνια, το αποτύπωμα άνθρακα του Παρισιού έχει μειωθεί κατά σχεδόν 10% λόγω της εφαρμογής των ακόλουθων δράσεων:

- Προληπτική προώθηση της καθαρής ενεργής κινητικότητας, με σημαντική βελτίωση των δημόσιων μεταφορών και των ποδηλατικών υποδομών, καθώς ο τομέας των μεταφορών είναι συχνά η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μετά τα κτίρια και η μεγαλύτερη πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις περισσότερες πόλεις. Κατά τη δεκαετία 2004-

2014, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώθηκαν κατά 39%, με την υιοθέτηση των παρακάτω μέτρων – δράσεων που αφορούν τον τομέα των μεταφορών:

- Αύξηση κατά 700% του δικτύου των ποδηλατοδρόμων
- Ανάπτυξη του προγράμματος της αυτό-ενοικίασης ποδηλάτου
- Δημιουργία πρόσθετων γραμμών τραμ συνολικού μήκους 24 Km
- Εφαρμογή προγράμματος απόσυρσης των επαγγελματικών οχημάτων που χρησιμοποιούν ντίζελ κίνησης, συμπεριλαμβανομένων και των φορτηγών οχημάτων αποκομιδής απορριμμάτων του δήμου.
- Υιοθέτηση προγράμματος θερμικής ανακαίνισης κτιρίων.

Λονδίνο (Αγγλία)

Η μητροπολιτική περιοχή του Λονδίνου, λόγω του πολύ μεγάλου πληθυσμού και της αναμενόμενης ραγδαίας μελλοντικής αύξησής του (περίπου 11 εκατ. έως το 2050), λαμβάνει δράσεις που αφορούν τον τομέα των μεταφορών, με στόχο έως το 2041, το 80% των μετακινήσεων των πολιτών στην πόλη να γίνεται με τα πόδια, με ποδήλατο και με μέσα μαζικής μεταφοράς.

Προς αυτή την κατεύθυνση ο δήμος έχει ήδη αρχίσει να λαμβάνει μέτρα όπως:

- Μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου και προώθηση του περπατήματος και της χρήσης ποδηλάτου και υπηρεσιών δημόσιων συγκοινωνιών υψηλής ποιότητας.
- Χρήση όπου απαιτείται οχημάτων εξαιρετικά χαμηλών έως και μηδενικών εκπομπών ρύπων
- Καθορισμός το 2019 μιας περιοχής της πόλης, ως Ζώνης εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών (Ultra Low Emission Zone - ULEZ), καθώς και οριοθέτηση πέντε πιο περιβαλλοντικά επιβαρυμένων τμημάτων της πόλης, ως γειτονιές χαμηλών εκπομπών (Low Emission Neighbourhoods - LENS), με σκοπό την αποτροπή εισόδου ρυπογόνων οχημάτων σε αυτές.
- Το σύνολο του στόλου των λεωφορείων της πόλης θα είναι ουδέτερου άνθρακα και μηδενικών εκπομπών έως το 2037. Ως πρώτα βήματα γι' αυτό, ήδη από το 2018 όλα τα νέα διώροφα λεωφορεία είναι υβριδικά, ηλεκτρικά ή υδρογόνου και στο κεντρικό Λονδίνο υβριδικά από το 2019, ενώ από το 2020 όλα τα μονώροφα λεωφορεία είναι μηδενικών εκπομπών καυσαερίων.
- Όλα τα νέα ταξί του Λονδίνου είναι μηδενικών εκπομπών ρύπων, ενώ απαγορεύεται η αδειοδότηση νέων ταξί με καύσιμο ντίζελ, με στόχο έως το 2033 όλα τα ταξί και ο στόλος των ενοικιαζόμενων οχημάτων να είναι μηδενικών εκπομπών.
- Επέκταση των θέσεων και των εγκαταστάσεων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Έως το 2020 διαμορφώθηκαν τουλάχιστον 300 σημεία ταχείας φόρτισης.

- Διερεύνηση ενός συστήματος μελλοντικής χρέωσης ανά μίλι των χρηστών των θέσεων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, συνεκτιμώντας οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά κριτήρια, καθώς και στόχους μείωσης των εκπομπών και μείωσης της κυκλοφοριακής επιβάρυνσης των οδών.

Μιλάνο (Ιταλία)

Ενδεικτικές δράσεις που έχει λάβει η πόλη του Μιλάνου, για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι:

- Χρήση 160 λεωφορείων μηδενικών εκπομπών, με ηλεκτρική ενέργεια ή υδρογόνο για τις τοπικές Δημοτικές συγκοινωνίες.
- Αγορά πρόσθετων 350 νέων ηλεκτρικών λεωφορείων, έως τον Ιούνιο του 2026, με απώτερο στόχο την πλήρη ανανέωση του στόλου των 1.200 Δημοτικών λεωφορείων, με ηλεκτρικά έως το 2030.
- Σχεδιασμός δοκιμαστικού μοντέλου αστικής διανομής αγαθών και ειδικότερα αγαθών τελευταίου μιλίου, με την αποκλειστική χρήση ηλεκτρικών οχημάτων ή ποδηλάτων μεταφοράς φορτίων. Στα πλαίσια του εν λόγω δοκιμαστικού μοντέλου, διαμορφώνεται ένα αστικό κέντρο διανομής (Urban Distribution Center - CDU) πλήρως εξοπλισμένο με αυτοματοποιημένες διαδικασίες διαχείρισης αποθήκης, σε κεντροβαρική θέση και με εύκολη πρόσβαση στο κεντρικό οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο, το οποίο πλαισιώνεται από ένα δίκτυο αστικών κόμβων (city hubs - HUBs), που βρίσκονται σε διάφορα σημεία της πόλης, για την παράδοση των αγαθών στον τελικό χρήστη.
- Δημιουργία ταμείου χρηματοδοτικής στήριξης ιδιοκτητών ακινήτων για κτιριακές παρεμβάσεις με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας (π.χ. μόνωση στέγης, δαπέδων και τοίχων, εγκατάσταση αντλιών θερμότητας).
- Ίδρυση μόνιμης επιτροπής πολιτών, για την συμμετοχή τους στη συζήτηση σχετικά με την εφαρμογή, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση του σχεδίου δράσης για τον αέρα και το κλίμα (Air and Climate Plan - PAC)
- Μετασχηματισμός αστικών περιοχών σε άνθρακα ουδέτερες περιοχές (Carbon Neutral Areas - CNA), μέσω παρεμβάσεων σε κτίρια, μετακινήσεις, κ.α.

Βαρκελώνη (Ισπανία)

Ενδεικτικές δράσεις που έχει λάβει η πόλη της Βαρκελώνης, για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι:

- Παροχή επιχορηγήσεων, επιδοτήσεων και συμβουλευτικών υπηρεσιών ειδικών, για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων.

- Ίδρυση το 2017 της Δημοτικής εταιρείας «Barcelona Energia» για την παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε όλη την μητροπολιτική περιοχή της Βαρκελώνης. Έως το 2019 είχαν συνδεθεί περί τις 20.000 κατοικίες, καθώς και όλα τα δημόσια κτίρια της πόλης.

Κοπεγχάγη (Δανία)

Ενδεικτικές δράσεις που έχει λάβει η πόλη της Κοπεγχάγης, για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι:

- Συνεχής επέκταση του συστήματος τηλεθέρμανσης της πόλης το οποίο είναι ένα από τα μεγαλύτερα στον κόσμο. Η διείσδυση της τηλεθέρμανσης από 60% την δεκαετία του 1990 έχει αυξηθεί σε 99%, με αποτέλεσμα την αντίστοιχη μείωση των εκπομπών από την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση σε ποσοστό άνω του 70%.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης με τη συνεχή χρήση της περίσσειας θερμότητας που προέρχεται από σταθμούς συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτροπαραγωγής (Combined Heat and Power - CHP), από βιομηχανικές μονάδες και από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.
- Μετατόπιση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έναντι του πετρελαίου και του λιγνίτη, ως την πρωτογενή πηγή ενέργειας για το σύστημα τηλεθέρμανσης, με αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση των εκπομπών αερίων των θερμοκηπίου.
- Αύξηση του ποσοστού συμμετοχής της πράσινης ενέργειας και κυρίως της χρήσης βιομάζας στους σταθμούς συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτροπαραγωγής της πόλης, καθώς και της αιολικής ενέργειας. Αποτέλεσμα αυτού ήταν την περίοδο 2013-2016 να μειωθούν οι ετήσιες εκπομπές CO₂ της πόλης κατά 38% σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα του 2005, παρά το γεγονός ότι την ίδια περίοδο υπήρξε αύξηση του πληθυσμού της κατά 16%.
- Μετατροπή μιας λιγνιτικής μονάδας ηλεκτροπαραγωγής, σε μονάδα καύσης βιομάζας.
- Αντικατάσταση 20.000 λαμπτήρων ηλεκτροφωτισμού οδών της πόλης, με λαμπτήρες LED, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 57%.

Όσλο (Νορβηγία)

Η πόλη του Όσλο στοχεύει στην μείωση των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 36% έως το 2020, κατά 50% το συντομότερο δυνατόν μετά το 2020 και κατά 95% μέχρι το 2030. Οι δράσεις για την επίτευξη των προαναφερόμενων στόχων, κατηγοριοποιούνται σε τρεις τομείς: α)

μεταφορές; Β) ενέργεια και κτίρια και γ) πόρους (χώρος υγειονομικής ταφής, απόβλητα και λύματα). Κάθε τομέας έχει συγκεκριμένους στόχους μείωσης CO₂.

Μεταφορές: Ο τομέας των μεταφορών αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 60% των συνολικών εκπομπών της πόλης. Στόχος είναι η μείωση 352.000 tn CO₂ από αυτόν τον τομέα αυτόν με μέτρα όπως:

- επενδύσεις αστικής ανάπτυξης, καθιστώντας πιο ελκυστικά τα ποδήλατα και τις δημόσιες συγκοινωνίες,
- κατάργηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων στις δημόσιες συγκοινωνίες και
- εισαγωγή συστημάτων πληρωμών για τους χρήστες των οδών όπως ο δακτύλιος με πληρωμή διοδίων. Στο πλαίσιο του προϋπολογισμού για το κλίμα του 2017, το 93% των εσόδων που προέρχονται από το δακτύλιο με πληρωμή μέσω διοδίων, προορίζεται για επανεπένδυση σε δημόσιες συγκοινωνίες μέχρι το 2036.

Ενέργεια και κτίρια: Στόχος είναι η μείωση 284.000 tn CO₂ που προέρχονται από τον τομέα της ενέργειας και των κτιρίων, γεγονός που αντιπροσωπεύει το 20% των συνολικών εκπομπών. Αυτό θα επιτευχθεί με μέτρα όπως:

- σταδιακή κατάργηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων (πετρελαίου) για θέρμανση των κτιρίων. Τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο και φυσικό αέριο) έχουν σταδιακά καταργηθεί από το σύστημα θέρμανσης των κτιρίων του περιφερειακού τμήματος της πόλη του Όσλο. Το 99% των πηγών ενέργειας αποτελείται τώρα από τη θερμότητα προερχόμενη από το σύστημα αποχέτευσης, την ανάκτηση θερμότητας από τα απόβλητα, τη βιοενέργεια (pellets και βιο-λάδι) και την ηλεκτρική ενέργεια από την υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγής.
- Ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων, μέσω της επαναχρησιμοποίησής τους σε σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θερμότητας.
- δημιουργία κλιματικά ουδέτερων κτιρίων.

Πόροι (Διαχείριση αποβλήτων): Όσον αφορά τον τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων, αναμένεται μείωση 200.000 επιπλέον tn CO₂, με τη λήψη μέτρων, όπως:

- αύξηση των ποσοστών της επαναχρησιμοποίησης (reuse), της ανακύκλωσης (recycling) και της κοινής χρήσης (sharing) των αγαθών, μέσω της δημιουργία Κέντρων Επαναχρησιμοποίησης προϊόντων έτσι ώστε αυτά να μην καταλήξουν ως απόβλητα
- επένδυση σε νέες τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα και ενεργειακής αξιοποίησης των παραγόμενων αποβλήτων

Στοκχόλμη (Σουηδία)

Στόχος της πόλης είναι η επίτευξη μηδενικών εκπομπών μέχρι το 2040.

Ενέργεια και κτίρια: Μετάβαση σε ένα καθαρότερο σύστημα θέρμανσης των κτιρίων της πόλης, μέσω:

- της μείωσης της χρήση ορυκτών καυσίμων και
- της δημιουργίας Δημοτικών ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Το 10% των απαιτήσεων της πόλης σε ηλεκτρική ενέργεια, δύναται να προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια που να παράγεται σε κτίρια μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων, ενώ 750 GWH δύναται να παραχθούν από βιομάζα σε συνδυασμένους σταθμούς θερμότητας και ηλεκτροπαραγωγής (CHP). Σημειώνεται ότι το 2016 εγκαινιάστηκε ένα νέο εργοστάσιο Bio-CHP το οποίο είναι ένα από τα μεγαλύτερα στον κόσμο.

Μεταφορές: Περίπου το 43% των μειώσεων των εκπομπών πρέπει να προέρχεται από τον τομέα των μεταφορών. Μέτρα για αυτό είναι:

- Παροχή οικονομικών κινήτρων – ωφελημάτων σε ιδιοκτήτες οχημάτων μη ορυκτών καυσίμων, με την εισαγωγή συστήματος διαφορετικής – μικρότερης φορολόγησης (Δημοτικά τέλη) για αυτούς.
- Βελτίωση των υποδομών που αφορούν την χρήση ποδηλάτου (ποδηλατοδρόμοι).
- Συνεργασία της Δημοτικής αρχής με την κυβέρνηση και τις βιομηχανίες για την εισαγωγή μέτρων μείωσης των εκπομπών σε τομείς όπως η ναυτιλία και η αεροπλοΐα. Ο Δήμος επενδύει σε υποδομές ηλεκτροφόρτισης σε λιμάνια για σκάφη.

Απόβλητα: Ο τομέας των αποβλήτων συμμετέχει σε σημαντικό βαθμό στη μείωση των εκπομπών. Το 70% όλων των οργανικών αποβλήτων από τρόφιμα συλλέγεται και μετατρέπεται σε βιοαέριο σε εργοστάσιο που κατασκευάστηκε για το σκοπό αυτό.

Νέα Υόρκη (ΗΠΑ)

Η πόλη της Νέας Υόρκης υιοθετεί από το 2020 πρόγραμμα δράσεων για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 10 εκατ. τη έως το 2030. Για τον σκοπό αυτό ο δήμος αξιολόγησε, ιεράρχησε και κατέταξε τις δράσεις του προγράμματος με βάση τέσσερα κριτήρια: α) δυνατότητα βραχυπρόθεσμης μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, β) αναμενόμενα οφέλη (π.χ. νέες θέσεις εργασίας), γ) εκτιμώμενο κόστος υλοποίησης και δ) ποσοστό βιωσιμότητας.

Προτεραιότητα από τον Δήμο δόθηκε σε ενέργειες που αφορούν στον τομέα των κτιρίων και συγκεκριμένα σε δράσεις βελτίωσης της ποιότητας του αέρα σε επιβαρυμένες περιοχές και γειτονίες της πόλης, με κυριότερη τη μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων για τη θέρμανση των μεγάλων κτιρίων της πόλης.

- Υποχρεωτική θέσπιση και εφαρμογή της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Νομοθετικές ρυθμίσεις για απαίτηση περιορισμού της χρήσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλα τα μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα.
- Μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων των νέων κτιρίων, μέσω της θέσπισης νομοθετημάτων που αφορούν τον τομέα των οικοδομικών αδειών.
- Επένδυση σε υποδομές των ηλεκτρικών οχημάτων, με την εγκατάσταση 50 κόμβων γρήγορης φόρτισης έως το 2020.
- Υποστήριξη και βελτίωση του δικτύου του μετρό και των λεωφορειακών γραμμών.
- Επέκταση των δικτύου ποδηλατοδρόμων της πόλης και του προγράμματος κοινής χρήσης ποδηλάτων.

Σαν Φρανσίσκο (ΗΠΑ)

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώνονται σταδιακά από το 2000. Οι σημαντικότερες μειώσεις προέρχονται από παρεμβάσεις και δράσεις που σχετίζονται με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς αυτή αντιπροσωπεύει σχεδόν το 30% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στα κτίρια της πόλης. Υπάρχει δέσμευση του δήμου για την επίτευξη κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε ποσοστό 100% έως το 2030. Σήμερα το 77% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτεί την πόλη προέρχεται από πηγές μηδενικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΑΠΕ), καλύπτοντας το σύνολο των δημόσιων κτιρίων της.

Βανκούβερ (Καναδάς)

Παρά το γεγονός ότι η διαχείριση των αποβλήτων συμβάλλει σε μικρό σχετικά βαθμό στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε παγκόσμια κλίμακα, ωστόσο σε τοπικό επίπεδο μια πόλης ή ενός Δήμου, μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών, καθώς η διαχείριση των απορριμμάτων αποτελεί ένα τομέα στον οποίο ο δήμος ή/και η πόλη έχει άμεση επιρροή.

Η πόλη του Βανκούβερ είναι ένα ξεκάθαρο παράδειγμα του πώς μπορεί να γίνει αυτό, καθώς η υιοθέτηση βελτιωμένων πρακτικών στον τομέα της διαχείρισης απορριμμάτων, αποτελεί έναν

σημαντικό πυλώνα υλοποίησης του οράματός της για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και μετάβασή της σε μια από τις πιο πράσινες πόλεις στον κόσμο.

Στο πλαίσιο αυτό, την περίοδο 2007-2016, η πόλη του Βανκούβερ, έλαβε τα ακόλουθα μέτρα – δράσεις, με αποτέλεσμα την μείωση των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της πόλης κατά 65%:

- Μείωση κατά 23%, της ποσότητας των απορριμμάτων που οδηγήθηκαν σε χώρους υγειονομικής ταφής, παρά το γεγονός ότι την ίδια περίοδο υπήρξε αύξηση του πληθυσμού της πόλης σε ποσοστό 10%.
- Διπλασιασμός της ποσότητας των απορριμμάτων που κομποστοποιήθηκαν και
- Δραστική βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος συλλογής αερίων από τους ΧΥΤΑ.

Τόκιο (Ιαπωνία)

Ενδεικτικές δράσεις που έχει λάβει η πόλη του Τόκιο, για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι:

- Μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 2000. Μέχρι το 2016, η κατανάλωση ενέργειας ήταν 21% κάτω από τα επίπεδα του 2000, ενώ οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases - GHG) ήταν 7% κάτω από τα επίπεδα του 2003. Το μικρότερο ποσοστό της μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου, σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, οφείλεται στο γεγονός ότι η συμμετοχή της χρήσης του άνθρακα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία αντιπροσωπεύει περίπου το ήμισυ της χρήσης ενέργειας στην πόλη, έχει αυξηθεί σχεδόν κατά 50% σε σχέση με τα επίπεδα του 2000, ως αποτέλεσμα του κλεισίματος μεγάλων πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και αντικατάστασής τους με σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο κυρίως φυσικό αέριο.
- Έλεγχο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η πόλη επιτάχυνε τις πολιτικές της για την ενεργειακή απόδοση.
- Εισαγωγή του 2010 του πρώτου στον κόσμο συστήματος ανώτατων ορίων και εμπορίας εκπομπών άνθρακα, επιβάλλοντας μειώσεις εκπομπών για μεγάλα κτίρια.

Σίδνεϊ (Αυστραλία)

Βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας στα κτίρια. Οι εκπομπές στην πόλη του Σίδνεϋ κορυφώθηκαν το 2007 και έκτοτε έχουν μειωθεί κατά 20%, κυρίως ως αποτέλεσμα της μειωμένης χρήσης ενέργειας στα κτίρια, που αποτελεί ποσοστό άνω του 80% των συνολικών εκπομπών της πόλης.

Έχει εφαρμοστεί ένα ευρύ φάσμα προγραμμάτων, επιχορηγήσεων και κινήτρων με στόχο την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

- Μετασκευαστικές εργασίες στα δημόσια κτίρια
- Κλιμακούμενη χρήση καθαρής ενέργειας σε αυτά
- Δημιουργία της «Συνεργασία για καλύτερα κτίρια» (Better Buildings Partnership), με συμμετοχή ιδιοκτητών και διαχειριστών ακινήτων που αφορούν σε εμπορικούς χώρους και χώρους γραφείων καθώς και εμπλεκόμενων φορέων του κτιριακού κλάδου, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το ήμισυ των εμπορικών καταστημάτων και των χώρων γραφείων του Σίδνεϋ. Η εν λόγω συνεργασία, πέτυχε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 52% σε περίπου μια δεκαετία.

Αδελαιίδα (Αυστραλία)

Η πόλη έχει υιοθετήσει δέκα βασικά μέτρα για την μείωση των εκπομπών, ως ακολούθως:

- Παρακολούθηση και διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας και νερού στις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς κοινής ωφέλειας.
- Βελτίωση των κτιρίων.
- Αντικατάσταση 5.000 λαμπτήρων φωτισμού της πόλης, με LED.
- Βιώσιμες Δημοτικές προμήθειες, με την επιλογή προϊόντων που βασίζονται στα κοινωνικά και περιβαλλοντικά πιστοποιητικά.
- Βιώσιμες Δημοτικές εκδηλώσεις, με την εξάλειψη των πλαστικών μια χρήσης και την ανάπτυξη κατευθυντήριων γραμμών βιώσιμων εκδηλώσεων για όλους τους διοργανωτές.
- Απορρίμματα και ανακύκλωση στην εργασία, με την εκτροπή περισσότερων αποβλήτων από τους χώρους υγειονομικής ταφής και την αξιοποίησής τους σε λοιπές παραγωγικές χρήσεις (π.χ. ανάκτηση ενέργειας, επαναχρησιμοποίηση).
- Ηλιακή ενέργεια στα κτίρια, με την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών σε δημόσια κτίρια της πόλης (Δημαρχείο, εμπορικά κέντρα, κεντρική Δημοτική αγορά, κεντρικό σταθμό λεωφορείων, κ.α.).
- Το σύνολο των ενεργειακών αναγκών του δήμου σε ηλεκτρική ενέργεια, να προέρχεται από ΑΠΕ, με αποτέλεσμα την μείωση των συνολικών εκπομπών σε ποσοστό άνω του 50%.
- Μηδενικές εκπομπές στον τομέα των μεταφορών. Επένδυση σε στόλο ηλεκτρικών οχημάτων του δήμου.

- Πιστοποίηση ουδέτερου ανθρακικού αποτυπώματος της πόλης της Αδελαΐδας από την αυστραλιανή κυβέρνηση μέσω του εν εξελίξει προγράμματος μέτρων και δράσεων για το κλίμα της.

8. Ενδεικτικός κατάλογος καλών πρακτικών μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Στην παρούσα Ενότητα παρουσιάζεται ενδεικτικός κατάλογος διαφόρων καλών πρακτικών που στοχεύουν στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από δραστηριότητες των ΟΤΑ Α΄ βαθμού (Δήμοι). Στόχος είναι η παράθεση εναλλακτικών ιδεών, οι οποίες προσαρμοζόμενες στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός Δήμου μπορούν, η κάθε μία μόνη της ή σε συνδυασμό μεταξύ τους, να αποτελέσουν την βάση για τον σχεδιασμό μέτρων που θα οδηγήσουν στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Κατανάλωση/ παραγωγή ενέργειας

- Ενεργειακή αναβάθμιση Δημοτικών κτιρίων, σχολείων και χώρων αναψυχής/ αθλητισμού
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στα Δημοτικά κτίρια
- Βιοκλιματική αναβάθμιση Δημοτικών κτιρίων
- Εγκατάσταση συστημάτων έξυπνων κτιρίων (Building Management Systems – BMS)
- Σταδιακή αντικατάσταση του συνόλου του Δημοτικού οδοφωτισμού και του φωτισμού ελεύθερων χώρων με λαμπτήρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στους στύλους του Δημοτικού οδοφωτισμού και του φωτισμού ελεύθερων χώρων ώστε να καταστούν ενεργειακά αυτόνομοι
- Εγκατάσταση συστημάτων αυτόματου ελέγχου φωτισμού (με χρήση φωτοκύτταρων)
- Εγκατάσταση συστημάτων γεωθερμίας σε Δημοτικά κτίρια
- Δημιουργία συνεργειών με βιομηχανίες και βιοτεχνίες, οι οποίες έχουν περίσσεια ή απορριπτόμενη θερμική ενέργεια για την θέρμανση (τηλεθέρμανση) Δημοτικών κτιρίων
- Ανάπτυξη έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ με σκοπό την κάλυψη αναγκών του Δήμου.

Κατανάλωση καυσίμων σε κινητές πηγές καύσης

- Εφαρμογή προγράμματος οδήγησης χαμηλών εκπομπών (Eco Driving) για τους οδηγούς των Δημοτικών οχημάτων
- Εφαρμογή προγράμματος σταδιακής αντικατάστασης των Δημοτικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων των φορτηγών οχημάτων και των οχημάτων αποκομιδής απορριμμάτων, με οχήματα νέας τεχνολογίας τα οποία είναι ενεργειακά αποδοτικότερα

- Εφαρμογή προγράμματος σταδιακής αντικατάστασης των Δημοτικών οχημάτων με αντίστοιχα ηλεκτροκίνητα
- Εγκατάσταση σημείων φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων
- Δημιουργία/ αύξηση πεζοδρόμων στο οδικό δίκτυο του Δήμου
- Δημιουργία/ αύξηση δικτύου ποδηλατοδρόμων
- Ανάπτυξη συστήματος κοινόχρηστων ποδηλάτων
- Καθορισμός περιοχών με περιορισμένη πρόσβαση ΙΧ ή/και κυκλοφορίας με χαμηλές ταχύτητες και εγκατάσταση των σχετικών υποδομών.

Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων & λυμάτων

- Ανάπτυξη συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ)
- Ανάπτυξη συστημάτων «Διαλογής στην πηγή»
- Ανάπτυξη συστημάτων «Πληρώνω όσο Πετάω»
- Εφαρμογή Δημοτικών προγραμμάτων κινήτρων για τη μείωση της παραγωγής ΑΣΑ
- Ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών για την συλλογή και διαχείριση ΑΣΑ
- Ανάπτυξη υποδομών ενεργειακής αξιοποίησης των ΑΣΑ
- Ανάπτυξη υποδομών ενεργειακής αξιοποίησης της ιλύος που προκύπτει από την επεξεργασία των λυμάτων
- Αύξηση των ποσοστών επαναχρησιμοποίησης (reuse), ανακύκλωσης (recycling) και κοινής χρήσης (sharing) μέσω της δημιουργίας Κέντρων Επαναχρησιμοποίησης προϊόντων ούτως ώστε να μειωθούν οι ποσότητες που καταλήγουν στα ΑΣΑ.

Υδρευση και άρδευση

- Εγκατάσταση σύγχρονων συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης και άρδευσης
- Σχεδιασμός και εγκατάσταση υποδομών για την αξιοποίηση της επεξεργασμένης εκροής λυμάτων στην άρδευση Δημοτικών χώρων πρασίνου
- Εγκατάσταση συστημάτων άρδευσης εξοικονόμησης νερού (π.χ. στάγδην) στους Δημοτικούς χώρους πρασίνου.

Χρήσεις γης

- Αύξηση των χώρων πρασίνου του Δήμου μέσω:
 - ☑ δημιουργίας νέων πάρκων
 - ☑ φυτεύσεων νέων δέντρων σε ελεύθερους χώρους, υφιστάμενα πάρκα, κλπ.
- Δημιουργία «πράσινων οροφών» και «πράσινων τοίχων» σε Δημοτικά κτίρια

- Δημιουργία προγραμμάτων προώθησης της εγκατάστασης «πράσινων οροφών» και «πράσινων τοίχων» σε ιδιωτικά κτίρια
- Σταδιακή αντικατάσταση των φυτών που χρησιμοποιούνται στα πάρκα με άλλα καλύτερα προσαρμοσμένα στις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται λόγω κλιματικής αλλαγής, δηλαδή λιγότερο απαιτητικά σε νερό και ανθεκτικότερα στις υψηλότερες θερμοκρασίες.

Γενικά

- Πραγματοποίηση βιώσιμων Δημοτικών εκδηλώσεων με στόχο την μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος τους
- Πράσινες δημόσιες συμβάσεις.

9. Κριτήρια επιλογής δράσεων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Για την επιλογή των κατάλληλων δράσεων που θα πρέπει να υλοποιήσει ο ΟΤΑ Α΄ βαθμού (Δήμος) προς την κατεύθυνση της μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος του, δηλαδή της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από τις δραστηριότητες του, θα πρέπει να εξετάζεται μία σειρά κριτηρίων προκειμένου οι δράσεις αυτές να είναι αποτελεσματικές.

Στο πλαίσιο αυτό θα πρέπει να εξετάζεται:

1. Το χρονικό διάστημα (T) που απαιτείται για την ολοκλήρωση της υλοποίησης έκαστης εναλλακτικής δράσης προκειμένου να ξεκινήσει η μείωση των σχετικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
2. Η απόδοση των εναλλακτικών δράσεων όσον αφορά στις απόλυτες συνολικές τιμές μείωσης εκπομπών ισοδύναμου CO₂ (CO_{2e}) που εκτιμάται ότι θα επιτευχθούν:

$$ME_{CO_2e} = \Sigma E_{CO_2e(t)} - \Sigma E_{CO_2e(t+1)}$$

όπου:

ME_{CO_{2e}}: εκτιμώμενη μείωση εκπομπών μετά την εφαρμογή συγκεκριμένης δράσης, σε tn CO_{2e}

ΣE_{CO_{2e}(t)}: συνολικές εκπομπές Δήμου κατά το έτος t πριν την υλοποίηση της δράσης, σε tn CO_{2e}

ΣE_{CO_{2e}(t+1)}: συνολικές εκπομπές Δήμου 1 έτος μετά (t+1) την ολοκλήρωση της υλοποίησης της δράσης, σε tn CO_{2e}

3. Η απόδοση των εναλλακτικών δράσεων σε σχέση με την επίτευξη των κλιματικών στόχων που έχουν οριστεί από την νομοθεσία (Εθνικός Κλιματικός Νόμος 4936/2022). Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να υπολογιστούν, βάσει ασφαλών παραδοχών κατά το δυνατόν, για κάθε μία εναλλακτική δράση ή για κάθε σύνολο εναλλακτικών δράσεων, οι Δείκτες επίτευξης κλιματικού στόχου (βλ. Ενότητα 4) για τα έτη 2025 και 2030, ήτοι οι δείκτες:

Δείκτης4₍₂₀₂₅₎

Δείκτης5₍₂₀₃₀₎

Εάν οι Δείκτες αυτοί λάβουν τιμή 0, οι εξεταζόμενες δράσεις και η απαιτούμενη επένδυση τους έχουν σημαντικό βαθμό επισφάλειας δεδομένου ότι στην περίπτωση αυτή είναι οριακή η επίτευξη

των στόχων ιδίως λαμβανομένου υπόψη ότι είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα υπάρξουν μικρές ή μεγαλύτερες αποκλίσεις από τα αρχικώς σχεδιασθέντα κατά την υλοποίηση των εξεταζόμενων δράσεων.

Εάν οι Δείκτες λάβουν αρνητική τιμή, σημαίνει ότι υπάρχει περιθώριο ασφαλείας για περιπτώσεις σφάλματος κατά τον σχεδιασμό ή/και αποκλίσεων κατά την υλοποίηση των δράσεων, το οποίο αυξάνει όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του Δείκτη.

4. Η απόδοση της επένδυσης που θα πραγματοποιηθεί για την υλοποίηση των εξεταζόμενων εναλλακτικών δράσεων. Για τον σκοπό αυτό θα υπολογιστεί ο λόγος κλιματικού οφέλους - κόστους της επένδυσης (Climatic benefit-cost ratio: CBCR):

$$\text{CBCR} = \text{ME}_{\text{CO}_2\text{e}} / \text{ΚΕ}$$

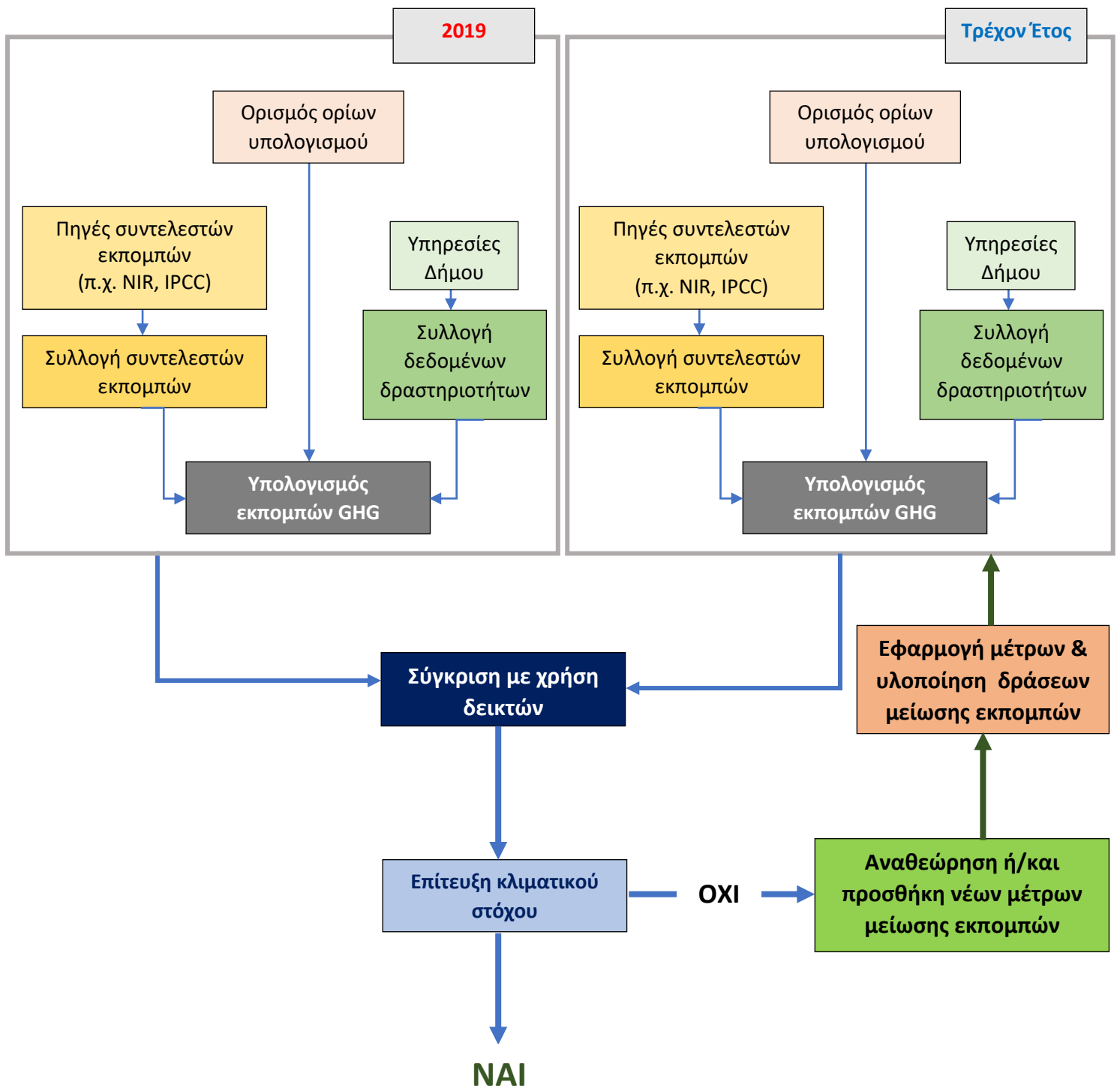
όπου:

CBCR: λόγος κλιματικού οφέλους - κόστους της επένδυσης, σε tn CO_{2e} / €

ME_{CO_{2e}}: εκτιμώμενη μείωση εκπομπών μετά την εφαρμογή συγκεκριμένης δράσης, σε tn CO_{2e}

ΚΕ: κόστος υλοποίησης της δράσης, σε €

10. Πρωτόκολλο διαδικασιών για το σχεδιασμό & εφαρμογή δράσεων μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου



Βιβλιογραφία

Ελληνική

- Σχέδιο Δράσης για το Κλίμα – Α΄ & Β΄ Μέρος (Δήμος Αθηναίων, 2022)
- Σχέδιο Δράσης Δήμου Θεσσαλονίκης (Δήμος Θεσσαλονίκης, 2014)
- Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας και Κλίματος Δήμου Ηρακλείου (Δήμος Ηρακλείου Κρήτης, 2020)
- Σχέδιο Δράσης Αειφόρου Ενέργειας και Κλίματος Δήμου Χανίων (Δήμος Χανίων, 2018)
- Σύστημα Παρακολούθησης της Προόδου Υλοποίησης του ΣΔΑΕΚ Δήμου Χανίων – Παραδοτέο 1 (Δήμος Χανίων, 2022)
- Σχέδιο Δράση για την Αειφόρο Ενέργεια και το Κλίμα (ΣΔΑΕΚ) του Δήμου Καλαμάτας (Δήμος Καλαμάτας, 2021)

Ξενόγλωσση

- Climate Active - Public Disclosure Statement (City of Adelaide, 2021)
- Cities leading the way: Seven climate action plans to deliver on the Paris Agreement (C40 Cities Climate Leadership Group, 2018)
- Climate Neutral Cities – How to make cities less energy and carbon intensive and more resilient to climatic challenges (United Nations Economic Commission for Europe, 2011)
- C40 CITIES – 27 Have Peaked their Greenhouse Gas Emissions (C40 CITIES, 2018)
- Daring Cities 2021 – Compendium of Good Practices (ICLEI Local Governments for Sustainability, 2021)
- EU Emissions – 100 Climate Neutral and Smart Cities (European Union, 2022)
- Greenhouse Gas Protocol, WRI - Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories, GPC: An Accounting and Reporting Standard for Cities Version 1.1
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- 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.
- National Inventory Report 2022, Greece
- Piano Aria e Clima (Comune di Milano, 2022)

Ιστότοποι – Web sites

- <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>
- <https://www.dapeep.gr/dimosieuseis/equseis-proleusis-energeiako/>
- <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghg-uncertainty.xlsx>
- <https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/empire/naei/ipcc/uncertainty/tables.html>
- <https://www.cityofadelaide.com.au/about-adelaide/our-sustainable-city/reducing-council-emissions>
- <https://www.cityofadelaide.com.au/about-adelaide/our-sustainable-city/tracking-city-carbon-emissions>
- <https://www.chicago.gov/city/en/progs/env/2015-chicago-ghg-emissions-inventory.html>
- <https://www.chicago.gov/city/en/progs/env/climateaction.html>
- <https://citiesclimatefinance.org/publications/2021-state-of-cities-climate-finance>
- <https://www.uclg.org>
- <https://ghgprotocol.org>
- <https://iclei.org>
- <https://www.c40.org>
- <https://www.c40.org/researches/unlocking-climate-action-in-megacities>
- <https://resourcecentre.c40.org/climate-action-planning-framework-home>
- <https://www.wri.org>
- <https://www.globalcovenantofmayors.org>
- <https://www.climateneutral.org>
- <http://www.worldmayorscouncil.org>
- <https://eurocities.eu/latest/the-100-climate-neutral-and-smart-cities-by-2030>
- <https://www.chania.gr/enimerosi/sdaek/sdaek-kania.html>
- <https://trikalacity.gr/ta-trikala-stis-100-klimatika-oydeteres-poleis-tis-eyropis-eos-to-2030/>