



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Συγκριτική Αξιολόγηση των Μεθόδων Υπολογισμού
Εκπομπών CO₂ στο πλαίσιο Ανάπτυξης Σχεδίου
Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανδριάνα Π. Κοντού

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Συγκριτική Αξιολόγηση των Μεθόδων Υπολογισμού
Εκπομπών CO₂ στο πλαίσιο Ανάπτυξης Σχεδίου
Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανδριάνα Π. Κοντού

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 23^η Οκτωβρίου 2012.

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

.....
Ανδριάνα Κοντού

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ανδριάνα Κοντού, 2012

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Πρόλογος

Η διπλωματική εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2011-2012 υπό την επίβλεψη του κ. Ιωάννη Ψαρρά, καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.) της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, στον οποίο και οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον κ. Βαγγέλη Μαρινάκη, υποψήφιο Διδάκτορα του Ε.Μ.Π., ο οποίος με την άριστη καθοδήγησή του και τη συνεχή υποστήριξη βοήθησε στην εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

Ανδριάνα Κοντού

Περίληψη

Η προώθηση της ενεργειακής βιώσιμης ανάπτυξης σε τοπικό επίπεδο κατέχει κεντρικό στόχο στις προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας «Σύμφωνο των Δημάρχων» (Covenant of Mayors - CoM), οι τοπικοί άρχοντες σε εθελοντική βάση δεσμεύονται για το μακροπρόθεσμο σχεδιασμό για αειφόρο ενεργειακή δράση και προώθηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕΝ) στις κοινότητές τους, με στόχο μείωση κατά 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2020.

Βασικό εργαλείο για την αειφόρο ανάπτυξη, καθώς και μια από τις απαιτήσεις της συμμετοχής των κοινοτήτων στο Σύμφωνο, είναι η ανάπτυξη ενός Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (ΣΔΑΕ). Στο πλαίσιο του ΣΔΑΕ, αναπτύσσεται το ενεργειακό ισοζύγιο της περιοχής, προσδιορίζονται οι εκπομπές CO₂ και προτείνονται δράσεις (ΑΠΕ & ΕΞΕΝ) για την αειφόρο ενεργειακή ανάπτυξη της περιοχής.

Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση και η συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων μέτρησης εκπομπών CO₂ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια της Ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης. Για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂ μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε οι πρότυποι συντελεστές εκπομπών σύμφωνα με τις αρχές της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change), είτε οι συντελεστές Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA - Life Cycle Assessment), οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη το συνολικό κύκλο ζωής του ενεργειακού φορέα και των διεργασιών.

Η μέθοδος των πρότυπων συντελεστών για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂ είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος στο Σύμφωνο. Αντίθετα η μέθοδος LCA, που είναι πλέον μία διεθνώς πιστοποιημένη μέθοδος, έχει χρησιμοποιηθεί σε πολύ μικρό ποσοστό από τις τοπικές αυτοδιοικήσεις για τα ΣΔΑΕ. Οι μέθοδος LCA, όπως προκύπτει από την συγκριτική αξιολόγηση, για την επίτευξη του ίδιου στόχου μείωσης με τους πρότυπους συντελεστές, απαιτεί περισσότερες δράσεις εξοικονόμησης, μεγαλύτερη συμμετοχή των πολιτών και μεγαλύτερο αρχικό κεφάλαιο από τον δήμο.

Λέξεις Κλειδιά:

Σύμφωνο των Δημάρχων, Απογραφή Εκπομπών CO₂, Ενεργειακή Αποδοτικότητα, Αειφόρος Ενέργεια, Πράσινη Ανάπτυξη, Σχέδιο Δράσης, Βελτίωση Ενεργειακής Αποδοτικότητας, Ενεργειακό Αποτύπωμα, Πρότυποι Συντελεστές, Ανάλυση Κύκλου Ζωής, Τεχνολογίες Παραγωγής Ενέργειας.

Abstract

One of the major priorities of the European Union is the promotion of the sustainable energy development at local level. As part of the "Covenant of Mayors» (CoM), the local authorities voluntarily commit to long-term planning for Renewable Energy Sources and Energy Saving actions and promotions in their communities, with a target of 20% reduction in greenhouse gas emissions by 2020.

The development of a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) is a key tool for sustainable development and one of the participation requirements for the communities of the Covenant. Under the Sustainable Energy Action Plan, the energy balance of a region is analyzed, the CO₂ emissions are identified and actions for sustainable energy development are proposed.

The aim of this thesis is to present and evaluate the CO₂ emissions measuring methods, that can be used within the development of the Action Plan. Calculating the CO₂ emissions can be achieved either by using the “standard” emission factors according to the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) principles, which cover all the CO₂ emissions that occur due to energy consumption within the territory of the local authority, or LCA (Life Cycle Assessment) emission factors, which take into consideration the overall life cycle of the energy carrier.

The CO₂ emissions calculation, over the same reduction target, using the “standard” emission factors is observed to be a widely used method among the Covenant Communities utilizing less consumption data rather than the more recent and less popular LCA method that requires more Power Saving Actions, broader public acceptance and a bigger initial budget.

Keywords: Covenant of Mayors, Baseline Emission Inventory, Energy Efficiency, CO₂ emissions, Sustainable Energy, Renewable Energy, Sustainable Development, Action Plan, Sustainable Energy Action Plan, Energy Footprint, Default Emission factors, Life Cycle Thinking, Life Cycle Assessment, Energy Production Technologies.

Περιεχόμενα:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή.....	13
1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας.....	15
1.2 Φάσεις Υλοποίησης	16
1.3 Δομή Εργασίας	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Μέθοδοι υπολογισμού εκπομπών CO₂.....	19
2.1 Το Σύμφωνο των Δημάρχων.....	21
2.1.1 Το Σύμφωνο με αριθμούς	22
2.1.2 Το Σύμφωνο στην Ελλάδα	23
2.1.3 Συντονιστές (Covenant Coordinators)	24
2.1.4 Υποστηρικτές (Covenant Supporters).....	25
2.1.5 Οι Συνδεδεμένοι Εταίροι (Associated Partners)	25
2.1.6 Σημεία αναφοράς (Benchmarks).....	26
2.1.7 Χρηματοδοτήσεις (Financing)	26
2.2 Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή	31
2.2.1 Η κλιματική αλλαγή.....	32
2.2.2 Αέρια Θερμοκηπίου	32
2.3 Ανάλυση Κύκλου Ζωής	36
2.3.1 Υπολογιστικά εργαλεία και λογισμικό	38
2.3.2 Τα στάδια της διαδικασίας LCA	40
2.4 Το Σύμφωνο των Δημάρχων-Οδηγίες	42
2.4.1 Βασική Απογραφή Εκπομπών (Baseline Emission Inventory)	42
2.4.2 Δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για την απογραφή των εκπομπών	42
2.4.3 Τα αέρια του θερμοκηπίου.....	43
2.4.4 Συντελεστές εκπομπών για την καύση καυσίμων.....	44
2.4.5 Συντελεστής εκπομπών για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	47
2.4.6 Συντελεστές εκπομπών για την τοπική παραγωγή.....	49
2.4.7 Συντελεστής εκπομπών για την κατανάλωση θερμότητας και ψύξης	49
2.4.8 Καταγραφή των καταναλώσεων και υπολογισμός εκπομπών	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας και εκπομπές CO₂	53
3.1 Χαρακτηριστικά τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας	55
3.1.1 Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας	55
3.1.2 Τηλεθέρμανση.....	56
3.1.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια.....	57
3.1.4 Αιολική ενέργεια.....	57
3.1.5 Ηλιακές θερμικές εφαρμογές	59
3.1.6 Κεντρικά φωτοβολταϊκά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας.....	59
3.1.7 Φωτοβολταϊκοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας στις στέγες	60
3.1.8 Συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας.....	60
3.1.9 Βιομάζα	61
3.1.10 Βιοκαύσιμα	62
3.1.11 Γεωθερμική ενέργεια	63
3.1.12 Ενέργεια από ωκεανούς	64
3.1.13 Κυψέλες καυσίμου	65
3.1.14 Ευρωπαϊκός Πεπιεσμένος Αντιδραστήρας	66
3.2 Ανάλυση του Κύκλου Ζωής σε τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας	70
3.2.1 Τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων	70
3.2.1.1 Φυσικό αέριο	70
3.2.1.2 Άνθρακας	71
3.2.1.3 Πετρέλαιο	72
3.2.2 Δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (Carbon dioxide capture and storage – CCS)	72
3.2.3 Πυρηνική ενέργεια	74
3.2.4 Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ)	74
3.2.4.1 Αιολική ενέργεια	75
3.2.4.2 Φωτοβολταϊκά	78
3.2.4.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια	80
3.2.4.4 Ενέργεια βιομάζας	81
3.2.4.5 Γεωθερμική ενέργεια	82
3.2.4.6 Ενέργεια από ωκεανούς.....	83
3.3 Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη διαχείριση αποβλήτων.....	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Υπολογισμός εκπομπών αναφοράς.....	89
4.1 Διαδικασία συγκριτικής αξιολόγησης των μεθόδων υπολογισμού εκπομπών CO ₂	91
4.2 Απογραφή καταναλώσεων δήμου Επιδαύρου	93
4.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά δήμου	93
4.2.2 Καταναλώσεις δήμου ανά τομέα	93
4.2.2.1 Αγροτικός τομέας	93
4.2.2.2 Κτίρια, εξοπλισμός, εγκαταστάσεις και βιομηχανίες	94
4.2.2.3 Μεταφορές.....	97
4.2.3 Τελική Κατανάλωση Ενέργειας.....	99
4.2.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων ισοζυγίου ενέργειας	100
4.3 Προσδιορισμός εκπομπών CO ₂	102
4.3.1 Επιλογή συντελεστών εκπομπών CO ₂	102
4.3.2 Υπολογισμός εκπομπών με τη μέθοδο IPCC.....	103
4.3.3 Υπολογισμός ισοδύναμων εκπομπών CO ₂ με τη μέθοδο LCA	106
4.3.3.1 Υπολογισμός ισοδύναμων εκπομπών CO ₂ με τη μέθοδο LCA ₁	107
4.3.3.2 Υπολογισμός εκπομπών με τη μέθοδο LCA ₂	108
4.3.3.3 Άλλες εκπομπές - αέρια του θερμοκηπίου στον τομέα της γεωργίας .	108
4.3.3.4 Άλλες εκπομπές - αέρια του θερμοκηπίου από την διαχείριση αποβλήτων	115
4.4 Σύγκριση και αξιολόγηση αποτελεσμάτων	121
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Προτεινόμενες Δράσεις για τη Μείωση των εκπομπών CO₂..	127
5.1 Προτεινόμενες παρεμβάσεις στο δήμο	129
5.1.1 Αγροτικός τομέας.....	129
5.1.2 Οικιακός τομέας.....	133
5.1.3 Δημοτικός τομέας	139
5.1.3.1 Δημοτικός φωτισμός.....	159
5.1.3.2 Δημοτικά κτίρια.....	159
5.1.4 Τριτογενής τομέας / Βιομηχανία	148
5.1.5 Μεταφορές.....	148
5.1.6 Τοπική ηλεκτροπαραγωγή	154
5.1.7 Οικιακή κομποστοποίηση	157
5.1.8 Ενημερωτικές δράσεις δήμου	158
5.1.8.1 Ενημερωτικές δράσεις στον αγροτικό τομέα	159

5.1.8.2 Ενημερωτικές δράσεις στον οικιακό τομέα	159
5.1.8.3 Ενημερωτικές δράσεις στον τομέα των επιχειρήσεων	160
5.1.8.4 Ενημερωτικές δράσεις στις μεταφορές	161
5.1.8.5 Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.....	162
5.2 Πιθανά σενάρια με συνδυασμούς των εφικτών παρεμβάσεων για όλες τις μεθόδους μέτρησης.....	162
5.2.1 1 ^η προσέγγιση δράσεων	162
5.2.1.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων 1 ^{ης} προσέγγισης.....	170
5.2.2 2 ^η προσέγγιση δράσεων	173
5.2.2.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων 2 ^{ης} προσέγγισης.....	178
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: Συμπεράσματα και Προοπτικές.....	181
6.1 Συμπεράσματα	183
6.2 Προοπτικές.....	185
Βιβλιογραφία	187

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και η επερχόμενη κλιματική αλλαγή αποτελούν τα τελευταία χρόνια τα βασικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η κινητοποίηση της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας προς την αντιμετώπιση αυτών των βασικών προβλημάτων ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του '90 με την ίδρυση του Διακυβερνητικού Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή και στη συνέχεια θεμελιώθηκε με το Πρωτόκολλο του Κιότο το 2005, το οποίο υπογράφηκε από ένα μεγάλο αριθμό κρατών. Σύμφωνα με το τελευταίο, θέτονται νομικά οι βασικοί κανόνες γύρω από τους οποίους πρέπει να δεσμευτούν τα υπογράφοντα κράτη ώστε να επιτύχουν στόχους εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέπτυξε το Σύμφωνο των Δημάρχων προκειμένου να προωθήσει και να υποστηρίξει τις προσπάθειες που καταβάλλονταν από τις τοπικές αρχές για την εφαρμογή πολιτικών σχετικά με τη βιώσιμη ενέργεια. Το Σύμφωνο είναι η κυριότερη ευρωπαϊκή κίνηση στην οποία συμμετέχουν τοπικές και περιφερειακές αρχές, οι οποίες δεσμεύονται εθελοντικά να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση και τη χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στις περιοχές τους. Με τη δέσμευσή τους, οι υπογράφοντες του Συμφώνου σκοπεύουν να επιτύχουν και να υπερβούν το στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 20% έως το 2020.

Οι συμμετέχοντες στο Σύμφωνο Δήμοι, οφείλουν αρχικά να κάνουν μία απογραφή των καταναλώσεων ενέργειας και των εκπομπών αερίων ρύπων εντός των συνόρων τους και εν συνεχεία να καταστρώσουν ένα Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια στο οποίο θα προτείνονται οι τρόποι για την επίτευξη αυτών των στόχων. Για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂ μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε οι πρότυποι συντελεστές εκπομπών σύμφωνα με τις αρχές της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή, είτε οι συντελεστές Ανάλυση Κύκλου Ζωής, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη το συνολικό κύκλο ζωής του ενεργειακού φορέα και των διεργασιών. Ειδικότερα, η προσέγγιση LCA περιλαμβάνει όχι μόνο τις εκπομπές στην οριοθετημένη περιοχή, αλλά και όλες τις εκπομπές της αλυσίδας εφοδιασμού (όπως τις απώλειες κατά τη μεταφορά, τις εκπομπές διύλισης ή τις απώλειες μετατροπής της ενέργειας) που προκύπτουν εκτός της περιοχής του δήμου. Με αυτή την προσέγγιση, οι εκπομπές CO₂ από τη χρήση ΑΠΕ, καθώς και οι εκπομπές από την παραγωγή πιστοποιημένης «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας θεωρούνται υψηλότερες του μηδενός. Σε αυτήν την προσέγγιση, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο άλλα αέρια θερμοκηπίου, πλην του CO₂, οι εκπομπές των οποίων μετατρέπονται σε εκπομπές ισοδύναμου CO₂.

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των μεθόδων υπολογισμού εκπομπών CO₂ (πρότυποι συντελεστές εκπομπών σύμφωνα IPCC και συντελεστές LCA). Σε δεύτερη φάση θα πραγματοποιηθεί συγκριτική αξιολόγηση των δύο μεθόδων στο πλαίσιο ανάπτυξης ενός ΣΔΑΕ από δήμο της Ελληνικής περιφέρειας.

1.2 Φάσεις Υλοποίησης

Η διπλωματική εργασία εκπονήθηκε το διάστημα Μάρτιος 2012 - Σεπτέμβριος 2012. Η υλοποίηση της χωρίζεται σε πέντε στάδια τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

Στάδιο 1^ο: Ανάλυση Διπλωματικής – Μελέτη του Συμφώνου των Δημάρχων.

Αρχικά έγινε μία πρώτη μελέτη του Συμφώνου των Δημάρχων. Στο πρώτο στάδιο αντλήθηκαν πληροφορίες σχετικά με την αειφόρο ανάπτυξη, το Σύμφωνο των Δημάρχων στην Ευρώπη και στην Ελλάδα, τις υποχρεώσεις και τα οφέλη που προκύπτουν από την ένταξη ενός δήμου σε αυτό αλλά και τα χρηματοδοτικά μέσα σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο για τη στήριξη δράσεων στην κατεύθυνση της αειφόρου ανάπτυξης.

Στάδιο 2^ο: Μελέτη των μεθόδων υπολογισμού εκπομπών CO₂ στα πλαίσια του ΣΔΑΕ.

Στο στάδιο αυτό έγινε μία διεξοδική έρευνα για τις δύο μεθόδους μέτρησης των εκπομπών, την μεθοδολογία των υπολογισμών με χρήση των πρότυπων συντελεστών εκπομπών και με χρήση της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής.

Στάδιο 3^ο: Επιλογή δήμου της Ελληνικής Περιφέρειας και καταγραφή των καταναλώσεων και των εκπομπών με τις διάφορες μεθόδους μέτρησης.

Για την συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων, επιλέχθηκε ένας δήμος της Ελληνικής Περιφέρειας, ο δήμος Επιδαύρου, όπου συγκεντρώθηκαν οι καταναλώσεις που ήταν απαραίτητες για το Σχέδιο Δράσης, σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες και υπολογίστηκαν οι εκπομπές CO₂ με όλες τις μεθόδους.

Στάδιο 4^ο: Διερεύνηση δράσεων για τη μείωση των εκπομπών και την αειφόρο ανάπτυξη.

Στο στάδιο αυτό μελετήθηκαν οι προοπτικές και οι δράσεις με τη βοήθεια των οποίων ο δήμος θα μπορούσε να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις του απέναντι στις δεσμεύσεις του Συμφώνου των Δημάρχων και πραγματοποιήθηκαν οι υπολογισμοί της εξοικονομησης εκπομπών με όλες τις μεθόδους, όπως προκύπτει με την εφαρμογή των δράσεων που επιλέχθηκαν.

Στάδιο 5^ο: Συμπεράσματα και προοπτικές.

Στο τελευταίο στάδιο της εργασίας γίνεται εκτίμηση των συμπερασμάτων που προκύπτουν από τη συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων αλλά και παρουσίαση των προοπτικών για τις μεθόδους μέτρησης.

1.3 Δομή Εργασίας

Η εργασία περιλαμβάνει συνολικά έξι κεφάλαια:

- Στο πρώτο κεφάλαιο που ακολουθεί, μετά την Εισαγωγή, γίνεται μία σύντομη περιγραφή του Συμφώνου των Δημάρχων καθώς και των δομών στήριξης του Συμφώνου σε Ευρωπαϊκό και σε Εθνικό επίπεδο. Αναλύονται οι δύο μέθοδοι υπολογισμού εκπομπών που προτείνονται από το Σύμφωνο και παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία που είναι απαραίτητα να γνωρίζει ένας δήμος σε κάθε μέθοδο για τον υπολογισμό των εκπομπών στο έτος βάσης που επιλέγεται.
- Στο επόμενο κεφάλαιο, γίνεται μία συγκριτική παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών των τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας, ανανεώσιμων και μη. Έπειτα, παρουσιάζονται οι ισοδύναμες εκπομπές CO₂ σε ένα πλήθος τεχνολογιών καθώς και οι παράγοντες που επηρέασαν κάθε φορά τον υπολογισμό των εκπομπών, με βάση τη μέθοδο LCA, όπως αυτές προέκυψαν από διεθνείς μελέτες και πειράματα.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται η επιλογή ενός δήμου της Ελληνικής Περιφέρειας, συγκεκριμένα του δήμου Επιδαύρου, και υπολογίζονται οι εκπομπές CO₂ για το έτος αναφοράς και με τις δύο μεθόδους μέτρησης στα πλαίσια του Συμφώνου και σύμφωνα με την μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στο *Κεφάλαιο 3*, ενώ στο τέλος του κεφαλαίου, γίνεται μία σύντομη σύγκριση των αποτελεσμάτων.
- Στο επόμενο κεφάλαιο, προτείνονται δράσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στον συγκεκριμένο δήμο ώστε να βελτιωθεί η υφιστάμενη κατάσταση και να μειωθούν οι εκπεμπόμενοι ρύποι CO₂ κατά τουλάχιστον 20% μέχρι το 2020, σε σχέση με αυτούς του έτους βάσης. Παράλληλα υπολογίζεται σε κάθε δράση η εξοικονόμηση ρύπων με τις διάφορες μεθόδους μέτρησης. Μετά την παρουσίαση των δράσεων, παρουσιάζονται πιθανά σενάρια όπου στο καθένα γίνεται και διαφορετική επιλογή δράσεων, με βασικά κριτήρια είτε προσεγγιστικά το κόστος των δράσεων για τον δήμο, είτε την εξοικονόμηση ρύπων.
- Στο τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την συγκριτική αξιολόγηση των δύο μεθόδων μέτρησης των εκπομπών καθώς και

οι προοπτικές που παρουσιάζονται στην χρήση αυτών των μεθόδων στο Σύμφωνο.

Κεφάλαιο 2. Μέθοδοι Υπολογισμού εκπομπών CO₂

2.1 Το Σύμφωνο των Δημάρχων

Το Σύμφωνο των Δημάρχων είναι η κυριότερη ευρωπαϊκή κίνηση στην οποία συμμετέχουν τοπικές και περιφερειακές αρχές, οι οποίες δεσμεύονται εθελοντικά να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση και τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις περιοχές τους. Με τη δέσμευσή τους, οι υπογράφωντες του Συμφώνου σκοπεύουν να επιτύχουν και να υπερβούν το στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 20% έως το 2020.

Μετά την έγκριση της δέσμης μέτρων για το κλίμα και την ενέργεια της ΕΕ το 2008, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέπτυξε το Σύμφωνο των Δημάρχων προκειμένου να προωθήσει και να υποστηρίξει τις προσπάθειες που καταβάλλονταν από τις τοπικές αρχές για την εφαρμογή πολιτικών σχετικά με τη βιώσιμη ενέργεια. Πράγματι, οι τοπικές κυβερνήσεις παίζουν καθοριστικό ρόλο στο μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, ιδιαίτερα εάν ληφθεί υπόψη ότι το 80% της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂ συνδέεται με την αστική δραστηριότητα.

Χάρη στα μοναδικά χαρακτηριστικά του, καθώς πρόκειται για τη μοναδική κίνηση του είδους του που κινητοποιεί τοπικούς και περιφερειακούς φορείς γύρω από την εκπλήρωση των στόχων της ΕΕ, το Σύμφωνο των Δημάρχων παρουσιάζεται από τα ευρωπαϊκά θεσμικά όργανα ως ένα εξαιρετικό μοντέλο πολυεπίπεδης διακυβέρνησης. Προκειμένου να μετατρέψουν την πολιτική δέσμευσή τους σε συγκεκριμένα μέτρα και έργα, οι υπογράφωντες του Συμφώνου αναλαμβάνουν κυρίως να συντάξουν μια Βασική Απογραφή Εκπομπών και να υποβάλουν, εντός ενός έτους από την ημερομηνία υπογραφής του Συμφώνου, ένα Σχέδιο Δράσης για τη Βιώσιμη Ενέργεια στο οποίο περιγράφονται οι βασικές δράσεις που σχεδιάζουν να αναλάβουν.

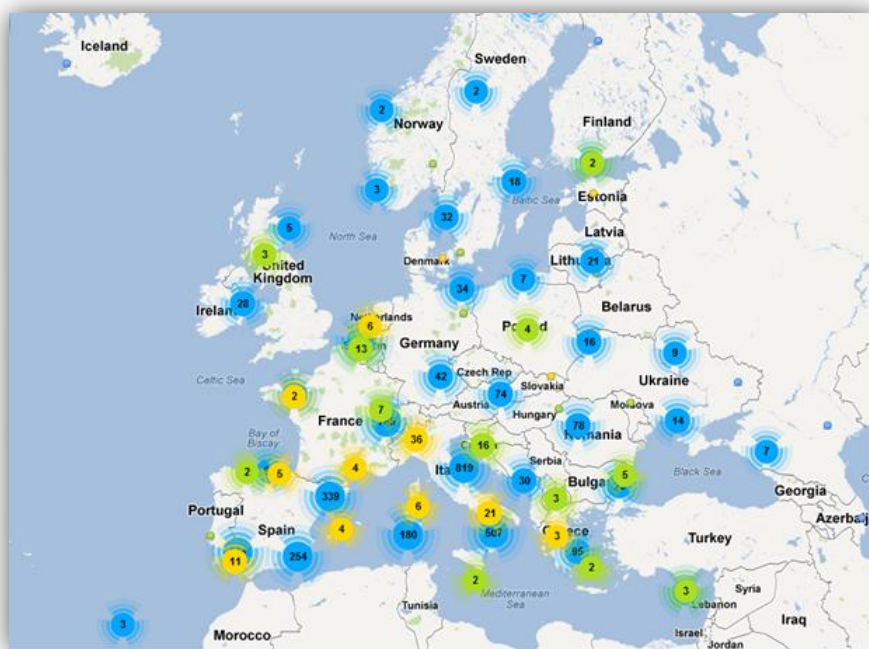
Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας, τα αποτελέσματα των δράσεων των υπογραφόντων είναι ποικίλα: δημιουργία εξειδικευμένων και σταθερών θέσεων εργασίας που δεν υπόκεινται σε μετεγκατάσταση, υγιέστερο περιβάλλον και ποιότητα ζωής, βελτιωμένη οικονομική ανταγωνιστικότητα και μεγαλύτερη ενεργειακή ανεξαρτησία. Οι δράσεις αυτές λειτουργούν ως παραδείγματα προς μίμηση, κυρίως μέσω της αναφοράς στις «Συγκριτικές Αξιολογήσεις Επιδόσεων Αριστείας», μια βάση δεδομένων βέλτιστων πρακτικών που υποβάλλονται από τους υπογράφωντες του Συμφώνου. Ο Κατάλογος με τα Σχέδια Δράσης για τη Βιώσιμη Ενέργεια είναι άλλη μια μοναδική πηγή έμπνευσης, καθώς παρουσιάζει συνοπτικά τους φιλόδοξους στόχους που έχουν τεθεί από άλλους υπογράφωντες και τα βασικά μέτρα που έχουν λάβει για να τους επιτύχουν.[1]

2.1.1 Το Σύμφωνο με αριθμούς

Στο σύμφωνο συμμετέχουν 47 χώρες, κυρίως ευρωπαϊκές. Οι υπογράφοντες ξεπερνούν τις 4.000, με συνολικό πληθυσμό που αγγίζει τα 166.909.652 κατοίκους. Εκτός από τους υπογράφοντες, σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση των Σχεδίων Δράσης για τη Βιώσιμη Ενέργεια, έχουν οι φορείς που στηρίζουν οικονομικά και τεχνικά τους συμμετέχοντες και τους βοηθούν στην οργάνωση, στην υλοποίηση και στην προώθηση των δράσεων που επιλέγουν. Συνοπτικά, από το 2008 όπου η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέπτυξε το Σύμφωνο των Δημάρχων μέχρι και σήμερα, οι φορείς που συμμετέχουν σε αυτήν την ευρωπαϊκή κίνηση παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1. [1]

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΣΥΜΦΩΝΟΥ	
Υπογράφοντες	4.263
Κάτοικοι που συμμετέχουν	166.909.652
Συντονιστές του Συμφώνου	108
Υποστηρικτές του Συμφώνου	72
Σχέδια Δράσης για Αειφόρο Ενέργεια που έχουν υποβληθεί	1.729
Σχέδια Δράσης για Αειφόρο Ενέργεια που έχουν γίνει αποδεκτά	376
Υπογράφοντες που έχουν διαγραφεί από το Σύμφωνο	31

Στον χάρτη που ακολουθεί (Εικόνα 2.1) παρουσιάζονται οι χώρες των οποίων οι δήμοι συμμετέχουν στον Σύμφωνο. Με μπλε επισημαίνεται το πλήθος των δήμων στην συγκεκριμένη περιοχή που έχουν υπογράψει, με κίτρινο επισημαίνονται οι περιοχές όπου εδρεύουν Συνεργάτες του Συμφώνου (Covenant Coordinators) και με πράσινο οι υπόλοιποι φορείς τεχνο-οικονομικής υποστήριξης (Covenant supporters).



Εικόνα 2.1 Συνολικά οι δήμοι που συμμετέχουν στο Σύμφωνο

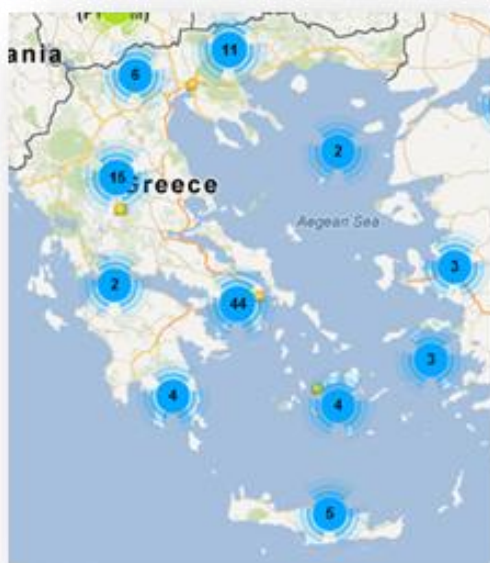
2.1.2 Το Σύμφωνο στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα οι Υπογράφοντες είναι στο σύνολο τους 97. Από το 2005 έχει υπογράψει το 28,6% των δήμων της χώρας. Συνολικά έχουν κατατεθεί 19 Σχέδια Δράσης, συγκεκριμένα το 2010 κατατέθηκαν 13 Σχέδια, το 2011 κατατέθηκαν 2 Σχέδια και το 2012 κατατέθηκαν 4. Μέχρι σήμερα έχουν εγκριθεί δύο από αυτά, στο δήμο Λουτρακίου και στο δήμο Τρικάλων τα οποία κατατέθηκαν το 2010. [1]

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΣΥΜΦΩΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Υπογράφοντες	93
Συντονιστές του Συμφώνου	3
Υποστηρικτές του Συμφώνου	3

Στον χάρτη που ακολουθεί (Εικόνα 2.2) παρουσιάζονται οι δήμοι της Ελλάδος που συμμετέχουν στον Σύμφωνο. Με μπλε επισημαίνεται το πλήθος των δήμων στην συγκεκριμένη περιοχή που έχουν υπογράψει, με κίτρινο επισημαίνονται οι περιοχές όπου εδρεύουν Συνεργάτες του Συμφώνου και με πράσινο οι υπόλοιποι φορείς τεχνο-οικονομικής υποστήριξης. [1]



Εικόνα 2.2 Οι δήμοι της Ελλάδας που συμμετέχουν στο Σύμφωνο

2.1.3 Συντονιστές (Covenant Coordinators)

«Οι Συντονιστές του Συμφώνου» είναι εκείνες οι δημόσιες διοικήσεις οι οποίες παρέχουν στρατηγική καθοδήγηση, οικονομική και τεχνική υποστήριξη στους δήμους που εντάσσονται στο Σύμφωνο, αλλά δεν διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες ή και πόρους για την εκπλήρωση των απαιτήσεών του. [1]

Εκτός της οικονομικής βοήθειας, οι Συντονιστές του Συμφώνου υποστηρίζουν συνήθως τους υπογράφοντες για τη διενέργεια απογραφής εκπομπών CO₂ και κατά την προετοιμασία και εφαρμογή των Σχεδίων Δράσης τους για τη Βιώσιμη Ενέργεια.

Υπάρχουν δύο είδη Συντονιστών του Συμφώνου:

- Εθνικοί Συντονιστές: εθνικοί δημόσιοι οργανισμοί όπως Οργανισμοί και Υπουργεία Ενέργειας.
- Εδαφικοί Συντονιστές: αποκεντρωμένες αρχές όπως περιφέρειες, επαρχίες ή ομάδες τοπικών αρχών.

Οι Εθνικοί και Εδαφικοί Συντονιστές θεωρούνται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ως βασικοί σύμμαχοι του Συμφώνου, καθώς παίζουν καθοριστικό ρόλο στην προσέγγιση των τοπικών αρχών της περιοχής τους και στην παροχή τεχνικής, οικονομικής, διοικητικής και πολιτικής υποστήριξης προς τους υπογράφοντες.

Στην Ελλάδα υπάρχουν μέχρι στιγμής οι ακόλουθοι συντονιστές [1]:

- Centre for Renewable Energy Sources and Saving (CRER).

- Region of Central Macedonia.
- Region of Crete.

2.1.4 Υποστηρικτές (Covenant Supporters)

Οι «Υποστηρικτές του Συμφώνου» είναι ευρωπαϊκά, εθνικά και περιφερειακά δίκτυα και ενώσεις τοπικών αρχών που αξιοποιούν τις δραστηριότητες άσκησης πίεσης, επικοινωνίας και δικτύωσής τους για να προωθήσουν την πρωτοβουλία του Συμφώνου και να υποστηρίξουν τις δεσμεύσεις των υπογραφόντων τους. [1]

Οι Υποστηρικτές, με εξειδικευμένες γνώσεις του ρυθμιστικού, νομοθετικού και οικονομικού πλαισίου στο οποίο λειτουργούν, είτε σε εθνικό είτε σε περιφερειακό είτε σε ευρωπαϊκό επίπεδο, είναι οι πλέον κατάλληλοι για την παροχή ειδικά προσαρμοσμένων συμβουλών στους υπογράφοντες και τον καθορισμό συνεργιών με τις υπάρχουσες πρωτοβουλίες. Οι Υποστηρικτές είναι και αυτοί σημαντικοί συνεργάτες του Συμφώνου, ιδιαίτερα εάν ληφθεί υπόψη η ικανότητά τους να προσαρμόζουν τους στόχους και τα μηνύματα του Συμφώνου με τρόπο που να ταυτίζονται με τα κατά τόπους δεδομένα.

Στην Ελλάδα υπάρχουν μέχρι στιγμής οι ακόλουθοι Υποστηρικτές [1]:

- E.G.T.C. AMPHICTYONY.
- Network of Energy Producing Municipalities.
- Network of Sustainable Aegean Islands (DAFNI).

2.1.5 Οι Συνδεδεμένοι Εταίροι (Associated Partners)

Οι Συνδεδεμένοι Εταίροι διαθέτουν πόρους από τους οποίους μπορούν να επωφεληθούν οι υπογράφοντες κατά την υλοποίηση των στόχων τους. Συγκεκριμένα, οι πόροι αυτοί συνίστανται στην αξιοποίηση της εμπειρογνωμοσύνης, στην ανάπτυξη τεχνικών ή μεθοδολογικών εργαλείων για τους υπογράφοντες καθώς και στη διεξαγωγή ερευνών για διάφορες πτυχές του Συμφώνου. [1]

Ο ρόλος των Συνδεδεμένων Εταίρων είναι η παροχή εμπειρογνωμοσύνης στους υπογράφοντες, καθιστώντας διαθέσιμες σε αυτούς τις δεξιότητες και την τεχνογνωσία τους, και η προώθηση συμπράξεων μεταξύ τοπικών αρχών και άλλων φορέων.

2.1.6 Σημεία αναφοράς (Benchmarks)

Οι Υπογράφωντες και οι Υποστηρικτές έχουν την δυνατότητα να επιδείξουν ενεργειακές πρωτοβουλίες που θεωρούν σημαντικές για άλλες τοπικές αρχές, επαρχίες ή περιφέρειες. Έχουν την δυνατότητα να προωθούν απευθείας στην πλατφόρμα που υπάρχει στο διαδίκτυο «Benchmarks of Excellence catalogue» τις βέλτιστες πρακτικές τους και να αναδείξουν τις δράσεις που έχουν μεγάλες δυνατότητες αναπαραγωγής. Κάθε Υπογράφων καθώς και κάθε δομή στήριξης μπορεί να προωθήσει μέχρι τρεις ενεργειακής απόδοσης πρακτικές που έχουν πραγματοποιηθεί στο έδαφός της και κρίνονται σημαντικές. Η ανταλλαγή των βέλτιστων πρακτικών, Benchmarks of Excellence, είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή υλοποίηση των Σχεδίων Δράσης Βιώσιμη Ενέργεια των πόλεων. [1]

Στην Ελλάδα, υπάρχουν μέχρι στιγμής στο σύνολο τους 31 ενεργειακές πρακτικές που έχουν χαρακτηριστεί ως σημεία αναφοράς.

2.1.7 Χρηματοδοτήσεις (Financing)

Οι Υπογράφωντες, οι οποίοι δεσμεύτηκαν εθελοντικά να επιτύχουν και να υπερβούν το στόχο της ΕΕ για μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 20% έως το 2020, αναζητούν ευκαιρίες χρηματοδότησης που είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη των Σχεδίων Δράσης τους και τη χρηματοδότηση των δράσεων που αυτά περιλαμβάνουν. Η οικονομική στήριξη που παρέχεται στους Υπογράφωντες του Συμφώνου μπορεί να είναι είτε προγράμματα χρηματοδότησης είτε ευρωπαϊκά κονδύλια. [1]

Καινοτόμα προγράμματα χρηματοδότησης

Πολλές πηγές χρηματοδότησης διατίθενται σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο - μεταξύ αυτών, πηγές που προέρχονται από:

- Τους ίδιους πόρους των τοπικών αρχών.
- Τους πόρους των τοπικών εταιρών.
- Τις δημοτικές και περιφερειακές επιδοτήσεις.
- Τις συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα.

Ευρωπαϊκά κονδύλια διαχειριζόμενα σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο

Η Ευρωπαϊκή Πολιτική Συνοχής αποτελείται από τρία κύρια χρηματοδοτικά μέσα:

- Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)

- Το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ)
- Το Ταμείο Συνοχής

Τεχνική βοήθεια στα πλαίσια του JESSICA (Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas)

Το JESSICA (Κοινή Ευρωπαϊκή Υποστήριξη για Βιώσιμες Επενδύσεις σε Αστικές Περιοχές) είναι μια πρωτοβουλία η οποία αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων σε συνεργασία με την Τράπεζα Ανάπτυξης του Συμβουλίου της Ευρώπης.

Στο πλαίσιο των νέων διαδικασιών, τα Κράτη Μέλη ή οι περιφέρειες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τα διαρθρωτικά ταμεία για να πραγματοποιήσουν επιστρεπτέες επενδύσεις σε έργα τα οποία αποτελούν μέρος ενός ολοκληρωμένου σχεδίου για βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Αυτές οι επενδύσεις, οι οποίες δύνανται να έχουν τη μορφή ιδίων κεφαλαίων, δανείων ή εγγυήσεων, πραγματοποιούνται επί διαφόρων έργων μέσω των Ταμείων Αστικής Ανάπτυξης και, εάν απαιτείται, των Ταμείων Συμμετοχών.

Τεχνική βοήθεια στα πλαίσια του JASPERS (Joint Assistance to Support Projects in European Regions)

Το JASPERS (Κοινή Βοήθεια για τη Στήριξη Σχεδίων στις Ευρωπαϊκές Περιφέρειες) παρέχει βοήθεια σε 12 κεντροευρωπαϊκά και ανατολικοευρωπαϊκά Κράτη Μέλη της ΕΕ κατά την προετοιμασία σημαντικών σχεδίων που υποβάλλονται για χρηματοδότηση μέσω επιδοτήσεων των Διαρθρωτικών Ταμείων και του Ταμείου Συνοχής. Στόχος είναι η αύξηση της ποσότητας και της ποιότητας των σχεδίων που θα αποστέλλονται για έγκριση στις υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η βοήθεια του JASPERS, η οποία παρέχεται χωρίς χρέωση, προσανατολίζεται στην επιτάχυνση της απορρόφησης των διαθέσιμων κεφαλαίων.

Πρόγραμμα συνεργασίας INTERREG IV A

Το πρόγραμμα υποστηρίζει τη διασυνοριακή συνεργασία μεταξύ όλων των χωρών της ΕΕ. Στόχος είναι η ενίσχυση της ανταλλαγής εμπειριών μεταξύ των περιφερειών της Ευρώπης και η εξεύρεση από κοινού λύσεων στα προβλήματα που ανακύπτουν. Η βασική ιδέα είναι η αποφυγή της «επανεφεύρεσης του τροχού» και η αναπαραγωγή ταχύτερα επιτυχημένων πολιτικών και στρατηγικών που εφαρμόστηκαν αλλού. Ορισμένες φορές, η προστιθέμενη αξία αυτών των σχεδίων δεν είναι απτή καθώς έγκειται στη βελτίωση των γνώσεων, των ικανοτήτων, των επαφών και σε νέες εμπειρίες, ενώ ενίοτε χρηματοδοτούνται πιλοτικές δράσεις και υλικές επενδύσεις.

Προγράμματα συνεργασίας INTERREG IV B

Στο πλαίσιο αυτού του είδους της συνεργασίας επιτρέπονται πιλοτικά έργα, προετοιμασία επενδύσεων και περιορισμένες επενδύσεις.

Ευρωπαϊκά κονδύλια κεντρικά διαχειριζόμενα από την ευρωπαϊκή επιτροπή

Προγράμματα συνεργασίας INTERREG IV C και URBACT

Διαπεριφερειακή συνεργασία (INTERREG IV C): Τα σχέδια εστιάζουν αυστηρά στην ανταλλαγή εμπειριών και σε ορισμένες περιορισμένες πιλοτικές πρωτοβουλίες, όπως τη δοκιμή μεθοδολογιών και εργαλείων. Δεν παρέχεται στήριξη σε επενδυτικές δραστηριότητες.

URBACT: Ευρωπαϊκό πρόγραμμα ανταλλαγής και μάθησης για πόλεις που προωθούν τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Οι πόλεις συνεργάζονται με σκοπό την εξεύρεση λύσεων για μεγάλες αστικές προκλήσεις, επιβεβαιώνοντας εκ νέου το βασικό ρόλο που κατέχουν στην αντιμετώπιση των ολοένα πιο σύνθετων κοινωνικών αλλαγών.

Μηχανισμός ELENA (European Local ENergy Assistance)

Το ELENA (Ευρωπαϊκή βοήθεια για τοπικά ενεργειακά προγράμματα) είναι ένας μηχανισμός που παρέχει επιδοτήσεις για τεχνική βοήθεια. Το ευρύ φάσμα επιλέξιμων μέτρων για την εν λόγω οικονομική υποστήριξη περιλαμβάνει: μελέτες σκοπιμότητας και αγοράς, διάρθρωση επενδυτικών προγραμμάτων, επιχειρησιακά σχέδια, ενεργειακούς ελέγχους, προετοιμασία διαδικασιών πρόσκλησης για την υποβολή προσφορών και συμβατικών διακανονισμών και ανάθεση της διαχείρισης των επενδυτικών προγραμμάτων σε νεοπροσληθέν προσωπικό. Στόχος είναι να συγκεντρωθούν τα διασκορπισμένα τοπικά σχέδια σε συστηματικές επενδύσεις και να αποκτήσουν μεγάλες πιθανότητες επιτυχίας.

Οι δράσεις που παρουσιάζονται στα σχέδια δράσης των δήμων και τα επενδυτικά προγράμματα πρέπει να χρηματοδοτούνται από άλλα μέσα, όπως δάνεια, την ΕΕΥ ή τα Διαρθρωτικά Ταμεία.

Ο μηχανισμός ELENA χρηματοδοτείται από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Ευφύης Ενέργεια – Ευρώπη με έναν ετήσιο προϋπολογισμό της τάξης των 15 εκατομμυρίων ευρώ. Μέσω του ELENA μπορεί να χορηγηθεί τεχνική βοήθεια για την κατάρτιση επενδυτικών προγραμμάτων, τα οποία μπορούν να συγχρηματοδοτηθούν από την ΕΤΕπ, στους ακόλουθους τομείς:

- Δημόσια και ιδιωτικά κτίρια (συμπεριλαμβανομένων των κοινωνικών κατοικιών), οδικός φωτισμός και σηματοδότες, για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

- Αστικές μεταφορές.
- Τοπικές υποδομές, συμπεριλαμβανομένων των ευφύων δικτύων και των υποδομών πληροφορικής και επικοινωνιών

ELENA-KfW

Αυτός ο νέος μηχανισμός τεχνικής βοήθειας δημιουργήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε συνεργασία με το γερμανικό όμιλο KfW. Στηρίζει επενδυτικά σχέδια μεσαίου μεγέθους με κόστος χαμηλότερο των 50 εκ. ευρώ εστιάζοντας στις πιστώσεις ρύπων.

ELENA-CEB

Το ELENA-CEB έχει αναπτυχθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε συνεργασία με την Τράπεζα Ανάπτυξης του Συμβουλίου της Ευρώπης με σκοπό να παρέχει τεχνική βοήθεια για την ανάπτυξη επενδυτικών σχεδίων, στόχος των οποίων είναι η κοινωνική στέγαση.

Πρόγραμμα Ευφύης Ενέργεια - Ευρώπη (IEE)

Υπάρχουν πολλές αναξιοποίητες ευκαιρίες για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ενθάρρυνση της χρήσης πηγών ανανεώσιμης ενέργειας στην Ευρώπη, όμως οι συνθήκες της αγοράς δεν βοηθούν πάντοτε. Το IEE είναι ένα εργαλείο χρηματοδοτικής δράσης που έχει ως στόχο τη βελτίωση των συνθηκών αυτών και την πρόοδο προς μια ενεργειακά ευφύεστη Ευρώπη.

Έχοντας στη διάθεσή του κονδύλια ύψους 730 εκατομμυρίων ευρώ για την περίοδο 2007 - 2013, το IEE ενισχύει τις προσπάθειες της ΕΕ να επιτύχει τους ενεργειακούς στόχους της για το 2020. Στο πλαίσιο του προγράμματος πραγματοποιούνται ετήσιες προσκλήσεις υποβολής προτάσεων και η χρηματοδότησή του καλύπτει μέχρι το 75% του κόστους των επιλέξιμων σχεδίων.

Η κύρια ομάδα-στόχος του IEE είναι οι τοπικές αρχές. Το πρόγραμμα συγχρηματοδοτεί σχέδια που συμβάλλουν στην επιτυχία της πρωτοβουλίας του Συμφώνου των Δημάρχων, κυρίως μέσω της προώθησης, της ευκολότερης δικτύωσης μεταξύ των τοπικών αρχών, των περιφερειών και των τοπικών εταίρων τους και της τεχνικής υποστήριξης προς τους Υπογράφοντες το Σύμφωνο.

Smart Cities

Οι Υπογράφοντες, οι οποίοι προέβησαν σε πολιτική δέσμευση για μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και ανέπτυξαν ένα ολιστικό σχέδιο δράσης για τη βιώσιμη ενέργεια στις περιοχές τους, μπορούν επίσης να επωφεληθούν από την τεχνολογική συνιστώσα της ενεργειακής πολιτικής της Ευρώπης. Η πρωτοβουλία Smart Cities (Εξυπνες Πόλεις) υποστηρίζει έναν περιορισμένο αριθμό μεγαλύτερων σχεδίων

τεχνολογικής εστίασης που υποβάλλονται από πόλεις και περιφέρειες και περιλαμβάνουν πρωτοπόρα μέτρα για τη βιώσιμη χρήση και παραγωγή ενέργειας και τις μετακινήσεις.

Η πρωτοβουλία βασίζεται σε άλλες πρωτοβουλίες του Στρατηγικού Σχεδίου Ενεργειακών Τεχνολογιών (ΣΣΕΤ), ιδιαίτερα στην Πρωτοβουλία Solar Europe και στην Πρωτοβουλία European Electricity Grid όπως και σε μια σύμπραξη δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για Κτίρια και Πράσινα Αυτοκίνητα στο πλαίσιο της ΕΕ, η οποία δημιουργήθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Σχεδίου.

Ευρωπαϊκό Ταμείο Ενεργειακής Απόδοσης

Το ταμείο αυτό χρησιμοποιεί κεφάλαιο από το Ευρωπαϊκό Σχέδιο για την Ανάκαμψη της Οικονομίας που δεν έχει δαπανηθεί και με τη συγχρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, παρέχει συμμετοχικούς τίτλους, εγγυήσεις και χρεωστικά προϊόντα για δημόσιες αρχές και οργανισμούς ενεργώντας για λογαριασμό τους. Το ταμείο εστιάζει σε επενδύσεις σε κτίρια, τοπικές ενεργειακές υποδομές, εγκαταστάσεις για διανεμημένη παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αστικές μετακινήσεις.

Municipal Finance Facility (Μηχανισμός χρηματοδότησης των δήμων)

Το Municipal Finance Facility είναι μια πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και της Ευρωπαϊκής Τράπεζας για την Ανασυγκρότηση και την Ανάπτυξη (ΕΤΑΑ) με σκοπό την ανάπτυξη και την ενεργοποίηση του δανεισμού από εμπορικές τράπεζες σε μικρού και μεσαίου μεγέθους δήμους και στις κοινωφελείς επιχειρήσεις ενέργειας που διαθέτουν σε χώρες οι οποίες εντάχθηκαν στην ΕΕ το 2004 (Τσεχία, Εσθονία, Ουγγαρία, Λεττονία, Λιθουανία, Πολωνία, Σλοβακία και Σλοβενία, Βουλγαρία και Ρουμανία). Ο μηχανισμός συνδυάζει τη χρηματοδότηση της ΕΤΑΑ υπό τη μορφή μακροπρόθεσμων δανείων ή και δανείων καταμερισμού των κινδύνων.

Πρωτοβουλία για τη Βιώσιμη Ενέργεια

Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα για την Ανασυγκρότηση και την Ανάπτυξη (ΕΤΑΑ) παρέχει ενίσχυση στα έργα των δήμων για τη βιώσιμη ενέργεια στις χώρες στις οποίες λειτουργεί. Οι τομείς παρέμβασης (π.χ. δημοτικές ενεργειακές υποδομές, μεταφορές, αγορά άνθρακα, κ.λπ.) στοχεύουν σε δήμους, τοπικές τράπεζες, μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις και άλλους τοπικούς φορείς.

2.2 Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή -The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Το IPCC είναι ένα επιστημονικό διακυβερνητικό όργανο όπου καθιερώθηκε για πρώτη φορά το 1988 από δύο οργανώσεις των Ηνωμένων Εθνών, τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (World Meteorological Organization-WMO) και το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (United Nations Environment Programme-UNEP), και αργότερα εγκρίθηκε από την Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ. Σκοπός του είναι να παρέχει πλήρεις επιστημονική αξιολόγηση των επιστημονικών, τεχνικών και κοινωνικο-οικονομικών πληροφοριών σε παγκόσμιο επίπεδο για τους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής που προκαλούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, τις πιθανές περιβαλλοντικές και κοινωνικό-οικονομικές συνέπειες τους, αλλά και να προτείνει τις πιθανές επιλογές για την προσαρμογή σε αυτές τις συνέπειες ή τον μετριασμό των επιπτώσεων.

Τα μέλη του IPCC

Το IPCC είναι ένας διακυβερνητικός οργανισμός. Είναι ανοιχτό σε όλες τις χώρες μέλη των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) και του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού. Σήμερα 195 χώρες είναι μέλη του IPCC. Οι κυβερνήσεις συμμετέχουν στις συνόδους της ολομέλειας, όπου λαμβάνονται οι κύριες αποφάσεις σχετικά με το πρόγραμμα εργασίας του IPCC.

Λόγω του επιστημονικού και του διακυβερνητικού χαρακτήρα του, το IPCC ενσαρκώνει μια μοναδική ευκαιρία για την παροχή αυστηρών και ισορροπημένων επιστημονικών πληροφοριών στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων. Εγκρίνοντας τις εκθέσεις του IPCC, οι κυβερνήσεις αναγνωρίζουν την αρχή του επιστημονικού περιεχομένου τους.

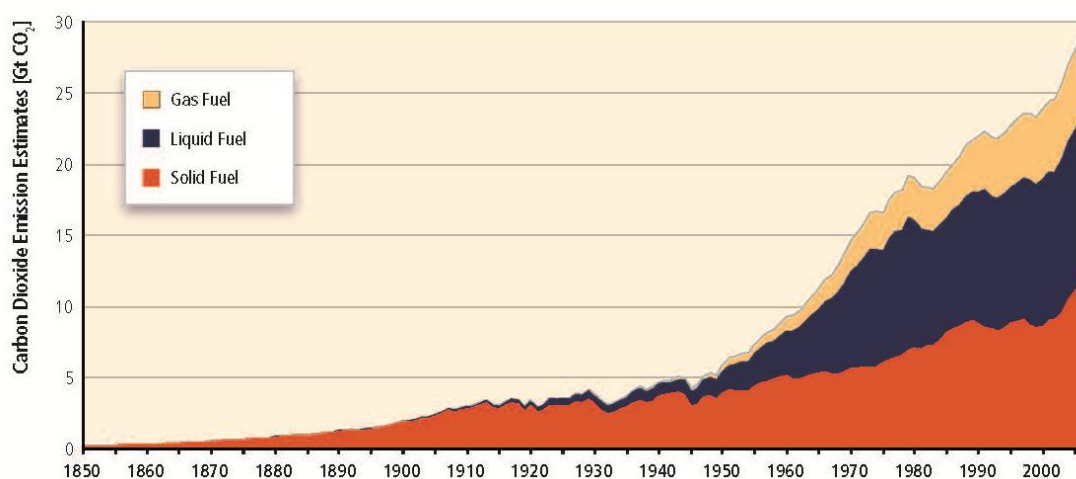
Οι Εκθέσεις-Αξιολογήσεις του IPCC

Το IPCC έχει εκδώσει τέσσερις αξιολογήσεις (1990, 1995, 2001 και 2007) στις οποίες εξετάζει τις επιστημονικές, τεχνικές και κοινωνικό-οικονομικές πληροφορίες σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Η Τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης κυκλοφόρησε στις 17 Νοεμβρίου 2007. Η έκθεση υποστηρίζει ότι "οι εκτιμήσεις βασίζονται σε πληροφορίες που περιέχονται σε έγκριτη βιβλιογραφία και, σε όποια έγγραφα ήταν απαραίτητο, σε εκθέσεις της βιομηχανίας αλλά και σε παραδοσιακές πρακτικές. Η έκθεση στηρίχθηκε στις εργασίες εκατοντάδων εμπειρογνομόνων από όλες τις περιοχές του κόσμου." Επιπλέον, το IPCC έχει εκδώσει πολλές ειδικές εκθέσεις (Special Reports), εκθέσεις μεθοδολογίας (Methodology Reports), τεχνικά έγγραφα (Technical Papers) και άλλα προϊόντα. Αυτή τη στιγμή, η Διακυβερνητική Επιτροπή

για την Κλιματική Αλλαγή εργάζεται για την έκδοση της Πέμπτης Έκθεσης Αξιολόγησης (Fifth Assessment Report), η οποία αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2014. [2]

2.2.1 Η κλιματική αλλαγή

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παροχή ενεργειακών υπηρεσιών αποτελούν την κύρια αιτία της κλιματικής αλλαγής. Η Τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης του IPCC κατέληξε στο συμπέρασμα ότι «Το μεγαλύτερο μέρος της παρατηρούμενης αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας από τα μέσα του 20ου αιώνα είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στην παρατηρηθείσα αύξηση στις ανθρωπογενείς συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου.» Οι συγκεντρώσεις του CO₂ έχουν συνεχή αύξηση και από το τέλος του 2010 η συγκέντρωση CO₂ είχε φτάσει 390 ppm CO₂ ή 39% πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. [20]

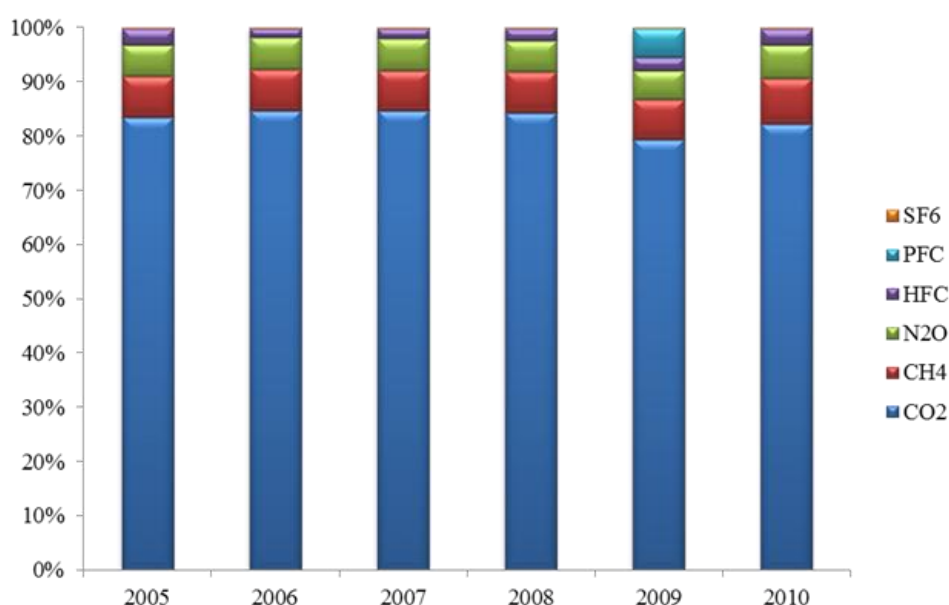


Διάγραμμα 2.1 Παγκόσμιες εκπομπές CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων, 1850 έως 2007. Όλες οι εκτιμήσεις εκπομπών που εκφράζονται σε Gt CO₂. Πηγή δεδομένων: (Boden και Marland, 2010).

2.2.2 Αέρια Θερμοκηπίου

Τα ενεργειακά συστήματα βασίζονται για τις περισσότερες οικονομίες σε μεγάλο βαθμό στην καύση ορυκτών καυσίμων. Κατά τη διάρκεια της καύσης των ορυκτών καυσίμων ο άνθρακας και το υδρογόνο, μετατρέπονται κυρίως σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και νερό (H₂O), απελευθερώνοντας τη χημική ενέργεια του καυσίμου ως θερμότητα. Αυτή η θερμότητα είτε χρησιμοποιείται άμεσα ή με κάποιες απώλειες μετατροπής για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας, συχνά για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή για τη μεταφορά. Ο τομέας της ενέργειας είναι συνήθως ο πιο

σημαντικός τομέας στις μελέτες για την απογραφή εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου, και συνήθως συνεισφέρει πάνω από το 90% των εκπομπών CO₂ και το 75% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις ανεπτυγμένες χώρες. Το διοξείδιο του άνθρακα αντιπροσωπεύει συνήθως το 95% των εκπομπών στον τομέα της ενέργειας με το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου υπεύθυνο για την ισορροπία. Οι σταθερές καύσης είναι συνήθως υπεύθυνες για περίπου το 70% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τον ενεργειακό τομέα. Περίπου το ήμισυ των εκπομπών αυτών συνδέονται με την καύση στις ενεργειακές βιομηχανίες, κυρίως μονάδες ηλεκτροπαραγωγής και τα διυλιστήρια. Η κινητή καύση (οδικών και άλλων οχημάτων) προκαλεί περίπου το ένα τέταρτο των εκπομπών στον τομέα της ενέργειας. [21]



Διάγραμμα 2.2 Ποσοστιαία κατανομή εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου στην Ελλάδα (National Inventory Report-Greece)

Οι εκπομπές CO₂ των καυσίμων

Οι διεργασίες καύσης έχουν βελτιστοποιηθεί για να αποκομίζουν το μέγιστο ποσό της ενέργειας σε κάθε κατανάλωση του καυσίμου, παρέχοντας έτσι το μέγιστο ποσό του CO₂. Η αποδοτική καύση των καυσίμων εξασφαλίζει την οξείδωση του ανώτατου ποσού του άνθρακα που είναι διαθέσιμο στο καύσιμο. Οι συντελεστές εκπομπών CO₂ για την καύση των καυσίμων είναι κατά συνέπεια ανεξάρτητοι από τη διαδικασία της καύσης και ως εκ τούτου κατά κύριο λόγο εξαρτώνται μόνο από την περιεκτικότητα σε άνθρακα του καυσίμου.

Η περιεκτικότητα σε άνθρακα μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ακόμα και μεταξύ των πρωτογενών τύπων καυσίμων :

- Για το φυσικό αέριο, η περιεκτικότητα σε άνθρακα εξαρτάται από τη σύνθεση του αερίου τη στιγμή που παραδίδεται για χρήση. Είναι κυρίως μεθάνιο, αλλά μπορεί

να περιλαμβάνει μικρές ποσότητες αιθανίου, προπανίου, βουτανίου, και βαρύτερους υδρογονάνθρακες. Το φυσικό αέριο στο χώρο της παραγωγής περιέχει συνήθως πολύ μεγαλύτερες ποσότητες μη μεθανικών υδρογονανθράκων. Η περιεκτικότητα σε άνθρακα θα είναι αντίστοιχα διαφορετική.

- Η περιεκτικότητα σε άνθρακα ανά μονάδα ενέργειας είναι συνήθως λιγότερη σε προϊόντα διύλισης, όπως η βενζίνη, από ό, τι για τα βαρύτερα προϊόντα, όπως βαρύ μαζούτ.
- Όσον αφορά τον άνθρακα, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τόνο ποικίλλουν σημαντικά ανάλογα με τη σύνθεση του άνθρακα από άνθρακα, υδρογόνο, θείο, τέφρα, οξυγόνο, και άζωτο.

Ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας για όλα τα είδη καυσίμων όπως αυτά παρουσιάζονται στον οδηγό “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”. [21]

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4 ΠΡΟΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΝΘΡΑΚΑ			
ΤΥΠΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	Περιεκτικότητα σε άνθρακα (kg/GJ)	Κάτω όριο	Πάνω όριο
Crude Oil	20.0	19.4	20.6
Orimulsion	21.0	18.9	23.3
Natural Gas Liquids	17.5	15.9	19.2
Motor Gasoline	18.9	18.4	19.9
Aviation Gasoline	19.1	18.4	19.9
Jet Gasoline	19.1	18.4	19.9
Jet Kerosene	19.5	19	20.3
Other Kerosene	19.6	19.3	20.1
Shale Oil	20.0	18.5	21.6
Gas/Diesel Oil	20.2	19.8	20.4
Residual Fuel Oil	21.1	20.6	21.5
Liquefied Petroleum Gases	17.2	16.8	17.9
Ethane	16.8	15.4	18.7
Naphtha	20.0	18.9	20.8
Bitumen	22.0	19.9	24.5
Lubricants	20.0	19.6	20.5
Petroleum Coke	26.6	22.6	31.3
Refinery Feedstocks	20.0	18.8	20.9
Refinery Gas	15.7	13.3	19.0
Paraffin Waxes	20.0	19.7	20.3
White Spirit & SBP	20.0	19.7	20.3

Other Petroleum Products	20.0	19.7	20.3
Anthracite	26.8	25.8	27.5
Coking Coal	25.8	23.8	27.6
Other Bituminous Coal	25.8	24.4	27.2
Sub-Bituminous Coal	26.2	25.3	27.3
Lignite	27.6	24.8	31.3
Oil Shale and Tar Sands	29.1	24.6	34
Brown Coal Briquettes	26.6	23.8	29.6
Patent Fuel	26.6	23.8	29.6
Coke Oven Coke and Lignite Coke	29.2	26.1	32.4
Gas Coke	29.2	26.1	32.4
Coal Tar	22.0	18.6	26.0
Gas Works Gas	12.1	10.3	15.0
Coke Oven Gas	12.1	10.3	15.0
Blast Furnace Gas	70.8	59.7	84.0
Oxygen Steel Furnace Gas	49.6	39.5	55.0
Natural Gas	15.3	14.8	15.9
Municipal Wastes (non-biomass fraction)	25.0	20.0	33.0
Industrial Wastes	39.0	30.0	50.0
Waste Oils	20.0	19.7	20.3
Peat	28.9	28.4	29.5
Wood/Wood Waste	30.5	25.9	36.0
Sulphite lyes (black liquor)	26.0	22.0	30.0
Other Primary Solid Biomass	27.3	23.1	32.0
Charcoal	30.5	25.9	36.0
Biogasoline	19.3	16.3	23.0
Biodiesels	19.3	16.3	23.0
Other Liquid Biofuels	21.7	18.3	26.0
Landfill Gas	14.9	12.6	18.0
Sludge Gas	14.9	12.6	18.0
Other Biogas	14.9	12.6	18.0
Municipal Wastes (biomass fraction)	27.3	23.1	32.0

2.3 Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Life Cycle Thinking (LCT)

Life Cycle Thinking επιδιώκει να εντοπίσει τις δυνατές βελτιώσεις σε αγαθά και υπηρεσίες με τη μορφή χαμηλότερων περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη μειωμένη χρήση των πόρων σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής. Αυτό αρχίζει με την εξαγωγή πρώτων υλών και τη μετατροπή, την κατασκευή και τη διανομή, μέσω της χρήσης ή της κατανάλωσης. Τελειώνει με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση των υλικών, την ανάκτηση της ενέργειας και την τελική διάθεση.



Εικόνα 2.3 Life Cycle Thinking

Ο βασικός στόχος του Life Cycle Thinking είναι να αποφευχθεί η μετατόπιση της επιβάρυνσης. Αυτό σημαίνει την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων σε ένα στάδιο του κύκλου ζωής, ή σε μια γεωγραφική περιοχή, ή σε μια συγκεκριμένη κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ενώ παράλληλα να αποφεύγονται οι αυξήσεις αλλού. Για παράδειγμα, η εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη φάση της χρήσης ενός προϊόντος, ενώ δεν αυξάνει την ποσότητα του υλικού που απαιτείται για το υλικό. [3]

Ανάλυση Κύκλου Ζωής-Life Cycle Assessment (LCA)

Η φιλοσοφία κύκλου ζωής μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με δομημένο, ολοκληρωμένο τρόπο, μέσω του Life Cycle Assessment. Στην Ανάλυση του Κύκλου Ζωής αξιολογούνται οι εκπομπές, οι πόροι που καταναλώνονται, αλλά και οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον. Λαμβάνεται ουσιαστικά υπόψη ολόκληρος ο κύκλος ζωής του προϊόντος, από την αρχή μέχρι το τέλος του.

Η ιδέα της διεξαγωγής μιας λεπτομερούς εξέτασης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή μιας διεργασίας αναπτύχθηκε πρόσφατα και προέκυψε ως απάντηση στην αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης, της βιομηχανίας

και των κυβερνήσεων. Οι πρόδρομοι της ανάλυσης και της αξιολόγησης του κύκλου ζωής ήταν οι παγκόσμιες μελέτες μοντέλων και οι ενεργειακοί έλεγχοι στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και στις αρχές του 1970, όπου προσπάθησαν να εκτιμήσουν το κόστος των πόρων και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφόρων μορφών της ανθρώπινης συμπεριφοράς.

Μια σειρά από διαφορετικούς όρους έχουν επινοηθεί για να περιγράψουν τις διαδικασίες. Ένας από τους πρώτους όρους που χρησιμοποιήθηκε ήταν “Life Cycle Analysis”, αλλά και πιο πρόσφατα χρησιμοποιούνται οι όροι “Life Cycle Inventory” και “Life Cycle Assessment”. Άλλοι όροι, όπως “Cradle to Grave Analysis”, “Eco-balancing”, και “Material Flow Analysis” χρησιμοποιούνται επίσης.

Βασικές χρήσεις του LCA

Η ανάλυση κύκλου ζωής έχει γίνει ένα σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων και των υλικών και οι επιχειρήσεις βασίζονται όλο και περισσότερο σε αυτό για τη λήψη των αποφάσεών τους. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται από την αξιολόγηση του κύκλου ζωής μπορούν επίσης να επηρεάσουν τις περιβαλλοντικές πολιτικές και τους κανονισμούς.

Στην πράξη, οι αξιολογήσεις του κύκλου ζωής χρησιμοποιούνται στους ακόλουθους τομείς [5]:

- Περιβαλλοντική σύγκριση των συστημάτων
Η ανάλυση κύκλου ζωής χρησιμοποιείται για τη σύγκριση σε μια περιβαλλοντική βάση:
 - Διαφόρων τύπων ομοειδών προϊόντων για τη χορήγηση οικολογικών σημάτων.
 - Σταδίων του κύκλου ζωής για την ενίσχυση της περιβαλλοντικής αξίας του προϊόντος.
 - Διαδικασιών ή υπηρεσιών για τις αναλύσεις της πιστότητας.
 - Μεθόδων παραγωγής.
 - Προϊόντων και διαδικασιών.

- Βιομηχανία (ως μοχλός βελτίωσης για τη φάση της κατασκευής)
Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής μπορεί να χρησιμοποιηθεί με στόχο την εξεύρεση του πιο οικολογικού τρόπου για τη βελτίωση της κατασκευής των προϊόντων. Ως εκ τούτου, μπορεί να είναι χρήσιμη ως εργαλείο λήψης αποφάσεων για την ανάπτυξη νέων προϊόντων, ως οδηγός για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και των πρώτων υλών καθώς και για την ταυτοποίηση των λύσεων στη μείωση των εκπομπών και την πιθανή αντικατάσταση των επιβλαβών ουσιών.

➤ Εμπορική ανάπτυξη

Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εμπορική ανάπτυξη:

- Για τη χορήγηση αδειών (στην περίπτωση ενός νέου προϊόντος, για παράδειγμα).
- Για την εμπορία (στην περίπτωση της πιστοποίησης ή της δημιουργίας μιας εικόνας μάρκετινγκ).
- Ως βοήθημα για την ενημέρωση του κοινού (στο πλαίσιο μιας περιβαλλοντικής δήλωσης προϊόντος (ΠΔΠ), για παράδειγμα).

Πιστοποιήσεις ISO της LCA και χρήσεις της μεθόδου σε διεθνές επίπεδο

Η μέθοδος LCA είναι μια διεθνώς πιστοποιημένη μέθοδος (ISO 14040 και 14044) και χρησιμοποιείται από μεγάλο αριθμό εταιρειών και κυβερνήσεων, συμπεριλαμβανομένων των αποτυπωμάτων άνθρακα (Carbon footprinting). Η LCA είναι η επιστημονική βάση που χρησιμοποιείται συνήθως πίσω από π.χ. θεματικές στρατηγικές για τους φυσικούς πόρους και τα απόβλητα (the Thematic Strategies on Natural Resources and Waste), το Ecodesign Directive και το Ecolabel Regulation. Σε κοινοτικό επίπεδο ετοιμάζεται μια σειρά τεχνικών εγγράφων καθοδήγησης με βάση την σειρά προτύπων ISO 14040, που συντονίζεται από το Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission's Joint Research Centre-JRC) και το International Reference Life Cycle Data System (ILCD). Είναι ένα εγχειρίδιο που συντονίζεται εντός της ΕΕ, περιλαμβάνοντας ωστόσο εθνικά LCA projects εκτός της ΕΕ (συμπεριλαμβανομένης της Κίνας, της Ιαπωνίας και της Βραζιλίας), καθώς και μια σειρά ευρωπαϊκών επιχειρηματικών ενώσεων. Επιπλέον έχει δημιουργηθεί ένα σχετικό ILCD Data Network, το οποίο είναι ανοικτό για όλους τους παρόχους δεδομένων και δίνει πρόσβαση σε συνεπή και διασφαλισμένα στην ποιότητα δεδομένα LCA. [4]

2.3.1 Υπολογιστικά εργαλεία και λογισμικό

Υπάρχουν διάφορα υπολογιστικά εργαλεία που σχετίζονται με την μεθοδολογία LCA, όπως SimaPro (PRé Consultants), Umberto (IFU Hamburg and IFEU Heidelberg), TEAM (Ecobalance), GaBi (Department of Life Cycle Engineering of the Chair of Building Physics at the University of Stuttgart and PE International GmbH), POLCAGE (De La Salle University, Philippines, and University of Portsmouth, UK) and GEMIS (Öko-Institut). Αυτά τα πακέτα λογισμικού βασίζονται στη μεθοδολογία του πρότυπου ISO 14040, με εξαίρεση των GEMIS και POLCAGE, όπου βασίζονται σε γενικές βάσεις δεδομένων. Βεβαίως, η βάση δεδομένων ECOINVENT (Swiss Center for Life Cycle Inventories) είναι ενσωματωμένη σε αυτά τα εργαλεία

λογισμικού παρέχοντας πρόσβαση σε μια ποικιλία από διεργασίες καθώς και σε άλλες απογραφές για να καλύψει πολλαπλές βιομηχανικές περιοχές.

SimaPro software

Το SimaPro λογισμικό (Goedkoop και Oele, 2008) είναι σήμερα ίσως το πιο διαδεδομένο λογισμικό για τη μέθοδο LCA, στο οποίο βασίζονται πολλές δημοσιευμένες εργασίες. Το SimaPro περιλαμβάνει αρκετές μεθόδους, όπως co-indicator 99, EDIP 1997 και 2003, EPS 2000, μεταξύ άλλων. Επιτρέπει την προβολή τμημάτων του κύκλου ζωής σε διαφορετικές κλίμακες, και εμφανίζει τη συμβολή τους στη συνολική βαθμολογία. [6]

Umberto software

Το λογισμικό Umberto μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μοντελοποίηση, τον υπολογισμό, και την απεικόνιση των υλικών και των συστημάτων ενεργειακής ροής. Παρέχει μια βιβλιοθήκη που περιέχει διάφορα σύνολα δεδομένων για τα προηγούμενα και τα επόμενα στάδια των διαδικασιών, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των διαφόρων σεναρίων και τον προσδιορισμό της πιο οικολογικής λογική της παραγωγικής διαδικασίας. Τα αποτελέσματα εξόδου μπορούν να μετρηθούν με οικονομικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες απόδοσης. Το Umberto απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις που επιθυμούν να βελτιστοποιήσουν τις διαδικασίες τους και να βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητά τους. [6]

GEMIS software (Global Emission Model for Integrated Systems)

Το λογισμικό GEMIS (Global Emission Model for Integrated Systems) είναι ένα πρόγραμμα και μία βάση δεδομένων για την ανάλυση του κύκλου ζωής. Αναπτύχθηκε για πρώτη φορά ως εργαλείο για τη συγκριτική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της ενέργειας από το Öko-Institut και το Gesamthochschule Kassel (GHK). Έκτοτε, το μοντέλο συνεχώς αναβαθμίζεται και αναπροσαρμόζεται. Η βάση δεδομένων GEMIS προσφέρει πληροφορίες σχετικά με στοιχεία καυσίμου, τις διαδικασίες, τα υλικά, τις μεταφορές. Περιλαμβάνει το σύνολο του κύκλου ζωής για τον υπολογισμό των επιπτώσεων - δηλαδή την παράδοση των καυσίμων, τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή, την επεξεργασία των αποβλήτων, τις μεταφορές. Η βάση δεδομένων GEMIS καλύπτει κάθε διαδικασία: αποδοτικότητα, αέρα και αερίων ρύπων, στερεά απόβλητα, υγρά ρύπων, χρήση γης. Το GEMIS επίσης μπορεί να αναλύσει το κόστος - τα αντίστοιχα στοιχεία που εφαρμόζονται για τα καύσιμα και τα ενεργειακά συστήματα. [7]

E CO₂-Region software

Το Eco2Regions tool είναι κατάλληλο για την καταγραφή της ενέργειας και του διοξειδίου του άνθρακα καθώς παρέχει σειρές των ενεργειακών αποθεμάτων και CO₂,

για παράδειγμα, ανά φορέα ενέργειας και ανά τομέα. Είναι κατάλληλο τόσο για την παρακολούθηση της συνολικής μείωσης εκπομπών CO₂ σε έναν δήμο σε μία συγκεκριμένη περίοδο όσο και για την παρακολούθηση της προόδου σε έναν συγκεκριμένο τομέα. Το εργαλείο παρέχει έναν κατάλογο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί αναδρομικά μέχρι το 1990. Το εργαλείο είναι στη διάθεση όλων των τοπικών αρχών όχι μόνο τα μέλη της Climate Alliance. Είναι διαθέσιμο σήμερα στη Γερμανία, την Ελβετία, την Ιταλία και τη Γαλλία.

Στη Γερμανία οι πόλεις, οι δήμοι και οι διοικητικές περιφέρειες μπορούν να υπολογίσουν τις εκπομπές CO₂ με βάση το διαδικτυακό λογισμικό ECO2-Region (version smartDE). Το ECO2-Region αναπτύχθηκε από την ελβετική εταιρεία ECOSPEED. Βασικά πλεονεκτήματα του λογισμικού: τυποποιημένη μεθοδολογία αξιολόγησης και, συνεπώς, η συγκρισιμότητα, καλό χειρισμό, τη σημασία και τα δεδομένα εντός του δήμου. [6]

2.3.2 Τα στάδια της διαδικασίας LCA

Η διαδικασία LCA είναι μια συστηματική, σταδιακή προσέγγιση και αποτελείται από τέσσερις φάσεις: τον ορισμό του στόχου και της μελέτης, την αναλυτική απογραφή, την εκτίμηση των επιπτώσεων και την ερμηνεία. [8]

1. Ορισμός στόχου και πεδίο εφαρμογής (Goal Definition and Scoping)

Σε αυτό το στάδιο γίνεται ο καθορισμός και η περιγραφή του προϊόντος, της διαδικασίας ή της δραστηριότητας. Καθιερώνεται το πλαίσιο στο οποίο πρέπει να γίνει η αξιολόγηση και γίνεται ο προσδιορισμός των ορίων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που θα εξετασθούν στην αξιολόγηση.

2. Ανάλυση απογραφής (Inventory Analysis-LCI)

Η απογραφή είναι μια διαδικασία ποσοτικοποίησης της ενέργειας και των απαιτήσεων περί πρώτων υλών, των ατμοσφαιρικών εκπομπών, των αέριων εκπομπών, των στερεών αποβλήτων, και άλλων εκχύσεων για ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, μιας διαδικασίας ή μιας δραστηριότητας.

Στη φάση της απογραφής, όλα τα σχετικά δεδομένα συλλέγονται και οργανώνονται. Χωρίς την ανάλυση απογραφής, δεν υπάρχει συγκριτική βάση για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ή πιθανές βελτιώσεις. Το επίπεδο ακρίβειας και λεπτομέρειας των δεδομένων που συλλέγονται αντανακλάται σε όλο το υπόλοιπο της διαδικασίας LCA.

Οι αναλύσεις απογραφής του κύκλου ζωής μπορεί να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους. Μπορούν να βοηθήσουν έναν οργανισμό σε σύγκριση προϊόντων ή διαδικασιών και λαμβάνοντας υπόψη τους περιβαλλοντικούς

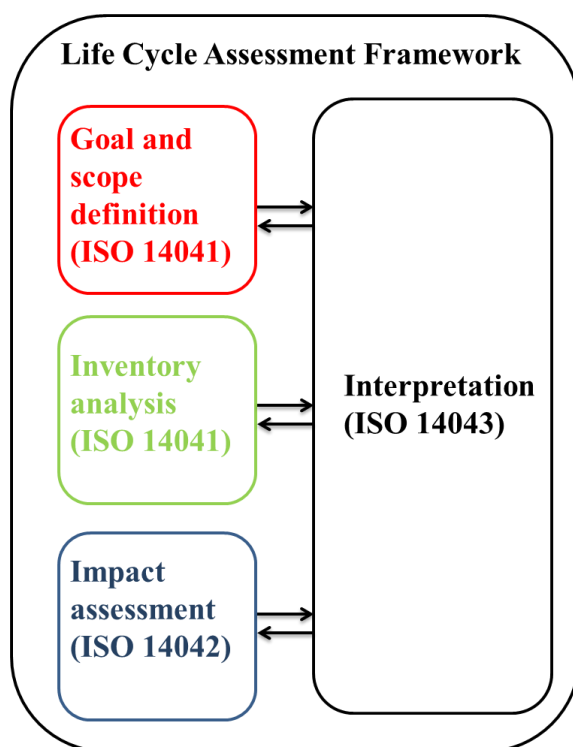
παράγοντες στην επιλογή του υλικού. Επιπλέον, οι αναλύσεις απογραφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη χάραξη πολιτικής, βοηθώντας την κυβέρνηση να αναπτύξει κανονισμούς όσον αφορά τη χρήση των πόρων και τις περιβαλλοντικές εκπομπές.

3. Αξιολόγηση των επιπτώσεων (Impact Assessment-LCIA)

Το στάδιο της αξιολόγησης των επιπτώσεων είναι ουσιαστικά η αξιολόγηση των δυνατοτήτων της ανθρώπινης υγείας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των περιβαλλοντικών πόρων. Η αξιολόγηση των επιπτώσεων θα πρέπει να αντιμετωπίζει και οικολογικές επιπτώσεις και επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, καθώς επίσης και την εξάντληση των πόρων. Στο στάδιο αυτό ουσιαστικά γίνεται προσπάθεια να δημιουργηθεί μία σύνδεση μεταξύ του προϊόντος ή της διαδικασίας και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

4. Ερμηνεία (Interpretation)

Η ερμηνεία του κύκλου ζωής είναι μια συστηματική τεχνική για τον εντοπισμό, την ποσοτικοποίηση, τον έλεγχο, και την αξιολόγηση των πληροφοριών από τα αποτελέσματα του LCI και του LCIA, ώστε να επικοινωνούν αποτελεσματικά. Η ερμηνεία του κύκλου είναι η τελευταία φάση της διαδικασίας LCA.



Εικόνα 2.2 Τα στάδια του LCA και τα ISO από τα οποία πιστοποιήθηκαν

2.4 Το Σύμφωνο των Δημάρχων-Οδηγίες

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι δύο μέθοδοι υπολογισμού των εκπομπών CO₂, LCA και IPCC, στα πλαίσια του Σχεδίου Δράσης. Αναλύεται το πλήθος των στοιχείων που πρέπει να γνωρίζει ο δήμος για να γίνει τελικά ο υπολογισμός των εκπομπών αλλά και η μεθοδολογία για την απογραφή των ρύπων με τις δύο μεθόδους υπολογισμού. Στο τέλος της ενότητας παρουσιάζονται συνοπτικά τα βήματα που χρειάζονται στον υπολογισμό των εκπομπών και με τις δύο μεθόδους.

2.4.1 Βασική Απογραφή Εκπομπών (Baseline Emission Inventory)

Βασική προϋπόθεση για την εκπόνηση του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια είναι η απογραφή των εκπομπών αναφοράς (Baseline Emission Inventory). Η απογραφή αυτή παρέχει γνώση για τις εκπομπές CO₂, για ένα έτος βάσης, στην επικράτεια του δήμου, ενώ με βάση αυτήν θα γίνει η επιλογή όλων των απαραίτητων δράσεων για την μείωση των εκπομπών κατά 20%. Το συνιστώμενο έτος αναφοράς της απογραφής είναι το 1990.

Η απογραφή των εκπομπών είναι πολύ σημαντική καθώς θα αποτελέσει το μέσο για την τοπική αρχή για να αποτιμήσει τον αντίκτυπο των δράσεων της που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Η απογραφή θα δείξει σε τι επίπεδο εκπομπών ήταν η τοπική αρχή αρχικά, ενώ η συνεχής παρακολούθηση και απογραφή των εκπομπών θα δείξει την πρόοδο προς τον επιθυμητό στόχο. Οι καταγραφές αυτές είναι πολύ σημαντικά στοιχεία για να διατηρηθεί το κίνητρο όλων των μερών να συμβάλουν στο στόχο για τη μείωση των εκπομπών CO₂ της τοπικής αρχής, επιτρέποντάς τους να δουν τα αποτελέσματα των προσπαθειών τους. [9]

2.4.2 Δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για την απογραφή των εκπομπών

Η Απογραφή Εκπομπών Αναφοράς πρέπει να βασίζεται σε δεδομένα δραστηριότητας (η τελική κατανάλωση ενέργειας που προκύπτει εντός της περιοχής του οργανισμού τοπικής αυτοδιοίκησης) και συντελεστές εκπομπών που ποσοτικοποιούν τις εκπομπές ανά μονάδα δραστηριότητας. Οι συντελεστές εκπομπών επιτρέπεται να επιλεγθούν ακολουθώντας δύο διαφορετικές προσεγγίσεις:

➤ **Χρησιμοποιώντας «πρότυπους» συντελεστές εκπομπών σύμφωνα με τις αρχές του IPCC.**

Οι συντελεστές αυτοί καλύπτουν όλες τις εκπομπές CO₂ που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της κατανάλωσης ενέργειας εντός της περιοχής του οργανισμού τοπικής αυτοδιοίκησης, είτε άμεσα, εξαιτίας της καύσης καυσίμων εντός του οργανισμού τοπικής αυτοδιοίκησης, είτε έμμεσα, μέσω της κατανάλωσης καυσίμων για την ηλεκτροπαραγωγή και τη χρήση θέρμανσης/ψύξης εντός της περιοχής του ΟΤΑ (Οργανισμού Τοπικής Αυτοδιοίκησης). Αυτή η προσέγγιση βασίζεται στην περιεκτικότητα σε άνθρακα κάθε καυσίμου, όπως συμβαίνει στις εθνικές στατιστικές απογραφές των θερμοκηπικών αερίων βάσει της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Αλλαγή του Κλίματος (UNFCCC) και του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Με αυτή την προσέγγιση, θεωρούνται μηδενικές οι εκπομπές CO₂ από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και οι εκπομπές πιστοποιημένης «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας. Εξάλλου, το CO₂ είναι το σημαντικότερο θερμοκηπικό αέριο και δεν απαιτείται υπολογισμός του μεριδίου των εκπομπών CH₄ και N₂O. Συνεπώς, από τον οργανισμό τοπικής αυτοδιοίκησης που αποφασίζει να υιοθετήσει αυτή την προσέγγιση ζητείται να αναφέρει τις εκπομπές του CO₂ (σε t). Ωστόσο, επιτρέπεται να συμπεριληφθούν στην απογραφή και άλλα θερμοκηπικά αέρια, σε αυτή δε την περίπτωση, οι εκπομπές δηλώνονται ως εκπομπές ισοδύναμου CO₂.

➤ **Χρησιμοποιώντας συντελεστές LCA.**

Οι συντελεστές αυτοί λαμβάνουν υπόψη τον συνολικό κύκλο ζωής του ενεργειακού φορέα. Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει όχι μόνο τις εκπομπές της τελικής καύσης, αλλά και όλες τις εκπομπές της αλυσίδας εφοδιασμού (όπως τις απώλειες κατά τη μεταφορά, τις εκπομπές διύλισης ή τις απώλειες μετατροπής της ενέργειας) που προκύπτουν εκτός της περιοχής του ΟΤΑ. Αυτό περιλαμβάνει κατά συνέπεια τις εκπομπές που λαμβάνουν χώρα έξω από την περιοχή όπου το καύσιμο χρησιμοποιείται.

2.4.3 Τα αέρια του θερμοκηπίου

Αν έχουν επιλεγεί οι πρότυποι συντελεστές εκπομπών να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με τις αρχές της IPCC, αρκεί να αναφερθούν μόνο οι εκπομπές CO₂, διότι η σημασία των άλλων αερίων του θερμοκηπίου είναι μικρή. Ωστόσο, και άλλα αέρια του θερμοκηπίου μπορεί να περιλαμβάνονται στον κατάλογο αναφοράς, αν έχουν επιλεγεί οι πρότυποι συντελεστές εκπομπών. Για παράδειγμα, η τοπική αρχή μπορεί να αποφασίσει να χρησιμοποιήσει τους συντελεστές εκπομπών που να λαμβάνει υπόψη, επίσης, CH₄ και N₂O από την καύση. Επιπλέον, αν η τοπική αρχή αποφασίζει να συμπεριλάβει τους χώρους υγειονομικής ταφής ή / και επεξεργασίας λυμάτων στην απογραφή, τότε οι εκπομπές CH₄ και N₂O θα συμπεριληφθούν επίσης. Στην

περίπτωση αυτή η μονάδα αναφοράς των εκπομπών που θα επιλεγεί είναι «ισοδύναμων εκπομπών CO₂».

Στην προσέγγιση της LCA, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (greenhouse gases-GHG) από τη χρήση της βιομάζας/βιοκαυσίμων, καθώς και οι εκπομπές πιστοποιημένης πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας, είναι υψηλότερες από το μηδέν. Στην περίπτωση της προσέγγισης αυτής, τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου εκτός του CO₂ μπορεί να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο. Ως εκ τούτου, η τοπική αρχή που αποφασίζει να χρησιμοποιήσει την προσέγγιση LCA μπορεί να αναφέρει τις εκπομπές CO₂ ως ισοδύναμες. Οι εκπομπές άλλων αερίων του θερμοκηπίου από το CO₂ μετατρέπονται σε ισοδύναμα CO₂, χρησιμοποιώντας τις τιμές από το Δυναμικό CO₂ θέρμανσης του πλανήτη (Global Warming Potential -GWP). [9]

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΩΝ CH₄ ΚΑΙ N₂O ΣΕ CO₂- ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	
ΤΟΝΟΙ ΑΕΡΙΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΙ ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ
1 t CO ₂	1 t CO ₂ -eq
1 t CH ₄	21 t CO ₂ -eq
1 t N ₂ O	310 t CO ₂ -eq

2.4.4 Συντελεστές εκπομπών για την καύση καυσίμων

Οι συντελεστές εκπομπών IPCC βασίζονται στο περιεχόμενο του καυσίμου σε άνθρακα. Για λόγους απλούστευσης, οι συντελεστές εκπομπών που παρουσιάζονται εδώ υποθέτουν ότι το σύνολο του άνθρακα στα καύσιμα είναι διοξείδιο του άνθρακα. Ωστόσο, στην πραγματικότητα ένα μικρό μερίδιο του άνθρακα (συνήθως <1%) στα καύσιμα αποτελείται, επίσης, από άλλες ενώσεις όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και το μεγαλύτερο μέρος εκείνου του άνθρακα οξειδώνεται προς διοξείδιο αργότερα στην ατμόσφαιρα.

Οι συντελεστές εκπομπών LCA περιλαμβάνουν τις πραγματικές εκπομπές από όλα τα στάδια του κύκλου ζωής, συμπεριλαμβανομένης και της τελικής καύσης. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για τα βιοκαύσιμα: ενώ ο ίδιος ο άνθρακας που αποθηκεύεται στα βιοκαύσιμα μπορεί να είναι ουδέτερος σε CO₂, η καλλιέργεια, η συγκομιδή (λιπάσματα, τρακτέρ, παραγωγή φυτοφαρμάκων) και η μεταποίηση στο τελικό καύσιμο μπορεί να καταναλώσει πολύ ενέργεια και να έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές εκπομπές CO₂, καθώς και εκπομπές N₂O από τον χώρο. [9]

Η βιωσιμότητα των βιοκαυσίμων και της βιομάζας

Η βιωσιμότητα των βιοκαυσίμων και της βιομάζας αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την προετοιμασία του Σχεδίου Δράσης. Γενικά, η βιομάζα και τα βιοκαύσιμα αποτελούν μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας, η χρήση των οποίων δεν έχει επιπτώσεις στην συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, αυτό συμβαίνει μόνο εάν η βιομάζα και βιοκαύσιμα παράγονται με βιώσιμο τρόπο.

Η καύση του άνθρακα, που είναι βιογενούς προέλευσης, για παράδειγμα σε ξύλο, τα βιολογικά απόβλητα ή η μεταφορά των βιοκαυσίμων, εκπέμπουν CO₂. Ωστόσο, οι εκπομπές αυτές δεν αντιστοιχούν στις απογραφές των εκπομπών CO₂, αν μπορεί να υποθεθεί ότι ο άνθρακας που απελευθερώνεται κατά την καύση ισούται με την απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα της βιομάζας κατά τη διάρκεια της εκ νέου ανάπτυξης μέσα σε ένα χρόνο. Στην περίπτωση αυτή, ο πρότυπος συντελεστής εκπομπών CO₂ για τη βιομάζα/βιοκαύσιμο είναι ίσος με το μηδέν. Αυτή η υπόθεση συχνά ισχύει στην περίπτωση των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοντίζελ και βιοαιθανόλης, και ισχύει στην περίπτωση του ξύλου, εάν τα δάση διαχειρίζονται με βιώσιμο τρόπο, πράγμα που σημαίνει ότι κατά μέσο όρο η ανάπτυξη των δασών είναι ίση ή μεγαλύτερη από τη συγκομιδή. Εάν το ξύλο δεν συλλέγεται με βιώσιμο τρόπο, τότε πρέπει να εφαρμοστεί ένας συντελεστής εκπομπής CO₂ που είναι υψηλότερος από το μηδέν.

Κριτήρια αειφορίας

Έτσι, η τοπική αρχή, συνιστάται να ελέγχει εάν οι βιομάζας και τα βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται πληρούν ορισμένα κριτήρια αειφορίας [10]:

1. Η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη χρήση βιοκαυσίμων και βιορευστών πρέπει να είναι τουλάχιστον 35%.
2. Τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά δεν πρέπει να έχουν παραχθεί από πρώτες ύλες προερχόμενες από εδάφη με υψηλή αξία βιοποικιλότητας.
3. Τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά δεν πρέπει να κατασκευάζονται από πρώτες ύλες προερχόμενες από εκτάσεις υψηλών αποθεμάτων άνθρακα.
4. Τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά δεν πρέπει να κατασκευάζονται από πρώτες ύλες προερχόμενες από εκτάσεις που ήταν τυρφώνες τον Ιανουάριο του 2008, εκτός αν αποδεικνύεται ότι η καλλιέργεια και η συγκομιδή της πρώτης ύλης δεν συνεπάγεται την αποξήρανση του μη αποξηραμένου στο παρελθόν εδάφους.
5. Οι γεωργικές πρώτες ύλες που καλλιεργούνται στην Κοινότητα και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων και βιορευστών πρέπει να λαμβάνονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα πρότυπα με βάση τις διατάξεις που αναφέρονται υπό τον τίτλο «Περιβάλλον» (στο μέρος Α και στο σημείο 9 του παραρτήματος II του Ο κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 73/2009 της 19ης Ιανουαρίου 2009) για τη θέσπιση κοινών κανόνων για τα καθεστώτα άμεσης στήριξης για

τους γεωργούς στο πλαίσιο της κοινής γεωργικής πολιτικής και σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις για την καλή γεωργική και περιβαλλοντική κατάσταση.

Εάν η τοπική αρχή χρησιμοποιεί LCA συντελεστές εκπομπών, και χρησιμοποιεί βιοκαύσιμα τα οποία δεν πληρούν τα κριτήρια βιωσιμότητας, συνιστάται να αναπτύξει ένα συντελεστή εκπομπών, ο οποίος να λαμβάνει υπόψη όλες τις εκπομπές καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των βιοκαυσίμων.

Σε περίπτωση που η τοπική αρχή χρησιμοποιεί τους πρότυπους συντελεστές εκπομπών και χρησιμοποιεί τα βιοκαύσιμα τα οποία δεν πληρούν τα κριτήρια βιωσιμότητας, συνιστάται να χρησιμοποιήσει έναν συντελεστή εκπομπών, που είναι ίσος με εκείνον των ορυκτών καυσίμων. Για παράδειγμα, αν ο οργανισμός τοπικής αυτοδιοίκησης χρησιμοποιεί βιοντίζελ που δεν παράγεται με βιώσιμο τρόπο, πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής εκπομπών του ορυκτού ντίζελ.

Οι συντελεστές εκπομπών για τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στα εδάφη των τοπικών αρχών που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.5:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5 ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ (ΑΠΟ IPCC, 2006) ΚΑΙ LCA ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ CO₂ (ΑΠΟ ELCED) ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΠΙΟ ΚΟΙΝΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ		
ΕΙΔΟΣ	ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ-IPCC [T CO₂/MWH]	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ LCA [T CO₂-EQ/MWH]
Βενζίνη	0.249	0.299
Πετρέλαιο εσωτερικής καύσης diesel	0.267	0.305
Κατάλοιπα μαζούτ	0.279	0.310
Ανθρακίτης	0.354	0.393
Άλλος ασφαλτούχος άνθρακας	0.341	0.380
Υποασφαλτούχος άνθρακας	0.346	0.385
Λιγνίτης	0.364	0.375
Φυσικό αέριο	0.202	0.237
Δημοτικά απόβλητα	0.330	0.330
Ξύλο (α)	0 – 0.403	0.002 – 0.405
Βιοντίζελ	0	0.182
Βιοαιθανόλη	0	0.156
Ηλιοθερμία	0	0.206
Γεωθερμία	0	-
Βενζίνη	0	-

α: Χαμηλότερη τιμή, αν το ξύλο που συλλέγονται με βιώσιμο τρόπο, αν υψηλότερη συγκομιδή δεν είναι βιώσιμο.

2.4.5 Συντελεστής εκπομπών για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂ που πρέπει να αποδοθεί στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, είναι απαραίτητο να καθοριστεί ποιος συντελεστής εκπομπών πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Ο τοπικός συντελεστής εκπομπών για την ηλεκτρική ενέργεια (EFE) μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση:

$$EFE = \frac{(TCE - LPE - GEP) \cdot NEEFE + CO2_{LPE} + CO2_{GEP}}{TCE}$$

(Σχέση 2.1)

Όπου,

- EFE: τοπικός συντελεστής εκπομπών για την ηλεκτρική ενέργεια [t/MWhe]
- TCE: συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην τοπική αυτοδιοίκηση [MWhe]
- GEP: αγορά πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας από την τοπική αρχή [MWhe]
- NEEFE: Εθνικός ή Ευρωπαϊκός συντελεστής εκπομπών για την ηλεκτρική ενέργεια [t/MWhe]
- CO₂_{LPE} : Εκπομπές CO₂ που οφείλονται στην τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [t]
- CO₂_{GEP} : Εκπομπές CO₂ που οφείλονται για την παραγωγή πιστοποιημένων πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας που αγοράζεται από την τοπική αρχή [t]
- LPE: τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [MWhe]
Εάν η τοπική αρχή αποφασίσει να συμπεριλάβει την τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην απογραφή, πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι εγκαταστάσεις / μονάδες που πληρούν τα ακόλουθα κριτήρια:
 - α) Εγκαταστάσεις/μονάδες που δεν περιλαμβάνονται στο ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής θερμοκηπικών αερίων (ΣΕΔΕ).
 - β) Εγκαταστάσεις/μονάδες με εισροή θερμικής ενέργειας έως και 20MW στην περίπτωση εγκαταστάσεων καύσης καυσίμων ή που παράγουν έως και 20MW από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (τα 20 MW αντιστοιχούν στο όριο ΣΕΔΕ της ΕΕ για εγκαταστάσεις καύσης).

Σε περίπτωση που η τοπική αρχή θα ήταν καθαρός εξαγωγέας ηλεκτρικής ενέργειας, τότε ο τύπος υπολογισμού θα είναι:

$$EFE = (CO2_{LPE} + CO2_{GEP}) / (LPE + GEP)$$

(Σχέση 2.2)

Σε περίπτωση που θα χρησιμοποιηθούν οι πρότυποι συντελεστές εκπομπών, ο συντελεστής εκπομπών για το πιστοποιημένο πράσινο ηλεκτρισμό (CO₂_{GEP}) είναι μηδέν.

Επίσης, ο Εθνικός ή Ευρωπαϊκός συντελεστής εκπομπών για την ηλεκτρική ενέργεια υπολογίζεται για τις δύο περιπτώσεις σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6 ΕΘΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΤΑΙ		
ΧΩΡΑ	ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ-IPCC (T CO₂/MWH_E)	LCA ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ (T CO₂-EQ/MWH_E)
Αυστρία	0.209	0.310
Βέλγιο	0.285	0.402
Γερμανία	0.624	0.706
Δανία	0.461	0.760
Ισπανία	0.440	0.639
Φινλανδία	0.216	0.418
Γαλλία	0.056	0.146
Ηνωμένο Βασίλειο	0.543	0.658
Ελλάδα	1.149	1.167
Ιρλανδία	0.732	0.870
Ιταλία	0.483	0.708
Ολλανδία	0.435	0.716
Πορτογαλία	0.369	0.750
Σουηδία	0.023	0.079
Βουλγαρία	0.819	0.906
Κύπρος	0.874	1.019
Τσεχική Δημοκρατία	0.950	0.802
Εσθονία	0.908	1.593
Ουγγαρία	0.566	0.678
Λιθουανία	0.153	0.174
Λετονία	0.109	0.563
Πολωνία	1.191	1.185
Ρουμανία	0.701	1.084
Σλοβενία	0.557	0.602
Σλοβακία	0.252	0.353
ΕΕ-27	0.460	0.578

2.4.6 Συντελεστές εκπομπών για την τοπική παραγωγή

Στην περίπτωση των τοπικών ανανεώσιμων πηγών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (εκτός από βιομάζα/βιοκαύσιμα), οι εκπομπές μπορούν να υπολογιστούν με τη χρήση των ακόλουθων συντελεστών εκπομπών:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΠΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ		
ΠΗΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ	ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ-IPCC (T CO₂/MWH_E)	LCA ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ (T CO₂-EQ/MWH_E)
Ηλιακή ενέργεια	0	0.020-0.050
Αιολική ενέργεια	0	0.007
Υδροηλεκτρική ενέργεια	0	0.024

Στην περίπτωση των τοπικών ανανεώσιμων πηγών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τον πρότυπο συντελεστή εκπομπών, οι εκπομπές είναι μηδενικές.

2.4.7 Συντελεστής εκπομπών για την κατανάλωση θερμότητας και ψύξης

Εάν πωλείται ή διανέμεται θέρμανση ή ψύξη ως εμπόρευμα στους τελικούς χρήστες εντός της τοπικής αυτοδιοίκησης, τότε είναι αναγκαίο να καθοριστεί ο αντίστοιχος συντελεστής εκπομπών.

Εάν ένα μέρος της θερμότητας / ψύξης που παράγεται στο έδαφος της τοπικής αυτοδιοίκησης εξάγεται, τότε το αντίστοιχο μερίδιο των εκπομπών CO₂ πρέπει να αφαιρείται κατά τον υπολογισμό του συντελεστή εκπομπών για θέρμανση / ψύξη παραγωγής (EFH), όπως αναφέρεται στον παρακάτω τύπο. Κατά παρόμοιο τρόπο, αν θέρμανση / ψύξη εισάγεται από μια μονάδα που βρίσκεται έξω από την τοπική αρχή, τότε το μερίδιο των εκπομπών CO₂ από αυτή τη μονάδα που αντιστοιχεί σε θέρμανση / ψύξη που καταναλώνονται στην επικράτεια της τοπικής αυτοδιοίκησης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό του συντελεστή εκπομπών. Ο ακόλουθος τύπος μπορεί να εφαρμοστεί για τον υπολογισμό του συντελεστή εκπομπών για τη θερμότητα, λαμβάνοντας τα ανωτέρω υπόψη ζητήματα.

$$EFH = (CO_{2_LPH} + CO_{2_IH} - CO_{2_EH}) / LHC$$

(Σχέση 2.3)

Όπου,

- EFH: συντελεστής εκπομπών για θέρμανση [t/MWh_{heat}]
- CO₂_{LPH}: εκπομπές CO₂ που οφείλονται στην τοπική παραγωγή θερμότητας [t]
- CO₂_{IH}: εκπομπές CO₂ που σχετίζονται με τη θερμότητα που εισάγεται από χώρες εκτός του εδάφους της τοπικής αυτοδιοίκησης [t]
- CO₂_{EH}: εκπομπές CO₂ που σχετίζονται με τη θερμότητα που εξάγεται εκτός του εδάφους της τοπικής αυτοδιοίκησης [t]
- LHC: τοπική κατανάλωση θερμότητας [MWh_{heat}]

Ένας παρόμοιος τύπος ισχύει και για την ψύξη.

Συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (Combined Heat and Power CHP)

Μέρος ή το σύνολο της θερμότητας που χρησιμοποιείται στο έδαφος της τοπικής αυτοδιοίκησης μπορούν να παραχθούν σε μια συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ). Είναι απαραίτητο να διαχωριστούν οι εκπομπές μιας μονάδας συμπαραγωγής μεταξύ θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό συμβαίνει κυρίως όταν η θερμότητα χρησιμοποιείται σε τοπικό επίπεδο (εισροή για την Βασική Απογραφή Εκπομπών), αλλά η ηλεκτρική ενέργεια πωλείται στο δίκτυο περιφερειακών (δεν υπάρχει άμεση συμβολή στην Βασική Απογραφή Εκπομπών). Η χρήση καυσίμων και τις εκπομπές μπορεί να κατανεμηθεί μεταξύ της θερμότητας και ηλεκτρισμού, χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$CO2_{CHPH} = \frac{\frac{P_{CHPH}}{\eta_h}}{\frac{P_{CHPH}}{\eta_h} + \frac{P_{CHPE}}{\eta_e}} \cdot CO2_{CHPT}$$

(σχέση 2.4)

$$CO2_{CHPE} = CO2_{CHPT} - CO2_{CHPH}$$

(σχέση 2.5)

Όπου,

- CO₂_{CHPH}: εκπομπές CO₂ από την παραγωγή θερμότητας [t CO₂]
- CO₂_{CHPE}: εκπομπές CO₂ από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [t CO₂]
- P_{CHPH}: το ποσό της θερμότητας που παράγεται [MWh_{heat}]
- P_{CHPE}: το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται [MWh_e]
- CO₂_{CHPT}: συνολικές εκπομπές CO₂ της μονάδας ΣΘΗ που υπολογίστηκαν με βάση τα κατανάλωση καυσίμου και τους συντελεστές εκπομπών συγκεκριμένων καυσίμων [t CO₂]

- η_h : η αποδοτικότητα της χωριστής παραγωγής θερμότητας. Η προτεινόμενη τιμή για να χρησιμοποιηθεί είναι 90%.
- η_e : η αποδοτικότητα της χωριστής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνιστώμενη τιμή για να χρησιμοποιηθεί είναι 40%

2.4.8 Καταγραφή των καταναλώσεων και υπολογισμός εκπομπών

Με βάση όσα αναφέρθηκαν, για να γίνει η βασική απογραφή των εκπομπών, και με τις δύο μεθόδους LCA και IPCC, ο δήμος πρέπει να καταγράψει την ενέργεια που καταναλώνεται και την ενέργεια που παράγεται ώστε να υπολογιστούν οι εκπομπές. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν ώστε να γίνει ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂:

Βήμα 1^ο: Καταγραφή καταναλώσεων (MWh)

- ✓ Καταγραφή της τελικής ηλεκτρικής ενέργειας (TCE) που καταναλώνεται από τους τελικούς χρήστες σε κάθε κατηγορία (κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις, βιομηχανίες, μεταφορές).
- ✓ Καταγραφή της θέρμανσης-ψύξης (LHC) που παρέχεται στους τελικούς χρήστες εντός της περιοχής του οργανισμού τοπικής αυτοδιοίκησης.
- ✓ Καταγραφή των ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, υγραέριο, πετρέλαιο θέρμανσης, πετρέλαιο, βενζίνη, λιγνίτης, άνθρακας) που καταναλώνονται ως εμπόρευμα από τους τελικούς χρήστες.
- ✓ Καταγραφή όλων των φυτικών ελαίων, των βιοκαυσίμων και των βιομαζών, της ηλιοθερμικής και γεωθερμικής ενέργειας που καταναλώνονται ως εμπόρευμα από τους τελικούς χρήστες.

Βήμα 2^ο: Καταγραφή παραγωγής (MWh)

- ✓ Καταγραφή της τοπικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (LPE) καθώς και των εισροών ενέργειας σε κάθε μονάδα παραγωγής (αιολική ενέργεια, υδροηλεκτρική ενέργεια, φωτοβολταϊκά, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας).
- ✓ Καταγραφή της παραγόμενης τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης που παρέχεται σε εμπορική βάση σε τελικούς χρήστες εντός της περιοχής του οργανισμού τοπικής αυτοδιοίκησης καθώς και καταγραφή των εισροών ενέργειας (φυσικό αέριο, υγραέριο, πετρέλαιο θέρμανσης, λιγνίτης, άνθρακας, απορρίμματα, φυτικά έλαια, άλλα είδη βιομάζας) για την παραγωγή τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης.

Βήμα 3^ο: Επιλογή συντελεστών εκπομπής και υπολογισμός των εκπομπών (tn CO₂)

✓ Καύσιμα

Υπολογισμός των εκπομπών CO₂/ισοδύναμων CO₂ για τα καύσιμα που καταναλώνονται και τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται ως εισροές στην παραγωγή. Επιλογή συντελεστών LCA ή IPCC (πίνακας 2.5) για τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σε κάθε κατηγορία και πολλαπλασιασμός με την ενέργεια (MWh) που καταναλώνεται από αυτά.

✓ Ανανεώσιμες πηγές

Υπολογισμός των εκπομπών CO₂/ισοδύναμων CO₂ για τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πολλαπλασιασμός της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει κάθε ανανεώσιμη πηγή με τον αντίστοιχο συντελεστή LCA (πίνακας 2.7) και υπολογισμός (σε tn) των συνολικών εκπομπών CO₂ που οφείλονται στην τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (CO₂LPE). Οι εκπομπές CO₂ των ανανεώσιμων με τη μέθοδο IPCC είναι μηδενικές.

✓ Ηλεκτρισμός

- ✓ Επιλογή NEEFE ανάλογα με τη χώρα και την μέθοδο υπολογισμού των εκπομπών, LCA ή IPCC, (Πίνακας 2.6) και υπολογισμός τοπικού συντελεστή εκπομπών για την ηλεκτρική ενέργεια EFE (σχέση 2.2).
- ✓ Υπολογισμός των εκπομπών CO₂/ισοδύναμων CO₂ για τον ηλεκτρισμό, πολλαπλασιάζοντας τον συντελεστή EFE με την τελική κατανάλωση ενέργειας σε κάθε κατηγορία.

✓ Θέρμανση

- ✓ Υπολογισμός του συνόλου των CO₂ εκπομπών (CO₂LPH) από την παραγωγή τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης.
- ✓ Υπολογισμός εκπομπών CO₂ (CO₂IH) που σχετίζονται με τη θερμότητα που εισάγεται από χώρες εκτός του εδάφους της τοπικής αυτοδιοίκησης.
- ✓ Υπολογισμός εκπομπών CO₂ (CO₂EH) που σχετίζονται με τη θερμότητα που εξάγεται εκτός του εδάφους της τοπικής αυτοδιοίκησης.
- ✓ Υπολογισμός του συντελεστή εκπομπών για θέρμανση EFH (σχέση 2.3).
- ✓ Υπολογισμός των εκπομπών CO₂/ισοδύναμων CO₂ για την θέρμανση, πολλαπλασιάζοντας τον συντελεστή EFH με την τελική κατανάλωση ενέργειας σε κάθε κατηγορία.

Τέλος, αν ο οργανισμός τοπικής αυτοδιοίκησης θέλει να συμπεριλάβει στην απογραφή άλλες εκπομπές θερμοκηπικών αερίων, όπως CH₄ και N₂O, πρέπει να χρησιμοποιήσει τους συντελεστές του Πίνακα 2.4 για την μετατροπή των εκπομπών αυτών σε ισοδύναμων CO₂.

Κεφάλαιο 3. Τεχνολογίες Παραγωγής ενέργειας και εκπομπές CO₂

3.1 Χαρακτηριστικά τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας

Στην ενότητα αυτή γίνεται συνοπτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών των βασικών τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας, ανανεώσιμων και μη. Εξετάζονται οι πόροι που χρησιμοποιεί κάθε τεχνολογία, η απόδοση των τεχνολογιών, το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης, η απόδοση τους καθώς ο βαθμός που χρησιμοποιούνται σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο.

3.1.1 Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας

Η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) είναι η από κοινού παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (συνήθως ηλεκτρική ενέργεια) σε μια ενιαία διαδικασία. Τα συστήματα συμπαραγωγής μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά δεδομένου ότι μειώνουν τις απώλειες μεταφοράς και διανομής που προκύπτουν από την κεντρική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορούν επίσης να κάνουν χρήση της θερμότητας που αλλιώς θα χανόταν κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας. Υπάρχουν πολλά ήδη ΣΗΘ, όπως οι αεριοστρόβιλοι, που συνήθως χρησιμοποιούν το φυσικό αέριο, σταθμοί συμπαραγωγής με κινητήρα που λειτουργεί με βιοκαύσιμα, συνδυασμένου κύκλου, συστήματα με κυψέλες καυσίμου, ατμοστρόβιλοι, ενώ ορισμένες μονάδες συμπαραγωγής λειτουργούν με βιομάζα, ή βιομηχανικά και αστικά λύματα.

Σύμφωνα με τον *Paul Lako (2010)*, ο κύριος λόγος επένδυσης σε ΣΗΘ είναι το κόστος που εξοικονομείται από την συμπαραγωγή σε σύγκριση με τη χωριστή παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Η Συμπαραγωγή συνεπάγεται 15-30% εξοικονόμηση ενέργειας αλλά το αρχικό κόστος επένδυσης μιας μονάδας συμπαραγωγής είναι συνήθως υψηλότερο από το κόστος επένδυσης ενός ισοδύναμου σταθμού παραγωγής. [28]

Όπως προέκυψε και από την έρευνα του *Sirko Ogriseck (2009)*, το κόστος κεφαλαίου για μία μονάδα συμπαραγωγής είναι δύσκολο να προσδιοριστεί, ενώ μικρές μονάδες με ηλεκτρική ισχύ κάτω των 500 kW κυμαίνεται μεταξύ 2000 και 3000 €/kW. Η απόδοση των ΣΗΘ είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα, και κυμαίνεται από 60 έως 80% καθώς εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, το σχεδιασμό του συστήματος, και το πόσο της θερμικής ενέργειας που χρησιμοποιείται. [26]

Οι σταθμοί συμπαραγωγής αποτελούν μία ανανεώσιμη τεχνολογία, βοηθώντας στην μείωση των εκπομπών έως και 20% σε σχέση με συμβατές τεχνολογίες, όμως δεν παύουν να επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε όλο το κύκλο ζωής τους. Σύμφωνα με τον *Paul Lako (2010)*, και ανάλογα με το είδος της μονάδας, οι εκπομπές κυμαίνονται από 450 έως 700 kg/MWh. [28]

3.1.2 Τηλεθέρμανση

Η Τηλεθέρμανση είναι ένας πολύ αποδοτικός τρόπος για τη θέρμανση και την ψύξη πολλών κτιρίων σε μια περιοχή από μία κεντρική μονάδα. Στην Τηλεθέρμανση χρησιμοποιείται ένα δίκτυο από υπόγειους σωλήνες για την άντληση του ατμού, του ζεστού νερού, του παγωμένου νερού σε διάφορα κτίρια σε περιοχές όπως το κέντρο της πόλης, τα πανεπιστήμια, τα νοσοκομεία, τα αεροδρόμια ή και σε στρατιωτικές βάσεις. Η παροχή θέρμανσης και ψύξης από μια κεντρική μονάδα απαιτεί λιγότερα καύσιμα και εκτοπίζει την ανάγκη για ξεχωριστή εγκατάσταση αυτόνομης θέρμανσης και ψύξης χώρων και εγκατάσταση ζεστού νερού σε κάθε κτίριο. Η Τηλεθέρμανση μπορεί να παραχθεί μέσω πολλών διαφορετικών μεθόδων παραγωγής και συνεπώς δεν εξαρτάται από ένα συγκεκριμένο καύσιμο. Έτσι η ενέργεια που χρειάζεται στο σύστημα Τηλεθέρμανσης μπορεί να είναι από ανανεώσιμη πηγή, από καύσιμα ή από θερμότητα που ανακυκλώνεται από τη συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (διαφόρων καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αποτέφρωση αποβλήτων και βιομηχανική πλεονάζουσα θερμότητα).

Σύμφωνα με έρευνα της εταιρίας *Euroheat and Power (2011)* οι εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης έχουν πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης ενώ το αρχικό κόστος εγκατάστασης αποτελεί μιας μέτριας βαρύτητας επενδυτική δαπάνη. Η διάρκεια ζωής μια τέτοιας εγκατάστασης κυμαίνεται περίπου στα 20 με 30 χρόνια. [29]

Το κόστος της ενέργειας αυτής εξαρτάται από τρεις βασικούς παράγοντες, σύμφωνα με τους *Marinova et al (2008)*, το κόστος παραγωγής της θερμικής ενέργειας, το κόστος του δικτύου διανομής θερμικής ενέργειας, το οποίο εξαρτάται από το μέγεθος του δικτύου και τα θερμικά φορτία, και το κόστος σύνδεσης των πελατών. [31]

Οι *Behnaz Rezaie et al. (2012)* σε έρευνα τους για την Τηλεθέρμανση αναφέρουν πως η τεχνολογία αυτή έχει χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω της ανακύκλωσης θερμότητας που γίνεται και τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ενώ μπορεί να συμβάλει στη μείωση της κλιματικής αλλαγής και άλλων ενεργειών που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές ανησυχίες όπως η ρύπανση του αέρα, μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος και της βροχόπτωσης οξέος. [30]

3.1.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια ή δύναμη του νερού είναι η δύναμη που προέρχεται από την ενέργεια της πτώσης του νερού, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για χρήσιμους σκοπούς. Πολλές μελέτες πραγματοποιήθηκαν για την Υδροηλεκτρική ενέργεια από τους *Ned Haluzan (2010)*, *Zhao Xingang et al. (2012)*, *Ibrahim Yuksel (2008)*, *R. Sternberg (2010)*. [33], [34], [35], [93]

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος και ελάχιστη συντήρηση. Δεν εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου, συγκεκριμένα σύμφωνα με τις έρευνες ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές με τις μικρότερες εκπομπές CO₂. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής περίπου 50 - 100 χρόνια που είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη ακόμα και των πυρηνικών σταθμών. Η μεγάλη διάρκεια ζωής σημαίνει ότι το κόστος σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός σταθμού γίνεται πολύ χαμηλό μακροπρόθεσμα.

Σύμφωνα με έρευνα του *Idaho National laboratory*, ο συντελεστή δυναμικού σταθμών φτάνει το 40-50% ενώ το κόστος κεφαλαίου κυμαίνεται 1700-2300 \$/kW. Ο χρόνος κατασκευής τέτοιων σταθμών μπορεί να διαρκέσει μεταξύ 5-10 έτη. Παρόλο που οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί δεν παρουσιάζουν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τη λειτουργία τους, ωστόσο έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις που δεν μπορούν να αγνοηθούν. Μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του νερού, τη ροή του ποταμού, καθώς και τη ζωή των ψαριών στη γύρω περιοχή, αφού η κατασκευή των φραγμάτων προκαλεί πολλές αλλαγές στη φύση του ποταμού. [31]

Στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα υδροηλεκτρικά έργα, τουλάχιστον για τις περιοχές που εμφανίζουν υψηλό δυναμικό. Έτσι, η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει υδροηλεκτρικές μονάδες συνολικής ισχύος 3.054 MW. Παρόλα αυτά ένα μεγάλο μέρος του υδροηλεκτρικού δυναμικού της χώρας παραμένει αναξιοποίητο ιδιαίτερα στην ηπειρωτική Ελλάδα, το οποίο θα μπορούσε να καλύψει σημαντικό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.

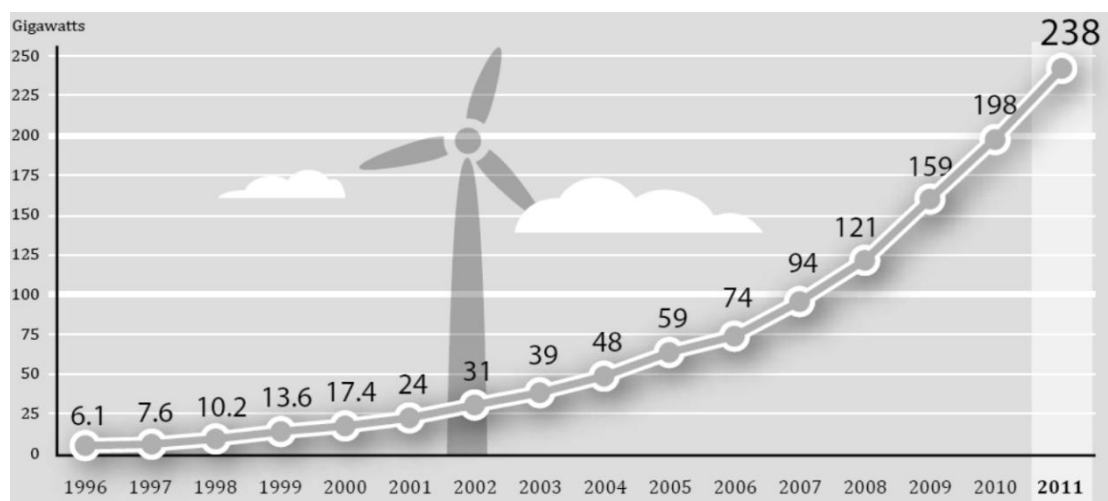
3.1.4 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που καθώς αναπτύσσεται συνεχώς, έχουν γίνει πολλές μελέτες τόσο για τις χερσαίες μονάδες αιολικής ενέργειας όσο και για τις υπεράκτιες. Σύμφωνα με την *Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας (European Wind Energy Association)* [38] ο χρόνος κατασκευής των μονάδων αιολικής ενέργειας είναι συνήθως μικρός ενώ η διάρκεια ζωής τους κυμαίνεται από 20 έως 25 χρόνια. Ένα αιολικό πάρκο 10 MW μπορεί να

κατασκευαστεί σε δύο μήνες ενώ ένα μεγαλύτερο αιολικό πάρκο 50 MW μπορεί να κατασκευαστεί μέσα σε έξι μήνες. Το κόστος για μια μονάδα ποικίλλει, αλλά το μεγαλύτερο μέρος του κόστους είναι η ίδια η τουρμπίνα. Το συνολικό κόστος ανά KW εγκατεστημένης ισχύος αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη κυμαίνεται από 1.000€ μέχρι 1.200€. Αξίζει να σημειωθεί, όπως προέκυψε και από έρευνα των *Mehmet Bilgili et al. (2011)*, το κόστος για τις υπεράκτιες εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας είναι μεγαλύτερο από τις χερσαίες. [37]

Σύμφωνα με τους *Jingyi Han et al. (2009)* αλλά και την *Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας* ο θόρυβος που προκαλούν οι εγκαταστάσεις, όσον αφορά τις καινούργιες ανεμογεννήτριες, αποτελεί πλέον μία ξεπερασμένη ανησυχία. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι σχεδόν αθόρυβες σε διακόσια μέτρα απόσταση, και η σωστή χωροθέτηση και τα υλικά μόνωσης μπορεί να μειώσουν περαιτέρω τις πιθανές επιπτώσεις στην ακουστική. Μια канаδική έκθεση το 2010 με τίτλο «Ο πιθανός αντίκτυπος της Υγείας από τις Ανεμογεννήτριες», επιβεβαίωσε ότι το επίπεδο εκπομπών θορύβου συμμορφώθηκε με τις συστάσεις της Παγκόσμια Οργάνωσης Υγείας (World Health Organisation-WHO) για κατοικημένες περιοχές. [36], [38]

Τέλος, τόσο οι χερσαίες μονάδες όσο και οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις, με βάση μελέτες των *R. Dones et al. (2003)* και του *Daniel Weisser (2007)*, παρουσιάζουν πολύ χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Στην Ελλάδα η αιολική ισχύς που βρίσκεται σε λειτουργία στη χώρα φτάνει πλέον τα 1.723 MW, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της αγοράς αιολικής ενέργειας. Τα 276 MW στα μη διασυνδεδεμένα νησιά, και τα 1.447 MW στο διασυνδεδεμένο σύστημα. Οι μονάδες αιολικής ενέργειας είναι πλέον πολύ διαδεδομένες στην Ελλάδα και ολοένα και αυξάνεται η αιολική ισχύς από τις νέες μονάδες που δημιουργούνται. [10], [11]



Εικόνα 3.1 Συνολική παγκόσμια αιολική χωρητικότητα (1996-2011) [41]

3.1.5 Ηλιακές θερμικές εφαρμογές

Η ηλιακή θερμική ενέργεια είναι μια πρωτοποριακή τεχνολογία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή θερμικής ενέργειας. Οι θερμικές εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας διακρίνονται σε εφαρμογές χαμηλής, μέσης και υψηλής θερμοκρασίας. Οι εφαρμογές χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας περιλαμβάνουν τα ενεργητικά και παθητικά συστήματα παραγωγής θερμότητας από τον ήλιο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μειώνει την ποσότητα του CO₂ που απελευθερώνεται από μη ανανεώσιμες πηγές, όπως τα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, σύμφωνα με την *Solar Power Wind Energy*, η μόνη ρύπανση που μπορεί να αποδοθεί σε ηλιακούς συλλέκτες είναι η ρύπανση από την κατασκευή και την εγκατάσταση. Από τη στιγμή που έχουν εγκατασταθεί, όμως, τα ηλιακά πάνελ δεν παράγουν καθόλου ρύπανση. Η ηλιακή ενέργεια παράγει ηλεκτρική ενέργεια και χωρίς καμία επιβάρυνση στο ηχοσύστημα [39]. Επιπλέον, σύμφωνα με την *Residential Solar Panels*, οι ηλιακές θερμικές εφαρμογές είναι αειφόρες, έχουν διάρκεια για μεγάλο χρονικό διάστημα με ελάχιστη συντήρηση. [40]

3.1.6 Κεντρικά Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας

Σχεδόν 30 GW νέας δυναμικότητας φωτοβολταϊκής ηλιακής ενέργειας τέθηκαν σε λειτουργία, σύμφωνα με το *Global Status Report - Renewables 2012*, σε όλο τον κόσμο το 2011, αυξάνοντας το παγκόσμιο σύνολο κατά 74% σε σχεδόν 70 GW. [41] Οι *Dakkak et al. (2003)*, μελέτησαν τα Κεντρικά Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας στις απομακρυσμένες περιοχές. Το κόστος για μία εγκατάσταση με διάρκεια ζωής 20 χρόνια υπολογίστηκε 4,25 \$_{US}/W_p. [44]

Σύμφωνα με τους *Groumpos και Papageorgiou* η ετήσια συντήρηση είναι 10% του αρχικού κόστους, ενώ με βάση την έρευνα των *Muselli et al. (1999)* το λειτουργία κόστος είναι περίπου 2% του αρχικού κόστους [42], [43]. Το κύριο κόστος του κεντρικού συστήματος είναι η συστοιχία φωτοβολταϊκών, ενώ για τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι το κύριο κόστος είναι μπαταρίες. Ωστόσο, η αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών δεν είναι πολύ μεγάλη, κυμαίνεται στο 15 έως 27%.

3.1.7 Φωτοβολταϊκοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας στις στέγες

Ένα φωτοβολταϊκός σταθμός παραγωγής ενέργειας στη στέγη είναι ένα σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πάνελ, που εγκαθίσταται σε στέγες κατοικιών ή εμπορικών κτιρίων, και μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι εκπομπές CO₂ των φωτοβολταϊκών στις οροφές υπολογίστηκαν, όπως προέκυψε από τη μελέτη των *Alsema και Nieuwlaar (2000)*, 50-60 g/kWh. [45]

Σύμφωνα με το *Renewables-Global Status Report 2012*, η αποδοτικότητα της μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική των φωτοβολταϊκών αυτών είναι 12-20%, το κόστος κεφαλαίου ανέρχεται στα 2,480–3,270 USD/kW ενώ το τυπικό κόστος ενέργειας για την Ευρώπη κυμαίνεται από 22 έως 44 US cents/kWh. [41]

3.1.8 Συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας

Τα σημαντικότερα συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας είναι ο πύργος ισχύος (Power tower), το παραβολικό πιάτο (Parabolic dish) και το σύστημα παραβολικού κοίλου (Parabolic trough). Το σύστημα παραβολικού κοίλου είναι σήμερα η πιο ώριμη και εμπορικά διαθέσιμη τεχνολογία συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας.

Τα συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιούν ανανεώσιμες ηλιακές πηγές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ παράγουν πολύ χαμηλά επίπεδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως προκύπτει και από την έκθεση της *International Energy Agency (2010)*. Έτσι, η τεχνολογία αυτή έχει τη δυνατότητα να είναι μια βασική τεχνολογία για την άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, η ευελιξία των μονάδων συγκέντρωσης ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια. Σε αντίθεση με τα φωτοβολταϊκά, η τεχνολογία αυτή έχει την ικανότητα να αποθηκεύει θερμική ενέργεια για σύντομες χρονικές περιόδους ώστε να γίνει αργότερα η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια. Όταν συνδυάζεται με θερμική ικανότητα αποθήκευσης, οι μονάδες αυτές μπορούν να συνεχίσουν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ακόμα και όταν τα σύννεφα μπλοκάρουν τον ήλιο ή μετά τη δύση του ηλίου, ενώ μπορούν επίσης να εξοπλιστούν με εφεδρική ενέργεια από καύσιμα. [47]

Το βασικό μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας, σύμφωνα με το *World Resources Institute*, είναι το υψηλό της κόστος το οποίο οφείλεται στις υψηλές τιμές των βασικών εμπορευμάτων που χρησιμοποιεί η τεχνολογία αυτή (γυαλί, τσιμέντο και

ατσάλι). Όπως προκύπτει από το *Renewables-Global Status Report 2012*, το κόστος κεφαλαίου μιας τέτοιας τεχνολογίας, ανάλογα με το είδος και το ποσοστό ενέργειας που αποθηκεύεται, κυμαίνεται από 4.500 έως 10.500 USD/kW. [41], [46]

3.1.9 Βιομάζα

Η βιομάζα, ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, είναι βιολογικό υλικό από ζωντανούς, ή πρόσφατα ζώντες οργανισμούς. Ως πηγή ενέργειας, η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας, ή αφού μετατραπεί σε άλλα ενεργειακά προϊόντα, όπως τα βιοκαύσιμα. Η βιομάζα είναι η φυτική ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με τουρμπίνες ατμού και αεριοποιητών ή για την παραγωγή θερμότητας, συνήθως με άμεση καύση.

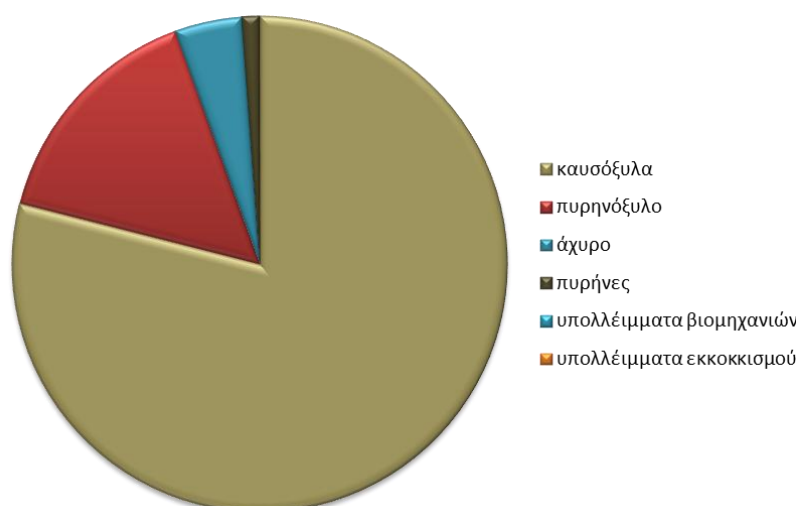
Είτε άμεσα με την καύση είτε με την αεριοποίηση, οι πόροι βιομάζας παράγουν εκπομπές αερίων. Οι εκπομπές αυτές ποικίλλουν ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο καύσιμο και την τεχνολογία. Οι εγκαταστάσεις βιομάζας απελευθερώνουν το διοξείδιο του άνθρακα. Ωστόσο, ο κύκλος της καλλιέργειας, της μεταποίησης και της καύσης βιομάζας, ανακυκλώνει το CO₂ από την ατμόσφαιρα. Εάν αυτός ο κύκλος διατηρείται, υπάρχει μικρή ή καμία καθαρή αύξηση του CO₂ στην ατμόσφαιρα. [49]

Σύμφωνα με το *Renewables-Global Status Report 2012*, σχεδόν 72 GW ηλεκτρικής ενέργειας είχαν παραχθεί από βιομάζα το τέλος του 2011. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από βιομάζα μέσω της άμεσης καύσης ή τη συνδυασμένη καύση (με άνθρακα ή φυσικό αέριο) της στερεάς βιομάζας, τις ανανεώσιμες πηγές, το βιοαέριο, τα υγρά βιοκαύσιμα και τους σταθμούς ΣΗΘ. Το κόστος κεφαλαίου ανέρχεται στα 3.030–4/660 USD/kW ενώ ο συντελεστής δυναμικού στο 70 έως 80 %. Επιπλέον, με βάση την ίδια έκθεση, όσον αφορά τη χρήση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας, υπολογίστηκε ότι το 2011 προστέθηκαν 10 GWth δυναμικότητας βιομάζας στα σύγχρονα συστήματα θέρμανσης, ανεβάζοντας το παγκόσμιο σύνολο σε 290 GWth. Η θερμότητα που προέρχεται από την καύση στερεών, υγρών, αέριων και βιομάζας χρησιμοποιείται για βιομηχανικές και γεωργικές μεθόδους, για μαγείρεμα και για θέρμανση νερού και χώρων. Η θερμότητα αυτή χρησιμοποιείται από μεμονωμένες κατοικίες μέχρι σε μεγάλα συστήματα τηλεθέρμανσης. [41]

Σύμφωνα με το άρθρο “*Biomass Wastes*” (2009) του *Salman Zafar* οι σημαντικοί τύποι των αποβλήτων βιομάζας είναι: υπολείμματα γεωργικά, ζωικά απόβλητα, υπολείμματα δασοκομίας, απόβλητα ξύλου, βιομηχανικά απόβλητα, αστικά στερεά απόβλητα και απόβλητα αποχετεύσεων. [50]

Όπως προέκυψε από μελέτη της *International Energy Agency (2004)*, κύρια εμπόδια για την ευρεία χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι το κόστος, η χαμηλή αποδοτικότητα της μετατροπής και η διαθεσιμότητα πρώτων υλών. Το πιο σημαντικό είναι η έλλειψη της ενσωμάτωσης του εξωτερικού κόστους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η εύρεση αποτελεσματικών πολιτικών για τη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας και τη μείωση των εκπομπών CO₂. [48]

Η βιομάζα στη Ελλάδα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινι κ.ά.), σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα. Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδάκινων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.ά.



Εικόνα 3.2 Κατανομή χρήσης βιομάζας για θερμότητα στην Ελλάδα

3.1.10 Βιοκαύσιμα

Τα βιοκαύσιμα παράγονται από ζωντανούς οργανισμούς ή από μεταβολικά υποπροϊόντα (βιολογικά προϊόντα ή απόβλητα τροφίμων). Για να θεωρηθεί βιοκαύσιμο το καύσιμο πρέπει να περιέχει πάνω από 80% ανανεώσιμα υλικά. [51]

Οι *Govinda et al. (2011)* αναφέρουν πως τα βιοκαύσιμα μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο ομάδες: πρώτης και δεύτερης γενιάς βιοκαύσιμα, με βάση την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της πρώτης ύλης σε καύσιμα. [52]

Ο στόχος όλων των βιοκαυσίμων είναι να είναι ουδέτερα σε άνθρακα. Έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα για τις μεταφορές, αλλά η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται από τον τρόπο που παράγονται και διαχειρίζονται. Στην πραγματικότητα, τα βιοκαύσιμα δεν έχουν ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα καθώς απαιτείται ενέργεια για να αναπτυχθούν οι καλλιέργειες αλλά και για τη μετατροπή τους σε καύσιμα. Η ποσότητα των καυσίμων που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της παραγωγής (για τροφοδότηση των μηχανημάτων, για τη μεταφορά των καλλιεργειών, κλπ.) δεν έχουν μεγάλο αντίκτυπο στις συνολικές εξοικονομήσεις που επιτυγχάνονται από τη χρήση βιοκαυσίμων. Σύμφωνα με Ανάλυση Κύκλου Ζωής τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς μπορούν να εξοικονομήσουν έως και 60% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς προσφέρουν εξοικονόμηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έως και 80%. Αυτό υποστηρίχθηκε από ένα δημοσίευμα της βρετανικής κυβέρνησης η οποία ανέφερε τα βιοκαύσιμα μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές κατά 50-60%.

Το κεφαλαιουχικό κόστος σύμφωνα με την έκθεση του *APEC Energy Working Group (2010)*, “*Biofuel Costs, Technologies and Economics in APEC Economies*”, κυμαίνεται από \$69.708.000 έως \$144.314.000. Τα κόστη αυτά προέκυψαν από μελέτες για το κεφαλαιουχικό κόστος της αιθανόλης από καλαμπόκι, αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο, κυτταρινικής αιθανόλη και τριών διαφορετικών περιπτώσεων βιοντίζελ. [53]

3.1.11 Γεωθερμική ενέργεια

Όπως προέκυψε από *Renewables-Global Status Report 2012*, οι γεωθερμικές πηγές παρέχουν ενέργεια με τη μορφή της άμεσης θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, όπου συνολικά εκτιμάται να είναι 205 TWh (738 PJ) το 2011. Τα δύο τρίτα αυτής της παραγωγής παραδόθηκε ως απευθείας θέρμανση και το υπόλοιπο ένα τρίτο παραδόθηκε ως ηλεκτρική ενέργεια. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η άμεση χρήση της γεωθερμικής ενέργειας, δηλαδή για θερμότητα, συνέχισε να αυξάνεται το 2011, με τη χωρητικότητα να φθάνει τα 58 GWth από το τέλος του έτους. Περίπου το ένα τέταρτο της γεωθερμικής άμεσης θερμότητας χρησιμοποιείται στο ζεστό νερό χρήσης, περισσότερο από 13% για θέρμανση (κυρίως τηλεθέρμανση), και το υπόλοιπο για θερμοκήπια, βιομηχανικούς σκοπούς, θέρμανση υδατοκαλλιεργειών σε λίμνες, ξήρανση αγροτικών, λιώσιμο του χιονιού, την ψύξη, και άλλες χρήσεις. Ο συντελεστής χωρητικότητας της γεωθερμικής ενέργειας κυμαίνεται 60-90% ενώ το κόστος του κεφαλαίου από 2.100 έως 6.100 USD/kW. [41]

Το εύρος των εκπομπών CO₂ από υψηλής θερμοκρασίας γεωθερμικά πεδία όπου χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο, είναι, σύμφωνα με μελέτη του *Ingvar B. Fridleifsson (2001)*, 13-380 g/kWh, ενώ οι εκπομπές CO₂ για

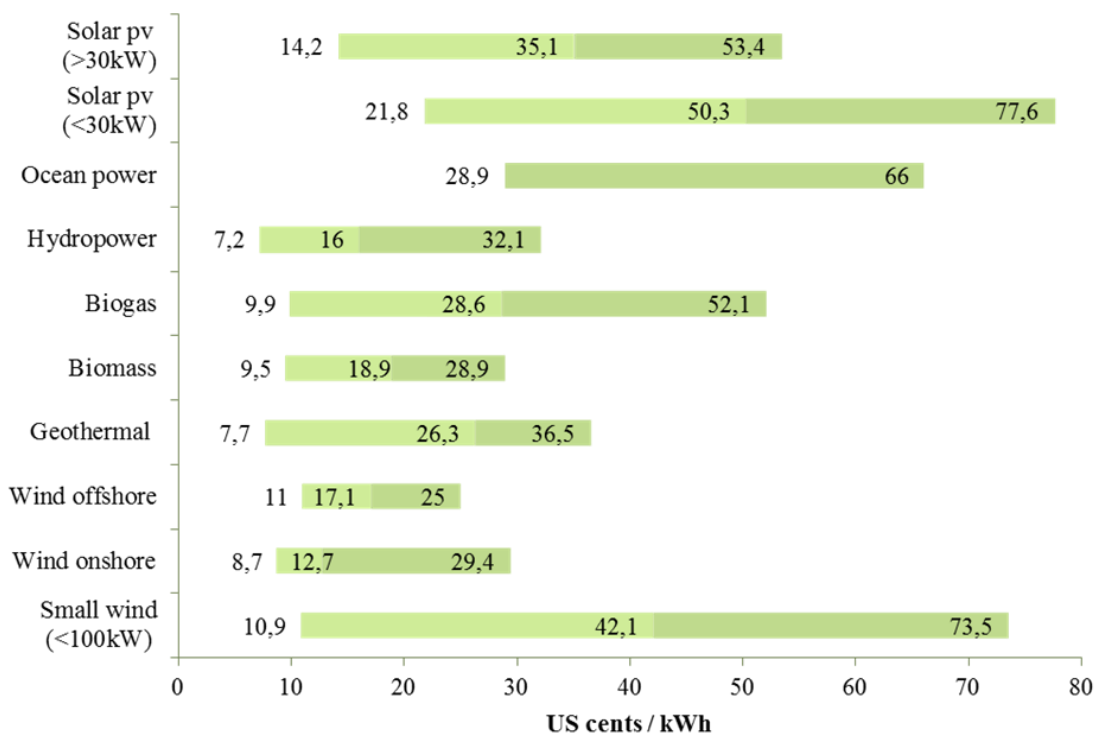
το φυσικό αέριο 453 gr/kWh, 906 g/kWh για το πετρέλαιο και 1.042 g/kWh για τον άνθρακα. Οι εκπομπές θείου είναι επίσης σημαντικά λιγότερες για τη γεωθερμική ενέργεια από μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού με χρήση ορυκτών καυσίμων. [54]

Σύμφωνα με τους *Alison Holm et al. (2010)*, η Ελλάδα φιλοξενεί ένα γεωθερμικό δυναμικό ισχύος τουλάχιστον 500 MW. Παρά το γεγονός ότι οι γεωθερμικοί πόροι είναι γνωστοί σε όλη τη χώρα, δεν έχουν ακόμη αξιοποιηθεί. Τριάντα γεωθερμικά πεδία έχουν εντοπιστεί στην Ελλάδα, κυρίως στο ενεργό ηφαιστειακό τόξο Νοτίου Αιγαίου στα νησιά της Μήλου και της Νισύρου. [55]

3.1.12 Ενέργεια από ωκεανούς

Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για την εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας, από τα κύματα, από τις παλίρροιες και από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού. Πολλές μελέτες πραγματοποιήθηκαν για την ενέργεια από ωκεανούς, από τους *Teillant et al. (2012)*, *Dalton et al. (2010)*, (2012) και *Thorpe (1999)*.

Για την παραγωγή του ηλεκτρισμού με ενέργεια από ωκεανούς δεν απαιτούνται καύσιμα. Η απόδοση της μπορεί να φτάσει και το 80% κάτω από ιδανικές συνθήκες. Με βάση της έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, η ενέργεια αυτή είναι εντελώς ανανεώσιμη, δεν οδηγεί σε ρύπανση του αέρα, εκπέμποντας μόνο ένα πολύ μικρό ποσό διοξειδίου του άνθρακα της τάξης των 23 gr CO₂eq/kWh. Η διάρκεια ζωής των μονάδων εκμετάλλευσης της θαλάσσιας ενέργειας είναι αρκετά μεγάλη. Ωστόσο, το κόστος κατασκευής μιας τέτοιας επένδυσης είναι πάρα πολύ μεγάλο, γεγονός που αποτελεί ίσως και το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας. Χαρακτηριστικά, όπως προέκυψε από τις μελέτες που έγιναν, το κόστος μπορεί να ανέλθει στα 1,2 δισεκατομμύρια δολάρια. Ένα ακόμα βασικό εμπόδιο αυτής της τεχνολογίας είναι η δυσκολία στην μεταφορά της ενέργειας. Οι μονάδες παραγωγής είναι συνήθως πολύ μακριά από την τελική κατανάλωση του ηλεκτρισμού, γεγονός που καθιστά αρκετά ακριβή τη μεταφορά της. [22], [23], [24], [25]



Εικόνα 3.3 Φάσμα τιμών των τεχνολογιών για ένα πλήθος χωρών (έτος 2011/2012). Η μεσαία τιμή αναφέρεται στην πέμπτη μεγαλύτερη τιμή. [41]

3.1.13 Κυψέλες καυσίμου

Μια κυψέλη καυσίμου είναι μια ηλεκτροχημική συσκευή ενεργειακής μετατροπής που μετατρέπει το υδρογόνο και το οξυγόνο σε ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα και νερό. Είναι σαν μια μπαταρία που μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, ενώ συνεχώς να επαναφορτίζεται. Από οικονομική άποψη, οι κυψέλες καυσίμου αποτελούν μια συνετή λύση για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς μπορούν να εγκατασταθούν γρήγορα, είναι καύσιμα ευέλικτα και μπορεί να τεθούν σε εφαρμογή σταδιακά, μετριάζοντας την ανάγκη για πιο δαπανηρές και σαρωτικές αλλαγές. [57]

Σύμφωνα με την έκθεση “*Fuel Cells for Distributed Generation*” της *Energy Center of Wisconsin to 2010*, η απόδοση των κυψελών καυσίμων κυμαίνεται από 35 έως 50%, ανάλογα με το είδος της κυψέλης. Λόγω της υψηλής απόδοσης και της χαμηλής θερμοκρασίας οξείδωσης των καυσίμων, οι κυψέλες καυσίμου εκπέμπουν χαμηλό ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα και οξειδίων του αζώτου ανά κιλοβάτ της ενέργειας που παράγεται. Και δεδομένου ότι οι κυψέλες καυσίμου δεν έχουν κινούμενα μέρη (εκτός από τις αντλίες, τους φυσητήρες, και τους μετασχηματιστές που είναι ένα απαραίτητο μέρος της παραγωγής ενέργειας από κάθε σύστημα), ο θόρυβος και οι δονήσεις είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Ο θόρυβος από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας με καύσιμο κυττάρων είναι τόσο χαμηλός, φτάνοντας τα 55dB στα 90

πόδια (Appleby, 1993). Αυτό καθιστά ευκολότερη την τοποθέτηση τέτοιων εγκαταστάσεων σε αστικές ή προαστιακές περιοχές. [58]

Όσον αφορά τη διάρκεια ζωής των κυψελών, όπως προέκυψε από την έρευνα της *International Energy Agency to 2007*, διαφέρει ανάλογα με το είδος της κυψέλης, ωστόσο δεν είναι μεγάλη σε καμία περίπτωση και δεν μπορεί να συγκριθεί με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η τυπική διάρκεια ζωής των κυψελών PEMFC (polymer electrolyte membrane fuel cells) είναι περίπου 2.000 ώρες, ενώ σε σταθερές εφαρμογές, μπορεί να φτάσει 30.000 ώρες. Οι κυψέλες SOFC (solid oxide fuel cells) έχουν χαρακτηριστική διάρκεια ζωής περίπου 6.000-8.000 ώρες, με στόχο τις 40.000-60.000 ώρες. [56]

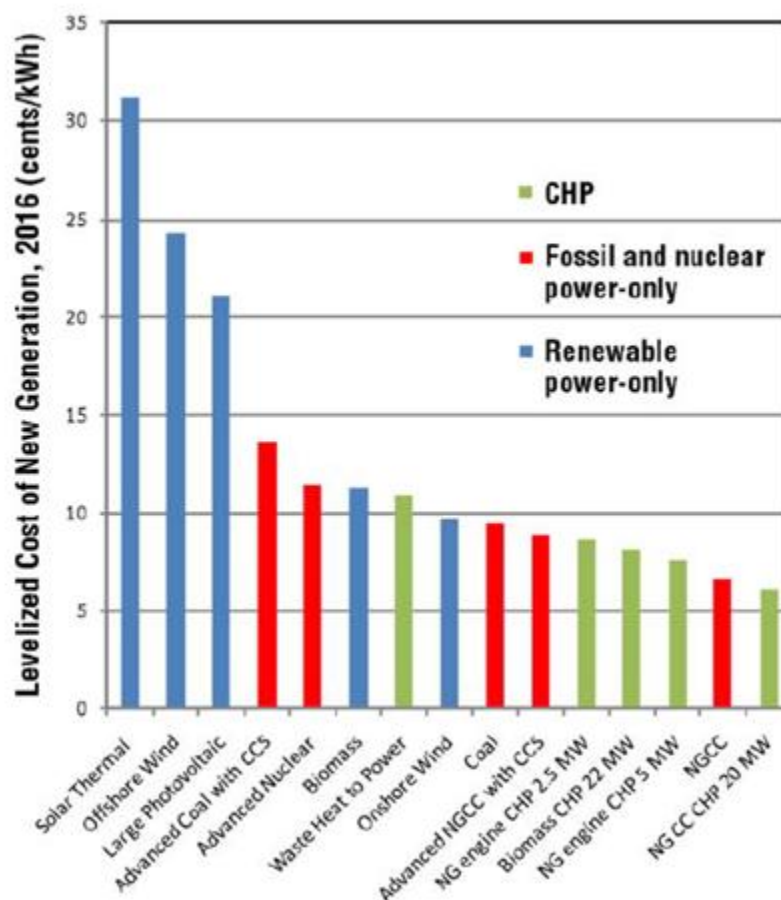
3.1.14 Ευρωπαϊκός Πεπιεσμένος Αντιδραστήρας

Ο Ευρωπαϊκός Πεπιεσμένος Αντιδραστήρας (European Pressurized Reactor-EPR) είναι ένας τρίτης γενιάς αντιδραστήρας πεπιεσμένου ύδατος (Pressurized Water Reactor - PWR). Έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί κυρίως από την Framatome (Areva NP), Electricité de France (EDF) στη Γαλλία, και τη Siemens AG στη Γερμανία.

Σύμφωνα με τον *Bernard de Bontride*, στο άρθρο *Design of ERP*, η τεχνική διάρκεια ζωής του αντιδραστήρα είναι 60 έτη, μεγιστοποιώντας την οικονομική απόδοση της εγκατάστασης. Όλος ο εξοπλισμός που δεν μπορεί να αντικατασταθεί, όπως το δοχείο του αντιδραστήρα ή άλλες κατασκευές, έχουν σχεδιαστεί για την επίτευξη αυτού του ορίου. Όλος ο άλλος εξοπλισμός έχει σχεδιαστεί για να εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής, καθώς και ευκολία αντικατάστασης που είναι απαραίτητη. Η καθαρή απόδοση του φτάνει το 37%. Ένα τέτοιο ποσοστό μπορεί να επιτευχθεί με τις σημερινές τουρμπίνες ατμού και ανάλογα με τις συνθήκες της τοποθεσίας. Αυτή είναι και η υψηλότερη τιμή για αντιδραστήρα ελαφρού ύδατος μέχρι τώρα. [59]

Όπως προέκυψε από την έκθεση της *Greenpeace "ERP, The French Reactor" (2008)*, το κόστος κατασκευής προέκυψε για την Ευρώπη 4,7 δισεκατομμύρια ενώ ο χρόνος κατασκευής ενώ αρχικά είχε υπολογιστεί 4,5 χρόνια, τελικά προέκυψε 7 χρόνια. [60]

Οι *J. Kunakemakorn et al. (2011)* πραγματοποίησαν μια περιβαλλοντική ανάλυση για τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου για τον πυρηνικό σταθμό του αντιδραστήρα EPR, μελετώντας ολόκληρο τον κύκλο ζωής της παραγωγής ενέργειας. Διαπιστώθηκε ότι εκπέμφθηκε 1,98 g CO₂eq/kWh. Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από την μονάδα είναι ελάχιστες, ωστόσο η πυρηνική μονάδα απελευθερώνει επίσης άλλες εκπομπές, όπως οι εκπομπές στερεών αποβλήτων, υγρών αποβλήτων και επικίνδυνων αποβλήτων, όπως τα ραδιενεργά απόβλητα, τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη. [61]



Εικόνα 3.4 Πρόβλεψη τιμών για την παραγωγή ενέργειας από διάφορες τεχνολογίες το 2016

Στους Πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται όλες οι τεχνολογίες που εξετάστηκαν με τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται οι πόροι που χρησιμοποιεί κάθε τεχνολογία, ενώ γίνεται διαχωρισμός ανάμεσα σε ανανεώσιμες και μη. Στον Πίνακα 3.2 χαρακτηρίζεται κάθε τεχνολογία ανάλογα με το κόστος κεφαλαίου που χρειάζεται για να υλοποιηθεί, το χρόνο κατασκευής της, το χρόνο ζωής και την δυναμικότητα κάθε τεχνολογίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΚΑΘΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ													
Α/Α	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	Ανανεώσιμη ενέργεια	Πόροι										
			Άνθρακας	Φυσικό αέριο	Πετρέλαιο	Άνεμος	Νερό	Ηλιακό φως	Γεωθερμική θερμότητα	Κόμματα	Γεωργικά απόβλητα	Αστικά απόβλητα	Υδρογόνο
1	Συμβατικές Μονάδες Ηλεκτροπαραγωγής	χ	ν	ν	ν	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ
2	Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας	ν/χ	χ	ν	ν	χ	χ	χ	χ	χ	ν	ν	χ
3	Τηλεθέρμανση	ν/χ	ν	ν	ν	χ	χ	χ	χ	χ	ν	ν	χ
4	Υδροηλεκτρική Ενέργεια	ν	χ	χ	χ	χ	ν	χ	χ	χ	χ	χ	χ
5	Αιολική Ενέργεια	ν	χ	χ	χ	ν	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ
6	Ηλιακές Θερμικές Εφαρμογές	ν	χ	χ	ν	χ	χ	ν	χ	χ	χ	χ	χ
7	Κεντρικά Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας	ν	χ	χ	χ	χ	χ	ν	χ	χ	χ	χ	χ
8	Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί παραγωγής ενέργειας στις στέγες	ν	χ	χ	χ	χ	χ	ν	χ	χ	χ	χ	χ
9	Συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας	ν	χ	χ	χ	χ	χ	ν	χ	χ	χ	χ	χ
10	Βιομάζα	ν	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	ν	ν	χ
11	Βιοκαύσιμα	ν	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	ν	ν	χ
12	Γεωθερμική Ενέργεια	ν	χ	χ	χ	χ	χ	χ	ν	χ	χ	χ	χ
13	Κυψέλες Καυσίμου	ν	χ	ν	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	ν
14	Ενέργεια από Ωκεανούς	ν	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	ν	χ	χ	χ
15	Ευρωπαϊκός Πεπιεσμένος Αντιδραστήρας	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ	χ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ							
A/A	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	Ετήσια παραγωγή ενέργειας	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου	Κόστος Κεφαλαίου	Χρόνος κατασκευής	Χρόνος ζωής	Δυναμικότητα
1	Συμβατικές Μονάδες Ηλεκτροπαραγωγής	Υψηλή	Πολύ υψηλές	Υψηλό	Υψηλός	Πολύ υψηλός	Μεσαία
2	Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας	Χαμηλή	Υψηλές	Χαμηλό	Χαμηλός	Υψηλός	Υψηλή
3	Τηλεθέρμανση	Χαμηλή	Μεσαίες	Μεσαίο	Μεσαίος	Υψηλός	Χαμηλή
4	Υδροηλεκτρική Ενέργεια	Μεσαία	Χαμηλές	Μεσαίο	Μεσαίος	Υψηλός	Μεσαία
5	Αιολική Ενέργεια	Υψηλή	Χαμηλές	Υψηλό	Μεσαίος	Υψηλός	Χαμηλή
6	Ηλιακές Θερμικές Εφαρμογές	Πολύ χαμηλή	Μεσαίες	Πολύ χαμηλό	Πολύ χαμηλός	Υψηλός	Μεσαία
7	Κεντρικά Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας	Μεσαία	Υψηλές	Μεσαίο	Μεσαίος	Υψηλός	Χαμηλή
8	Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί παραγωγής ενέργειας στις στέγες	Πολύ χαμηλή	Υψηλές	Χαμηλό	Χαμηλός	Υψηλός	Χαμηλή
9	Συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας	Χαμηλή	Χαμηλές	Πολύ υψηλό	Υψηλός	Υψηλός	Χαμηλή
10	Βιομάζα	Medium	Υψηλές	Υψηλό	Μεσαίος	Μεσαίος	Υψηλή
11	Βιοκαύσιμα	Χαμηλή	Υψηλές	Μεσαίο	Χαμηλός	Μεσαίος	Μεσαία
12	Γεωθερμική Ενέργεια	Πολύ χαμηλή	Χαμηλές	Μεσαίο	Χαμηλός	Μεσαίος	Υψηλή
13	Κυψέλες Καυσίμου	Πολύ χαμηλή	Υψηλές	Πολύ χαμηλό	Πολύ χαμηλός	Πολύ χαμηλός	Μεσαία
14	Ενέργεια από Ωκεανούς	Χαμηλή	Χαμηλές	Υψηλό	Υψηλός	Υψηλός	Χαμηλή
15	Ευρωπαϊκός Πεπιεσμένος Αντιδραστήρας	Πολύ υψηλή	Πολύ χαμηλές	Πολύ υψηλό	Πολύ υψηλός	Πολύ υψηλός	Πολύ υψηλή

3.2 Ανάλυση του Κύκλου Ζωής σε τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας είναι η ποσότητα εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου που εκπέμπουν, με το διοξείδιο του άνθρακα να είναι το πιο σημαντικό αέριο από αυτά. Οι εκπομπές αερίου του θερμοκηπίου αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή ή όχι μιας τεχνολογίας για παραγωγή ενέργειας. Στην ενότητα αυτή λοιπόν, παρουσιάζονται οι ισοδύναμες εκπομπές CO₂, σύμφωνα με διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, για τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας. Οι εκπομπές που παρουσιάζονται έχουν προέλθει από αναλύσεις των κύκλων ζωής των τεχνολογιών αυτών. Συγκεκριμένα εξετάζονται οι ακόλουθες κατηγορίες τεχνολογιών:

- Τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων.
- Πυρηνική ενέργεια.
- Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργεια.

Εκτός από τις τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας, γίνεται αναφορά και σε μία άλλη τεχνολογία (CCS) που συμβάλει στην μείωση των εκπομπών CO₂ σε μονάδες παραγωγής ενέργειας που κάνουν χρήση ορυκτών καυσίμων.

3.2.1 Τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων

Για τις τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων, η πλειοψηφία των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του σταθμών που κάνουν χρήση των καυσίμων. Οι εκπομπές που προκύπτουν εξαρτώνται από την περιεκτικότητα του καυσίμου σε άνθρακα, από την θερμότητά του, από το είδος της τεχνολογίας και από την αποδοτικότητά της.

3.2.1.1 Φυσικό αέριο

Για το φυσικό αέριο, όπως και για τα άλλα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας ή θέρμανσης με ορυκτά καύσιμα, ο κυρίαρχος παράγοντας εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι το CO₂ από την μονάδα παραγωγής ενέργειας ή το λέβητα. Το φυσικό αέριο μεταφέρεται μέσω αγωγών σε μεγάλες αποστάσεις. Καθώς το φυσικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, διαρροές στις σωληνώσεις μπορεί να συμβάλουν σημαντικά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Στην Ευρώπη, οι *Dones et al.*, εκτιμούν πως οι εκπομπές CO₂ μαζί με τις άλλες εκπομπές των θερμοκηπικών αερίων, μπορούν να αποτελέσουν περισσότερο από το 10% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τις ευρωπαϊκές μονάδες φυσικού αερίου. Οι εκπομπές αυτές για τις σημερινές τεχνολογίες κυμαίνονται μεταξύ 440 και 780 g CO₂eq/kWhe. [10]

Σύμφωνα με την έρευνα του *Daniel Weisser*, η πλειοψηφία των εκπομπών σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύση αερίων, προκύπτει κατά τη λειτουργία του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής, με εύρος μεταξύ 360 και 575 g CO₂eq/kW. Δεν παρατηρούνται σημαντικές εκπομπές κατά τη διάρκεια της κατασκευής και του παροπλισμού του σταθμού. Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τον κύκλο του καυσίμου. Είναι κυρίως από την επεξεργασία αερίων, τον εξαιρεισμό φρεατίων, τη λειτουργία αγωγών (κυρίως συμπιεστών) και τη διαρροή στο σύστημα μεταφοράς και χειρισμών. [11]

3.2.1.2 Άνθρακας

Οι εκπομπές από την καύση του άνθρακα στον αέρα και οι σχετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία είναι ιστορικά η κύρια αιτία της ανησυχίας για τη χρήση του άνθρακα στην παραγωγή ενέργειας. Παρά τις σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να προκύψουν άμεσα από τη διαδικασία καύσης του άνθρακα, άλλα στάδια που εμπλέκονται σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του άνθρακα, όπως η εξόρυξη και ο καθαρισμός του, η μεταφορά του για τη χρησιμοποίησή του καθώς και η παραγωγή και η διάθεση μεγάλου όγκου στερεών παραπροϊόντων της καύσης του άνθρακα, μπορεί επίσης να συμβάλλουν στις περιβαλλοντικές εκπομπές.

Σύμφωνα με την έρευνα του *Daniel Weisser*, σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα, το μεγαλύτερο μέρος του κύκλου ζωής των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου απορρέει από το σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Για τις μονάδες αυτές λοιπόν, οι εκπομπές στο στάδιο λειτουργίας έχουν εύρος μεταξύ 800 και 1.000 g CO₂ eq/kWhe, ενώ συνολικά οι εκπομπές για εγκατάσταση του ίδιου μεγέθους έχουν εύρος μεταξύ 950 και 1.250 g CO₂ eq/kWhe. Ενώ οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την κατασκευή, τον παροπλισμό και τη διάθεση των αποβλήτων είναι αμελητέες, οι εκπομπές που αφορούν την εξόρυξη του άνθρακα και τη μεταφορά του μπορεί να είναι σημαντικές. [11]

Οι *Sebastián, Royo και Gómez*, το 2008 αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν ένα πλασματικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα, που χαρακτηρίζεται από τον μέσο όρο των δεδομένων που προέκυψαν από την ανάλυση όλων των ισπανικών εργοστασίων που καίνε άνθρακα. Έτσι τα αποτελέσματα της

LCA ανάλυσης έδειξαν ότι οι εκπομπές CO₂ ήταν 318,45 t CO₂eq/The [12]. Η σχετική σημασία στις εκπομπές διοξειδίου της κάθε διαδικασίας που συμπεριλήφθηκε στην ανάλυση του κύκλου ζωής του σταθμού υποδεικνύεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Διάγραμμα 3.1 Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε σταθμό παραγωγής με καύση άνθρακα

3.2.1.3 Πετρέλαιο

Σύμφωνα με την έρευνα του *Daniel Weisser*, οι περισσότερες από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου προκύπτουν από τη λειτουργία του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ περίπου 700 και 800 g CO₂eq/kWhe. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την κατασκευή σταθμού ηλεκτροπαραγωγής και του παροπλισμού είναι αμελητέες. Σημαντικές εκπομπές προέρχονται κυρίως κατά τα στάδια της μεταφοράς πετρελαίου, τα διυλιστήρια, την εξερεύνηση και την εξόρυξη, οι οποίες βρίσκονται στην περιοχή του 40-110 g CO₂eq/kWhe. [11]

3.2.2 Δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα (Carbon dioxide capture and storage – CCS)

Η δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα είναι μία τεχνολογία που συμβάλλει στην μείωση εκπομπών διοξειδίου από την χρήση ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στις βιομηχανίες. Είναι μία διαδικασία που αποτελείται από το διαχωρισμό του CO₂ από βιομηχανικές και άλλες πηγές που

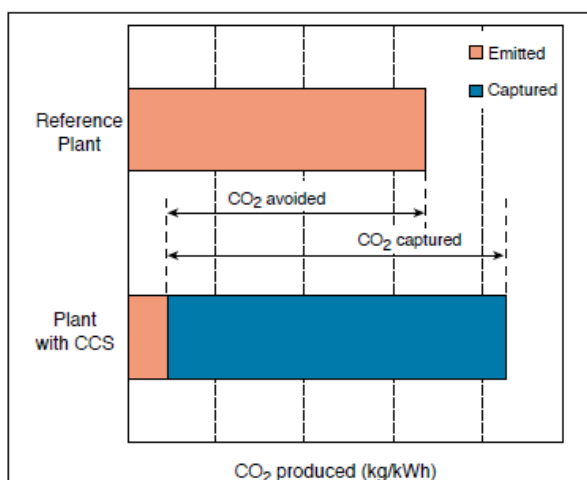
σχετίζονται με την ενέργεια, τη μεταφορά του σε μια θέση αποθήκευσης και την μακροχρόνια απομόνωσή του από την ατμόσφαιρα. Η διαδικασία αυτή θεωρείται μία δράση για τη σταθεροποίηση της συγκέντρωσης των ατμοσφαιρικών αερίων.

Πιθανές τεχνικές για την αποθήκευση του CO₂ που συγκεντρώνεται είναι: η γεωλογική αποθήκευση (σε γεωλογικούς σχηματισμούς), η αποθήκευση στους ωκεανούς και η βιομηχανική σταθεροποίηση του CO₂ σε ανόργανα ανθρακικά. [92]

Η καθαρή μείωση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα μέσω CCS εξαρτάται από το ποσοστό CO₂ που συγκεντρώνεται, την αυξημένη παραγωγή CO₂ που προκύπτει από απώλειες της συνολικής αποδοτικότητας των σταθμών παραγωγής ενέργειας ή των βιομηχανικών διεργασιών λόγω της επιπλέον ενέργειας που απαιτείται για τη δέσμευση, τη μεταφορά και την αποθήκευση, από τη διαρροή από τις μεταφορές και από το ποσοστό των αποθηκευμένου CO₂ που διατηρείται μακροπρόθεσμα.

Η διαθέσιμη τεχνολογία CCS δεσμεύει περίπου 85-95% του CO₂ που επεξεργάζεται στη μονάδα δέσμευσης. Μια μονάδα παραγωγής ενέργειας που είναι εξοπλισμένη με ένα σύστημα CCS (με πρόσβαση σε γεωλογική αποθήκευση ή ωκεανό) θα χρειαστεί περίπου 10-40% περισσότερη ενέργεια από ό, τι μία μονάδα ισοδύναμης παραγωγής χωρίς CCS, από την οποία ενέργεια το μεγαλύτερο ποσοστό είναι για τη δέσμευση και τη συμπίεση. Για ασφαλή αποθήκευση, το καθαρό αποτέλεσμα σε ένα σταθμό ηλεκτροπαραγωγή με CCS είναι η μείωση των εκπομπών CO₂ που εκλύει στην ατμόσφαιρα κατά περίπου 80-90% σε σύγκριση με μία μονάδα χωρίς CCS. [92]

Στην *Εικόνα 3.5* παρουσιάζεται η παραγωγή CO₂ από δύο σταθμούς, ο ένας εκ των οποίων διαθέτει μονάδα CCS. Η αυξημένη παραγωγή CO₂ στην μονάδα που διαθέτει CCS προκύπτει λόγω της μεγαλύτερης κατανάλωσης ενέργειας. Ωστόσο, συνολικά οι εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι πολύ μεγαλύτερες στην μονάδα που δεν γίνεται δέσμευση.



Εικόνα 3.5 Δέσμευση και αποθήκευση CO₂ από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. [92]

3.2.3 Πυρηνική ενέργεια

Ο *Daniel Weisser* έχει ερευνήσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με βάση τον κύκλο ζωής για τους αντιδραστήρες ελαφρού ύδατος, (light water reactors-LWR), οι οποίοι είναι οι πιο διαδεδομένοι και ευρέως χρησιμοποιούμενοι αντιδραστήρες. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε αυτούς τους αντιδραστήρες κατά τη φάση λειτουργίας του αντιδραστήρα είναι δευτερεύουσας σημασίας ενώ κυμαίνονται μεταξύ 0,74 και 1,3 g CO₂eq/kWhe. Αντίθετα, στις τεχνολογίες που βασίζονται στα ορυκτά καύσιμα η πλειοψηφία των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτουν στα πρώιμα στάδια του κύκλου του καυσίμου και της τεχνολογίας με τιμές μεταξύ 1,5 και 20 g CO₂eq/kWhe. Η αξιοσημείωτη διαφορά στις εκπομπές οφείλεται κυρίως στη διαδικασία εμπλουτισμού, με σημαντικά υψηλότερες εκπομπές για τεχνολογίες διάχυσης και χαμηλότερες τιμές για την τεχνολογία φυγοκέντρωσης, αν η σχετική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ορυκτής προέλευσης, καθώς και το αν το καύσιμο του κύκλου χρησιμοποιείται μία φορά ή ανακυκλώνεται. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την δραστηριότητα στα τελευταία στάδια, όπως η διακοπή λειτουργίας και διαχείρισης των αποβλήτων, κυμαίνονται μεταξύ 0,46 και 1,4 g CO₂eq/kW. Αθροιστικά οι εκπομπές για τις μελέτες βρίσκονται μεταξύ 2,8 και 24 g CO₂eq/kW. [11]

Οι *Dones et al.* δείχνουν ότι, προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές από τις πυρηνικές τεχνολογίες βασικοί τομείς της βελτίωσης θα πρέπει να είναι:

- Μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τη διαδικασία εμπλουτισμού (π.χ. αντικατάσταση της διάχυσης με φυγοκέντρους ή τεχνολογίες λείζερ)
- Χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας που να βασίζεται σε χαμηλές ή καθόλου εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα καύσιμα.
- Επέκταση της διάρκειας ζωής και αύξηση της καύσης.

Η αποφυγή των αερίων του θερμοκηπίου στο στάδιο της λειτουργίας του πυρηνικού σταθμού είναι ελάχιστη καθώς η συνεισφορά του στις αθροιστικές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι ήδη μικρή. [10]

3.2.4 Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ)

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των μελλοντικών ενεργειακών αναγκών τόσο στις αγροτικές όσο και στις αστικές περιοχές. Η ανάπτυξη και η αξιοποίηση των ΑΠΕ θα πρέπει να δοθεί σε υψηλή προτεραιότητα, ιδίως υπό το πρίσμα της αυξημένης ευαισθητοποίησης για τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής που βασίζεται στα ορυκτά.

Σε αντίθεση με τις τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων, η συντριπτική πλειονότητα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα ΑΠΕ συμβαίνει στα πρώτα στάδια της λειτουργίας του εργοστασίου, συνήθως για την παραγωγή και την κατασκευή της τεχνολογίας ή και για την υποστήριξη των υποδομών της.

3.2.4.1 Αιολική ενέργεια

Οι φάσεις του κύκλου ζωής των ανεμογεννητριών

Οι μελέτες LCA για την αιολική ενέργεια συνήθως εξετάζουν πέντε φάσεις του κύκλου ζωής των ανεμογεννητριών [13]:

1. Κατασκευή

Η κατασκευή περιλαμβάνει την παραγωγή πρώτων υλών (τσιμέντο, αλουμίνιο, ατσάλι, ίνες γυαλιού κλπ.) που απαιτούνται για την κατασκευή του πύργου, του θάλαμου, των λεπίδων, του άξονα, των θεμελίων και των καλωδίων σύνδεσης με το δίκτυο.

2. Συναρμολόγηση και ανέγερση

Η επί τόπου συναρμολόγηση και ανέγερση περιλαμβάνει το έργο της ανέγερσης της ανεμογεννήτριας. Αυτό το στάδιο συνήθως συμπεριλαμβάνεται στις φάσεις κατασκευής ή μεταφοράς.

3. Μεταφορά

Το στάδιο της μεταφοράς λαμβάνει υπόψη τα συστήματα μεταφοράς που απαιτούνται για την παροχή των πρώτων υλών για την παραγωγή των διαφόρων στοιχείων της ανεμογεννήτριας, τη μεταφορά των εξαρτημάτων της τουρμπίνας στο χώρο του αιολικού πάρκου και τις μεταφορές που χρειάζονται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.

4. Λειτουργία

Η λειτουργία σχετίζεται με τη συντήρηση των στροβίλων, που περιλαμβάνει την αλλαγή λαδιών, την λίπανση και τις μεταφορές για τη συντήρηση, συνήθως από κάποιο φορτηγό σε μία χερσαία εκατάσταση.

5. Αποσυναρμολόγηση

Τέλος στη μελέτη LCA πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το στάδιο της αποσυναρμολόγησης. Όταν η ανεμογεννήτρια είναι εκτός λειτουργίας, γίνονται εργασίες αποξήλωσης των ανεμογεννητριών και μεταφοράς (με φορτηγά) από την περιοχή ανέγερσης στον τελικό χώρο διάθεσης, οι οποίες και δεν πρέπει να αγνοηθούν. Το στάδιο αυτό επίσης περιλαμβάνει την ανακύκλωση ορισμένων

στοιχείων, όπως την κατάθεση αδρανών συστατικών σε χώρους υγειονομικής ταφής και την είσπραξη άλλων υλικών, όπως το λιπαντικό πετρέλαιο.

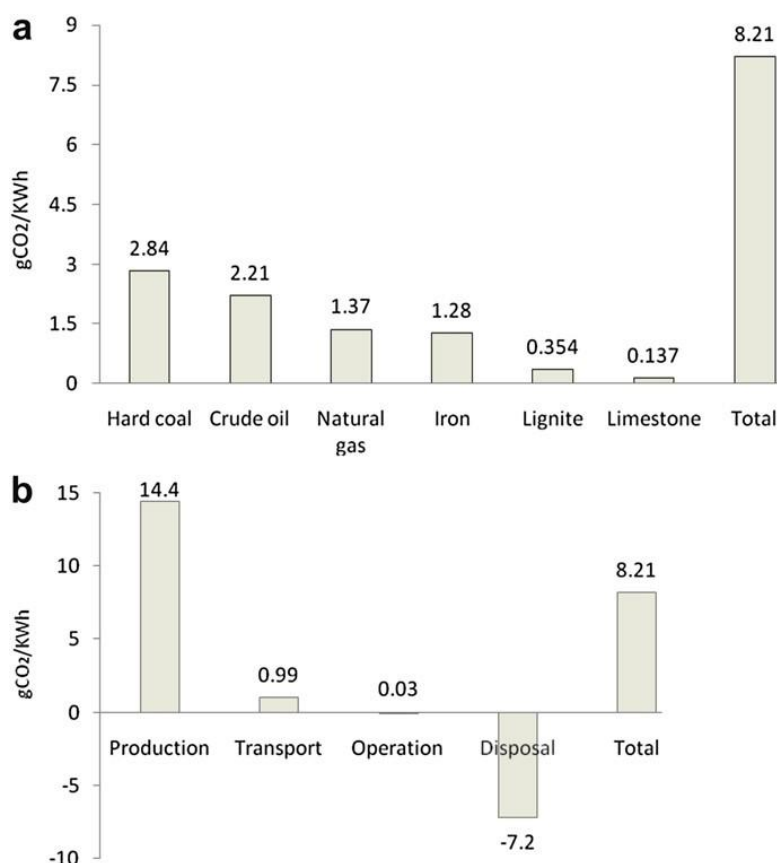
Για τις περισσότερες ανεμογεννήτριες οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου προκύπτουν κατά την παραγωγή της τουρμπίνας και την κατασκευή της εγκατάστασης και κυμαίνονται μεταξύ 72% και 90% του συνόλου των εκπομπών. Οι σημαντικές διαφορές έγκεινται κυρίως στη θεμελίωση του σταθμού. Για παράδειγμα, μία υπεράκτια ανεμογεννήτρια απαιτεί σημαντικά υψηλότερες ποσότητες χάλυβα και τσιμέντου από μια χερσαία αντίστοιχη εγκατάσταση για την κατασκευή. Για χερσαίες εγκαταστάσεις, ωστόσο οι περισσότερες από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αφορούν την παραγωγή της τουρμπίνας (κυρίως για τον πύργο και το θάλαμο). Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που δεν σχετίζονται με την κατασκευή και την παραγωγή προκύπτουν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, της συντήρησης, του παροπλισμού, της μεταφοράς των υλικών και των στροβίλων, και κυμαίνονται μεταξύ 10% και 28% του συνόλου των εκπομπών.

Ανεμογεννήτριες και εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας

Μια ολόκληρη μονάδα αιολικής ενέργειας είναι στην πραγματικότητα το μικρότερο και το πιο βασικό λειτουργικό αντικείμενο για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της αιολικής ενέργειας. Κάθε μονάδα αιολικής ενέργειας περιλαμβάνει ανεμογεννήτριες και τα μέρη μετάδοσης (εσωτερικά καλώδια, μετασχηματιστή σταθμούς και τα εξωτερικά καλώδια). Έτσι, οι εκπομπές CO₂ από ένα αιολικό πάρκο θα είναι υψηλότερες από το άθροισμα των επιμέρους ανεμογεννητριών που έχουν εγκατασταθεί στην μονάδα, καθώς υπάρχουν πρόσθετες εκπομπές από τα μέρη του συστήματος μετάδοσης. Ωστόσο, η διαφορά μεταξύ τους διαφέρει από περίπτωση σε περίπτωση. Τα μέρη του συστήματος μετάδοσης παίζουν πιο σημαντικό ρόλο στον υπεράκτιο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής, και αντιπροσωπεύουν μέχρι και το 19,34% των συνολικών εκπομπών. Αντίθετα, για τη χερσαία εγκατάσταση, τα μέρη μετάδοσης αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 1% των συνολικών εκπομπών. Έτσι, για την καλύτερη αξιολόγηση των εκπομπών CO₂ από υπεράκτια αιολικά πάρκα, είναι σημαντική να ληφθεί υπόψη ολόκληρη η μονάδα παραγωγής, αντί των μεμονωμένων ανεμογεννητριών. Για τη χερσαία μονάδα, ωστόσο, η διαφορά αυτή μπορεί να αγνοηθεί.

Γενικά, οι μεγαλύτερες τουρμπίνες, υπό παρόμοιες συνθήκες ανέμου, έχουν χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις μικρότερες ανεμογεννήτριες, ενώ υπεράκτιες ανεμογεννήτριες έχουν υψηλότερα επίπεδα εκπομπών από χερσαίες ανεμογεννήτριες με ίσους συντελεστές ικανότητας (ή συνθήκες ανέμου), λόγω του υψηλού επιπέδου των εκπομπών που σχετίζονται με τη σύνδεση και την ανέγερση των υπεράκτιων ανεμογεννητριών.

Οι *Yuxuan Wang* και *Tianye Sun* πραγματοποίησαν μία μελέτη για τον κύκλο ζωής χερσαίου αιολικού πάρκου με 186 ανεμογεννήτριες τύπου 1.65 MW wind turbine/ Vestas V82 model. Με βάση την μελέτη αυτή οι εκπομπές CO₂ υπολογίστηκαν 4.97-8.21 CO₂/kWh. Για το πάρκο αυτό, υπολόγιστηκαν οι εκπομπές CO₂ ανάλογα με τα υλικά (εικόνα α) και οι εκπομπές CO₂ για τις διαφορετικές φάσεις του κύκλου ζωής του πάρκου (εικόνα β). [14]

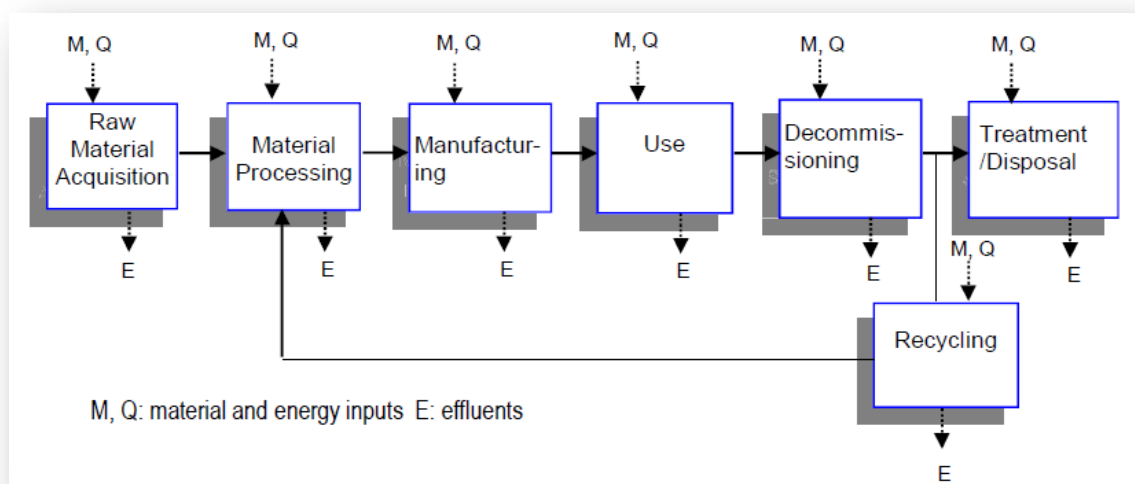


Διάγραμμα 3.2 Εκπομπές CO₂ ανά kWh στη διάρκεια της ζωής του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας του ανέμου.

- (α) τις εκπομπές CO₂ ανά kWh που αποδίδονται στην κατανάλωση διαφόρων υλικών.
(β) των εκπομπών CO₂ ανά kWh που αποδίδονται στις διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής.

3.2.4.2 Φωτοβολταϊκά

Η διάρκεια του κύκλου ζωής των φωτοβολταϊκών, ξεκινά από την εξόρυξη των πρώτων υλών και τελειώνει με τη διάθεση ή την ανακύκλωση και την ανάκτηση των φωτοβολταϊκών εξαρτημάτων.



Εικόνα 3.6 Ροή των σταδίων του κύκλου ζωής. Η ενέργεια, τα υλικά και τα λύματα για τα φωτοβολταϊκά συστήματα

Οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη μελέτη του κύκλου ζωής των φωτοβολταϊκών είναι:

- Η ποσότητα και η ποιότητα του πυριτίου.
- Η απόδοση της μονάδας και η διάρκεια ζωής.
- Οι συνθήκες ακτινοβολήσης.
- Διαφορές στην εγκατάσταση, όπως για ολοκληρωμένες και μη ολοκληρωμένα συστήματα
- Η αποτελεσματικότητα των περιφερειακών συσκευών, όπως το ισοζύγιο του συστήματος

Οι *Schaefer* και *Hagedorn* πραγματοποίησαν μια συγκριτική ανάλυση των απαιτήσεων σε επιφάνεια και σε υλικό των διαφόρων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αξιολογήθηκαν η συσσωρευμένη κατανάλωση ενέργειας (κρυφή ενέργεια ή γκρι ενέργεια) στην κατασκευή των φωτοβολταϊκών σταθμών παραγωγής ενέργειας, οι εκπομπές CO₂ που προκαλούνται από φωτοβολταϊκά κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ο χρόνος απόσβεσης της ενέργειας. Στην συγκεκριμένη μελέτη υπολογίστηκαν 0,62 kg CO₂/kWh ως ειδικός συντελεστής εκπομπών για τη συσσωρευμένη τελική κατανάλωση ενέργειας της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εκπομπές

CO₂ υπολογίστηκαν 3.360 και 5.020 kg CO₂/kWp για την άμορφη και μονοκρυσταλλική τεχνολογία, αντίστοιχα. [16]

Οι *Kato et al.* έχουν κάνει μια ανάλυση του κύκλου ζωής των φωτοβολταϊκών κυττάρων από μονοκρυσταλλικό πυριτίου (c-Si) και οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων χρησιμοποιώντας “off-grade silicon” προερχόμενο από τις βιομηχανίες αγωγών. Αυτή η μελέτη έγινε για ένα οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα 3 kW το οποίο είχε εγκατασταθεί σε μία ταράτσα. Το φωτοβολταϊκό σύστημα συνδέθηκε με το δίκτυο χωρίς μπαταρία και τοποθετήθηκε εκεί όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι 1.427 kWh/m² έτος. Η ετήσια ηλεκτρική ισχύ του φωτοβολταϊκού συστήματος υπολογίστηκε σε 3,47 MWh/έτος. Η ισορροπία του συστήματος (BOS) του οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος αποτελείται από ένα σύστημα στήριξης και ένα μετατροπέα. Οι έμμεσες εκπομπές CO₂ των φωτοβολταϊκών συστημάτων που χρησιμοποιούν τα c-Si κύτταρα εκτιμήθηκαν σε 91 g CO₂/kWh. [15]

Η *Alsema* μελέτησε τις απαιτήσεις ενέργειας και τις εκπομπές CO₂ για την παραγωγή των φωτοβολταϊκών μονάδων. Μελέτησε τεχνολογίες με μονοκρυσταλλικό πυρίτιο και με λεπτή μεμβράνη (thin film module technologies). Ο χρόνος αποπληρωμής της ενέργειας (energy pay back period) βρέθηκε να είναι 2,5 με 3 χρόνια για την εγκατάσταση στην οροφή και 3-4 χρόνια για σύστημα τοποθετημένο στο έδαφος με πολλά watt. Οι εκπομπές CO₂ από το σύστημα στη οροφή υπολογίστηκαν ως 50-60 g/kWh. [15]

Οι *Kannan et al.* πραγματοποίησαν μία μελέτη LCA για μια ηλιακή φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στη Σιγκαπούρη 2,7 kWp. Η ηλιακή φωτοβολταϊκή εγκατάσταση αποτελούνταν από 36 μονο-κρυσταλλικού πυριτίου (12V, 75Wp) τοποθετημένη σε οροφή κτιρίου με κατασκευές υποστήριξης αλουμινίου και τσιμεντόλιθους για τη βάση. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου υπολογίστηκαν περίπου 165 g CO₂/kWh. [15]

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα φωτοβολταϊκά συστήματα:

A/A	ΕΤΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΤΥΠΟΣ ΚΕΛΙΟΥ	ΙΣΧΥΣ (KW)	g- CO ₂ /kWh
1	2005	Japan	a-Si	–	53
2	1992	Germany	c-Si	300/1.500	250/150
3	1992	Germany	mc-Si	300/1.500	250/110
4	1992	Germany	a-Si	300/1.500	170/100
5	1997	Japan	c-Si	3	91
6	2000	Italy	c-Si and thin film	3.300	50–60

7	2006	Singapore	c-Si	2.7	165
8	2005	Greece	mc-Si	3	104 (α)
9	2005	US	mc-Si	3.500	184 kg CO ₂ /kWp
α: υποθέτοντας διάρκεια ζωής 20 χρόνια					

3.2.4.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Όσον αφορά την υδροηλεκτρική ενέργεια, σύμφωνα με τον *Daniel Weisser*, στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι περισσότερες από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου προκύπτουν κατά την παραγωγή και την κατασκευή του υδροηλεκτρικού σταθμού. Έτσι οι εκπομπές αυτές υπολογίζονται περίπου μεταξύ 2 και 9 g CO₂eq/kWhe. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν δεξαμενές μπορούν να εκπέμπουν σημαντικές ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου που ξεπερνούν εύκολα όλες τις άλλες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ενεργειακή αλυσίδα, λόγω της εκκαθάρισης της γης πριν από την κατασκευή, αλλά κυρίως λόγω της πλημμύρας της βιομάζας και του εδάφους. Το ποσό των αερίων που απελευθερώνεται εξαρτάται από το μέγεθος της δεξαμενής, τον τύπο και την ποσότητα της βλάστησης που πλημμυρίζει, τον τύπο του εδάφους, το βάθος του νερού και το κλίμα. Όπως αναφέρθηκε από τον *Bauer* για ευρωπαϊκά παραδείγματα, το εύρος των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κυμαίνεται από 1 μέχρι 34 g CO₂eq/kWhe, ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης (“run-off” ή “reservoir”), το μέγεθος και τη χρήση του (π.χ. “rumped hydro”), καθώς και το μείγμα ηλεκτρικής ενέργειας, και συνεπώς και των εκπομπών, που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του. [11]

Οι *Gagnon και Vate* εξέτασαν τις διάφορες κατηγορίες των υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ενέργειας σε σχέση με τις τρεις κυριότερες πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Μία από τις πηγές των εκπομπών συνδέεται με την κατασκευή της μονάδας, η δεύτερη πηγή εκπομπών σχετίζεται με τη βιομάζα από την αποσυντεθειμένη γη που πλημμυρίζει από τις υδροηλεκτρικές δεξαμενές και η τρίτη πηγή εκπομπών είναι η θερμική δύναμη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση ανάγκης. Εάν η παραγωγή ενός συγκεκριμένου σταθμού υδροηλεκτρικής είναι εποχιακή, κυρίως για τις “run of river” μονάδες, η εφεδρική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (που απαιτείται για την αντιστάθμιση) πρέπει να περιληφθεί στην αξιολόγηση. Σύμφωνα με τους *Gagnon και Vate* σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση των εκπομπών έχει το είδος της υδροηλεκτρικής μονάδας, το υλικό που χρησιμοποιείται, αν δηλαδή είναι γη ή πέτρα ή αντίθετα οπλισμένο σκυρόδεμα, ο όγκος των φραγμάτων και των αναχωμάτων, τα οποία είναι στο συγκεκριμένο χώρο, και το συνολικό μέγεθος του έργου, η ποσότητα των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή των υδροηλεκτρικών σταθμών καθώς και τα

υλικά αυτά, τα οποία είναι κυρίως ατσάλι και μπετόν ή τσιμέντο. Η αξιολόγηση όλων αυτών οδήγησε σε ένα εύρος τιμών για τις εκπομπές CO₂ από 1g CO₂/kWh μέχρι 10g CO₂/kWh. [15]

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται συνοπτικά μελέτες που έγιναν σε σταθμούς παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂, λαμβάνοντας υπόψη όλον τον κύκλο ζωής των μονάδων.

A/A	ΕΤΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ (έτη)	ΙΣΧΥΣ (MW)	g-CO ₂ /kWh
1	1997	Japan	Reservoir	100	4000	237
2	1996	Switzerland	Run-off-river	80	3.2	3.7
			Storage	70–200	8.6	4.5
3	1996	Japan	Run-off-river	30	10	18

3.2.4.4 Ενέργεια βιομάζας

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα συστήματα βιομάζας εξαρτώνται κυρίως από:

- Την ενεργειακή ένταση του κύκλου του καυσίμου.
- Τις ιδιότητες των βιοκαυσίμων.
- Την τεχνολογία των εγκαταστάσεων.
- Την ειδική θερμική αποδοτικότητα της μετατροπής (specific thermal conversion efficiency).

Η πλειοψηφία των εκπομπών προκύπτουν κατά το στάδιο του κύκλου του καυσίμου, ενώ οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τα άλλα στάδια του κύκλου ζωής είναι αμελητέες. Βιογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (εκπομπές που προκύπτουν από την καύση των βιοκαυσίμων), δεν περιλαμβάνονται συνήθως, δεδομένου ότι θεωρείται ότι παρουσιάζεται ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα. Γενικά, η χρήση της βιομάζας στο στάδιο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ορίζεται ως ένα «ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα», επειδή το CO₂ που εκλύεται κατά την καύση απορροφάται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της μονάδας. Οι εκπομπές κύκλου ζωής για τα συστήματα βιομάζας ποικίλλουν σημαντικά ανάλογα με την απόδοση της καύσης, το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας και το είδος της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται. [11]

Οι *Corti και Lombardi* έκαναν ανάλυση των επιδόσεων και αξιολόγηση του κύκλου ζωής μιας ενσωματωμένης αεριοποίησης συνδυασμένου κύκλου (integrated gasification combined cycle-IGCC) όπου τροφοδοτούνταν με βιομάζα. Στην ανάλυση τους αυτή οι εκπομπές προέκυψαν 167 kg CO₂/MWh. [15]

Οι *Carpentieri et al.* μελέτησαν την αξιολόγηση του κύκλου ζωής μιας ολοκληρωμένης αεριοποίησης βιομάζας σε συνδυασμό κύκλου (integrated biomass gasification combined cycle-IBGCC) με την απομάκρυνση του CO₂ από την απορρόφηση χημικών. Το αποτέλεσμα της προσομοίωσης αυτής όσον αφορά τις εκπομπές CO₂ προέκυψε 178 kg CO₂/MWh. [15]

Σύμφωνα με την έρευνα του *Daniel Weisser* το φάσμα του κύκλου ζωής των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κυμαίνεται μεταξύ περίπου 35 και 99 g CO₂eq/kW. [11]

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται συνοπτικά μελέτες που έγιναν σε σταθμούς παραγωγής (που χρησιμοποιούν την βιομάζα) για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂, λαμβάνοντας υπόψη όλον τον κύκλο ζωής των μονάδων.

A/A	ΕΤΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΙΣΧΥΣ	g-CO ₂ /kWh
1	2004	Coal system + biomass co-firing and CO ₂ sequestration	457 MW	43
2	2005	IBGCC + CO ₂ removal (chemical absorption)	204.5 MW	178
3	2005	Biogas cogeneration	80 kW	78
4	1999	90% hard coal and 10% straw	509 MW	37
		90% hard coal and 10% wood		35
5	1999	IGCC	1 MWh	110

3.2.4.5 Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική τεχνολογία είναι συμφέρουσα για το περιβάλλον, διότι δεν υπάρχει διαδικασία καύσης που να εκπέμπει διοξείδιο του άνθρακα, μόνο με τις άμεσες εκπομπές που προέρχονται από τα υπόγεια υγρά στη δεξαμενή. Το πλήρες φάσμα εκπομπών CO₂ εκτείνεται από κοντά στο 0 έως 740 g CO₂/kWh, ανάλογα με το σχεδιασμό της τεχνολογίας και τη σύνθεση του γεωθερμικού ρευστού στο υπόγειο κοίτασμα. Άμεσες εκπομπές CO₂ για τις εφαρμογές άμεσης χρήσης είναι αμελητέες. Μελέτες εκτιμούν ότι η πλήρης διάρκεια του κύκλου ζωής ισοδύναμου CO₂ των εκπομπών για τη γεωθερμική ενεργειακή τεχνολογία είναι λιγότερες από 50 g

CO₂eq/kWhe για την παραγωγή ατμού από μονάδες “flash steam geothermal”, λιγότερο από 80 g CO₂eq/kWhe προβλεπόμενη για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας EGS (Enhanced Geothermal System), και μεταξύ 14-202 g CO₂eq/kWh για συστήματα τηλεθέρμανσης και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. [17]

3.2.4.6 Ενέργεια από ωκεανούς

Η θαλάσσια ενέργεια δεν εκπέμπει CO₂ άμεσα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας όπου χρησιμοποιείται. Παρόλα αυτά, οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου μπορούν να προκύψουν από τις διαφορετικές πτυχές του κύκλου ζωής της ενέργειας των ωκεανών, συμπεριλαμβανομένης της εξόρυξης πρώτων υλών, της κατασκευής των εξαρτημάτων, την κατασκευή, τη συντήρηση και τον παροπλισμό. Μια διεξοδική αναθεώρηση των μελετών αξιολόγησης του κύκλου ζωής που δημοσιεύθηκε από το 1980 δείχνει ότι οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τα συστήματα που χρησιμοποιούν την κυματική και την παλιρροϊκή ενέργεια είναι λιγότερο από 23 g CO₂eq/kWh, με μια μέση εκτίμηση του κύκλου ζωής των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά περίπου 8 g CO₂eq/kWh για κύμα ενέργειας. [17]

3.2.5 Συνοπτική παρουσίαση εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου σε τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ερευνών για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όπως αυτές έχουν προκύψει μελετώντας τον κύκλο ζωής κάθε τεχνολογίας. Παρουσιάζεται το εύρος τιμών των εκπομπών όπως αυτό προέκυψε από τις μελέτες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6 ΕΥΡΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΑΝΑ kWh (g-eqCO₂/kWh) ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ										
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	[11]		[10]		[15]		[17]		[18]	
	Min	max	Min	max	Min	max	Min	max	Min	max
Τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων										
Βιομηχανικό αέριο			865	2.410						
Φυσικό αέριο	400	800	485	991			290	930	360	720
Πυρηνική ενέργεια	2	24	8	11	24		1	220		
Λιθάνθρακας			949	1.280						
Άνθρακας	760	1.280			975		675	1.689	1.080	1.780
Πετρέλαιο	520	1.200	519	1.190	742		510	1.170	720	1.080
Λιγνίτης	820	1.690	1.060	1.690						
Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας										
Φωτοβολταϊκά	44	72	79	-	53	250	5	217	54	144
Συγκεντρωμένη ηλιακή ενέργεια (CSP)							7	89		
Ηλιοθερμική ενέργεια					14	202			36	108
Υδροηλεκτρική ενέργεια	1	35	3	27	4	237	0	43	2	36
Αιολική ενέργεια	8	26	14	21	10	124	2	81	4	36
Γεωθερμία							6	79	7	36
Ενέργεια από ωκεανούς							2	23	18	108
Συμπαράγωγή ξύλου			92	156						
Βιομάζα	36	100			35	178			54	108
Βιοαέριο									54	234

3.3 Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη διαχείριση αποβλήτων

Η διάθεση και η επεξεργασία των αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει εκπομπές διαφόρων αερίων του θερμοκηπίου, που συμβάλλουν στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Το πιο σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται από τα απόβλητα είναι το μεθάνιο. Αυτό απελευθερώνεται κατά την κατανομή των οργανικών ουσιών σε χώρους υγειονομικής ταφής. Άλλες μορφές διάθεσης των αποβλήτων παράγουν επίσης αέρια του θερμοκηπίου, αλλά αυτά είναι κυρίως με τη μορφή του διοξειδίου του άνθρακα. Ακόμη και η ανακύκλωση των αποβλήτων παράγει ορισμένες εκπομπές, αν και αυτές αντισταθμίζονται από τη μείωση των ορυκτών καυσίμων που απαιτείται για τη λήψη νέων πρώτων υλών.

Η διαχείριση των αποβλήτων και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

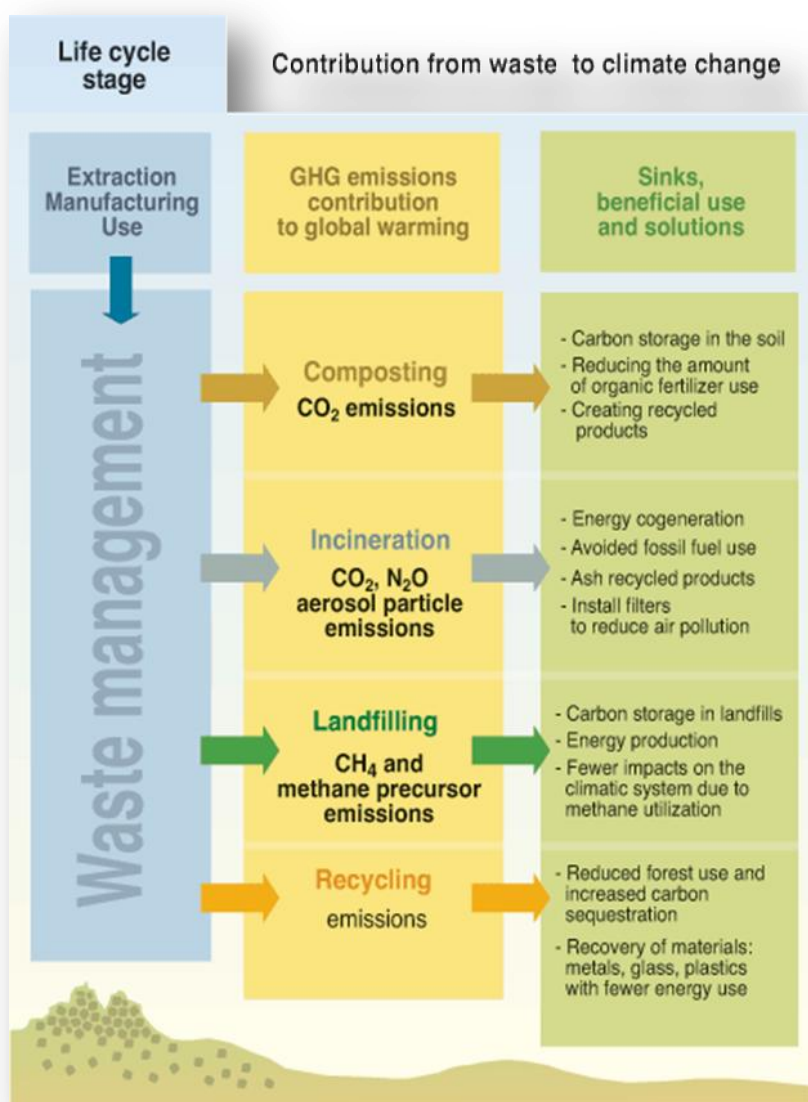
Κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση είναι μια επιλογή για την διαχείριση των βιολογικών υλικών όπως υπολείμματα τροφών, τα απόβλητα ναυπηγείων και τα γεωργικά απόβλητα. Η κομποστοποίηση είναι η φυσική βιολογική διάσπαση των οργανικών υλών. Κατά τη διαδικασία της αερόβιας κομποστοποίησης (παρουσία οξυγόνου), οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν την οργανική ύλη και απελευθερώνεται θερμότητα και διοξείδιο του άνθρακα. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος του άνθρακα που περιέχεται στην οργανική ύλη διατηρείται στο λίπασμα και ως εκ τούτου δεν απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Η κομποστοποίηση είναι ένα σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων που δημιουργεί ένα ανακυκλωμένο προϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση των ανόργανων λιπασμάτων. Οι καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έχουν μειωθεί, επειδή η εντατική παραγωγή λιπασμάτων και κατά συνέπεια και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μειώνεται. [18]

Καύση

Η καύση απελευθερώνει τόσο διοξείδιο του άνθρακα όσο και υποξείδιο του αζώτου. Η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση μπορεί να αξιοποιηθεί και να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία άλλων διαδικασιών, πράγμα που οδηγεί σε αντιστάθμιση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων. Επιπρόσθετα, με την καύση αποτρέπεται η υγειονομική ταφή των αποβλήτων, μειώνοντας την παραγωγή του μεθανίου. Ωστόσο, το κάψιμο των σκουπιδιών παράγει επίσης απόβλητα με τη μορφή τέφρας. Το μεγαλύτερο μέρος

αυτής της τέφρας στέλνεται σε χώρους υγειονομικής ταφής, ενώ ένα μέρος της χρησιμοποιείται για την παραγωγή προϊόντων όπως τα δομικά υλικά και βάση δρόμο. [18]



Εικόνα 2.4 Η συνεισφορά των αποβλήτων στην κλιματική αλλαγή

Αποτέφρωση

Η αποτέφρωση των αποβλήτων ορίζεται ως η καύση των στερεών και υγρών αποβλήτων σε ελεγχόμενες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης. Για τις καύσεις απορριμμάτων στις σύγχρονες εγκαταστάσεις διατίθενται ψηλές καμινάδες και ειδικά σχεδιασμένοι θάλαμοι καύσης, οι οποίοι παρέχουν υψηλές θερμοκρασίες καύσης, μεγάλο χρόνο παραμονής, και αποτελεσματική διέγερση των αποβλήτων ενώ εισάγεται αέρας για την πιο πλήρη καύση. Τύποι των αποβλήτων που αποτεφρώνονται περιλαμβάνουν αστικά στερεά απόβλητα, βιομηχανικά απόβλητα, τα επικίνδυνα απόβλητα, νοσοκομειακά απόβλητα και λυματολάσπη. Η πρακτική της καύσης στερεών αστικών αποβλήτων σήμερα είναι πιο κοινή στις ανεπτυγμένες

χώρες, ενώ είναι κοινή τόσο για τις ανεπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες χώρες για την αποτέφρωση νοσοκομειακών αποβλήτων. Η αποτέφρωση των αποβλήτων είναι η πηγή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σχετικά αέρια που εκπέμπονται περιλαμβάνουν το CO₂, το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O). Κανονικά, οι εκπομπές του CO₂ από την καύση των αποβλήτων είναι πιο σημαντικές από ό, τι εκπομπές CH₄ και N₂O. [18]

Η υγειονομική ταφή

Η υγειονομική ταφή είναι η πιο κοινή πρακτική διαχείρισης των αποβλήτων, και έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση του μεθανίου από την αναερόβια αποσύνθεση των οργανικών υλικών. Το μεθάνιο είναι περίπου 20 φορές πιο ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου από το διοξείδιο του άνθρακα. Αν η διάθεση της οργανικής ουσίας μειωθεί (για παράδειγμα, από κομποστοποίηση ή καύση) θα ήταν δυνατόν να μειωθεί η ποσότητα των εκπομπών μεθανίου. Ωστόσο, το μεθάνιο της υγειονομικής ταφής είναι επίσης μια πηγή ενέργειας καθώς ορισμένοι χώροι υγειονομικής ταφής το δεσμεύουν και το χρησιμοποιούν για ενέργεια. Επιπλέον, πολλά υλικά σε χώρους υγειονομικής ταφής, δεν αποσυντίθενται πλήρως, και ο άνθρακας παραμένει δεσμευμένος στους χώρους ταφής και δεν απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. [18]

Κεφάλαιο 4. Υπολογισμός εκπομπών αναφοράς

4.1 Διαδικασία συγκριτικής αξιολόγησης των μεθόδων υπολογισμού εκπομπών CO₂

Για να γίνει η συγκριτική αξιολόγηση των δύο μεθόδων υπολογισμού εκπομπών CO₂ στο πλαίσιο Ανάπτυξης Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, επιλέχθηκε ο δήμος Επιδαύρου.

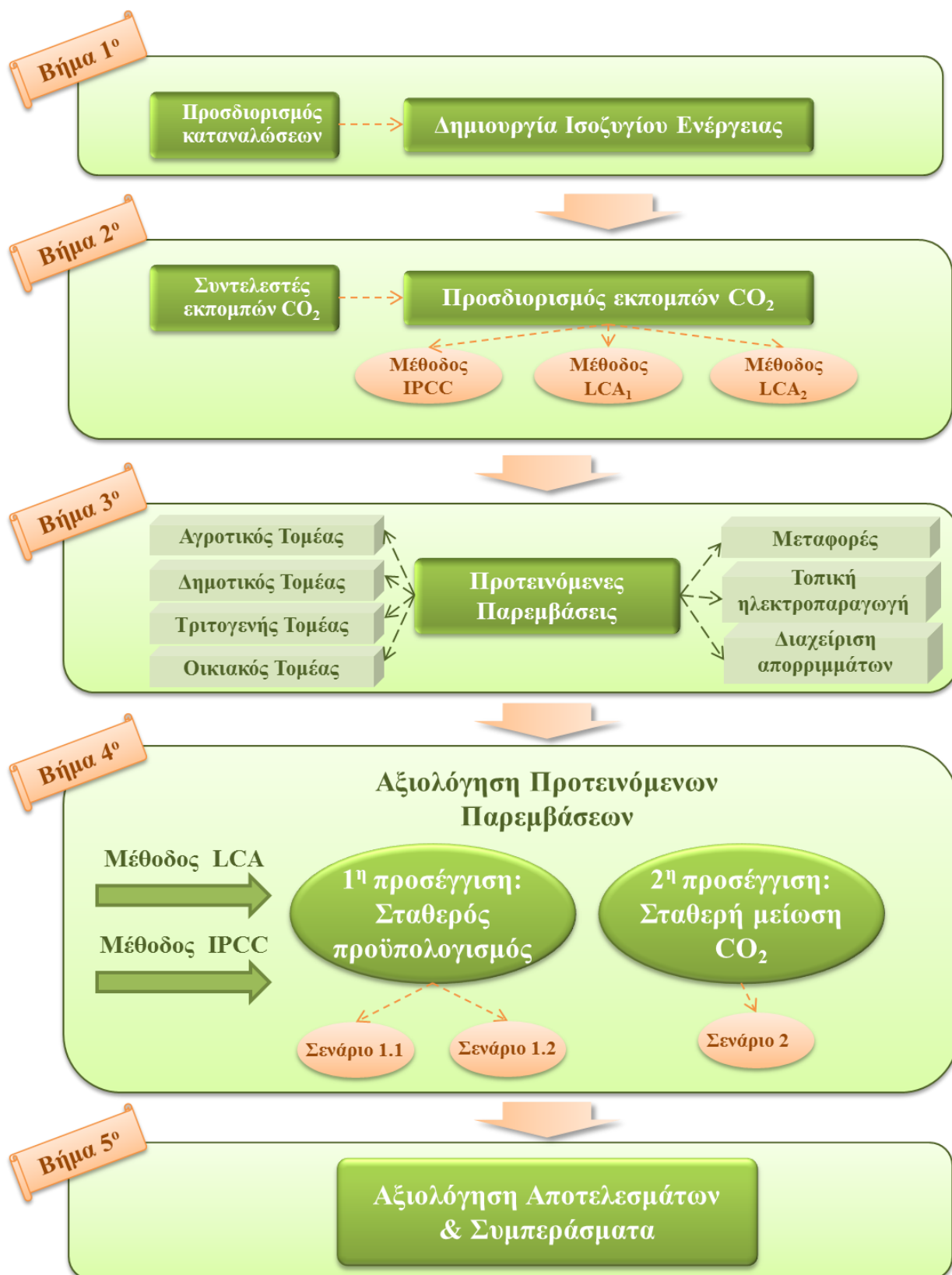
Στο 1^ο Βήμα έγινε η καταγραφή των καταναλώσεων του δήμου Επιδαύρου και κατασκευάστηκε το ισοζύγιο ενέργειας. Έπειτα, συγκεντρώθηκαν οι συντελεστές εκπομπών και έγινε ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ και των ισοδύναμων εκπομπών CO₂ με τις δύο μεθόδους (Βήμα 2^ο).

Για να επιτευχθεί ο στόχος μείωσης των εκπομπών CO₂ στο δήμο, στα πλαίσια του Σχεδίου Δράσης, στο 3^ο Βήμα επιλέχθηκε ένα σύνολο από δράσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στο δήμο. Οι δράσεις αυτές αφορούν διάφορους τομείς, στους οποίους έγινε και η καταγραφή καταναλώσεων και εκπομπών CO₂ (αγροτικός τομέας, οικιακός, δημοτικός φωτισμός, κτίρια και εγκαταστάσεις, μεταφορές, τοπική ηλεκτροπαραγωγή κα διαχείριση αποβλήτων).

Στο 4^ο Βήμα, το οποίο παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 5, πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις όσον αφορά τις δράσεις του Σχεδίου. Στην 1^η προσέγγιση προκύπτουν δύο σενάρια. Σε όλα τα σενάρια θεωρήθηκε πως ο δήμος θα διαθέσει ένα σταθερό αρχικό κεφάλαιο για την υλοποίηση των δράσεων που επιλέγονται. Σε κάθε σενάριο έγινε διαφορετική επιλογή δράσεων και υπολογίστηκε η εξοικονόμηση ρύπων και ενέργειας για κάθε μέθοδο μέτρησης. Στην 2^η προσέγγιση θεωρήθηκε σταθερή η εξοικονόμηση ρύπων, στο 20%, και υπολογίστηκε για κάθε μέθοδο, IPCC και LCA, το κόστος για τον δήμο ώστε να επιτευχθεί αυτή η εξοικονόμηση. Σε αυτήν την προσέγγιση, και στις δύο μεθόδους επιλέχθηκαν οι ίδιες δράσεις με διαφορετικό όμως ποσοστό εφαρμογής σε μέθοδο.

Τέλος, στο 5^ο Βήμα έγινε η εκτίμηση των συμπερασμάτων για τις μεθόδους μέτρησης των εκπομπών CO₂.

Ακολουθεί ένα συνοπτικό διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζονται τα βήματα τα οποία ακολουθήθηκαν και τα στάδια μέσα από τα οποία έγινε η συγκριτική αξιολόγηση των δύο μεθόδων:



Διάγραμμα 4.1 Διαδικασία συγκριτικής αξιολόγησης των μεθόδων εκπομπού CO₂

4.2 Απογραφή καταναλώσεων δήμου Επιδαύρου

Με σκοπό την τελική μέτρηση και σύγκριση των εκπομπών CO₂ με τις δύο μεθόδους, με χρήση των πρότυπων συντελεστών και με χρήση των LCA συντελεστών, επιλέχθηκε ο Δήμος Επιδαύρου, ώστε να γίνει καταγραφή των καταναλώσεών του, ανά τομέα, και έπειτα να υπολογιστούν οι εκπομπές CO₂ για το έτος βάσης. Για την καταγραφή των καταναλώσεων χρησιμοποιήθηκε το «Προσχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια του Δήμου Επιδαύρου» που εκπονήθηκε στα πλαίσια μιας άλλης διπλωματικής εργασίας. Ακολουθεί λοιπόν η τελική καταγραφή των καταναλώσεων του Δήμου με στοιχεία όπως αυτά προέκυψαν από το Προσχέδιο Δράσης. [62]

4.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά δήμου

Ο Δήμος Επιδαύρου είναι δήμος της Περιφέρειας Πελοποννήσου και συστάθηκε με το πρόγραμμα Καλλικράτης την 1^η Ιανουαρίου 2011 από την ενσωμάτωση του δήμου Ασκληπιείου και του δήμου Επιδαύρου. Η έκταση του είναι 336,06 km² και ο πληθυσμός του σύμφωνα με την απογραφή του 2001 ανέρχεται σε 9.275 κατοίκους. Βρίσκεται ανατολικά του νομού Αργολίδας και μεγάλο τμήμα του βρέχεται από τον Σαρωνικό κόλπο. [62]

4.2.2 Καταναλώσεις δήμου ανά τομέα

Για την καταγραφή των καταναλώσεων και τον υπολογισμό των εκπομπών επιλέχθηκε το έτος 2010 ως έτος αναφοράς. Η καταγραφή των καταναλώσεων έγινε στον αγροτικό τομέα, στα κτίρια και στις εγκαταστάσεις και στις μεταφορές.

4.2.2.1 Αγροτικός τομέας

Στο Δήμο Επιδαύρου καλλιεργούνται αγροτικά προϊόντα σχεδόν από όλες τις βασικές κατηγορίες αγροτικών προϊόντων, εκτρέφονται ζώα ενώ υπάρχει δραστηριοποίηση στο τομέα της αλιείας. Η μεγάλη αυτή δραστηριοποίηση στον αγροτικό τομέα συνεπάγεται μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στον τομέα. Στις γεωργικές καλλιέργειες η χρήση αυτή εκτείνεται στους τομείς της σποράς, της λίπανσης, κυρίως της άρδευσης και της προστασίας από κλιματικά φαινόμενα. Στα θερμοκήπια ακόμα χρησιμοποιείται η ηλεκτρική ενέργεια στη θέρμανση και ψύξη του χώρου. Στην κτηνοτροφία χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη των ζώων, με ότι αυτό συνεπάγεται, δηλαδή τροφοδοσία με ζωοτροφές, κατανάλωση νερού, θέρμανση

χώρων. Εκτός όμως από την ηλεκτρική ενέργεια, στον αγροτικό τομέα υφίσταται και κατανάλωση πετρελαίου, είτε με τη χρήση γεωργικών και κτηνοτροφικών μηχανημάτων, όπως άροτρα, δισκοσβάρνες, φρέζες, καλλιεργητές, λιπασματοδιανομείς, ψεκαστικά, σπαρτικές, μηχανήματα κοπής, πρέσες, αρμεχτικά, αντλίες αρδεύσεων, είτε με τη χρήση σκαφών για αλιευτικές δραστηριότητες. Ακολουθεί ο Πίνακας 4.1 με τις τελικές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου στον αγροτικό τομέα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1. ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΤΟΜΕΑ	
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	
Γεωργία (lt)	936.016
Κτηνοτροφία (lt)	248.036
Αλιεία (lt)	266.520
Σύνολο (lt)	1.450.572
Σύνολο (kWh)	14.505.725
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (MWh)	
Γεωργία	12.478
Κτηνοτροφία	-
Αλιεία	-
Σύνολο	12.478

Με χρήση του συντελεστή μετατροπής του όγκου του πετρελαίου σε ποσότητα με μονάδες kWh, 10 kWh/lt, οι ετήσιες καταναλισκόμενες μονάδες ενέργειας για τον αγροτικό τομέα είναι **14.506 MWh**.

4.2.2.2 Κτίρια, εξοπλισμός, εγκαταστάσεις και βιομηχανίες

Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός και εγκαταστάσεις

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα σχολεία του Δήμου, οι εκκλησίες, τα δημοτικά γραφεία. Οι εγκαταστάσεις του δήμου περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις ύδρευσης και αποχέτευσης, όπως αντλιοστάσια και γεωτρήσεις, αθλητικές εγκαταστάσεις καθώς και λιμενικές εγκαταστάσεις λόγω των παραθαλάσσιων όρμων της περιοχής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	Κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης (lt)

	(MWh)	
Σχολεία πρωτοβάθμιας – δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	67	25.526
Δημοτικά κτίρια δήμου Επιδαύρου	170	3.285
Πολιτιστικοί χώροι δήμου Επιδαύρου	218	
Αθλητικές εγκαταστάσεις δήμου Επιδαύρου	51	
Λιμενικές εγκαταστάσεις δήμου Επιδαύρου	15	
Εκκλησιών δήμου Επιδαύρου	11	
Εγκαταστάσεις ύδρευσης, αποχέτευσης, αντλιοστασίων δήμου Επιδαύρου	792	
Κατανάλωση περιοχών δήμου Επιδαύρου άγνωστης χρήσης	2.700	
Σύνολο	4.024	28.811 1 lt ή 288.110 MWh

Βιομηχανίες , Κτίρια, εξοπλισμός / εγκαταστάσεις τριτογενούς τομέα

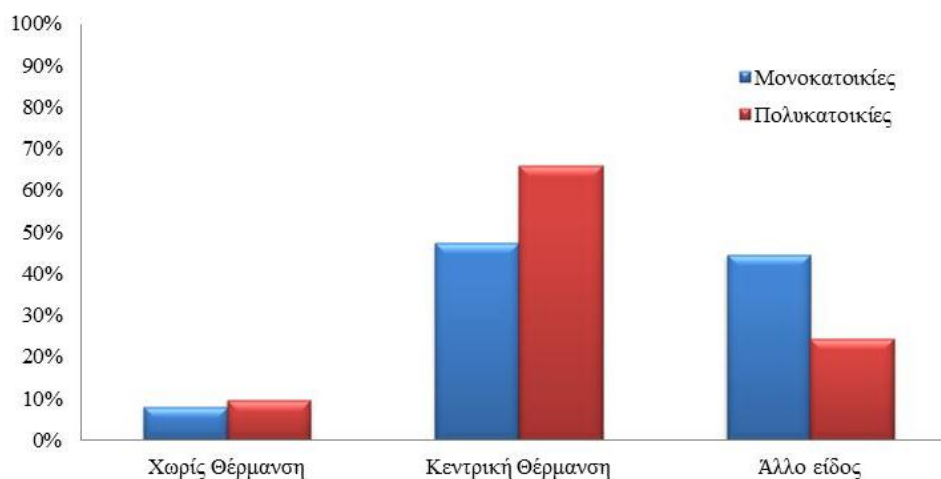
Στην περιοχή του δήμου Επιδαύρου δραστηριοποιούνται επιχειρήσεις και στο δευτερογενή και στο τριτογενή τομέα της τοπικής οικονομίας. Ακολουθεί ο πίνακας όπου παρουσιάζεται η τελική ηλεκτρική κατανάλωση του βιομηχανικού και εμπορικού τομέα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας νομού Αργολίδας (MWh)	Επιχειρήσεις νομού Αργολίδας ανά τομέα	Επιχειρήσεις δήμου Επιδαύρου ανά τομέα	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας δήμου Επιδαύρου (MWh)
Βιομηχανική Χρήση	62.679	3.959	227	3.593
Εμπορική χρήση	185.684	5.336	489	17.016

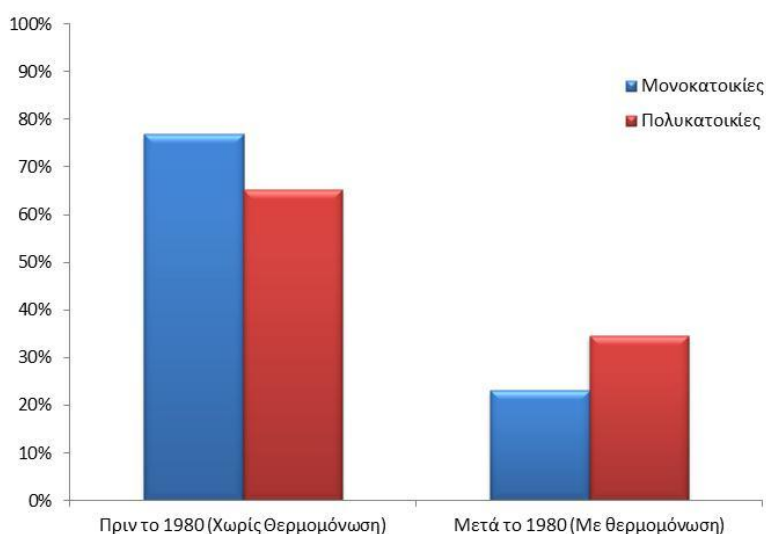
Κατοικίες

Για τον υπολογισμό των καταναλώσεων των κατοικιών έγινε διαχωρισμός ανάμεσα σε μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, σε κατοικίες με κεντρική θέρμανση ή άλλου είδους θέρμανση και σε κατοικίες με θερμομόνωση ή χωρίς. Στις κατοικίες με άλλου

είδους θέρμανση, η θέρμανση γίνεται με χρήση ηλεκτρισμού, πυρηνόξυλου και ξυλείας από δενδρώδεις καλλιέργειες και αμπέλια της περιοχής, ενώ για την καταγραφή της κατανάλωσης σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιήθηκε η αναλογία ηλεκτρισμού και ξυλείας.



Διάγραμμα 4.2 Χαρακτηριστικά κατοικιών δήμου Επιδαύρου



Διάγραμμα 4.3 Χαρακτηριστικά κατοικιών δήμου Επιδαύρου

Με βάση αυτούς τους διαχωρισμούς προέκυψαν τα ακόλουθα τελικά αποτελέσματα για τις καταναλώσεις ενέργειας στον οικιακό τομέα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4 ΤΕΛΙΚΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΤΟΜΕΑ	
ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	Κατανάλωση (MWh)
Ηλεκτρική ενέργεια	12.204
Πετρέλαιο θέρμανσης	15.126
Βιομάζα	10.390

Ηλιοθερμική	7.428
Σύνολο	45.148

Δημοτικός Δημόσιος Φωτισμός

Ο δήμος Επιδαύρου καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια για το φωτισμό των δημοτικών κτιρίων του αλλά και για το φωτισμό των δρόμων και των δημοσίων κοινόχρηστων χώρων του. Προκύπτουν έτσι οι εξής καταναλώσεις:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	Κατανάλωση (MWh)
Άγιος Δημήτριος	158
Αδάμι	72
Αρκαδικό	93
Αρχαία Επίδαυρος	231
Δήμαινα	24
Λυγουριό	566
Νέα Επίδαυρος	119
Τραχειά	24
Σύνολο	1.287

4.2.2.3 Μεταφορές

Η κατηγορία των μεταφορών περιλαμβάνει τις υποκατηγορίες:

- Δημοτικός Στόλος
- Δημόσιες Μεταφορές
- Ιδιωτικές και Εμπορικές Μεταφορές

Στο δήμο Επιδαύρου ο τομέας των μεταφορών αφορά τις δημοτικές μεταφορές με χρήση των οχημάτων του δήμου είτε επιβατικής χρήσης είτε για χρήση καθαριότητας και εργοταξιακή χρήση, τις μεταφορές δημόσιας χρήσης, δηλαδή χρήση των ΚΤΕΛ του νομού Αργολίδας για μετακίνηση πληθυσμού στα όρια του δήμου και χρήση υπηρεσιών ταξί. Τέλος στο τομέα αυτό περιλαμβάνονται οι ιδιωτικές μεταφορές είτε επαγγελματικής είτε προσωπικής χρήσης. Ακολουθούν κατά σειρά οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ				
ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	Κατανάλωση αμόλυβδης βενζίνης (lt/έτος)	Κατανάλωση πετρελαίου ντίζελ (lt/έτος)	Συντελεστής μετατροπής (kWh/lt)	Κατανάλωση καυσίμου (MWh/έτος)
4	9.485		9,2	87
9		39.933,1	10	399

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	
ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΑ	Κατανάλωση ενέργειας (MWh)
Ναύπλιο – Αρχαία Επίδαυρος	92
Αρχαία Επίδαυρος - Ναύπλιο	36
Αρχαία Επίδαυρος – Αρχαίο θέατρο Επιδαύρου	16
Αθήνα - Αρχαίο Θέατρο Επιδαύρου	68
Αρχαίο Θέατρο Επιδαύρου - Αθήνα	98
Πρόσθετα δρομολόγια (από Αθήνα και προς Αθήνα)	20
Πρόσθετα δρομολόγια (από Άργος & Ναύπλιο και προς Άργος & Ναύπλιο)	9
Πρόσθετα δρομολόγια (από και προς Τολό)	9
Πρόσθετα δρομολόγια (από και προς Αρχαία Επίδαυρο)	11
Σύνολο	359

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΙΔΙΩΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ					
ΚΑΥΣΙΜΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	Αριθμός Οχημάτων στο δήμο Επιδαύρου	Αριθμός οχημάτων στο νομό Αργολίδας	Κατανάλωση καυσίμου νομού Αργολίδας (Μετρικοί τόνοι)	Κατανάλωση καυσίμου δήμου Επιδαύρου (Μετρικοί τόνοι)	Κατανάλωση καυσίμου δήμου Επιδαύρου (MWh)
Βενζίνη	1.491	29.166	2.210	112,978	1.485
Αμόλυβδη βενζίνη	2.207	46.692	35.836	1.693,867	22.263
Πετρέλαιο	1.063	14.724	33.884	2.446,257	29.122

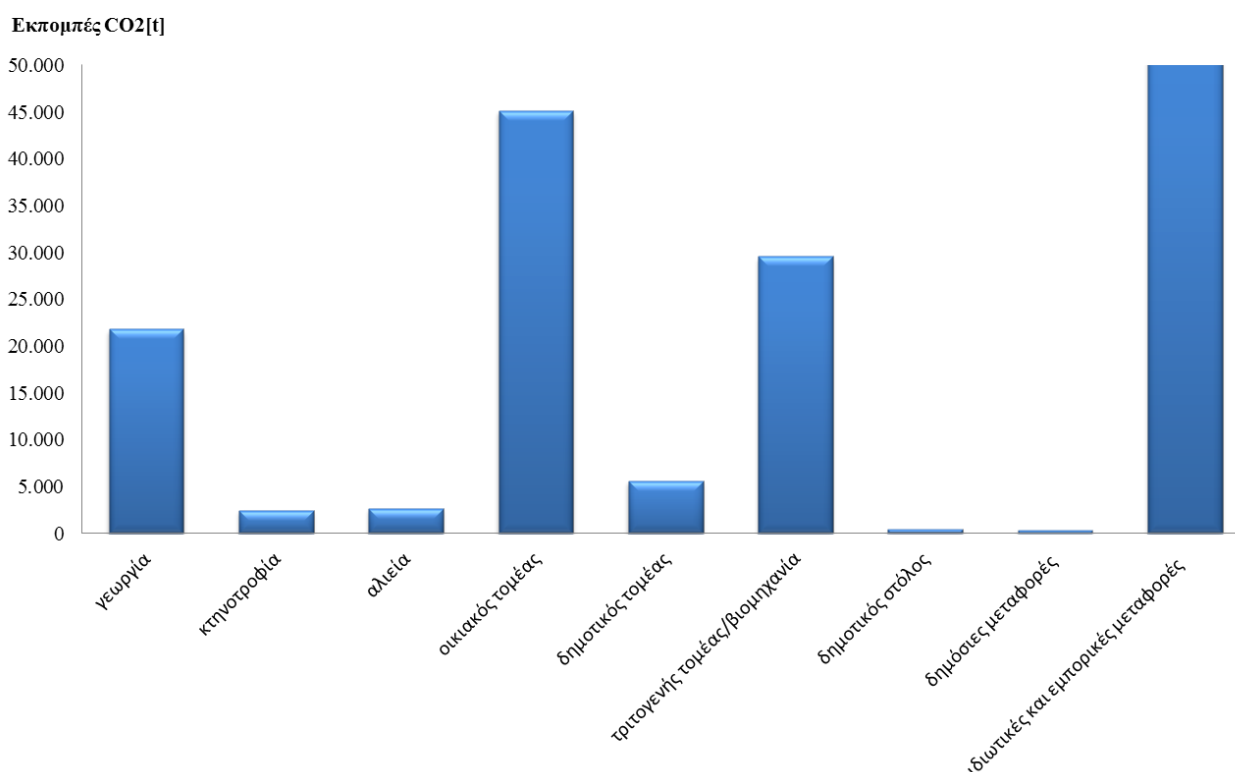
4.2.3 Τελική Κατανάλωση Ενέργειας

Συγκεντρώνοντας την τελική κατανάλωση όλων των τομέων που αναφέρθηκαν, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ							
Κατηγορία	Τελική Κατανάλωση Ενέργειας [MWh]						Σύνολο
	Ηλεκτρική ενέργεια	Ορυκτά καύσιμα			Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας		
		Πετρέλαιο θέρμανσης	Πετρέλαιο ντίζελ	Βενζίνη	Άλλο είδος βιομάζας	Ηλιοθερμική	
ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ:							
Γεωργία	12.478	9.360					21.838
Κτηνοτροφία		2.480					2.480
Αλιεία		2.665					2.665
Υποσύνολο για αγροτικό τομέα	12.478	14.506	0	0	0	0	26.983
ΚΤΙΡΙΑ, ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ/ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ:							
Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις	4.023	288					4.311
Κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις τριτογενούς τομέα (μη δημοτικά)	16.668	4.252					20.921
Κατοικίες	12.204	15.126			10.390	7.428	45.148
Δημοτικός δημόσιος φωτισμός	1.295						1.295
Βιομηχανίες (εκτός βιομηχανιών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου - ΣΕΔΕ)	3.134	4.983			557		8.674
Υποσύνολο για κτίρια, εξοπλισμό/εγκαταστάσεις και βιομηχανίες	37.324	24.649	0	0	10.947	7.428	80.348
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ:							
Δημοτικός στόλος			399	87			487
Δημόσιες μεταφορές			360				360
Ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές			29.122	23.747			52.869
Υποσύνολο για μεταφορές	0	0	29.882	23.834	0	0	53.716
Σύνολο	49.802	39.155	29.882	23.834	10.947	7.428	161.048

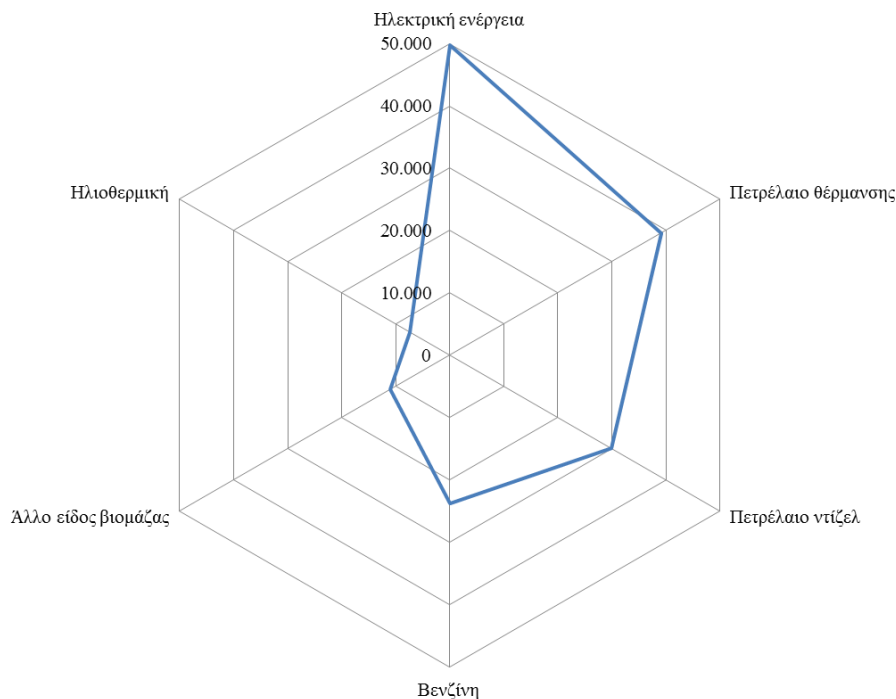
4.2.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων ισοζυγίου ενέργειας

Όπως είναι εμφανές, τόσο από το ισοζύγιο ενέργειας όσο και από το συγκεντρωτικό διάγραμμα που ακολουθεί, τις μεγαλύτερες καταναλώσεις ενέργειας έχουν οι ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές, όπου φτάνουν πάνω από 50.000 MWh, ενώ ακολουθούν οι κατοικίες και η γεωργία. Αντίθετα, οι μικρότερες καταναλώσεις στο δήμο παρατηρούνται στον δημοτικό στόλο και στις δημόσιες μεταφορές, και συγκεκριμένα να φτάνουν μόλις τις 399,331 MWh και 360,464 MWh αντίστοιχα.



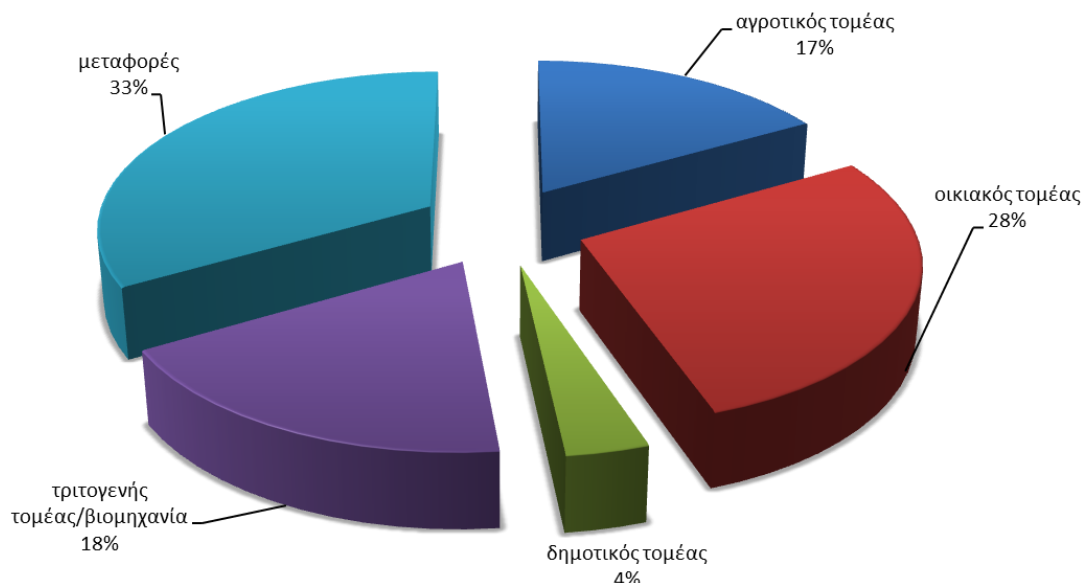
Διάγραμμα 4.4 Συνολικές καταναλώσεις του δήμου

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι πιο χρησιμοποιούμενη μορφή ενέργειας στο δήμο Επιδαύρου, με το πετρέλαιο θέρμανσης και ντίζελ να ακολουθούν. Στο δήμο έχουν ενταχθεί και κάποιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βιομάζα και ηλιοθερμική ενέργεια, χωρίς όμως αυτές να καλύπτουν σημαντικό μέρος της κατανάλωσης.



Διάγραμμα 4.5 Επιμερισμός τελικής κατανάλωσης ανά τύπο καυσίμου (MWh)

Συγκρίνοντας τις καταναλώσεις ανά τομέα, η μεγαλύτερη κατανάλωση στο Δήμο παρουσιάζεται στον τομέα των κτιρίων, των εγκαταστάσεων και της βιομηχανίας, με ποσοστό που φτάνει το 50% της συνολικής ενέργειας. Ακολουθεί με κατά πολύ μικρότερο ποσοστό ο τομέας των μεταφορών με 33% και τέλος ο αγροτικός τομέας με ποσοστό 17%.



Εικόνα 4.1 Κατανομή καταναλώσεων ανά τομέα

4.3 Προσδιορισμός εκπομπών CO₂

Αφού έχει γίνει ο υπολογισμός του ισοζυγίου ενέργειας, για να γίνει ο προσδιορισμός των εκπομπών CO₂ γίνεται η απαραίτητη επιλογή συντελεστών εκπομπής για κάθε μέθοδο. Ο υπολογισμός των εκπομπών έγινε με δύο μεθόδους: αρχικά με χρήση των πρότυπων συντελεστών, όπως προβλέπονται από το IPCC, και έπειτα με χρήση των συντελεστών LCA, όπου οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με δύο διαφορετικούς τρόπους. Έτσι για κάθε μία μέθοδο ξεχωριστά έγινε η αντίστοιχη επιλογή συντελεστών εκπομπής, και έπειτα ο συνολικός προσδιορισμός των εκπομπών CO₂.

4.3.1 Επιλογή συντελεστών εκπομπών CO₂

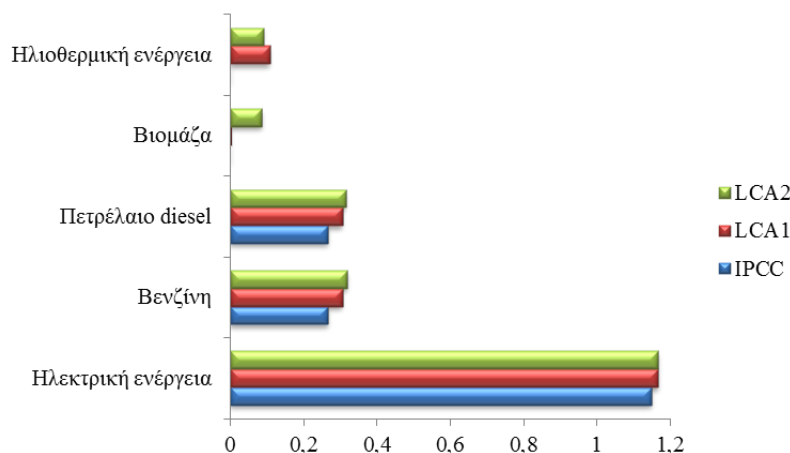
Για την μέθοδο IPCC επιλέχθηκαν οι πρότυποι συντελεστές εκπομπών που προτείνονται από το Σύμφωνο των Δημάρχων και προέρχονται από το IPCC 2006 Guidelines [66].

Για την μέθοδο LCA, στην πρώτη μέτρηση των εκπομπών επιλέχθηκαν οι προτεινόμενοι συντελεστές από το Σύμφωνο των Δημάρχων, όπου οι τιμές τους έχουν υπολογισθεί σύμφωνα με το European Reference Life Cycle Database (ELCD) [72]. Στην δεύτερη μέτρηση των εκπομπών με την μέθοδο LCA χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές από το *Κεφαλαίο 2*, οι οποίοι προέκυψαν από τον μέσο όρο των τιμών που βρέθηκαν από μελέτες για κάθε πηγή ενέργειας.

Στον Πίνακα 4.10 παρουσιάζονται όλοι οι συντελεστές που επιλέχθηκαν για τον υπολογισμό των εκπομπών σε κάθε μέθοδο καθώς και οι πηγές από τις οποίες προήλθαν:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ (tn CO₂/Mwh_e)						
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂			ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ		
	IPCC	LCA1	LCA2	IPCC	LCA1	LCA2
Ηλεκτρική ενέργεια	1,149	1,167	1,167	[1]	[1]	[1]
Βενζίνη	0,249	0,299	0,319	[1]	[1]	[18]
Πετρέλαιο diesel	0,267	0,305	0,315	[1]	[1]	[18]
Βιομάζα	0	0,002	0,085	[1]	[1]	[10], [11], [15], [17], [18]
Ηλιοθερμική ενέργεια	0	0,108	0,090	[1]		[10], [11], [15], [17],

						[18]
--	--	--	--	--	--	------



Διάγραμμα 4.6 Συντελεστές εκπομπών CO₂

Από το *διάγραμμα 4.6* στο οποίο παρουσιάζονται οι συντελεστές των εκπομπών που χρησιμοποιήθηκαν φαίνεται η μεγάλη διαφορά των πρότυπων συντελεστών και των συντελεστών LCA, ιδιαίτερα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Και στις δύο μεθόδους ο συντελεστής ρεύματος είναι ο μεγαλύτερος συντελεστής και ο μοναδικός που ξεπερνά τη μονάδα. Τέλος αξίζει να σημειωθεί η διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των δύο συντελεστών των μεθόδων LCA₁ και LCA₂.

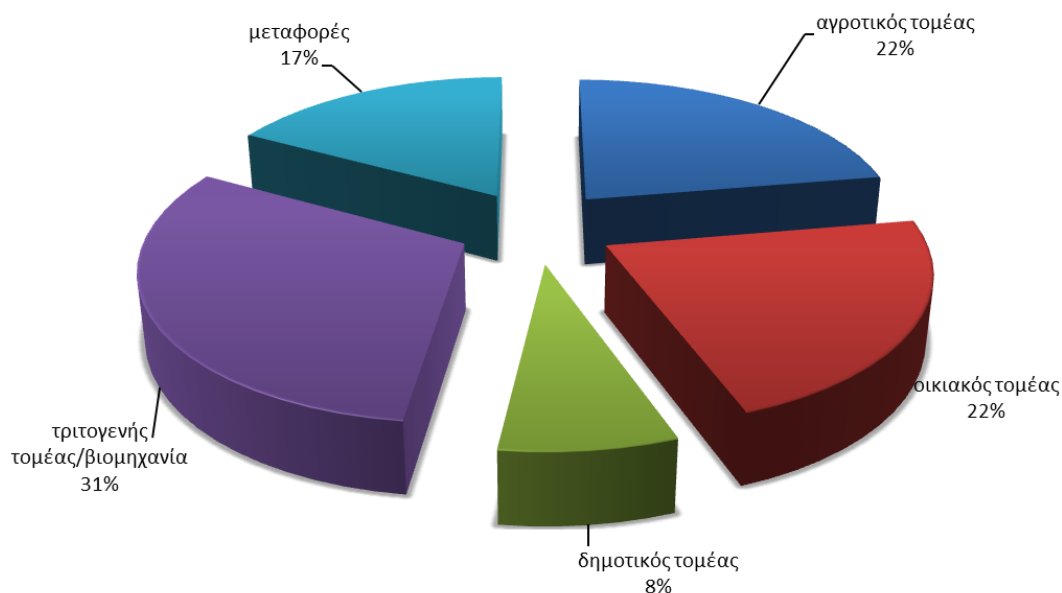
4.3.2 Υπολογισμός εκπομπών με τη μέθοδο IPCC

Αρχικά υπολογίζεται ο συντελεστής εκπομπών για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Καθώς στο δήμο Επιδαύρου δεν υπήρχε τοπική ηλεκτροπαραγωγή στο έτος αναφοράς όπως προκύπτει από την *Σχέση 2.1* ο συντελεστής ΕΦΕ ισούται με τον συντελεστή ΝΕΕΦΕ, τον εθνικό συντελεστή εκπομπών για την ηλεκτρική ενέργεια. Έτσι από τον *Πίνακα 2.6* ο ΕΦΕ για την Ελλάδα προκύπτει 1,149 t CO₂/Mwh_e.

Με βάση τα βήματα που αναφέρθηκαν στο *Κεφάλαιο 2*, και αφού έχουν γίνει όλοι οι υπολογισμοί των καταναλώσεων, ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ για τα καύσιμα που καταναλώνονται και τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται ως εισροές στην παραγωγή γίνεται με χρήση των συντελεστών του *Πίνακα 2.5*. Συγκεκριμένα για το πετρέλαιο θέρμανσης και ντίζελ επιλέχτηκε από τον πίνακα ο συντελεστής 0,267 t CO₂/Mwh_e, για τη βενζίνη ο συντελεστής 0,249 t CO₂/Mwh_e, ενώ για την βιομάζα και για την ηλιοθερμική ενέργεια προβλέπονται μηδενικές εκπομπές με βάση τη μέθοδο IPCC. Πολλαπλασιάζοντας λοιπόν τους συντελεστές εκπομπών με τις αντίστοιχες καταναλώσεις προκύπτουν οι συνολικές εκπομπές με τη μέθοδο IPCC.

Όπως παρατηρείται και από το διάγραμμα που ακολουθεί το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών με αυτήν την μέθοδο παρουσιάζεται στον τριτογενή τομέα (μη δημοτικά κτίρια και εγκαταστάσεις). Το ποσοστό αυτό είναι αρκετά αυξημένο γιατί όπως φαίνεται και στον συγκεντρωτικό πίνακα των καταναλώσεων, τα μη δημοτικά κτίρια καταναλώνουν μεγάλο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι προκύπτουν μεγάλες εκπομπές διοξειδίου στον τομέα. Ακολουθούν σε ποσοστό ρύπων ο οικιακός τομέας και ο αγροτικός, λόγο επίσης της μεγάλης κατανάλωσης σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα μεγάλο αριθμό εκπομπών CO₂ καθώς ο συντελεστής εκπομπών για το ηλεκτρικό ρεύμα, όπως προέκυψε και από το Διάγραμμα 4.5, είναι ο μεγαλύτερος από όλους τους συντελεστές, και ο μόνος πάνω από μονάδα.

Ακολουθεί ένα διάγραμμα με την ποσοστιαία κατανομή εκπομπών CO₂ σε κάθε τομέα και έπειτα ο συγκεντρωτικός πίνακας με όλες τις εκπομπές διοξειδίου με χρήση των πρότυπων συντελεστών.



Εικόνα 4.2 Κατανομή εκπομπών CO₂ με μέθοδο IPCC

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ IPCC							
Κατηγορία	Εκπομπές CO ₂ [t]/ ισοδύναμες εκπομπές CO ₂ [t]						Σύνολο
	Ηλεκτρική ενέργεια	Ορυκτά καύσιμα			Ανανεώσιμες πηγές		
		Πετρέλαιο θέρμανσης	Πετρέλαιο ντίζελ	Βενζίνη	Άλλο είδος βιομάζας	Ηλιοθερμική	
ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ							
Γεωργία	14.336,9	2.499,2					16.836,0
Κτηνοτροφία		662,3					662,3
Αλιεία		711,6					711,6
Υποσύνολο για αγροτικό τομέα	14.336,9	3.873,0	0	0	0	0	18.209,9
ΚΤΙΡΙΑ, ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ/ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ							
Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις	4.622,7	76,9					4.699,6
Κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις τριτογενούς τομέα (μη δημοτικά)	19.152,0	1.135,3					20.287,3
Κατοικίες	14.022,2	4.038,7			0	0	18.060,9
Δημοτικός δημόσιος φωτισμός	1.487,8						1.487,8
Βιομηχανίες (εκτός βιομηχανιών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου - ΣΕΔΕ)	3.600,9	1.330,5			0		4.931,4
Υποσύνολο για κτίρια, εξοπλισμό/εγκαταστάσεις και βιομηχανίες	42.885,6	6.581,4	0	0	0	0	49.467,0
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ							
Δημοτικός στόλος			106,6	21,7			128,4
Δημόσιες μεταφορές			96,2				96,2
Ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές			7.775,6	5.913,0			13.688,6
Υποσύνολο για μεταφορές	0	0	7.978,5	5.934,8	0	0	13.913,2
Σύνολο	57.222,4	10.454,4	7.978,5	5.934,8	0	0	81.590,1
Αντίστοιχοι συντελεστές εκπομπών CO₂ σε [t/MWh]	1,149	0,267	0,267	0,249	0	0	

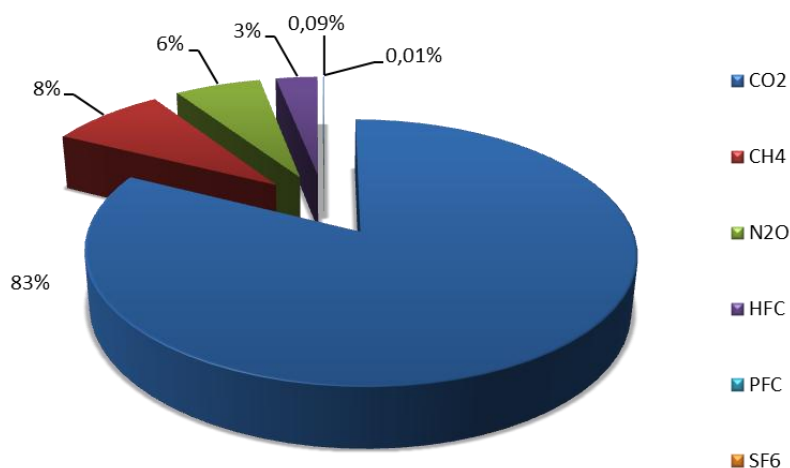
4.3.3 Υπολογισμός ισοδύναμων εκπομπών CO₂ με τη μέθοδο LCA

Οι μετρήσεις των εκπομπών CO₂ με την μέθοδο LCA πραγματοποιήθηκαν με δύο διαφορετικούς τρόπους με στόχο την αποτελεσματικότερη σύγκριση των μεθόδων IPCC και LCA.

Στον υπολογισμό των εκπομπών CO₂, σύμφωνα με το Σύμφωνο των Δημάρχων, μπορούν να συμπεριληφθούν και ισοδύναμες εκπομπές CO₂. Ιδιαίτερα κάτι τέτοιο κρίνεται απαραίτητο στην LCA μέθοδο, καθώς τα αέρια του θερμοκηπίου, εκτός του διοξειδίου, κατέχουν σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό. Για αυτό και στις δύο μεθόδους LCA έχουν χρησιμοποιηθεί συντελεστές εκπομπών ώστε τελικά να υπολογιστούν όλες οι ισοδύναμες εκπομπές CO₂.

Εκτός από τους υπολογισμούς των ισοδύναμων εκπομπών με χρήση των συντελεστών, στο κεφάλαιο αυτό γίνεται και υπολογισμός ισοδύναμων εκπομπών CO₂ σε κάποιους τομείς τις γεωργίας και στην διαχείριση αποβλήτων σύμφωνα με μεθοδολογίες που προτείνονται σε αναφορές της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC 1997, 2000, 2007, 2006).

Ακολουθεί ένα διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η κατανομή των αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα το έτος βάσης.



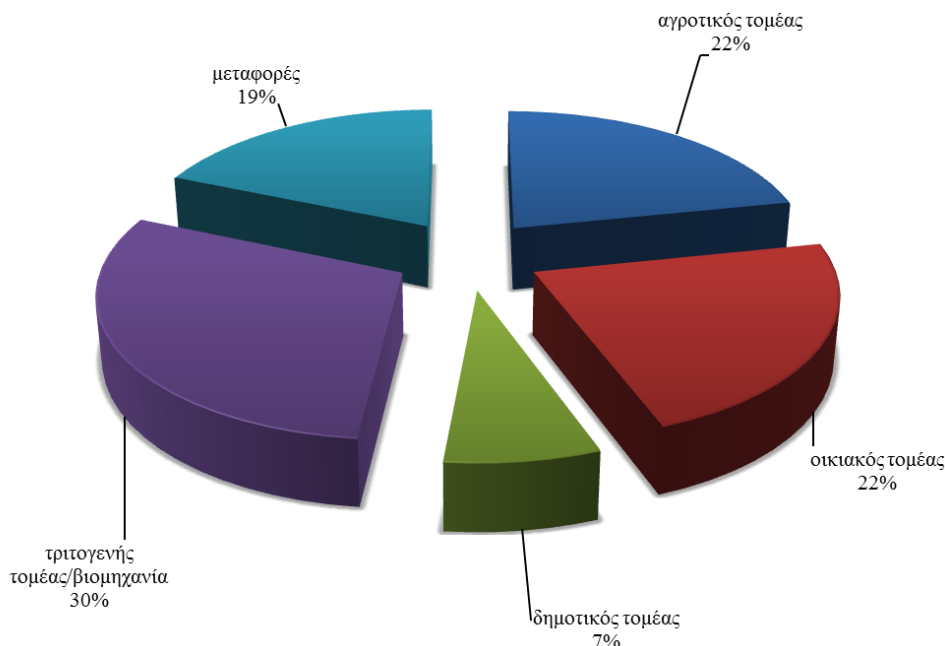
Εικόνα 4.3 Κατανομή αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα το 2010

4.3.3.1 Υπολογισμός ισοδύναμων εκπομπών CO₂ με τη μέθοδο LCA₁

Όπως και στον υπολογισμό εκπομπών με τη μέθοδο IPCC, το έτος αναφοράς δεν υπήρχε τοπική ηλεκτροπαραγωγή στο Δήμο για να ληφθεί υπόψη στον συντελεστή ηλεκτρικού ρεύματος. Έτσι, με τη μέθοδο Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής ο συντελεστής εκπομπών για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ισούται για την Ελλάδα, από τον Πίνακα 2.6, με 1,167 t CO₂/Mwh_e.

Ακολουθώντας τα βήματα του Κεφαλαίου 2 για τον υπολογισμό των εκπομπών, επιλέγονται από τον Πίνακα 2.5 οι συντελεστές που είναι απαραίτητοι. Για το πετρέλαιο θέρμανσης και ντίζελ επιλέχθηκε ο συντελεστής 0,305 t CO₂/Mwh_e, για τη βενζίνη ο συντελεστής 0,299 t CO₂/Mwh_e, για την βιομάζα ο συντελεστής 0,002 t CO₂/Mwh_e και για την ηλιοθερμική ενέργεια ο συντελεστής 0,1079 t CO₂/Mwh_e όπως προέκυψε από αντίστοιχη μελέτη. [18]

Πολλαπλασιάζοντας τους συντελεστές εκπομπών με τις αντίστοιχες καταναλώσεις προκύπτουν οι συνολικές εκπομπές με τη μέθοδο LCA₁ όπως παρουσιάζονται στον συγκεντρωτικό Πίνακα 4.19. Ακολουθεί ένα διάγραμμα με την κατανομή ισοδύναμων εκπομπών CO₂ σε κάθε τομέα. Όπως φαίνεται η κατανομή των εκπομπών δεν αλλάζει κατά πολύ σε σχέση με την κατανομή που προκύπτει από την μέθοδο IPCC, παρόλο που άλλαξε το συνολικό ποσό των ρύπων.

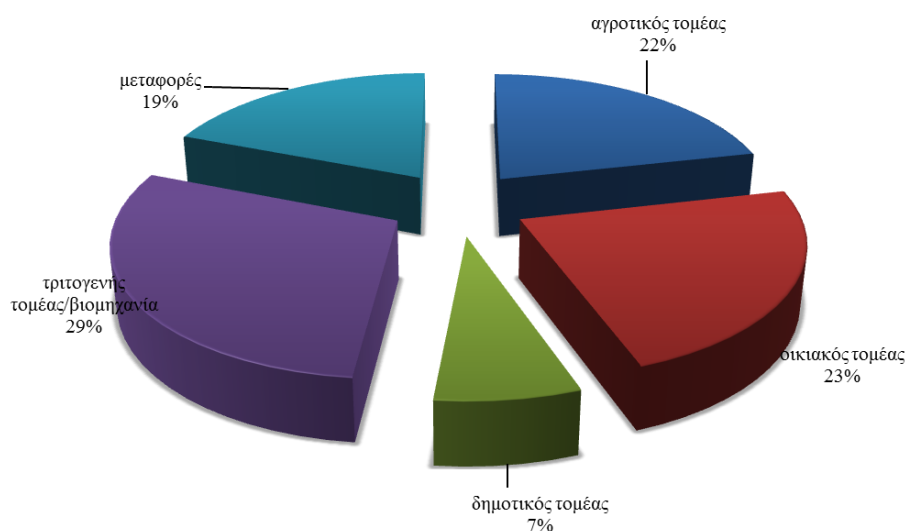


Εικόνα 4.4 Κατανομή ισοδύναμων εκπομπών CO₂ με τη μέθοδο LCA₁

4.3.3.2 Υπολογισμός εκπομπών με τη μέθοδο LCA₂

Για τον υπολογισμό των εκπομπών με τη μέθοδο LCA₂ χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές που προέκυψαν από διάφορες μελέτες, όπως αυτοί παρουσιάζονται στην αρχή του κεφαλαίου στον Πίνακα 4.10. Έτσι για το πετρέλαιο θέρμανσης και ντίζελ προέκυψε ο συντελεστής 0,315 t CO₂/Mwh_e, για τη βενζίνη ο συντελεστής 0,3186 t CO₂/Mwh_e, για την βιομάζα ο συντελεστής 0,0852 t CO₂/Mwh_e και για την ηλιοθερμική ενέργεια ο συντελεστής 0,0899 t CO₂/Mwh_e όπως προέκυψε από αντίστοιχη μελέτη.

Όπως και στις προηγούμενες μεθόδους, πολλαπλασιάζοντας τους συντελεστές εκπομπών με τις αντίστοιχες καταναλώσεις προκύπτουν οι συνολικές εκπομπές με τη μέθοδο LCA₂.



Εικόνα 4.5 Κατανομή ισοδύναμων εκπομπών CO₂ με τη μέθοδο LCA₂

4.3.3.3 Άλλες εκπομπές - αέρια του θερμοκηπίου στον τομέα της γεωργίας

Στον τομέα της γεωργίας υπολογίστηκαν σύμφωνα με τις μεθοδολογίες του IPCC οι ισοδύναμοι ρύποι (N₂O, CH₄) στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Εντερικές ζυμώσεις ζώων
- Διαχείριση ζωικών απορριμμάτων
- Καύση γεωργικών υπολειμμάτων
- Γεωργικά εδάφη (άμεσες και έμμεσες)

Για τον δήμο Επιδαύρου λόγο έλλειψης στοιχείων γίνεται υπολογισμός για τις εντερικές ζυμώσεις ζώων, τα ζωικά απορρίμματα και τα γεωγραφικά εδάφη. Ο υπολογισμός των εκπομπών σε αυτές τις κατηγορίες βασίζεται στις μεθοδολογίες και τους συντελεστές εκπομπής που προτείνονται από το IPCC Guidelines και το IPCC Good Practice Guidance.

Εντερικές ζυμώσεις ζώων

Οι εκπομπές μεθανίου από την εντερική ζύμωση υπολογίστηκαν σύμφωνα με το «Tier 1» της IPCC μεθοδολογία (IPCC 2006) [65]. Η εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής απαιτεί τα δεδομένα του ζωικού κεφαλαίου. Για τον υπολογισμό λοιπόν των ισοδύναμων εκπομπών από τις εντερικές ζυμώσεις χρησιμοποιήθηκε η ζωική κατανομή του δήμου Επιδαύρου όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.12.[62]

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.12 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ ΔΗΜΟΥ ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ	
Κτηνοτροφικά ζώα	Αριθμός ζώων
Βοοειδή θηλυκά	20
Βοοειδή αρσενικά	10
Πρόβατα	42.456
Κατσικιά	61.516
Αλογα	70
Χοίροι	18.720
Πουλερικά	23.030
Συνολικά	145.822

Οι εκπομπές μεθανίου από τις εντερικές ζυμώσεις προέκυψαν από την ακόλουθη σχέση [63]:

$$EM = \sum_i N_i \cdot EF_i \cdot 10^{-6}$$

(Σχέση 4.1)

Όπου,

- EM : Οι εκπομπές CH₄ (tn)
- N_i : ο πληθυσμός ανά κατηγορία ζωικού κεφαλαίου
- EF_i : ο συντελεστής εκπομπής ανά κατηγορία ζωικού κεφαλαίου (gr)

Οι συντελεστές εκπομπής για κάθε κατηγορία ζώου επιλέχθηκαν από το 2006 IPCC Guidelines (IPCC 2006), συγκεκριμένα επιλέχθηκαν οι συντελεστές εκπομπών για ανεπτυγμένες χώρες, και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα [63]:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.13 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΖΩΟΥ	
Κατηγορίες ζώων	Συντελεστές εκπομπής CH ₄ (gr/cap)
Βοοειδή θηλυκά	95.362
Βοοειδή αρσενικά	57.682
Πρόβατα	8.000
Χοίροι	1.500
Άλογα	18.000
Κατσίκια	5.000

Έτσι οι εκπομπές CH₄ από τις εντερικές ζυμώσεις ζώων υπολογίζονται προσεγγιστικά για τον δήμο **680 tn**.

Διαχείριση ζωικών απορριμμάτων

Για τον υπολογισμό των εκπομπών N₂O από τη διαχείριση των ζωικών απορριμμάτων, χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη εξίσωση [65]:

$$EM = \left[\sum_s \left(\sum_T (N_T \cdot Nex_T \cdot MS_{(T,S)}) \right) \cdot EF_S \right] \cdot \frac{44}{28} \cdot 10^{-3}$$

(Σχέση 4.2)

Όπου,

- **EM** : Οι εκπομπές N₂O (tn)
- **T**: ο δείκτης της κατηγορίας του ζωικού κεφαλαίου
- **N_T**: είναι το ζωικό κεφάλαιο
- **S**: δείκτης του συστήματος διαχείρισης των ζωικών απορριμμάτων
- **Nex_T**: η ετήσια μέση απέκκριση αζώτου ανά κατηγορία ζωικού κεφαλαίου (in kg N per head)
- **MS_(T,S)**: το κλάσμα των συνολικών ετήσιων απεκκρίσεων T για την κατηγορία ζωικού κεφαλαίου που διαχειρίζεται το σύστημα S
- **EF_S**: ο συντελεστής εκπομπής N₂O για το σύστημα S (in kg N per kg of N excreted)

Τα κλάσματα των συνολικών ετήσιων απεκκρίσεων για κάθε κατηγορία ζωικού κεφαλαίου που διαχειρίζεται κάθε σύστημα διαχείρισης (**MS_(T,S)**) προέκυψαν από την τελευταία εθνική απογραφή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου [66] και παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.14.

Οι συντελεστές $N_{ex,T}$, οι συντελεστές εκπομπής EF_{ζ} για κάθε κατηγορία ζώου και για κάθε σύστημα διαχείρισης ζωικών απορριμμάτων, επιλέχθηκαν σύμφωνα με το 1996 IPCC Guidelines [63], και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.14 ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΖΩΟΥ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ N₂O ΑΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΩΝ							
Κατηγορίες ζώων	Συστήματα διαχείρισης						Έκκριση αζώτου N _{EX}
	Αναερόβια συστήματα	Υγρά συστήματα	Διασπορά χωρίς προκατεργασία	Στερεά συστήματα	Βοσκή	Άλλα συστήματα	
Βοοειδή θηλυκά	0%	0%	2%	90%	8%	0%	70
Βοοειδή αρσενικά	0%	0%	3%	62%	33%	2%	50
Πουλερικά	0%	0%	0%	0%	72%	28%	0,6
Πρόβατα	0%	0%	0%	0%	100%	0%	12
Χοίροι	0%	90%	0%	10%	0%	0%	16
Αλογα	0%	0%	0%	0%	100%	0%	40
Κατσίκια	0%	0%	0%	0%	100%	0%	40
Συντελεστές εκπομπής MS	0,001	0,001	0	0,02	0,02	0,005	

Με βάση τις τιμές του Πίνακα 4.14 και τη Σχέση 4.2 οι εκπομπές N₂O από την διαχείριση ζωικών απορριμμάτων προέκυψαν **1,44 tn**.

Άμεσες εκπομπές από τα γεωργικά εδάφη

Οι άμεσες εκπομπές N₂O από τα γεωργικά εδάφη μπορεί να προέρχονται από:

- Χρήση των συνθετικών λιπασμάτων
- Απορρίμματα των ζώων που χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα
- Υπολείμματα καλλιεργειών που παραμένουν στο έδαφος
- Βιολογική καλλιέργεια εδαφών

Για τον νομό Επιδαύρου στις άμεσες εκπομπές γίνεται υπολογισμός των συνθετικών λιπασμάτων και των εκπομπών από τα απορρίμματα των ζώων.

Άμεσες εκπομπές από λιπάσματα

Για την εκτίμηση των εκπομπών N₂O από τη χρήση συνθετικών λιπασμάτων, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία «Tier 1a» από το «IPCC Good Practice Guidance (IPCC 2000)» [64].

$$EM = N_{FERT} \cdot (1 - FRAC_{GASF}) \cdot EF \cdot \frac{44}{28}$$

(Σχέση 4.3)

Όπου,

- EM : Οι εκπομπές N₂O (tn)
- N_{FERT} : Η κατανάλωση λιπασμάτων (in t of nitrogen)
- $FRAC_{GASF}$: συντελεστή μετατροπής που χρησιμοποιείται για μέτρηση του αζώτου που περιέχεται στο λίπασμα (in kg NH₃-N + NO_x-N / kg of synthetic fertiliser N applied)
- EF : ο συντελεστής εκπομπής (in kg N in the form of N₂O / kg N to soil)

Τα συνθετικά λιπάσματα που καταναλώθηκαν (σε περιεκτικότητα σε άζωτο) στην Ελλάδα το 2010 ανέρχονται στους 165.834 t N [68]. Αναλογικά με βάση τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις στην περιοχή του δήμου Επιδαύρου η κατανάλωση λιπάσματος το 2010 εκτιμάται 236,454 t N.

Για τον συντελεστή μετατροπής που χρησιμοποιείται για μέτρηση του αζώτου προτείνεται από το IPCC (1997) η τιμή 0,1 kg NH₃-N + NO_x-N / kg ενώ για τον συντελεστή εκπομπής 0,0125 kg N [63].

Με βάση αυτές τις τιμές και την Σχέση 4.3 οι εκπομπές N₂O για το έτος 2010 εκτιμώνται περίπου **4,180 tn**.

Εκπομπές από τη χρήση ζωικών απορριμμάτων ως λίπασμα

Ο υπολογισμός των εκπομπών N₂O από την χρήση ζωικών απορριμμάτων ως λίπασμα γίνεται με βάση την ακόλουθη σχέση [64]:

$$EM = \sum_T (N_T \cdot Nex_T) \cdot (1 - FRAC_{GASM}) \cdot [1 - FRAC_{FUEL-AM} + FRAC_{PRP}] \cdot EF \cdot \frac{44}{28}$$

(Σχέση 4.4)

Όπου,

- EM : οι εκπομπές N₂O (tn)
- T : ο δείκτης της κατηγορίας του ζωικού κεφαλαίου
- N_T : είναι το ζωικό κεφάλαιο
- Nex_T : η ετήσια μέση απέκκριση αζώτου ανά κατηγορία ζωικού κεφαλαίου (in kg N per head)
- $FRAC_{GASM}$: συντελεστή μετατροπής που χρησιμοποιείται για μέτρηση του αζώτου που περιέχεται στα απορρίμματα των ζώων (in kg NH₃-N + NO_x-N / kg of synthetic fertiliser N applied)

- $FRAC_{FUEL-AM}$: ο συντελεστής μετατροπής που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των απορριμμάτων που χρησιμοποιούνται ως καύσιμο (in kg N/kg N totally excreted)
- $FRAC_{PRP}$: ο συντελεστής μετατροπής για τον υπολογισμό των απορριμμάτων που εναποτίθεται σε βοσκότοπους (in kg N/kg N totally excreted)
- EF : ο συντελεστής εκπομπής (in kg N in the form of N₂O / kg N to soil)

Ο συντελεστής $FRAC_{GASM}$ θεωρείται 0.2 kg N, ο συντελεστής $FRAC_{PRP}$ προκύπτει από τον Πίνακα 4.14 (σύστημα διαχείρισης: βοσκή), ενώ ο $FRAC_{FUEL-AM}$ είναι μηδενικός. Έτσι οι εκπομπές N₂O υπολογίζονται **4,73 tn**.

Έμμεσες εκπομπές από τα γεωργικά εδάφη

Οι έμμεσες εκπομπές N₂O από τα γεωργικά εδάφη προέρχονται από:

- Την εξάτμιση του αζώτου που περιλαμβάνεται σε συνθετικά λιπάσματα και σε απορρίμματα ζώων.
- Την έκλυση και την απορροή του αζώτου που περιέχεται στα εφαρμοζόμενα λιπάσματα (συνθετικών και ζωικών απορριμμάτων).
- Την διάθεση των ανθρώπινων λυμάτων σε άζωτο.

Ατμοσφαιρική εναπόθεση αζωτούχων ενώσεων από συνθετικά λιπάσματα και απορρίμματα ζώων

Η ατμοσφαιρική εναπόθεση των αζωτούχων ενώσεων όπως τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και αμμώνιο (από NH₃), που περιέχονται σε συνθετικά λιπάσματα και απορρίμματα ζώων που χρησιμοποιούνται ως φυσικά λιπάσματα, ενισχύουν τον βιογενή σχηματισμό N₂O για αυτό και δεν μπορούν να αγνοηθούν [68]. Έτσι οι εκπομπές N₂O υπολογίζονται ως εξής [65]:

$$N_2O_{(G)} = (N_{FERT} \cdot FRAC_{GASF} + N_{EX} \cdot FRAC_{GASM}) \cdot EF_4 \cdot \frac{44}{28}$$

(Σχέση 4.5)

Όπου ο EF_4 είναι συντελεστής εκπομπών για την ατμοσφαιρική εναπόθεση (kg N₂O-N/kg NH₃-N and NO_x-N emitted) και παίρνει την τιμή 0,01 [65]. Λαμβάνοντας όλες τις άλλες παραμέτρους όπως υπολογίστηκαν παραπάνω οι έμμεσες εκπομπές N₂O από τα συνθετικά λιπάσματα υπολογίζονται **10,66 tn**.

Έκλυση και απορροή του αζώτου

Ένα σημαντικό ποσό των αζωτούχων λιπασμάτων χάνεται από τα γεωργικά εδάφη μέσω της έκλυσης και της απορροής. Η διαρροή / απορροή του αζώτου μπαίνει σε

υπόγεια ύδατα, παρόχθιες περιοχές και υγροτόπους, ποτάμια και τελικά σε παράκτιες περιοχές των ωκεανών. Ο υπολογισμός του N₂O από την εκπλυση και την απορροή του αζώτου γίνεται ως εξής [65]:

$$N_{LEACH} = [N_{FERT} + N_{EX}] \cdot FRAC_{LEACH}$$

(Σχέση 4.6)

$$N_2O_{(L)} = N_{LEACH} \cdot EF_5 \cdot \frac{44}{28}$$

(Σχέση 4.7)

Όπου,

- $FRAC_{LEACH}$: κλάσμα της εισροής αζώτου στο έδαφος που χάνεται μέσω της εκπλυσης και της απορροής (kg N/kg of nitrogen applied)
- EF_5 : συντελεστής εκπομπών για την έκπλυση / απορροή (kg N₂O-N/kg N leaching/runoff)

Λαμβάνοντας τον συντελεστή εκπομπών EF_5 ίσο με 0,025 kg N₂O-N/kg N και το κλάσμα εισροής αζώτου 0,3 σύμφωνα με το IPCC 2006 [65] υπολογίζονται οι εκπομπές N₂O για τον δήμο ίσες με **41,38 tn**.

Διάθεση των ανθρώπινων λυμάτων αζώτου

Η κατανάλωση των τροφίμων από τον άνθρωπο έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή λυμάτων. Οι εκπομπές N₂O από την ανθρώπινη κατανάλωση τροφίμων και η μετέπειτα επεξεργασία τους μέσω των συστημάτων διαχείρισης υγρών αποβλήτων υπολογίζεται από τις ακόλουθες εξισώσεις [63]:

$$N_{SEWAGE} = Protein \cdot FRAC_{NPR} \cdot Nr_{PEOPLE}$$

(Σχέση 4.8)

$$N_2O_{(S)} = N_{SEWAGE} \cdot EF_6 \cdot \frac{44}{28}$$

(Σχέση 4.9)

Όπου,

- Nr_{PEOPLE} : ο πληθυσμός της περιοχής, 9.275 κάτοικοι για τον δήμο Επιδαύρου
- $FRAC_{NPR}$: κλάσμα του αζώτου σε πρωτεΐνη (kg N / kg πρωτεΐνης)
- $Protein$: ετήσια ανά κάτοικο κατανάλωση πρωτεΐνης στη χώρα (kg protein/person/yr)
- EF_6 : συντελεστής εκπομπών για την επεξεργασία των λυμάτων (kg N₂O-N/kg sewage-N produced)

Η ετήσια κατανάλωση πρωτεΐνης είναι 42,71 κιλά ανά κάτοικο, όπως προβλέπεται από τον FAO [67], ενώ για το περιεχόμενο σε άζωτο της πρωτεΐνης η προεπιλεγμένη τιμή προτείνεται 16% από το IPCC [63]. Έτσι οι εκπομπές N₂O υπολογίζονται **1 tn**.

Ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τις ισοδύναμες εκπομπές N₂O και CH₄ συνολικά στο τομέα της γεωργίας. Στο τέλος του πίνακα οι εκπομπές αυτές μετατρέπονται σε ισοδύναμες CO₂ με χρήση των συντελεστών του Πίνακα 2.4 από το Κεφάλαιο 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.15 ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	tn N₂O	tn CH₄
✓ Εντερικές ζυμώσεις ζώων		680
✓ Διαχείριση ζωικών απορριμμάτων	1,44	
✓ Άμεσες εκπομπές από τα γεωργικά εδάφη		
Άμεσες εκπομπές από λιπάσματα	4,18	
Εκπομπές από τη χρήση ζωικών απορριμμάτων ως λίπασμα	4,73	
✓ Έμμεσες εκπομπές από τα γεωργικά εδάφη		
Ατμοσφαιρική εναπόθεση αζωτούχων ενώσεων	10,66	
Έκπλυση και απορροή του αζώτου	41,38	
Διάθεση των ανθρώπινων λυμάτων αζώτου	1	
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	63	680
Ισοδύναμες μονάδες CO₂	19.651	14.280
ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ CO₂	33.931 tn	

4.3.3.4 Άλλες εκπομπές - αέρια του θερμοκηπίου από την διαχείριση αποβλήτων

Σύμφωνα με το IPCC Guidelines, στον τομέα των αποβλήτων περιλαμβάνονται οι ακόλουθες κατηγορίες πηγών:

- διάθεση στερεών αποβλήτων
- διαχείριση λυμάτων

Στον δήμο γίνεται διαχείριση μόνο των στερεών αποβλήτων. Ο υπολογισμός των εκπομπών από τον τομέα των αποβλήτων γίνεται με βάση τις μεθοδολογίες και τους συντελεστές εκπομπής που προτείνεται από το IPCC Guidelines και από το IPCC Good Practice Guidance.

Διαχείριση στερεών αποβλήτων

Η διαχείριση στερεών απορριμμάτων ευθύνεται για εκπομπές μεθανίου. Το μεθάνιο εκλύεται κατά την αναερόβια αποσύνθεση των οργανικών απορριμμάτων που αποτίθενται στους διάφορους χώρους απόθεσης.

Οι υπολογισμοί των εκπομπών από τα στερεά απόβλητα βασίστηκαν στις εκτιμώμενες ετήσιες παραγόμενες ποσότητες στερεών αποβλήτων [69] όπως αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.16.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.16 ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	
Δήμοι	Ποσότητα στερεών αποβλήτων tn/y
Δήμος Ασκληπιείου	1.597
Παλιός Δήμος Επιδαύρου	7.000
Σύνολο δήμου Επιδαύρου	8.597

Επιπροσθέτως, στον υπολογισμό των αποβλήτων χρησιμοποιήθηκε η σύσταση των στερεών αποβλήτων του νομού Αργολίδας [69] όπου παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.17.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.17 ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΝΟΜΟΥ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	
ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ
Ζυμώσιμα	56,7%
Χαρτί	20%
Πλαστικά	7,1%
Μέταλλα	3,1%
Γυαλί	2,8%
Υπόλοιπα	10,3%
Σύνολο	100%

Η εκτίμηση των εκπομπών μεθανίου από τη διάθεση στερεών αποβλήτων είναι βασισμένη στην εφαρμογή της μεθόδου First Order Decay (FOD) που περιγράφεται από το ακόλουθο σύνολο εξισώσεων [64]:

Εκπομπές CH₄ το έτος t (tn/έτος)

$$E_t = P_t - R_t(1 - OX) \quad (\text{Σχέση 4.10})$$

Παραγόμενο CH₄ το έτος t (tn/έτος):

$$P_t = \sum_{x=x_0}^t \left(A(k) \cdot MSW_{T(x)} \cdot MSW_{F(x)} \cdot L_0(x) \right) \cdot e^{-k \cdot (t-x)} \quad (\text{Σχέση 4.11})$$

Δυναμικό Παραγωγής CH₄:

$$L_{0(x)} = MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot \frac{16}{12} \quad (\text{Σχέση 4.12})$$

Όπου,

- x: συστατικά των απορριμμάτων
- A(k): συντελεστής κοινωνικοποίησης ($A = 1 - e^{-k}$)
- k: σταθερά αντίδρασης παραγωγής CH₄ ($k = \ln(2) / \text{χρόνος ημ.ζωής}$)
- OX: ο συντελεστής οξείδωσης
- MSW_T: παραγόμενα αστικά απορρίμματα (tn/έτος)
- MSW_F: ποσοστό παραγόμενων που καταλήγει σε χώρος απόθεσης
- L₀: δυναμικό παραγωγής CH₄ (tn/έτος)
- R_t: ποσότητα CH₄ που ανακτάται (tn/έτος)
- MCF: συντελεστής διόρθωσης ανάλογα με το είδος του χώρου διάθεσης
- DOC: βιοαποικοδομήσιμος οργανικός άνθρακας, ο οποίος εξαρτάται από τη σύσταση των απορριμμάτων
- DOC_F: ποσοστό του βιοαποικοδομήσιμου οργανικού άνθρακα που μετατρέπεται σε βιοαέριο
- F: η περιεκτικότητα του βιοαερίου σε CH₄

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε παράμετρο:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.18 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ			
Παράμετροι υπολογισμού	ΧΑΡΤΙ	ΙΛΥΣ	ΖΥΜΩΣΙΜΑ
F	50%	50%	50%
DOC _F	77%	77%	77%
DOC	0,08	0,085	0,4
MCF	1	1	1
A	0,040	0,074	0,056
χρόνος ημίσειας ζωής	17	9	12
k	0,041	0,077	0,058

- Το κλάσμα βιοαποικοδομήσιμου οργανικού άνθρακα “DOC” υπολογίστηκε:
 - 0,4*ποσοστό περιεκτικότητας σε χαρτί
 - 0,15*ποσοστό περιεκτικότητας σε ζυμώσιμα
 - 0,4 για τη λυματολάσπη (ιλύς)
- Η ποσότητα CH₄ που ανακτάται για τον δήμο Επιδαύρου είναι μηδενική.
- Ο συντελεστής διόρθωσης MCF είναι ίσος με 1 για οργανωμένους χώρους (από το 1999 και μετά) και ίσος με 0,6 για μη οργανωμένους χώρους (1989-1998).
- Η ποσοστό παραγόμενων που καταλήγει σε χώρος απόθεσης MSW_F ισούται με 0,93 για την Ελλάδα. [71]
- Ο συντελεστής οξείδωσης είναι μηδενικός.

Οι συνολικές εκπομπές CH₄ στο δήμο από την διαχείριση στερεών αποβλήτων είναι **70 tn** ή ισοδύναμα **1.473 tn CO₂**.

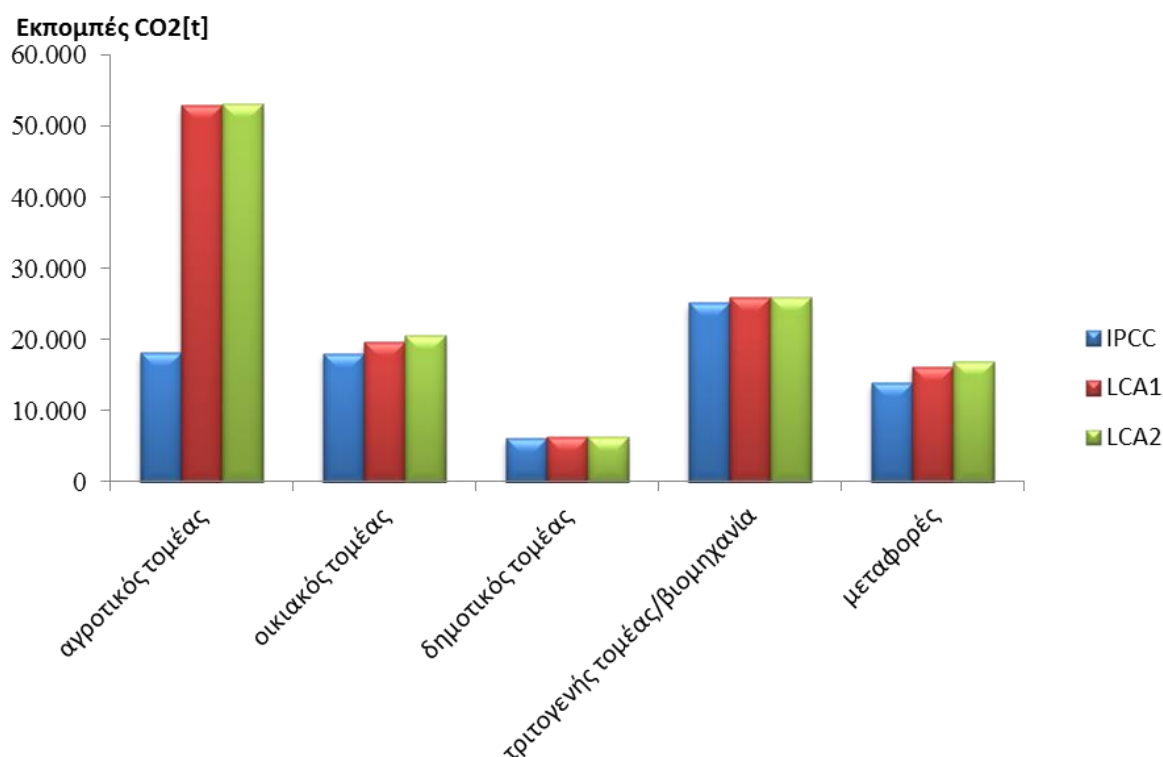
Αθροίζοντας τις ισοδύναμες εκπομπές CO₂ όπως αυτές υπολογίστηκαν σε κάθε τομέα αντίστοιχα με τους συντελεστές LCA και τις εκπομπές CO₂ όπως αυτές υπολογίστηκαν με τις αναφορές του IPCC προκύπτουν οι συνολικές ισοδύναμες εκπομπές CO₂ οι οποίες παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.19 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ LCA ₁							
Κατηγορία	Εκπομπές CO ₂ [t]/ ισοδύναμες εκπομπές CO ₂ [t]						
	Ηλεκτρική ενέργεια	Ορυκτά καύσιμα			Ανανεώσιμες πηγές		Σύνολο
		Πετρέλαιο θέρμανσης	Πετρέλαιο ντίζελ	Βενζίνη	Άλλο είδος βιομάζας	Ηλιοθερμική	
ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ							
Γεωργία	14.561,5	2.854,8					17.416,3
Κτηνοτροφία		756,5					756,5
Αλιεία		812,9					812,9
Υποσύνολο για αγροτικό τομέα	14.561,5	4.424,2	0	0	0	0	18.985,7
ΚΤΙΡΙΑ, ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ/ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ							
Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις	4.695,1	87,9					4.783,0
Κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις τριτογενούς τομέα (μη δημοτικά)	19.452,0	1.296,9					20.748,9
Κατοικίες	14.241,8	4.613,5			21	801	19.676,8
Δημοτικός δημόσιος φωτισμός	1.511,1						1.511,1
Βιομηχανίες (εκτός βιομηχανιών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου - ΣΕΔΕ)	3.657,3	1.519,8			1		5.178,2
Υποσύνολο για κτίρια, εξοπλισμό/εγκαταστάσεις και βιομηχανίες	43.557,4	7.518,1	0	0	22	801	51.898,1
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ							
Δημοτικός στόλος			121,8	26,1			147,9
Δημόσιες μεταφορές			109,9				109,9
Ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές			8.882,2	7.100,4			15.982,6
Υποσύνολο για μεταφορές	0	0	9.114,0	7.126,5	0	0	16.240,5
Υποσύνολο	58.118,8	11.942,3	9.114,0	7.126,5	22	801	87.124,3
ΆΛΛΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ							
Γεωργία							33.930,9
Διαχείριση αποβλήτων							1.473
Τελικό σύνολο εκπομπών CO₂ με τη μέθοδο LCA₁							121.522
Αντίστοιχοι συντελεστές εκπομπών CO₂ σε [t/MWh]	1,167	0,305	0,305	0,299	0,002	0,108	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.20 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ LCA2							
Κατηγορία	Εκπομπές CO ₂ [t]/ ισοδύναμες εκπομπές CO ₂ [t]						
	Ηλεκτρική ενέργεια	Ορυκτά καύσιμα			Ανανεώσιμες πηγές		Σύνολο
		Πετρέλαιο θέρμανσης	Πετρέλαιο ντίζελ	Βενζίνη	Άλλο είδος βιομάζας	Ηλιοθερμική	
ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ							
Γεωργία	14.561,5	2.948,2					17.509,7
Κτηνοτροφία		781,3					781,3
Αλιεία		839,5					839,5
Υποσύνολο για αγροτικό τομέα	14.561,5	4.568,9	0	0	0	0	19.130,4
ΚΤΙΡΙΑ, ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ/ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ							
Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις	4.695,1	90,8					4.785,9
Κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις τριτογενούς τομέα (μη δημοτικά)	19.452,0	1.339,3					20.791,4
Κατοικίες	14.241,8	4.764,4			885	668	20.558,8
Δημοτικός δημόσιος φωτισμός	1.511,1						1.511,1
Βιομηχανίες (εκτός βιομηχανιών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου - ΣΕΔΕ)	3.657,3	1.569,5			47		5.274,2
Υποσύνολο για κτίρια, εξοπλισμό/εγκαταστάσεις και βιομηχανίες	43.557,4	7.764,0	0	0	932	668	52.921,4
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ							
Δημοτικός στόλος			125,8	27,8			153,6
Δημόσιες μεταφορές			113,5				113,5
Ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές			9.172,7	7.565,2			16.738
Υποσύνολο για μεταφορές	0	0	9.412,0	7.593,0	0	0	17.005,1
Υποσύνολο	58.118,8	12.332,9	9.412,0	7.593,0	932,3	667,8	89.056,8
ΆΛΛΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ							
Γεωργία							33.930,9
Διαχείριση αποβλήτων							1.473
Τελικό σύνολο εκπομπών CO₂ με τη μέθοδο LCA2							123.455
Αντίστοιχοι συντελεστές εκπομπών CO₂ σε [t/MWh]	1,167	0,315	0,315	0,319	0,085	0,090	

4.4 Σύγκριση και αξιολόγηση αποτελεσμάτων

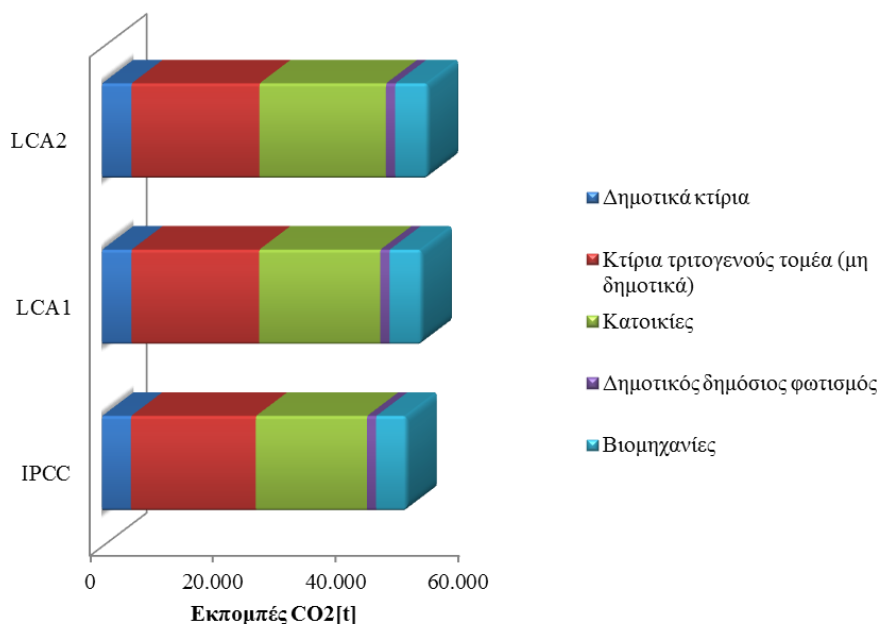
Έχοντας υπολογίσει τις εκπομπές CO₂ και με τις δύο μεθόδους είναι εμφανής η διαφορά που προκύπτει ανάμεσά τους. Ακολουθούν διαγράμματα στα οποία παρουσιάζονται και οι τρεις διαφορετικές μετρήσεις των εκπομπών. Αρχικά παρουσιάζονται οι εκπομπές CO₂ ανά τομέα, έπειτα οι εκπομπές ανά καύσιμο, οι εκπομπές ανά μορφή ενέργειας και τέλος μία συνολική σύγκριση των μεθόδων.



Διάγραμμα 4.7 Σύγκριση μεθόδων ανά τομέα

Όπως προκύπτει και από το Διάγραμμα 4.7 οι εκπομπές CO₂ με τη μέθοδο IPCC είναι μικρότερες τόσο συνολικά όσο και ξεχωριστά σε κάθε τομέα του δήμου.

Σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο μεθόδους παρατηρείται στον αγροτικό τομέα. Ο υπολογισμός των άλλων εκπομπών στη μέθοδο LCA σύμφωνα με τις μεθολογίες του IPCC δημιούργησε μία σημαντική απόκλιση στις δύο μεθόδους. Οι εκπομπές που υπολογίστηκαν με αυτόν τον τρόπο, οι εντερικές ζυμώσεις των ζώων, η διαχείριση ζωικών απορριμάτων και οι εκπομπές από τα γεωργικά εδάφη δεν μπορούν να αγνοηθούν καθώς δημιουργούν μία διαφορά στους ρύπους στις δύο μεθόδους στον συγκεκριμένο τομέα που υπολογίζεται περίπου 34.700 tn ισοδύναμου CO₂.



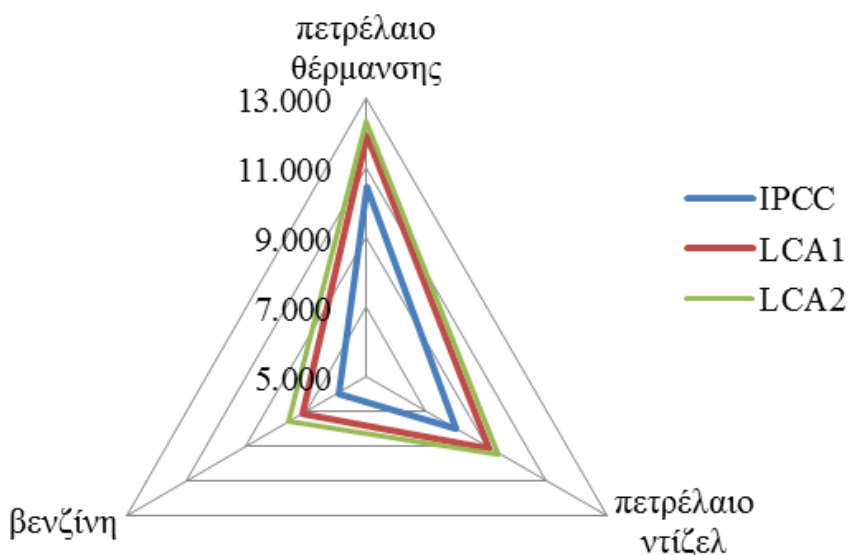
Διάγραμμα 4.8 Σύγκριση μεθόδων ανά τομέα

Ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας όπου παρουσιάζονται οι τελικοί υπολογισμοί των εκπομπών με τους τρεις τρόπους ανά τομέα και ανά πηγή ενέργειας. Παρουσιάζεται επίσης η διαφορά των δύο μεθόδων (σε tn CO₂) και η απόκλιση της LCA από την IPCC, το ποσοστό δηλαδή όπου τα αποτελέσματα που προέκυψαν με την LCA ξεπερνούν την IPCC.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.21 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ					
	IPCC (tn CO ₂)	LCA ₁ (tn CO ₂)	LCA ₂ (tn CO ₂)	διαφορά IPCC-LCA ₁ (tn CO ₂)	απόκλιση μεθόδων
Τομείς					
αγροτικός τομέας	18.209,9	52.916,6	53.061,3	34.706,7	190,6%
οικιακός τομέας	18.060,9	19.676,8	20.558,8	1.616	8,9%
δημοτικός τομέας	6.187,4	6.294,1	6.297	106,7	1,7%
τριτογενής τομέας/βιομηχανία	25.218,7	25.927,2	26.065,6	708,5	2,8%
μεταφορές	13.913,2	16.240,5	17.005,1	2.327,2	16,7%
διαχείριση αποβλήτων	0	466,8	466,8	466,8	-
Πηγές ενέργειας					
ηλεκτρική ενέργεια	57.222,4	58.118,8	58.118,8	896,4	1,6%
πετρέλαιο θέρμανσης	10.454,4	11.942,3	12.332,9	1.487,9	14,2%

πετρέλαιο ντίζελ	7.978,5	9.114	9.412	1.135,5	14,2%
βενζίνη	5.934,8	7.126,5	7.593	1.191,7	20,1%
ηλιοθερμική	0	800,7	667,8	800,7	-
άλλο είδος βιομάζας	0	21,9	932,3	21,9	-
ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΠΟΜΠΩΝ (tn CO₂)	81.590,1	121.522	123.454,6	39.931,9	48,9%

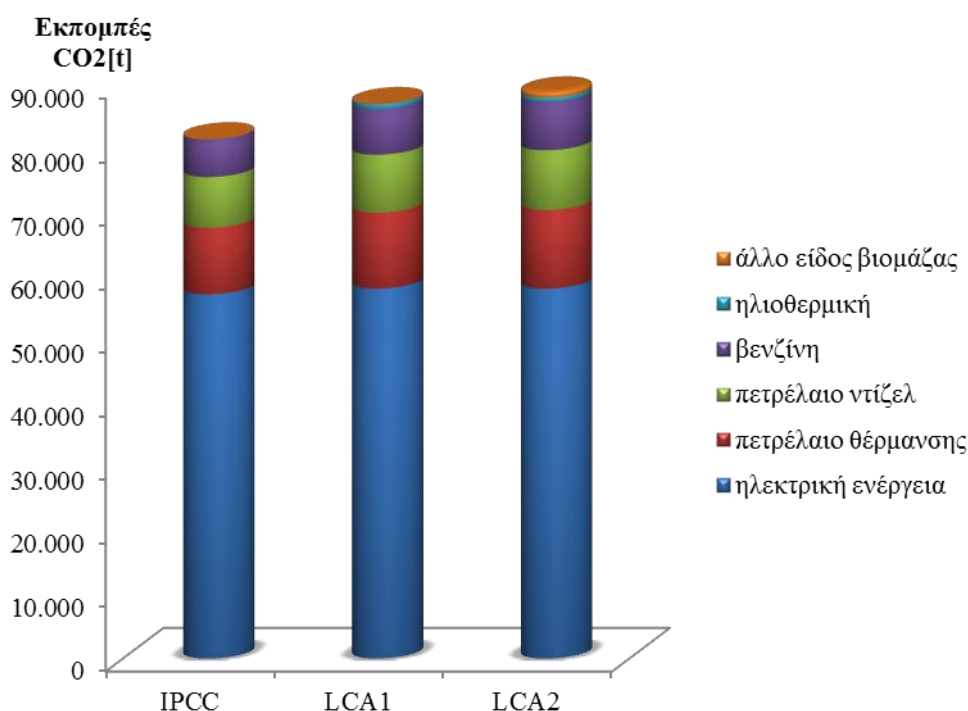
Αναλύοντας τα αποτελέσματα ανά τομέα, σημαντική διαφορά στις μεθόδους παρουσιάζεται, εκτός από τον αγροτικό τομέα, στις μεταφορές. Στο τομέα των μεταφορών, η διαφορά των ρύπων στις δύο μεθόδους φτάνει τους 2.300 tn CO₂, ενώ η συνολική διαφορά ρύπων ανάμεσα στις δύο μεθόδους, αν αγνοηθεί ο αγροτικός τομέας, υπολογίζεται 5.000 tn CO₂. Η διαφορά αυτή έγκειται στο γεγονός πως οι συντελεστές εκπομπών IPCC βασίζονται στο περιεχόμενο του καυσίμου μόνο σε άνθρακα ενώ οι συντελεστές εκπομπών LCA περιλαμβάνουν τις πραγματικές εκπομπές, συμπεριλαμβανομένης και της τελικής καύσης, χωρίς να αγνοούν το μικρό μερίδιο του άνθρακα που αποτελείται από μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 4.21, η απόκλιση των μεθόδων αγγίζει το 20% όσον αφορά την βενζίνη, και το 14% στο πετρέλαιο diesel.



Διάγραμμα 4.9 Σύγκριση μεθόδων LCA και IPCC στα ορυκτά καύσιμα

Ανάμεσα στις δύο μεθόδους LCA παρατηρείται επίσης μία διαφοροποίηση. Με την LCA₂ οι εκπομπές αυξάνονται σε όλους τους τομείς, ενώ συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της LCA₂ συνολικά με την IPCC, η διαφορά των εκπομπών ανέρχεται στους 7.500 tn CO₂. Η διαφορά των δύο τρόπων υπολογισμού με την μέθοδο της Ανάλυση Κύκλου Ζωής προκύπτει γιατί καθώς κάθε συντελεστής LCA περιλαμβάνει

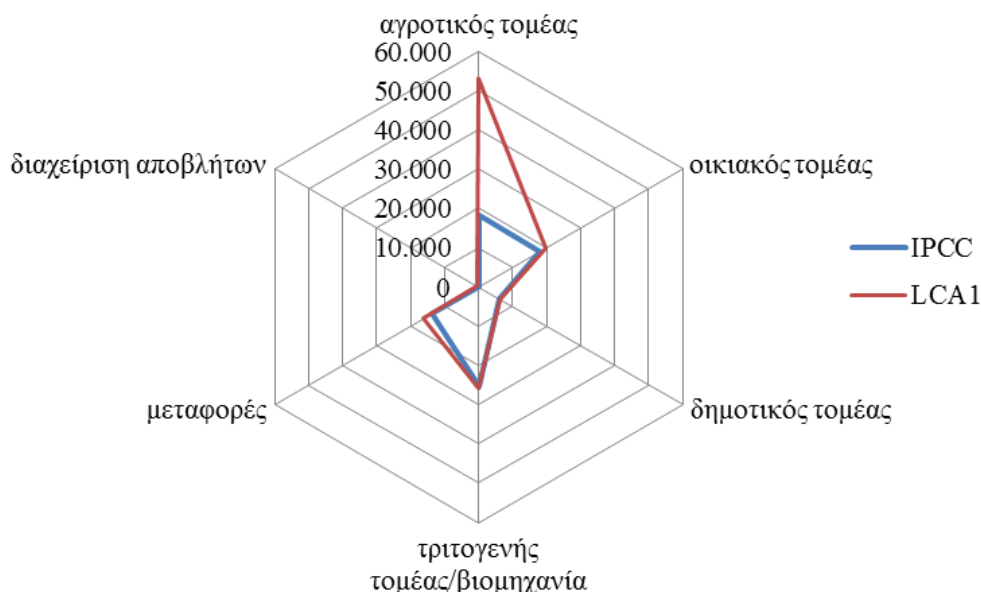
ένα σύνολο εκπομπών, οι μελέτες διαφοροποιούνται ως προς τα στάδια που λαμβάνουν υπόψη και τις συνθήκες που θεωρούνται. Έτσι και για το ίδιο είδος καυσίμου προκύπτουν σημαντικές διαφορές ανάλογα με τις εκπομπές που υπολογίζονται κυρίως από το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα εύρος τιμών ανάμεσα σε συντελεστές του ίδιου καυσίμου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι συντελεστές της βιομάζας και των βιοαερίων. Το γεγονός αυτό του μεγάλου εύρους των συντελεστών της LCA για την ίδια μορφή ενέργειας προκύπτει και από τον Πίνακα 2.7 του Κεφαλαίου 2 όπου παρουσιάζονται τα όρια τιμών για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από διάφορες μελέτες.



Διάγραμμα 4.10 Σύγκριση μεθόδων στις πηγές ενέργειας

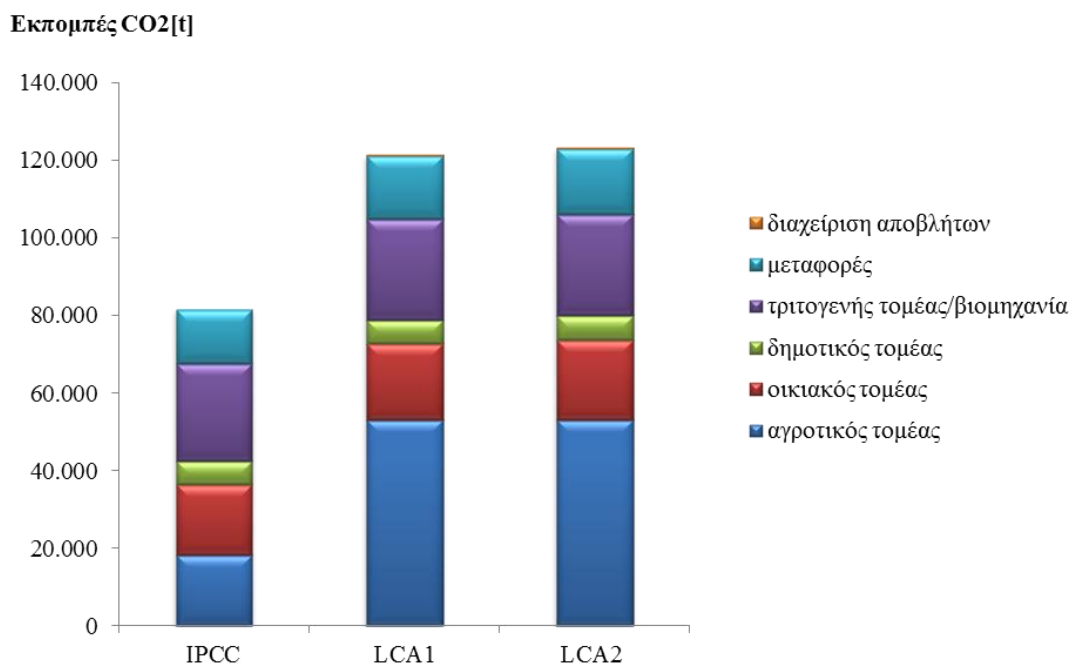
Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 4.10 το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών κατέχει η ηλεκτρική ενέργεια και στις τρεις μεθόδους μέτρησης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο μεγάλο συντελεστή εκπομπών που έχει η ηλεκτρική ενέργεια. Για τον ίδιο λόγο οι κατηγορίες που καταναλώνουν περισσότερο ηλεκτρισμό τείνουν να αυξήσουν το ποσοστό τους στην κατανομή των εκπομπών ανά κατηγορία.

Σημαντική διαφορά στις εκπομπές ανάμεσα στις δύο μεθόδους προέκυψε επίσης στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ενώ με βάση τους πρότυπους συντελεστές η ηλιοθερμική ενέργεια και η βιομάζα δημιουργούν μηδενικές εκπομπές, με βάση την LCA ανάλυση οι εκπομπές αυτές δεν είναι μηδενικές και φτάνουν τους 800 tn CO₂. Λαμβάνοντας μάλιστα την 2^η μέθοδο LCA οι εκπομπές από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπολογίζονται 1.600 tn CO₂.



Διάγραμμα 4.11 Συνολική σύγκριση εκπομπών CO₂ (tn)

Συνολικά, οι εκπομπές με χρήση της μεθόδου LCA₁ είναι κατά 48% αυξημένες σε σχέση με τις εκπομπές που προέκυψαν με χρήση των πρότυπων συντελεστών, και οι εκπομπές με χρήση της μεθόδου LCA₂ κατά 51% σε σχέση με τους πρότυπους συντελεστές. Όσον αφορά την συνολική σύγκριση των δύο τρόπου υπολογισμού της μεθόδου LCA, το σύνολο των εκπομπών είναι με τον 2^ο τρόπο κατά 2% μεγαλύτερο σε σχέση με τον 1^ο.



Διάγραμμα 4.12 Συνολική σύγκριση τομέων εκπομπών CO₂

Κεφάλαιο 5. Προτεινόμενες Δράσεις για τη Μείωση των εκπομπών CO₂

5.1 Προτεινόμενες παρεμβάσεις στο δήμο

Στην ενότητα αυτή εξετάζονται οι παρεμβάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στον δήμο σε κάθε τομέα, τόσο από την πλευρά των πολιτών όσο και από την πλευρά του δήμου, καθώς και οι δράσεις ενημέρωσης που μπορούν να πραγματοποιηθούν για την κινητοποίηση και την ευαισθητοποίηση των δημοτών. Υπολογίζεται επίσης σε κάθε δράση η εξοικονόμηση ενέργειας και εκπομπών CO₂ που προκύπτει με την εφαρμογή της, για όλες τις μεθόδους μέτρησης εκπομπών που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενες ενότητες και για διάφορα ποσοστά εφαρμογής κάθε δράσης, ώστε να γίνει αποτελεσματικότερα η σύγκριση των παρεμβάσεων και των μεθόδων μέτρησης εκπομπών.

5.1.1 Αγροτικός τομέας

Δ1. Εκσυγχρονισμός γεωργικών ελκυστήρων

Σύμφωνα με στοιχεία που παρουσιάζονται στη μελέτη του Ιδρύματος Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (IOBE) με τίτλο «Αγροτικά Μηχανήματα και Ανταγωνιστικότητα Πρωτογενούς Τομέα» οι γεωργικοί ελκυστήρες αντιπροσωπεύουν το σημαντικότερο μέρος του κλάδου των αγροτικών μηχανημάτων, καθώς αποτελούν το 24% των συνολικών γεωργικών μηχανημάτων. Ο εν ενεργεία στόλος, όπως προκύπτει από την ίδια μελέτη, είναι πεπαλαιωμένος, με μέση ηλικία περίπου 23 έτη έναντι 16 ετών κατά μέσο όρο στην Ευρωπαϊκή Ένωση [73]. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το υψηλό κόστος παραγωγής, τη χαμηλή παραγωγικότητα των γεωργικών εργασιών αλλά και τη μεγάλη κατανάλωση καυσίμων, όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Σε επίπεδο μεμονωμένου παραγωγού, η αγορά ενός καινούριου γεωργικού ελκυστήρα, νεότερης τεχνολογίας, και η εισαγωγή του στην παραγωγική διαδικασία, συνεπάγεται αύξηση των εσόδων του παραγωγού κατά 10%, μείωση του κόστους παραγωγής κατά 32%, και άρα αύξηση της κερδοφορίας του κατά 21%. Εκτός όμως από τα ποσοτικά οφέλη, η αναβάθμιση της τεχνολογικής στάθμης των αγροτικών μηχανημάτων συνεπάγεται και τη βελτίωση ορισμένων ποιοτικών χαρακτηριστικών, όπως:

- Αύξηση της αποδοτικότητας των καλλιεργούμενων εκτάσεων που έως σήμερα δεν ήταν δυνατό να επιτευχθεί.
- Χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων και λιγότερες εκπομπές ρύπων.
- Μείωση του χρόνου που απαιτείται για την πραγματοποίηση των καλλιεργητικών εργασιών.
- Μείωση του κόστους συντήρησης λόγω της μικρότερης εμφάνισης βλαβών και μείωση του χρόνου ακινητοποίησης του μηχανήματος για επισκευές.

- Οικονομικότερη και αποδοτικότερη χρήση των γεωργικών εφοδίων (σπόροι, λιπάσματα, φυτοφάρμακα, κ.λπ.).
- Ασφαλέστερο εργασιακό περιβάλλον για τον χρήστη.

Ο εκσυγχρονισμός των γεωργικών ελκυστήρων, εκτός από τα ωφέλει που παρουσιάζει για τους ίδιους τους παραγωγούς, συμβάλλει και στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου. Οι νέοι ελκυστήρες που είναι διαθέσιμοι στην αγορά σήμερα, σύμφωνα με την μελέτη IOBE, καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα σε ποσοστό 37,5%. Με αυτό τον τρόπο, εξοικονομείται ενέργεια και εκπομπές διοξειδίου. Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση καυσίμου ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής υπολογίζεται για κάθε μέθοδο ξεχωριστά σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$\text{ποσοστό εξοικονόμησης} * \text{συντελεστής πετρελαίου} * \text{κατανάλωση πετρελαίου} \\ = \text{εξοικονόμηση ρύπων}$$

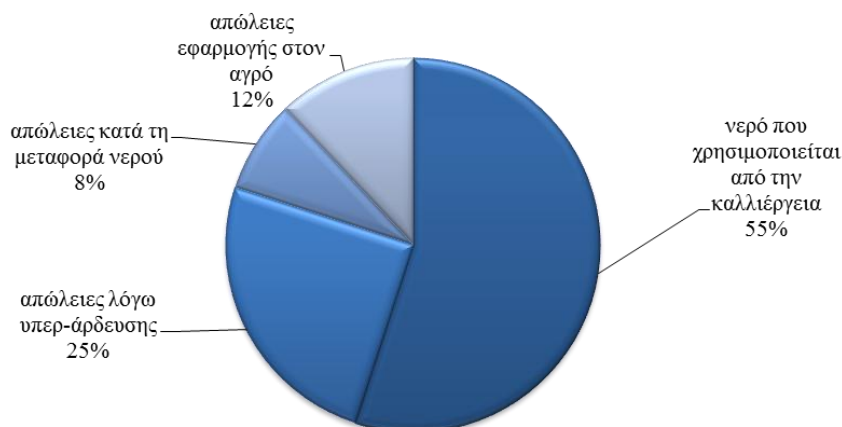
(Σχέση 5.1)

Με βάση την Σχέση 5.1 και επιλέγοντας τους συντελεστές εκπομπών πετρελαίου για κάθε μέθοδο όπως αυτοί παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 4, προκύπτει η εξοικονόμηση διοξειδίου ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής των αγροτών:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₁			
Ποσοστό εφαρμογής της δράσης στον τομέα	Μέθοδος υπολογισμού ρύπων		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
20%	437,4	499,6	515,9
6%	144,3	164,9	170,3

Δ2. Εγκατάσταση συστήματος ηλεκτρονικής υδροληψίας με κάρτα χρέωσης

Στην Ελλάδα η γεωργία αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή νερού, ενώ σύμφωνα με σχετική μελέτη για την ορθολογική διαχείριση του νερού, το ποσοστό του νερού που καταναλώνεται για άρδευση φτάνει το 78,5%. Η ζήτηση νερού άρδευσης είναι μεγάλη και σήμερα αρδεύεται το 41,2% της καλλιεργούμενης έκτασης. Η μέχρι σήμερα εφαρμοζόμενη διαχείριση θεωρούσε τη ζήτηση του νερού δεδομένη και επικεντρωνόταν στη διαχείριση της φυσικής προσφοράς του. Αυτή η πρακτική έχει σοβαρά μειονεκτήματα όπως η χαμηλή οικονομική αποδοτικότητα, μεγάλες κοινωνικές βλάβες και άνιση κατανομή των ωφελημάτων και σοβαρές, συχνά ανυπέρβλητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. [74]



Εικόνα 5.1 Απώλειες νερού άρδευσης [74].

Μέχρι σήμερα η χρέωση του νερού στον αγροτικό τομέα γίνεται με βάση την αρδευόμενη έκταση, και όχι με βάση την πραγματική κατανάλωση. Προτείνεται λοιπόν, για να περιοριστεί η αλόγιστη χρήση νερού, να εγκατασταθούν συστήματα ηλεκτρονικής υδροληψίας με κάρτα χρέωσης με τα οποία η τιμολόγηση του νερού θα γίνεται με βάση την πραγματική κατανάλωσή του, δηλαδή τον όγκο του νερού. Οι αγρότες τοποθετούν την κάρτα στο σύστημα ηλεκτρονικής υδροληψίας, οι μονάδες μεταφέρονται αυτόματα στη συσκευή και η βαλβίδα ανοίγει. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να προγραμματίσουν την ηλεκτρονική υδροληψία ώστε μετά από την κατανάλωση που επιθυμούν να διακοπεί αυτόματα η παροχή. Έτσι η κατανάλωση νερού γίνεται με περισσότερη σύνεση και περιορίζεται η σπατάλη νερού. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται ήδη από το 2007 σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, όπως το Νευροκόπι Δράμας και τα Σέρβια Κοζάνης, με μεγάλη επιτυχία.

Σύμφωνα με μελέτη του Ινστιτούτου Αγροτικής και Συνεταιριστικής Οικονομίας [75] η εξοικονόμηση νερού φτάνει το 20%, το οποίο αντιστοιχεί σε ίσο ποσοστό εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής υπολογίζεται για κάθε μέθοδο ξεχωριστά σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$\text{ποσοστό εξοικονόμησης} * \text{ποσοστό συμμετοχής} * \text{συντελεστής ηλεκτρισμού} * \text{κατανάλωση ηλεκτρισμού} = \text{εξοικονόμηση ρύπων}$$

(Σχέση 5.2)

Με βάση την Σχέση 5.2 και επιλέγοντας τους συντελεστές ηλεκτρισμού για κάθε μέθοδο όπως αυτοί παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 4, προκύπτει η εξοικονόμηση διοξειδίου ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής των αγροτών:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₂			
Ποσοστό εφαρμογής της δράσης στον τομέα	Μέθοδος υπολογισμού ρύπων		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
20%	573,5	582,5	582,5
6%	172	174,7	174,7

Δ3. Αλλαγή συστημάτων άρδευσης

Μία από τις αποδοτικότερες αρδευτικές μεθόδους είναι η άρδευση με σταγόνες ή αλλιώς στάγδην άρδευση. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, τα φυτά εφοδιάζονται με νερό που παρέχεται με τη μορφή σταγόνων, από σωλήνες που βρίσκονται κατά μήκος των γραμμών φύτευσης με αποτέλεσμα τη μικρότερη κατανάλωση νερού. Ως μέθοδος, εκτός από τη μικρή κατανάλωση νερού, έχει και αρκετά άλλα πλεονεκτήματα, όπως μεγαλύτερες αποδόσεις, δυνατότητα να αρδευτούν επικλινή και ανώμαλα εδάφη, ελαχιστοποίηση των ζιζανίων, καθώς στις καλλιέργειες δεν υπάρχει μεγάλη υγρασία που ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων.[63]

Η εξοικονόμηση νερού που επιτυγχάνεται είναι 25% - 30%, όπου σύμφωνα με το Ινστιτούτο Αγροτικής Συνεταιριστικής Οικονομίας (ΙΝΑΣΟ) αντιστοιχεί σε ανάλογη εξοικονόμηση ενέργειας, και συνεπώς και ηλεκτρισμού [75]. Η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με το ποσοστό εφαρμογής της δράσης στον τομέα υπολογίζεται για κάθε μέθοδο ξεχωριστά σύμφωνα με την Σχέση 5.2.

Στην περιοχή του δήμου Επιδαύρου το 98,01% των συστημάτων άρδευσης είναι συγκροτήματα τεχνητής βροχής και το 1,99% των συστημάτων στάγδην άρδευση. Η δράση θεωρείται πως εφαρμόζεται στο 6% των συστημάτων που χρησιμοποιούν τεχνητή βροχή, και επομένως στο 5,9% των συνολικών συστημάτων άρδευσης. Αντίστοιχα, αν η δράση εφαρμοστεί στο 20% των συστημάτων που χρησιμοποιούν τεχνητή βροχή, ανάλογα εφαρμόζεται στο 19,6% των συνολικών συστημάτων άρδευσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₃			
Ποσοστό εφαρμογής της δράσης στον τομέα	μέθοδος υπολογισμού ρύπων		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
6%	215,1	218,4	218,4
20%	716,9	728,1	728,1

Δ4. Εκσυγχρονισμός των αλιευτικών σκαφών

Ο εκσυγχρονισμός του αλιευτικού στόλου είναι μία ακόμα προτεινόμενη δράση που είναι εφικτή να γίνει στον δήμο στον αγροτικό τομέα. Η αντικατάσταση των παλαιών μηχανών με νέες βελτιωμένες μηχανές, εκτιμάται ότι θα έχει θετικές επιπτώσεις αφού περιορίζει τους ρύπους που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, περιορίζοντας ταυτόχρονα τις ποσότητες φυσικών πόρων που απαιτούνται για λειτουργία και συντήρηση των μηχανών. Επίσης, η αντικατάσταση των παλαιών μηχανών ενδέχεται να περιορίσει τους ρύπους που απελευθερώνονται στη θάλασσα λόγω διαρροών ή βλαβών που παρουσιάζουν τα υφιστάμενα σκάφη.[63]

Τα αλιευτικά σκάφη της περιοχής στην πλειοψηφία τους είναι άνω των 13 ετών σε ποσοστό 63,83%, ενώ τα υπόλοιπα είναι κάτω των 8 ετών, όπου μπορούν να θεωρηθούν ως καινούρια. Ο αλιευτικός στόλος αποτελείται από σκάφη μήκους μέχρι 12 μέτρων, ενώ για να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας, θα πρέπει η ισχύ της νέας μηχανής να είναι μικρότερη από την ισχύ της υπάρχουσας σύμφωνα με Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Ανάπτυξης της Αλιείας (Ε.Σ.Σ.Α.ΑΛ.) [76]. Συγκεκριμένα, το μέτρο που ορίζει το Ε.Σ.Σ.Α.ΑΛ για αυτά τα σκάφη είναι η αλλαγή της μηχανής με καινούρια ίδιας ή μικρότερης ισχύος. Αν λάβει χώρα αλλαγή με μικρότερη, κρίνεται ότι η εξοικονόμηση θα είναι της τάξεως του 20%.

Θεωρώντας ότι θα γίνει αλλαγή για τη δράση στο ποσοστό που αναφέρθηκε παραπάνω ότι ανήκουν σκάφη ηλικίας μεγαλύτερης των 13 ετών, τότε η μείωση των εκπομπών υπολογίζεται σύμφωνα με τη Σχέση 5.2.

Ποσοστό εφαρμογής της δράσης στον τομέα	Μέθοδος υπολογισμού ρύπων		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
6%	8,5	9,8	10,1
20%	28,5	32,5	33,6

5.1.2 Οικιακός τομέας

Δ5. Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κατοικιών

Ο τομέας των κτιρίων και των μεταφορών αποτελούν τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στη χώρα. Τα κτίρια στην Ελλάδα ευθύνονται περίπου για το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ενώ, κατά την περίοδο 2000–2005, αύξησαν την ενεργειακή τους κατανάλωση κατά περίπου 24%, μία από τις μεγαλύτερες αυξήσεις στην Ευρώπη. [77]

Ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους τα ελληνικά κτίρια είναι ιδιαίτερος ενεργοβόρα είναι η παλαιότητά τους και η μη ενσωμάτωση σύγχρονης τεχνολογίας σε αυτά, λόγω έλλειψης σχετικής νομοθεσίας τα τελευταία 30 χρόνια. Περισσότερα από αυτά τα κτίρια αντιμετωπίζουν θέματα όπως:

- Μερική ή παντελή έλλειψη θερμομόνωσης.
- Παλαιάς τεχνολογίας κουφώματα (πλαίσια/μονοί υαλοπίνακες).
- Ελλιπή ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών όψεών τους.
- Μη επαρκή αξιοποίηση του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας.
- Ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης/κλιματισμού με αποτέλεσμα χαμηλή απόδοση.

Σημαντική παράμετρος, επίσης, που καθορίζει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου είναι η συμπεριφορά των ενοίκων. Η ελλιπής ενημέρωση των χρηστών-κατοίκων σε θέματα ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης της ενέργειας, οδηγεί συχνά σε σπάταλες συμπεριφορές όπως η εγκατάσταση μεμονωμένων κλιματιστικών συστημάτων χωρίς μελέτη, η χρήση συσκευών χαμηλής απόδοσης, ή μη συντήρηση του συστήματος θέρμανσης, κ.α. [77]

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.) θέλοντας να ενισχύσει τις δράσεις των πολιτών στον οικιακό τομέα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κατοικιών τους, προχώρησε, σε μία δέσμη οικονομικών κινήτρων προκειμένου να πραγματοποιηθούν παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων του οικιακού τομέα, μέσω του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον» και του προγράμματος «Χτίζοντας το μέλλον».

«Εξοικονόμηση κατ' Οίκον»

Με το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον» οι πολίτες χρηματοδοτούνται για ένα σύνολο από ενεργειακές δράσεις αναβάθμισης των κατοικιών τους. Για την έγκριση της χρηματοδότησης αυτής χρησιμοποιούνται κριτήρια οικονομικά και κριτήρια που αφορούν το είδος της κατοικίας. Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται από τις παρεμβάσεις του προγράμματος πρέπει να αντιστοιχεί σε αναβάθμιση μιας ενεργειακής κατηγορίας ή στο 30% της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου αναφοράς. Οι επιλέξιμες παρεμβάσεις αφορούν σε [77]:

1. Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτηρίου συμπεριλαμβανομένου του δώματος/στέγης και της πιλοτής.
2. Αντικατάσταση κουφωμάτων και τοποθέτηση συστημάτων.
3. Αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού χρήσης.

«Χτίζοντας το μέλλον»

Η υλοποίηση του Προγράμματος «Χτίζοντας το Μέλλον» επιδιώκει την επίτευξη των ακόλουθων στόχων [79]:

- Τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού τομέα και την αναβάθμιση της περιβαλλοντικής του ποιότητας.
- Τη μείωση της οικονομικής επιβάρυνσης των ιδιοκτητών για την ανακαίνιση των κτιρίων τους.
- Τη μείωση του λειτουργικού κόστους των κτιρίων.
- Τη δημιουργία νέου, σύγχρονου και παγκοσμίως ανταγωνιστικού οικονομικού αντικειμένου για τον κατασκευαστικό κλάδο και την εγχώρια βιομηχανία δομικών υλικών και ενεργειακών προϊόντων.
- Την τόνωση της αγοράς βιομηχανικών ενεργειακών προϊόντων που παρουσιάζουν μεγάλη παραμένουσα αξία.
- Τη δημιουργία σημαντικού αριθμού νέων μόνιμων θέσεων εργασίας και παράλληλα τη συμβολή στην διατήρηση θέσεων εργασίας σε μια κρίσιμη περίοδο για την ελληνική οικονομία.

Το Πρόγραμμα είναι μια σύμπραξη ανάμεσα στο δημόσιο και τον ιδιωτικό τομέα, που εξασφαλίζει προϊόντα υψηλών προδιαγραφών και σημαντικές εκπτώσεις στους πολίτες που θα προχωρήσουν στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων τους. Το Χτίζοντας το Μέλλον αναπτύσσεται σε τρία επίπεδα, που αποτελούν το καθένα, ένα αυτόνομο πρόγραμμα [79]:

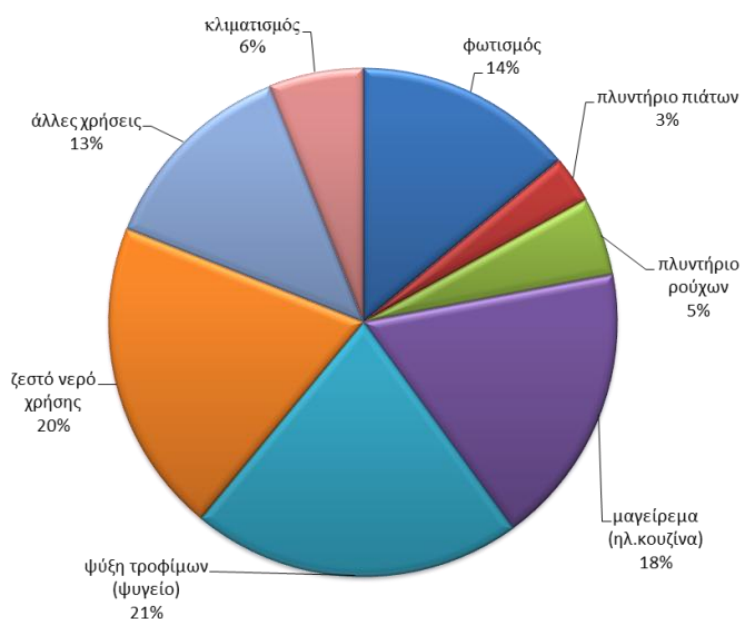
1. Παρεμβάσεις μεγάλης κλίμακας
Προηγμένη και ώριμη τεχνολογία στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος της χώρας.
2. Επιδεικτικές δράσεις
Επίδειξη καινοτόμων συστημάτων και προϊόντων σε μεγάλης κλίμακας επιδεικτικά έργα – κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.
3. Έρευνα και καινοτομία
Βιομηχανική και εφαρμοσμένη έρευνα για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων, υψηλής ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης και ποιότητας.

Οι κάτοικοι λοιπόν, είτε με επιδοτήσεις από τα προγράμματα της πολιτείας ή και με ίδια κεφάλαια μπορούν να βελτιώσουν με μία σειρά από δράσεις τις κατοικίες τους, τόσο για την επίτευξη των Ευρωπαϊκών στόχων για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή όσο και για την βελτίωση της ποιότητας ζωής τους μέσα από την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση του κόστους ζωής.

Σύμφωνα με τα στοιχεία από τη μελέτη «Ενεργειακή ζήτηση: Κτιριακός τομέας- Πλαίσιο θεώρησης» [78] έγινε επιλογή ορισμένων πιθανών παρεμβάσεων οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν στις κατοικίες του δήμου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι δράσεις που επιλέχθηκαν και το εκτιμώμενο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας, ανάλογα με την κατηγορία του κτιρίου:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5 ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΔΡΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ			
ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	
		Μονοκατοικία	Πολυκατοικία
#1	Μόνωση εξωτερικών τοίχων	50%	42%
#2	Μόνωση οροφής	12%	8%
#3	Διπλά τζάμια	2%	6%
#4	Αεροστεγάνωση	10%	8%
#5	Εγκατάσταση θερμοστατικής ρύθμισης	1%	3%
#6	Αντικατάσταση παλιών κλιματιστικών	3%	3%
#7	Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής	10%	15%
#8	Σκίαση εξωτερικών ανοιγμάτων	6%	4%
#9	Ηλιακοί συλλέκτες	62%	30%
#10	Ενεργειακοί λαμπτήρες	50%	50%

Για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης από την κάθε δράση χρησιμοποιήθηκαν επίσης οι καταναλώσεις των κατοικιών σε ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Από το *Κεφάλαιο 4* η κατανάλωση θερμικής ενέργειας προέκυψε 4.404 MWh και 10.722 MWh για μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, και 3.725 MWh και 8.479 MWh αντίστοιχα η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας έγινε διαχωρισμός της κατανάλωσης με βάση το αποτύπωμα της ηλεκτρικής ενέργειας από το Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης [80].



Εικόνα 5.2 Ενεργειακό αποτύπωμα ηλεκτρικής ενέργειας οικιακού τομέα.

Με βάση λοιπόν το ποσοστό εφαρμογής της κάθε δράσης, της κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας και των αντίστοιχων συντελεστών εκπομπών και με χρήση των Σχέσεων 5.1 και 5.2, έγινε ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ για κάθε μέθοδο. Ακολουθεί ένας πίνακας όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εξοικονόμησης της κάθε δράσης για ποσοστό συμμετοχής 8%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₅					
Δράση	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας (kWh)	ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΜΕ ΚΑΘΕ ΜΕΘΟΔΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ (tn CO ₂)		
			μέθοδος IPCC	μέθοδος LCA ₁	μέθοδος LCA ₂
#1		536.425	143,2	163,6	169,0
#2		110.900	29,6	33,8	34,9
#3		58.514	15,6	17,8	18,4
#4		103.854	27,7	31,7	32,7
#5		29.257	7,8	8,9	9,2
#6	1.757		2,0	2,1	2,1
#7	7.893		9,1	9,2	9,2
#8	2.701		3,1	3,2	3,2
#9	77.650		89,2	90,6	90,6
#10	68.341		78,5	79,8	79,8

Αντίστοιχα υπολογίζονται και οι εξοικονομήσεις από τις δράσεις για ποσοστό εφαρμογής 20%.

Δ6. Αντικατάσταση λεβήτων πετρελαίου με λέβητες ελαιοπυρηνόξυλου

Στην περιοχή του δήμου Επιδαύρου η καλλιέργεια όπου ανέρχεται σε ποσοστό 69,52% σε έκταση και η ύπαρξη 16 ελαιοτριβείων, δίνουν ώθηση για την χρησιμοποίηση του ελαιοπυρηνόξυλου ως καύσιμο για θέρμανση κατοικιών προς αντικατάσταση του πετρελαίου. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η θερμογόνο δύναμη του πυρηνόξυλου είναι κατά μέσο όρο 3.150 Kcal/Kg, ενώ ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης (καυστήρας- λέβητας) κυμαίνεται σε 70-85%. [63]

Το πυρηνόξυλο, ένα παραπροϊόν της επεξεργασίας της ελιάς, είναι φιλικό προς το περιβάλλον και μπορεί να αντικαταστήσει σε πολλές περιπτώσεις τη χρήση του πετρελαίου. Η χρήση του είναι εύκολη και η τιμή του ιδιαίτερα ελκυστική σε σχέση με την ενεργειακή του αξία.

Το πυρηνόξυλο παράγεται από τα ελαιοτριβεία και για να χρησιμοποιηθεί ξηραίνεται είτε σε μεγάλα περιστρεφόμενα ξηραντήρια των πυρηνελαιουργείων, είτε σε μικρή

κλίμακα από το ίδιο το ελαιοτριβείο με ξηραντήρια βιομάζας που εξασφαλίζουν την ιδανική ξήρανσή του προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

Για να υπολογιστεί η μείωση εκπομπών του CO₂ θα πρέπει να υπολογιστεί μια εφαρμογή της δράσης σε ένα μέρος των κατοικιών του δήμου. Ο αριθμός των κατοικιών που έχουν κεντρική θέρμανση εντός των ορίων του δήμου είναι 1.551. Οι εκπομπές CO₂ υπολογίζονται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$\begin{aligned} \text{Εξοικονόμηση εκπομπών} = & \\ & (\text{εκπομπές CO}_2 \text{ της υποκαθιστάμενης ενέργειας}) \\ & - \\ & (\text{εκπομπές CO}_2 \text{ της ενέργειας της εξεταζόμενης δράσης}) \end{aligned}$$

(Σχέση 5.3)

Οι εκπομπές CO₂ της υποκαθιστάμενης ενέργειας υπολογίζονται και στην μέθοδο IPCC και στην LCA από την ακόλουθη σχέση, με διαφοροποίηση βέβαια στον συντελεστή εκπομπών ηλεκτρικής ενέργειας:

$$\begin{aligned} \text{Εκπομπές CO}_2 \text{ της υποκαθιστάμενης ενέργειας} = & \\ & \text{θερμική ενέργεια που δεν παράγεται πλέον από τους παλιούς λέβητες} \\ & * \\ & \text{συντελεστής πετρελαίου θέρμανσης} \end{aligned}$$

(Σχέση 5.4)

Οι εκπομπές CO₂ της ενέργειας της εξεταζόμενης δράσης για την περίπτωση του ελαιοπυρηνόξυλου, με την μέθοδο IPCC είναι μηδενικές. Με τη μέθοδο LCA οι εκπομπές του λέβητα με ελαιοπυρηνόξυλο υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας τον συντελεστή εκπομπών βιομάζας (0,002 t CO₂/Mwh_e για την LCA₁ και για την LCA₂ ο συντελεστής 0,0852 t CO₂/Mwh_e) με την παραγόμενη θερμική ενέργεια από τον λέβητα.

Ακολουθώντας την παραπάνω μεθοδολογία και ανάλογα με το ποσοστό εφαρμογής των δράσεων στις κατοικίες προκύπτουν οι ακόλουθες εξοικονομήσεις:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₆			
Ποσοστό εφαρμογής της δράσης στον τομέα	μέθοδος υπολογισμού ρύπων		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
8%	323,1	366,7	378,7
20%	807,7	916,7	946,8

5.1.3 Δημοτικός τομέας

Ο δημοτικός τομέας αποτελείται από τον δημοτικό φωτισμό και τα δημοτικά κτίρια και εγκαταστάσεις. Στο σύνολο του καταναλώνει 5.606 MWh ηλεκτρική και θερμική ενέργεια.

5.1.3.1 Δημοτικός φωτισμός

Δ7. Αντικατάσταση λαμπτήρων δημοτικού φωτισμού

Ο δήμος Επιδαύρου καταναλώνει 1.294,9 MWh ηλεκτρική ενέργεια για δημοτικό φωτισμό. Στην κατηγορία αυτή μπορεί να επιτευχθεί υψηλό ποσοστό εξοικονόμησης, χωρίς μεγάλο κόστος ή εργασία, αντικαθιστώντας τους παλιούς λαμπτήρες με νέους αποδοτικότερους. Στο δήμο Επιδαύρου, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τύποι λαμπτήρων:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ		
Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς λαμπτήρων (W)	Πλήθος
Ατμών Hg υψηλής πίεσης αχλαδωτού σχήματος	80	150
	125	40
	250	20
Ατμών Na υψηλής πίεσης απιοειδούς σχήματος	250	150
	400	10
Ηλεκτρονικοί (ενεργειακής απόδοσης A)	30	1.340
Πυράκτωσης σφαιρικός	25	400
Φθορισμού σωληνωτός	18	20
ΣΥΝΟΛΟ		2.130

Έτσι, οι παραπάνω τύποι λαμπτήρων μπορούν να αντικατασταθούν σταδιακά με λαμπτήρες χαμηλότερης ισχύος, που αποδίδουν όμως την ανάλογη ισχύ των παλαιών, και η αντικατάσταση θα γίνει βάσει της φωτεινότητας των λαμπτήρων. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την αντιστοιχία παλαιών με νέου τύπου λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας [63].

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΛΑΜΠΗΤΗΡΩΝ	
ΛΑΜΠΗΤΗΡΕΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ	ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ ΛΑΜΠΗΤΗΡΑΣ
Ατμών Hg υψηλής πίεσης 80W	Metal Halide 50W
Ατμών Hg υψηλής πίεσης 125W	Metal Halide 70W
Ατμών Hg υψηλής πίεσης 250W	Metal Halide 150W
Ατμών Na υψηλής πίεσης 250W	Ατμών Na χαμηλής πίεσης 131W
Ατμών Na υψηλής πίεσης 400W	Ατμών Na χαμηλής πίεσης 180 W
Πυρακτώσεως 25W	Φθορισμού 5W
Φθορισμού 18W	LED 10W

Οι τύποι λαμπτήρων έχουν τους εξής μέσους χρόνους ζωής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10 ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ ΛΑΜΠΗΤΗΡΩΝ	
ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΗΤΗΡΑΣ	ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ (h)
Φθορισμού	10.000
LED	50.000
Metal Halide	12.000
Ατμών Hg	12.000
Ατμών Na	28.000
Πυράκτωσης	3.000

Κατά τη διάρκεια του έτους οι συνολικές ώρες λειτουργίας του φωτισμού είναι 3.650, λόγω της λειτουργίας του φωτισμού για 10 ώρες κατά μέσο όρο την ημέρα. Η εξοικονόμηση που θα προκύψει από την αντικατάσταση των παλαιών και τη χρήση των νέων λαμπτήρων υπολογίζεται με βάση την εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από την αντικατάσταση των λαμπτήρων. Έτσι με χρήση της Σχέσης 5.2 και θεωρώντας πως θα γίνει σταδιακή αντικατάσταση όλων των λαμπτήρων, εκτός από τους ηλεκτρονικούς λαμπτήρες, προκύπτει η εξοικονόμηση ρύπων για κάθε μέθοδο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₇							
Παλιοί λαμπτήρες		Νέοι λαμπτήρες		Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Μέθοδος υπολογισμού εκπομπών CO ₂ (tn CO ₂)		
Τύπος	Ισχύς (Kwh)	Τύπος	Ισχύς (Kwh)		IPCC	LCA ₁	LCA ₂
Ατμών Hg υψηλής πίεσης 80W	43.800	Metal Halide 50W	27.375	16.425	18,9	19,2	19,2

Ατμών Hg υψηλής πίεσης 125W	18.250	Metal Halide 70W	10.220	8.030	9,2	9,4	9,4
Ατμών Hg υψηλής πίεσης 250W	18.250	Metal Halide 150W	10.950	7.300	8,4	8,6	8,6
Ατμών Na υψηλής πίεσης 250W	136.875	Ατμών Na χαμηλής πίεσης 131W	71.722	65.153	74,9	76	76
Ατμών Na υψηλής πίεσης 400W	14.600	Ατμών Na χαμηλής πίεσης 180 W	6.570	8.030	9,2	9,4	9,4
Πυρακτώσεως 25W	36.500	Φθορισμο ύ 5W	7.300	29.200	33,6	34	34,1
Φθορισμού 18W	1.314	LED 10W	730	584	0,67	0,68	0,68
Σύνολο				134.721	154,8	157,2	157,2

Στο Πίνακα 5.12 παρουσιάζεται το συνολικό κόστος των νέων λαμπτήρων για κάθε τύπο και ισχύ [63]:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12 ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΩΝ ΛΑΜΠΗΤΗΡΩΝ			
Νέου τύπου λαμπτήρες	Ισχύς νέων λαμπτήρων (W)	Ποσότητα	Κόστος νέων λαμπτήρων (€)
Metal Halide	50	150	7.200
	70	40	1.600
	150	20	298
Ατμών Na χαμηλής πίεσης	131	150	33.000
	180	10	1.300
Φθορισμού	5	400	1.440
LED	10	20	1.200

Δ8. Εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης φωτισμού των δρόμων

Η αποδοτική χρήση του φωτισμού των δρόμων μειώνει σημαντικά τα έξοδα για ηλεκτρισμό, μειώνει την απαίτηση για νέους θερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και συνεπώς μειώνει τις απαιτήσεις χρήσης άνθρακα και εκπομπών CO₂. Ένας άλλος τρόπος εξοικονόμησης ενέργειας, πέραν από την αντικατάσταση των λαμπτήρων του δημοτικού φωτισμού, είναι η τοποθέτηση συστημάτων διαχείρισης φωτισμού.

Ένα σύστημα διαχείρισης φωτισμού παρέχει τη δυνατότητα για άμεση δυναμική ρύθμιση στα φωτεινά χαρακτηριστικά του παρεχόμενου φωτισμού, καθώς και για απομακρυσμένη παρακολούθηση της λειτουργίας του. Στην πιο απλή του μορφή, ένα σύστημα διαχείρισης φωτισμού παρέχει τη δυνατότητα επιτόπου ρύθμισης του επιπέδου φωτισμού της εγκατάστασης από τη διάταξη ελέγχου, βάσει συγκεκριμένων δεδομένων όπως η φωτεινότητα του περιβάλλοντος, οι καιρικές συνθήκες και ο κυκλοφοριακός φόρτος, με χρήση ανάλογων διατάξεων ανίχνευσης και μέτρησης. Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού δρόμων βασίζονται σε μία ή και στις δύο παρακάτω τεχνικές [81]:

- Συνεχής διαβάθμιση φωτισμού (dimming technology).
- Διακριτά επίπεδα διαβάθμισης φωτισμού με έλεγχο διακοπών.

Η λογική της ρύθμισης του φωτισμού βάσει, πρωτίστως, των κυκλοφοριακών συνθηκών γίνεται κατανοητή αν αναλογιστεί κανείς ότι το απαιτούμενο επίπεδο φωτεινότητας μίας συνθήκης εγκατάστασης σταθερού φωτισμού καθορίζεται βάσει ακριβώς αυτών των συνθηκών, και σε ώρες αιχμής, όπου είναι και πιο απαιτητικό το οπτικό έργο του οδηγού. Πέρα από αυτές τις συνθήκες, όμως, όταν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι λιγότερο ή περισσότερο χαμηλοί, το οριακό αυτό επίπεδο φωτισμού καθίσταται μάλλον υπερβολικό, συνοδευόμενο από αυξημένο ενεργειακό, οικονομικό και περιβαλλοντικό (φωτορύπανση) κόστος, χωρίς ουσιαστικό αντίκρισμα στην ασφάλεια και λειτουργικότητα της οδού (καθώς θεωρείται ότι αυτές συμβαδίζουν με το φόρτο).

Έτσι, ένα σύστημα διαχείρισης φωτισμού μπορεί να μειώνει το επίπεδο φωτισμού μέχρι και στο 20-30% της πλήρους λειτουργίας, αναλόγως των τρεχόντων κυκλοφοριακών φόρτων, με αντίστοιχα ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Επίσης, άλλοι παράγοντες που μπορεί να καθορίζουν τη ρύθμιση αυτή είναι οι καιρικές συνθήκες και το επίπεδο φωτισμού του περιβάλλοντος, οπότε είναι δυνατή η ενεργοποίηση του φωτισμού σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες, ή η συγκράτηση της φωτεινότητας σε χαμηλά επίπεδα νωρίς κατά τη δύση του ηλίου ή αργά κατά την ανατολή. [81]

Η δράση αυτή μπορεί να βρει εφαρμογή στον δήμο και να επέλθει η ανάλογη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Θεωρείται πως η δράση θα εφαρμοστεί μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων του δημοτικού φωτισμού. Έτσι η εξοικονόμηση από την εφαρμογή της προκύπτει από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του φωτισμού, αφού αφαιρεθεί η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από την αντικατάσταση λαμπτήρων, η οποία υπολογίστηκε 1.160 MWh.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₈			
Ποσοστό εφαρμογής της δράσης στον τομέα	μέθοδος υπολογισμού ρύπων		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
50%	176,7	179,5	179,5
60%	212,1	215,4	215,4

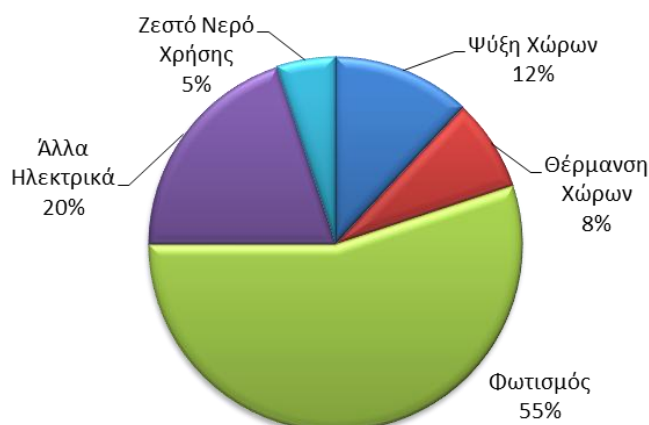
5.1.3.2 Δημοτικά κτίρια

Δ9. Αντικατάσταση λαμπτήρων στα δημοτικά κτίρια

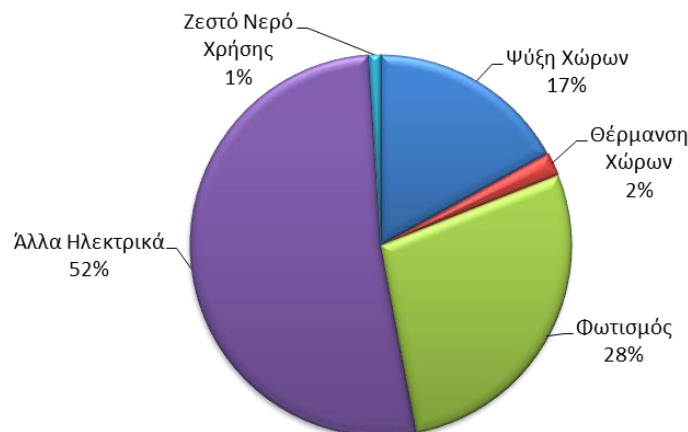
Η αντικατάσταση λαμπτήρων με νέους αποδοτικότερους αποτελεί μια οικονομική λύση, που προσφέρει καλή εξοικονόμηση ενέργειας και είναι εύκολα υλοποιήσιμη. Γι' αυτό η δράση αυτή θεωρείται εφαρμόσιμη και στα δημοτικά κτίρια.

Για να γίνει ο υπολογισμός της εξοικονόμησης από την αντικατάσταση λαμπτήρων χρησιμοποιήθηκαν οι κατανομές ηλεκτρικής ενέργειας από το Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης [80]. Η δράση αυτή θεωρείται ότι υλοποιηθεί σε ένα ποσοστό των δημόσιων κτιρίων και εγκαταστάσεων και σε ένα ποσοστό των σχολείων.

Όπως παρατηρείται από την κατανομή της ενέργειας που παρουσιάζεται στα διαγράμματα που ακολουθούν, ο φωτισμός στα δημοτικά κτίρια και ιδιαίτερα στα σχολεία καταναλώνει ένα μεγάλο ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστώντας αναγκαίο το μέτρο για την εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 5.3 Ενεργειακό αποτύπωμα ηλεκτρικής ενέργειας στα σχολεία.



Εικόνα 5.4 Ενεργειακό αποτύπωμα ηλεκτρικής ενέργειας στα δημόσια κτίρια.
 Σύμφωνα με σχετική μελέτη, η εξοικονόμηση ενέργειας από αντικατάσταση των λαμπτήρων σε δημοτικά κτίρια φτάνει το ποσοστό του 60% [81]. Έτσι χρησιμοποιώντας την Σχέση 5.2 και ανάλογα με το ποσοστό εφαρμογής της δράσης υπολογίζεται η εξοικονόμηση διοξειδίου για τις τρεις μεθόδους μέτρησης :

Ποσοστό εφαρμογής της δράσης στον τομέα	μέθοδος υπολογισμού ρύπων		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
50%	212,2	215,6	215,6
60%	254,7	258,7	258,7
90%	382	388	388

Δ10. Τοποθέτηση συστημάτων διαχείρισης ενέργειας στα δημοτικά κτίρια (BEMS-Building Energy Management Systems)

Καθώς οι απαιτήσεις για τη διασφάλιση της απαραίτητης θερμικής άνεσης, της οπτικής άνεσης και της ποιότητας του αέρα των εσωτερικών χώρων αυξάνονται, ιδιαίτερα στην επικρατούσα κατάσταση των διακυμάνσεων των τιμών, έγιναν προσπάθειες εστίασης στην ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών για ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, εξασφαλίζοντας τις λειτουργικές ανάγκες με γνώμονα το ελάχιστο δυνατό κόστος ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ο ρόλος του συστήματος διαχείρισης ενέργειας των κτιρίων (BEMS) είναι σημαντικός δεδομένου ότι τα συστήματα αυτά μπορούν να συμβάλουν στην συνεχή διαχείριση ενέργειας και ως εκ τούτου στην επίτευξη των στόχων της πιθανής εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων. Τα BEMS εφαρμόζονται γενικά για τον έλεγχο των ενεργών συστημάτων, δηλαδή θέρμανσης, συστήματα εξαερισμού και κλιματισμού αλλά και για τον καθορισμό του χρόνου λειτουργίας τους. [82]

Η εγκατάσταση του συστήματος διαχείρισης ενέργειας κτιρίου έχει ως στόχο την επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών

εγκαταστάσεων του κτιρίου. Τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών είναι [83]:

- Δυνατότητα ταυτόχρονης επεξεργασίας πλήθους μεταβλητών.
- Πλήρης και ταχεία απόκριση σε πληθώρα δεδομένων από πληθώρα μετρητών.
- Μέγιστη ακρίβεια υπολογισμών.
- Πλήρης δυνατότητα παρουσίασης αναφορών.
- Δυνατότητα ορθολογικής αποθήκευσης τεράστιου αριθμού δεδομένων.

Προτείνεται λοιπόν η εφαρμογή των συστημάτων διαχείρισης σε κάποια δημοτικά κτίρια του δήμου. Πιλοτικά το πρόγραμμα αρχικά θα εφαρμοστεί σε ένα μικρό αριθμό δημοτικών κτιρίων, στα οποία κτίρια δεν θα γίνει η δράση της αντικατάστασης λαμπτήρων (Δράση 9). Συγκεκριμένα προτείνεται η εφαρμογή σε πέντε σχολεία τα οποία στο σύνολό τους καταναλώνουν 41 MWh ηλεκτρική ενέργεια, 113 MWh θερμική ενέργεια και συνολικά καλύπτουν 11.973 τ.μ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15 ΣΧΟΛΕΙΑ ΟΠΟΥ ΘΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΟΥΝ BEMS	
#1	Δημοτικό σχολείο Αρχαίας Επιδαύρου
#2	Δημοτικό σχολείο Αρκαδικού
#3	Γυμνάσιο Λυγουριού
#4	Ενιαίο Λύκειο Λυγουριού
#5	1ο Νηπιαγωγείο Λυγουριού

Σύμφωνα με σχετική μελέτη, η εξοικονόμηση ενέργειας από τοποθέτηση συστημάτων bems για την ηλεκτρική ενέργεια ανέρχεται στο 30% και για την θερμική στο 20% [81]. Έτσι χρησιμοποιώντας την Σχέση 5.2 για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης της ηλεκτρικής ενέργειας και την Σχέση 5.1 για την εξοικονόμηση της θερμικής υπολογίζεται η εξοικονόμηση διοξειδίου για τις τρεις μεθόδους μέτρησης:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₁₀		
Μέθοδος υπολογισμού ρύπων CO ₂		
IPCC	LCA ₁	LCA ₂
20,3	21,4	14,4

Δ11. Αντικατάσταση λεβήτων θέρμανσης σε δημοτικά κτίρια

Όπως προτείνεται η αντικατάσταση λεβήτων θέρμανσης με νέους λέβητες βιομάζας, και συγκεκριμένα ελαιοπυρηνόξουλου, στον οικιακό τομέα, έτσι μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια και από αντικατάσταση λεβήτων σε δημοτικά κτίρια τα οποία καταναλώνουν στο σύνολο τους 4.252 MWh θερμικής ενέργειας. Συγκεκριμένα προτείνεται η αντικατάσταση λεβήτων στα κτίρια που παρουσιάζονται στον Πίνακα

5.16. Οι υπολογισμοί της εξοικονόμησης πραγματοποιήθηκαν όπως και στην δράση Δ6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₁₁		
Δημοτικά κτίρια		Κατανάλωση πετρελαίου (MWh)
#1	Πρώην δημαρχείο Επιδαύρου	5,9
#2	Υπηρεσίες δήμου Επιδαύρου (Λυγουριό)	27
#3	Δημοτικό σχολείο Νέας Επιδαύρου	25
#4	Δημοτικό σχολείο Λυγουριού	30,10
#5	Νηπιαγωγείο Αρχαίας Επιδαύρου	7,1
#6	Δημοτικό σχολείο Δήμυνας	18,8
#7	Παιδικός σταθμός Λυγουριό	32,3
ΣΥΝΟΛΟ		140
Εξοικονόμηση CO ₂ με τη μέθοδο IPCC (tn CO ₂)		39
Εξοικονόμηση CO ₂ με τη μέθοδο LCA ₁ (tn CO ₂)		44
Εξοικονόμηση CO ₂ με τη μέθοδο LCA ₂ (tn CO ₂)		46

Δ12. Συντήρηση εγκαταστάσεων λειτουργίας άρδευσης και ύδρευσης - εγκατάσταση συστήματος τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού

Τα αντλιοστάσια αποτελούν ένα ακόμα ενεργοβόρο κομμάτι του δημοτικού τομέα το οποίο επιδέχεται βελτιώσεις. Ο δήμος Επιδαύρου διαθέτει ένα πλήθος αντλιοστασίων, τα οποία παρουσιάζονται στο Πίνακα 5.18. Μία σειρά από δράσεις μπορούν να εφαρμοστούν για την βελτίωση τους, όπως αντικατάσταση των αγωγών, αντικατάσταση των σωληνώσεων, αντικατάσταση κινητήρων αγωγών, αντικατάσταση αντλητικών συγκροτημάτων, συντήρηση των αντλιοστασίων καθώς και εφαρμογή ολοκληρωμένου συστήματος τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού των εγκαταστάσεων λειτουργίας.

Προτείνεται λοιπόν, αρχικά να πραγματοποιηθεί μία συντήρηση των αντλιοστασίων με παράλληλη καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασής τους, ώστε να γίνει ακριβής εκτίμηση των αναγκαίων μέτρων για την αναβάθμιση των αντλιοστασίων. Η συντήρηση των αντλιοστασίων περιλαμβάνει την επιθεώρηση-καθαρισμό των καναλιών και των φρεατίων, την επιθεώρηση-καθαρισμό-έλεγχο των επαφών και των διακοπών, την λίπανση των κινούμενων εξαρτημάτων αντλιών, τον έλεγχο και την συμπλήρωση ελαίου, την μέτρηση αντίστασης κυκλωμάτων για έλεγχο διαρροών, τον έλεγχο ασφαλειών ηλεκτρικών κυκλωμάτων, τον έλεγχο λειτουργίας φωτισμού αντλιοστασίου, την αποψίλωση ξερών χόρτων και λοιπές εργασίες, όπως

καθαριότητα εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, οι οποίες είναι απαραίτητες για την καλή συνολική εμφάνιση και ασφάλεια του χώρου των αντλιοστασίων. [94]

Παράλληλα, μία άλλη δράση που δύναται να εφαρμοστεί στα αντλιοστάσια του δήμου είναι η εφαρμογή ολοκληρωμένου συστήματος τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού των εγκαταστάσεων λειτουργίας. Τηλεμετρία-τηλεέλεγχος είναι η χρήση τηλεπικοινωνιών για την αυτόματη ένδειξη ή καταγραφή μετρήσεων από απόσταση. Τηλεχειρισμός είναι η χρήση τηλεπικοινωνιών για την μεταφορά σημάτων για την έναρξη, αλλαγή ή τερματισμό λειτουργιών εξοπλισμού από απόσταση. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει [95]:

- Όργανα μέτρησης παροχής, υδραυλικό εξοπλισμό όπως δικλείδες ελέγχου και μειωτές πίεσης.
- Τοπικά συστήματα αυτοματισμού και τηλεμετρίας (τοπικοί σταθμοί ελέγχου και μετρήσεων) των εγκαταστάσεων του δικτύου, εγκατεστημένων στις πηγές, στα αντλιοστάσια και στις δεξαμενές καθώς επίσης σε μικρότερη κλίμακα και στο εσωτερικό δίκτυο, αποτελούμενων βασικά από προγραμματιζόμενους ελεγκτές (PLC), συστήματα ενσύρματης αλλά και ασύρματης επικοινωνίας και λοιπό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό. Η πολυπλοκότητα αυτών των ελεγκτών εξαρτάται από το μέγεθος και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης που καλείται να εποπτεύει.
- Κεντρικό και περιφερειακούς σταθμούς ελέγχου.

Θεωρείται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας θα προκύψει από την εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας με την εφαρμογή των δράσεων. Συγκεκριμένα με τη συντήρηση των αντλιοστασίων θεωρείται ότι προκύπτει 5% εξοικονόμηση και με την εγκατάσταση συστήματος τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού 15%. [95]

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₁₂					
Αντλιοστάσια	Περιοχή	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (MWh)	Εξοικονόμηση εκπομπών (tn CO ₂)		
			μέθοδος IPCC	μέθοδος LCA ₁	μέθοδος LCA ₂
Αντλιοστάσιο Κοινότητας Παλαιάς Επιδαύρου	Αρχαία Επίδαυρος	91,1	20,2	20,5	20,5
Κοινοτικό Αντλιοστάσιο	Αρχαία Επίδαυρος	96,0	21,2	21,6	21,6
Κοινοτικό Αντλιοστάσιο Δήμαινας χωρίς Οδό	Δήμαινα	80,1	17,7	18,0	18,0
Αντλιοστάσιο Κοινότητας Νέας Επιδαύρου	Νέα Επίδαυρος	8,3	1,8	1,9	1,9
Κοινοτικό Αντλιοστάσιο	Νέα Επίδαυρος	56,3	12,5	12,7	12,7
Κοινοτικό	Νέα	144,8	32,0	32,5	32,5

Αντλιοστάσιο Νέας Επιδαύρου	Επίδαυρος				
ΔΕΥΑ Επιδαύρου Γαλανίκα-Αντλιοστάσιο	Νέα Επίδαυρος	41,4	9,1	9,3	9,3
Κοινοτικό Αντλιοστάσιο Κολιάκι Τραχειάς	Τραχειά	31,7	7,0	7,1	7,1
Κοινοτικό Αντλιοστάσιο Τραχειά	Τραχειά	99,6	22,0	22,4	22,4

5.1.4 Τριτογενής τομέας / Βιομηχανία

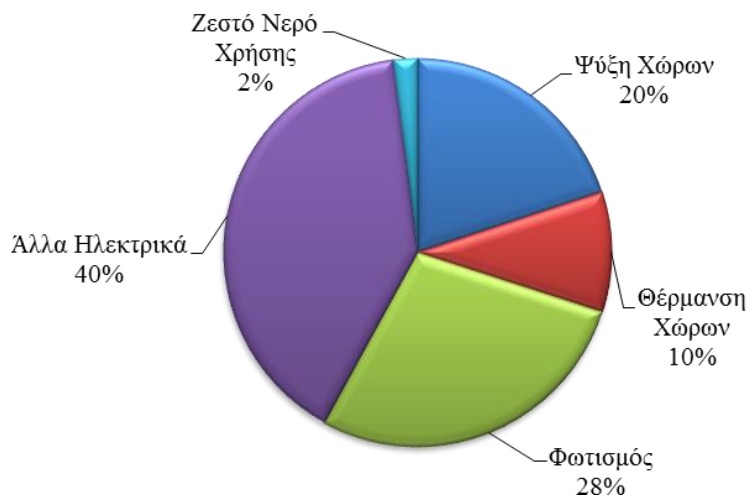
Δ13. Δράσεις εξοικονόμησης σε γραφεία και εμπορικά καταστήματα

Ο τριτογενής τομέας καταναλώνει στο σύνολο του 20.921 MWh. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η εφαρμογή δράσεων εξοικονόμησης και σε αυτόν τον τομέα. Το πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον» που αναφέρθηκε στον οικιακό τομέα αφορά και τον τριτογενή. Οι παρεμβάσεις που αφορούν τον τριτογενή τομέα και δη τα εμπορικά κτίρια είναι οι εξής [79]:

- Εγκατάσταση ολοκληρωμένων προσόψεων υψηλών προδιαγραφών, δηλαδή κουφωμάτων, υαλοστασίων και συστημάτων σκίασης.
- Εγκατάσταση εξωτερικής μόνωσης.
- Εγκατάσταση συστημάτων ψύξης-θέρμανσης-αερισμού με συστήματα υψηλής απόδοσης.
- Αντικατάσταση του συστήματος τεχνικού φωτισμού.
- Αντικατάσταση ή εγκατάσταση προηγμένων συστημάτων ενεργειακού ελέγχου.

Οι ιδιώτες που επιθυμούν να αναβαθμίσουν ενεργειακά τα γραφεία ή τα καταστήματά τους μπορούν να εφαρμόσουν μία σειρά από δράσεις, είτε από αυτές που προτείνονται από το πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον» είτε και άλλες δράσεις εξοικονόμησης, για τον περιορισμό τόσο της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας όσο της θερμικής. Στην δράση αυτή προτείνονται λοιπόν ένα σύνολο επεμβάσεων που μπορούν να γίνουν στα κτίρια τριτογενούς τομέα.

Για την κατανομή της ενέργειας στις διάφορες χρήσεις χρησιμοποιήθηκε το Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης [80]. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την κατανομή της *Εικόνας 5.5* η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη είναι 3.329 MWh, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό είναι 4.668 MWh και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση 1.665 MWh, ενώ η κατανάλωση θερμικής ενέργειας πετρελαίου προέκυψε από το ισοζύγιο 4.252 MWh.



Εικόνα 5.5 Ενεργειακό αποτύπωμα ηλεκτρικής ενέργειας σε γραφεία και καταστήματα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι δράσεις που επιλέχθηκαν και το εκτιμώμενο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας, σύμφωνα με τη μελέτη «Δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας και εφαρμογής ΑΠΕ στα κτίρια» [81].

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19 ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΔΡΑΣΗ		
ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	
	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
Κτιριακό κέλυφος		
Μόνωση εξωτερικών τοίχων	0,04	0,31
Διπλά τζάμια		0,11
Παραγωγή θερμότητας		
Συντήρηση κεντρικών θερμάνσεων		0,11
Αντικατάσταση των παλαιών κεντρικών θερμάνσεων με νέες πετρελαίου		0,17
Θερμοστάτες αντιστάθμισης	0,05	
Θερμοστάτες χώρων	0,05	
Ψύξη		
Εξωτερική σκίαση	0,14	
Ανεμιστήρες οροφής	0,6	
Νυχτερινός αερισμός	0,16	
Φωτισμός		
Ενεργειακοί λαμπτήρες	0,6	
Ενεργειακή διαχείριση κτιρίου (BEMS)	0,3	0,2

Συνδυάζοντας λοιπόν την κατανάλωση ενέργειας σε κάθε κατηγορία με τα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας έγινε ο τελικός υπολογισμός της εξοικονόμησης διοξειδίου, όπως και στην δράση Δ5 στον οικιακό τομέα. Στον Πίνακα 5.20 παρουσιάζονται οι υπολογισμοί για ποσοστό εφαρμογής των δράσεων στο 5%, εκτός του φωτισμού που θεωρείται ότι εφαρμόζεται στο 40%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₁₃		
Μέθοδος υπολογισμού ρύπων CO ₂		
IPCC	LCA ₁	LCA ₂
1861,7	1896,1	1898,2

5.1.5 Μεταφορές

Δ14. Αντικατάσταση πετρελαιοκίνητων οχημάτων δήμου με νέα αποδοτικότερα

Η κατανάλωση ενέργειας του δημοτικού στόλου υπολογίστηκε 487 MWh, δηλαδή ο δημοτικός στόλος καταλαμβάνει ένα πολύ μικρό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης. Ωστόσο, οι παρεμβάσεις για την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου από τον στόλο των δημοτικών οχημάτων, παρόλο που δεν μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στο συνολικό αποτύπωμα CO₂, κρίνονται απαραίτητες καθώς και θα οδηγήσουν σε μία μείωση μακροπρόθεσμα των λειτουργικών εξόδων του δήμου και θα αποτελέσουν παράδειγμα και οδηγό για τους πολίτες και επαγγελματίες της πόλης.

Προτείνεται λοιπόν η αντικατάσταση των πετρελαιοκίνητων οχημάτων του δήμου με νέα αποδοτικότερα. Η τεχνολογία diesel είναι ένα από τα βασικά διαθέσιμα εργαλεία για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τα αυτοκίνητα. Τα σύγχρονα πετρελαιοκίνητα οχήματα καίνε κατά μέσο όρο 30% λιγότερα καύσιμα και παράγουν 25% λιγότερες εκπομπές CO₂ από τα αντίστοιχα βενζινοκίνητα, ενώ οι τεχνολογικά εξελιγμένοι πετρελαιοκινητήρες έχουν επίσης μικρότερες απαιτήσεις συντήρησης και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Ο δήμος διαθέτει στον στόλο του 9 πετρελαιοκίνητα οχήματα τα οποία συνολικά καταναλώνουν 399 MWh. Θεωρώντας πως το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας φτάνει το 10% και επιλέγοντας τους κατάλληλους συντελεστές εκπομπών για κάθε μέθοδο (0,267 t CO₂/Mwh_e για την IPCC, 0,305 t CO₂/Mwh_e για την LCA₁, 0,315 t CO₂/Mwh_e για την LCA₂) γίνεται ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ρύπων από την αντικατάσταση και των 9 οχημάτων με την ακόλουθη σχέση:

$$\text{ποσοστό εξοικονόμησης* συντελεστής πετρελαίου θέρμανσης* κατανάλωση πετρελαίου} \\ = \text{εξοικονόμηση ρύπων} \\ \text{(Σχέση 5.5)}$$

Με αντικατάσταση και των 9 οχημάτων με νέα πετρελαιοκίνητα η εξοικονόμηση προκύπτει ως εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₁₄		
Μέθοδος υπολογισμού ρύπων CO ₂		
IPCC	LCA ₁	LCA ₂
10,7	12,2	12,6

Δ15. Μετατροπή βενζινοκίνητων οχημάτων δήμου σε υγραεριοκίνητα

Για τα δημοτικά οχήματα που καταναλώνουν βενζίνη, προτείνεται η μετατροπή τους ώστε να καταναλώνουν LPG. Τα οχήματα με υγραέριο είναι παρόμοια με τα βενζινοκίνητα, αλλά διαφέρουν στον τρόπο αποθήκευσης του καυσίμου. Το υγραέριο αποθηκεύεται σε ειδική δεξαμενή και σε υγροποιημένη μορφή σε πίεση 20-25 bar. Σε αρκετές περιπτώσεις τα οχήματα αυτά είναι διπλού καυσίμου (βενζίνης-LPG). Τα υγραεριοκίνητα οχήματα παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου ανά μονάδα ενέργειας (20%-40%), όμως το υγραέριο είναι συνήθως 40%-50% φθηνότερο από τα συμβατικά καύσιμα. Το υγραέριο ως καύσιμο μεταφορών χρησιμοποιείται κυρίως ως οικονομικότερη λύση έναντι των συμβατικών καυσίμων, όμως μεγάλη σημασία έχουν τα περιβαλλοντικά του οφέλη, καθώς τα οχήματα με υγραέριο εκπέμπουν 5-10% λιγότερους ρύπους CO₂ σε σχέση με τα βενζινοκίνητα. [83]

Στον δημοτικό στόλο υπάρχουν 4 βενζινοκίνητα οχήματα στα οποία προτείνεται να γίνει μετατροπή σε υγραεριοκίνητα σύμφωνα με τους αντίστοιχους συντελεστές για κάθε μέθοδο (0,249 t CO₂/Mwh_e για την IPCC, 0,299 t CO₂/Mwh_e για την LCA₁, 0,319 t CO₂/Mwh_e για την LCA₂). Η εξοικονόμηση ρύπων από την αντικατάσταση και των 4 οχημάτων υπολογίζεται από την Σχέση 5.6, και αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

$$\text{ποσοστό εξοικονόμησης* συντελεστής βενζίνης* κατανάλωση βενζίνης} \\ = \text{εξοικονόμηση ρύπων} \\ \text{(Σχέση 5.6)}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.22 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₁₅		
Μέθοδος υπολογισμού ρύπων CO ₂		
IPCC	LCA ₁	LCA ₂
2,2	2,6	2,8

Δ16. Μετατροπή ιδιωτικών βενζινοκίνητων οχημάτων σε υγραεριοκίνητα

Οι ιδιωτικές μεταφορές, σε αντίθεση με τις δημοτικές καταναλώνουν ένα μεγάλο ποσοστό ενέργειας το οποίο υπολογίστηκε 13.689 MWh και αποτελεί το 17% της συνολικής ενέργειας. Έτσι κρίνεται απαραίτητη η συμμετοχή των πολιτών στην υιοθέτηση μέτρων για τον περιορισμό των ρύπων στον τομέα των μεταφορών. Τα ιδιωτικά βενζινοκίνητα οχήματα καταναλώνουν 1.484 MWh. Η μετατροπή του βενζινοκινητήρα σε υγραεριοκίνητα παρέχει τα ακόλουθα οφέλη για τους ιδιώτες [84]:

- Το υγραέριο αποτελεί μία οικονομικότερη λύση σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ παράλληλα μπορεί να γίνει μετατροπή του κινητήρα από βενζινοκινητήρα σε υγραεριοκίνητα χωρίς να γίνει εκ νέου αγορά αυτοκινήτου.
- Λόγω του ότι όλες οι συσκευές καθώς και όλα τα ανταλλακτικά και τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται κατά την μετατροπή του οχήματος καλύπτονται από αυστηρούς κανονισμούς ελέγχου και ασφαλούς λειτουργίας ISO δίνει στους ιδιώτες την ασφάλεια της καθημερινής χρήσης του οχήματος.
- Αυξάνεται η απόσταση που μπορεί να διανύσει το όχημα χωρίς ανεφοδιασμό, σχεδόν διπλασιάζεται, καθώς το αυτοκίνητο έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί και τα δύο καύσιμα. Η μετάπτωση από το ένα καύσιμο στο άλλο γίνεται αυτόματα, αλλά και κατά βούληση, δηλαδή όταν τελειώσει το υγραέριο γυρνάει αυτόματα στη βενζίνη και το αντίστροφο.
- Οι αλλαγές φίλτρων και λαδιών είναι αραιότερες. Επιπρόσθετα, το υγραέριο είναι ένα καύσιμο που δεν νοθεύεται, με αποτέλεσμα να μην παρατηρούνται φθορές λόγω νοθευμένου καυσίμου.
- Ένα άλλο πλεονέκτημα της καθαρότητας του LPG σαν καύσιμο, είναι και η μακροζωία του κινητήρα που οφείλεται σε καθαρότερη καύση που έχει σαν συνέπεια την μικρότερη φθορά των τριβόμενων επιφανειών του κινητήρα.

Η εξοικονόμηση που θα επέλθει από την αντικατάσταση του βενζινοκινητήρα υπολογίζεται από την Σχέση 5.6, όπως και στην δράση Δ15.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.23 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ Δ₁₆			
Ποσοστό εφαρμογής	Μέθοδος υπολογισμού ρύπων CO ₂		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
5%	29,6	35,5	37,8
15%	88,7	106,5	113,5

Δ17, Δ18, Δ19. Εφαρμογή οικολογικής οδήγησης στις μεταφορές (Ecodriving)

Ένα επιπλέον μέτρο στις μεταφορές που μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι η εξοικείωση και η υιοθέτηση των οδηγών ενός συνόλου κανόνων για οικολογική οδήγηση. Το Ecodriving αντιπροσωπεύει μια νέα αντίληψη της οδήγησης με βέλτιστη χρήση της νέας τεχνολογίας των οχημάτων, ενώ βελτιώνει και την οδική ασφάλεια. Το Ecodriving είναι ένα σημαντικό μέτρο για την βιώσιμη κινητικότητα και συμβάλλει σημαντικά στην προστασία του κλίματος και του περιβάλλοντος. Τα οφέλη της οικολογικής οδήγησης μπορεί να είναι [85]:

Περιβαλλοντικά

- Μείωση ατμοσφαιρικών ρύπων.
- Μείωση της ηχορύπανσης.

Οικονομικά

- Εξοικονόμηση καυσίμου και συνεπώς και χρημάτων κατά 5-15% μακροπρόθεσμα.
- Μικρότερο κόστος συντήρησης.
- Μείωση κόστους ασφάλισης.

Κοινωνικά

- Πιο υπεύθυνη οδήγηση.
- Λιγότερο άγχος κατά τη διάρκεια της οδήγησης.
- Μεγαλύτερη άνεση για οδηγούς και επιβάτες.

Η δράση μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους τομείς των μεταφορών, ιδιωτικές μεταφορές (Δράση 17), δημοτικές μεταφορές (Δράση 18) και δημόσιες (Δράση 19). Σε κάθε τομέα βέβαια θα υπάρξει διαφορετικό ποσοστό εφαρμογής της δράσης ανάλογα με την ενημέρωση που θα γίνει στον αντίστοιχο τομέα. Οι ρύποι που εξοικονομούνται υπολογίζονται σύμφωνα με τις σχέσεις 5.6 και 5.1 και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.24 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ Δ17, Δ18, Δ19			
ΤΥΠΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	Εξοικονόμηση CO₂ (tn) - μέθοδος IPCC	Εξοικονόμηση CO₂ (tn) - μέθοδος LCA₁	Εξοικονόμηση CO₂ (tn) - μέθοδος LCA₂
Δ17: Εξοικονόμηση με στις ιδιωτικές μεταφορές (με εφαρμογή 10%)			
βενζίνη	118,3	142,0	151,3
πετρέλαιο	155,5	177,6	183,5
Υποσύνολο	273,8	319,7	334,8
Δ18: Εξοικονόμηση στις δημοτικές μεταφορές (με εφαρμογή 100%)			
βενζίνη	4,3	5,2	5,5
πετρέλαιο	21,3	24,3	25,1
Υποσύνολο	25,6	29,5	30,7

Δ19: Εξοικονόμηση στις δημόσιες μεταφορές (με εφαρμογή 90%)			
πετρέλαιο	17,3	19,7	20,4
Τελικό σύνολο	295,4	344,6	360,7

Αντίστοιχα, για εφαρμογή της δράσης στο 15% των ιδιωτικών μεταφορών, προέκυψε συνολική εξοικονόμηση με την μέθοδο IPCC 410,7 tn CO₂, με τη μέθοδο LCA₁ 479,5 tn CO₂ και με τη μέθοδο LCA₂ 502,1 tn CO₂, και για εφαρμογή στο 20% με την μέθοδο IPCC 547,6 tn CO₂, με τη μέθοδο LCA₁ 639,3 tn CO₂ και με τη μέθοδο LCA₂ 669,5 tn CO₂.

5.1.6 Τοπική ηλεκτροπαραγωγή

Δ20, Δ21. Κατασκευή φωτοβολταϊκών και αιολικών σταθμών

Οι χορηγημένες άδειες που έχουν εγκριθεί για τοπικές μονάδες παραγωγής που αναμένονται να λειτουργήσουν είναι οι ακόλουθες [63]:

- Φωτοβολταϊκός σταθμός 1,8432 MW στη θέση Μαλαμαντέρια.
- Φωτοβολταϊκός σταθμός 1,49 MW στη θέση Θέρθι.
- Φωτοβολταϊκός σταθμός 1,996 MW στη θέση Πουρνάτσι.
- Αιολικός σταθμός 9 MW στη θέση Άπλωμα.

Οι παραπάνω σταθμοί δεν περιλαμβάνονται στο ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου (ΣΕΔΕ) και παράγουν έκαστος κάτω από 20 MW. Πληρούν δηλαδή όλες τις προϋποθέσεις ώστε να μπορούν να συμπεριληφθούν στο ΣΔΑΕ.

Οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί θα παράγουν ετησίως ηλεκτρική ενέργεια της ποσότητας των 6.774,479 MWh με δεδομένο της παραγωγής 1.271,20 kWh/kW (Δράση 20). Ακόμα, σε περιοχές όπως του δήμου Επιδαύρου με ετήσιο αιολικό δυναμικό 5 m/s, οι αποδόσεις κυμαίνονται γύρω στις 2.200 kWh ανά εγκατεστημένο kW για αιολική ενέργεια, οπότε ο παραπάνω αιολικός σταθμός των 9 MW θα αποδίδει 19.800 MWh ετησίως (Δράση 21).

Η εξοικονόμηση εκπομπών από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς και το αιολικό πάρκο προκύπτει σύμφωνα με την Σχέση 5.3. Οι εκπομπές της υποκαθιστάμενης ενέργειας είναι οι εκπομπές CO₂ που θα προέκυπταν αν η παραγωγή της ενέργειας, που πλέον παράγεται από ΑΠΕ, εξασφαλιζόταν από το δίκτυο της ΔΕΗ. Οι εκπομπές CO₂ της ενέργειας της εξεταζόμενης δράσης προκύπτουν πολλαπλασιάζοντας την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις ΑΠΕ με τους αντίστοιχους συντελεστές εκπομπών κάθε τεχνολογίας.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι συντελεστές εκπομπών που χρησιμοποιήθηκαν για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς και το αιολικό πάρκο για κάθε μέθοδο μέτρησης:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.25 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ (tn CO₂/Mwh_e)						
ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂			ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ		
	IPCC	LCA ₁	LCA ₂	IPCC	LCA ₁	LCA ₂
Φωτοβολταϊκός σταθμός	0	0,05	0,0997	[1]	[1]	[10], [11], [15], [17], [18]
Αιολικός σταθμός	0	0,007	0,0325	[1]	[1]	[10], [11], [15], [17], [18]

Με χρήση των συντελεστών αυτών υπολογίστηκε η εξοικονόμηση CO₂ από κάθε σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.26 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ Δ₂₀, Δ₂₁				
Σταθμοί παραγωγής		Εξοικονόμηση CO ₂ - μέθοδος υπολογισμού		
		IPCC	LCA ₁	LCA ₂
Φωτοβολταϊκοί σταθμοί (Δ20)	θέση Μαλαμαντέρια	2.692	2.617	2.501
	θέση Θέρθι	2.176	2.116	2.021
	θέση Πουρνάτσι	2.915	2.834	2.708
Αιολικός σταθμός (Δ21)	θέση Άπλωμα	22.750	22.968	22.463

Δ22, Δ23. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στις στέγες δημοτικών και μη δημοτικών κτιρίων

Μία επιπλέον δράση που θα μπορούσε να εφαρμοστεί στο δήμο είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στις στέγες κατοικιών, κτιρίων του τριτογενούς τομέα ή και δημοτικών κτιρίων.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής στο πλαίσιο της προώθησης της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της ενίσχυσης της πράσινης επιχειρηματικής δραστηριότητας ξεκίνησε από το 2009 την εφαρμογή του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 kWp, σε κτιριακές εγκαταστάσεις, που χρησιμοποιούνται για κατοικία ή στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων [86].

Ως μέγιστη ισχύς των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων ανά εγκατάσταση στο πλαίσιο του Προγράμματος ορίζεται για την ηπειρωτική χώρα, τα διασυνδεδεμένα νησιά και την Κρήτη τα 10 kWp, ενώ για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά τα 5 kWp. Επίσης για την εγκατάσταση 1 kWp φωτοβολταϊκού χρειάζονται περίπου 10 τ.μ./kWp για κεραμοσκεπή και 15 τ.μ./kWp για δώμα σύμφωνα με τις «Οδηγίες για την Εγκατάσταση Φ/Β Συστημάτων σε Κτηριακές Εγκαταστάσεις».

Το φωτοβολταϊκό σύστημα συνδέεται στο δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης. Για τη σύνδεση του φωτοβολταϊκού συστήματος υποβάλλεται αίτηση προς τη ΔΕΗ ΑΕ, ως διαχειριστή του δικτύου με τα τεχνικά στοιχεία της εγκατάστασης. Η σύμβαση που συνάπτεται είναι για 25 έτη, με έναρξη ισχύος την ημερομηνία σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος και η τιμή που ορίζεται για την παραγόμενη kWh είναι σταθερή για το έτος αναφοράς, το οποίο είναι το έτος που συνάπτεται η σύμβαση [87].

Στη συνέχεια αναλύεται η μεθοδολογία υπολογισμού της παραγόμενης ετήσιας ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος [63]:

- Η απόδοση των φωτοβολταϊκών για την περιοχή του δήμου Επιδαύρου, είναι ίση με 1.271,2 (kWh/έτος)/kWp κατά μέσο όρο.
- Ο προσανατολισμός του φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να είναι προς το νότο και με κλίση από το οριζόντιο επίπεδο 28-32 μοίρες. Συγκεκριμένα, η βέλτιστη κλίση για μέγιστη απολαβή ηλιακής ενέργειας είναι 29° για φωτοβολταϊκό σύστημα σταθερής στήριξης.
- Για εγκαταστάσεις σε κτίρια με επιφάνεια μεγαλύτερη ή ίση των 100 τ.μ. η μέγιστη ισχύς ανά εγκατάσταση ορίζεται 10 kWp. Έτσι η ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά κτίριο υπολογίζεται 12.712 kWh.

Στο δήμο Επιδαύρου, όσον αφορά το πλήθος των ιδιωτικών κτιρίων που θα μπορούσαν να ενταχθούν στο πρόγραμμα αυτό ανέρχονται στα 3.755 και συμπεριλαμβάνονται κτίρια τριτογενούς τομέα και κατοικίες (Δράση 22) [63]. Από αυτά θεωρείται ότι ένα μικρό ποσοστό θα συμμετέχει στη δράση, το οποίο κυμαίνεται από 8% έως 16%. Στο δημοτικό τομέα, που παρέχεται επίσης η δυνατότητα εφαρμογής του Προγράμματος, επιλέγεται ένας μικρός αριθμός κτιρίων (από 5 έως 7 κτίρια), σχολείων και άλλων δημοτικών εγκαταστάσεων, που πληρούν τις προϋποθέσεις για να γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων (Δράση 23). Θεωρείται πως κάθε εγκατάσταση, στις κατοικίες, στα εμπορικά κτίρια και στα δημοτικά γίνεται σε επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 τ.μ., επομένως η ετήσια παραγόμενη ενέργεια ανά κτίριο όπως υπολογίστηκε είναι 12.712 kWh.

Οι εκπομπές της υποκαθιστάμενης ενέργειας είναι οι εκπομπές CO₂ που θα προέκυπταν αν η παραγωγή της ενέργειας, που πλέον γίνεται από φωτοβολταϊκά, εξασφαλιζόταν από το δίκτυο της ΔΕΗ ενώ οι εκπομπές CO₂ της ενέργειας που παράγεται από την εφαρμογή της δράσης προκύπτουν πολλαπλασιάζοντας την

παραγόμενη ενέργεια με τους αντίστοιχους συντελεστές εκπομπών, οι οποίοι παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 5.25. Έτσι ανάλογα με τον αριθμό των κτιρίων που θα συμμετέχουν στην δράση προκύπτει η εξοικονόμηση ρύπων όπου παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.27.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.27 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ CO₂ (tn) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ Δ₂₂, Δ₂₃				
Εφαρμογή δράσης σε :		Εξοικονόμηση CO ₂ - μέθοδος υπολογισμού		
		IPCC	LCA ₁	LCA ₂
Κατοικίες και κτίρια τριτογενούς τομέα (Δ22)	8% των κτιρίων	3.114	3.027	2.892
	12% των κτιρίων	5.337,9	5.189,3	4.958,2
	16% των κτιρίων	7.117,3	6.919,0	6.610,9
Δημοτικά κτίρια (Δ23)	υπολογισμός εφαρμογής σε ένα κτίριο	14,6	14,2	13,6

5.1.7 Οικιακή κομποστοποίηση (Δ24)

Τα συστήματα κομποστοποίησης είναι τρία:

- Οικιακή κομποστοποίηση.
- Κομποστοποίηση σε μικρές κοινότητες.
- Κεντρικές μονάδες κομποστοποίησης.

Η οικιακή κομποστοποίηση αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο μείωσης 70-80% των οργανικών της κουζίνας (υπολείμματα τροφών, χαρτί κουζίνας, οικιακά κλαδέματα κ.α.) και του κήπου (κλαδέματα, γκαζόν κτλ.). Η διαδικασία της οικιακής κομποστοποίησης περιλαμβάνει την χρήση ειδικών κάδων – κομποστοποιητών σε κατοικίες, πολυκατοικίες και μπαλκόνια, στους οποίους τοποθετούνται τα οργανικά υλικά της κουζίνας και μετατρέπονται σε πολύ καλής ποιότητας λίπασμα – κομπόστ, που μπορεί να διατεθεί στο ίδιο το νοικοκυριό στον κήπο ή τις γλάστρες του κ.α. Το κομπόστ παράγεται μέσα από την αποσύνθεση των οργανικών υλικών, έχει πολύ καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάθε είδους καλλιέργεια. [90]

Έτσι μία άλλη δράση που δύναται να εφαρμοστεί στο δήμο Επιδαύρου είναι η υιοθέτηση ενός προγράμματος οικιακής κομποστοποίησης για τους πολίτες. Προτείνεται λοιπόν ο δήμος να προμηθεύσει ένα μέρος των νοικοκυριών με κάδους κομποστοποίησης. Η εφαρμογή του προγράμματος μπορεί πιλοτικά να γίνει σε ένα

ποσοστό νοικοκυριών, και έπειτα σιγά σιγά να γίνει εφαρμογή σε ένα μεγαλύτερο ποσοστό αλλά και σε δημοτικά κτίρια και υπηρεσίες.

Στη συνέχεια γίνεται διαχωρισμός των νοικοκυριών του δήμου με βάση με τον αριθμό των μελών, όπως προέκυψαν από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία [91]. Με βάση τον αριθμό των νοικοκυριών και των εμπλεκόμενων κατοίκων έγινε επίσης υπολογισμός των οργανικών απορριμμάτων ανά κάτοικο, θεωρώντας ότι εκτρέπονται 0,5 kg/κάτοικο/ημέρα ή 0,1825 t/κάτοικο/έτος [88]. Θεωρείται ότι η δράση εφαρμόζεται στο 50% των νοικοκυριών.

Μέλη	Νοικοκυριά	Σύνολο εμπλεκόμενων κατοίκων	Ποσότητα εκτρεπόμενων ΒΑΑ ανά νοικοκυριό (t)	Συνολική ποσότητα εκτρεπόμενων ΒΑΑ Δήμου (t)
	Δήμος Επιδάουρου			
1	205	205	0,183	37,4
2	441	881	0,365	160,8
3	266	798	0,548	145,6
4	286	1142	0,730	208,4
5	131	653	0,913	119,1
6 και άνω	88	792	1,095	96,4
Σύνολο			3,833	767,7

Όπως παρουσιάστηκε στο *Κεφάλαιο 4* η ετήσια ποσότητα απορριμμάτων για τον δήμο είναι 8.597 tn. Θεωρώντας ότι η δράση θα εφαρμοστεί αρχικά στο 50% των κατοίκων, δηλαδή θα κομποστοποιούνται 767,7 tn ΒΑΑ, ο συνολικός όγκος ΒΑΑ θα μειωθεί κατά 15,8% και ο συνολικός όγκος απορριμμάτων θα μειωθεί κατά 8,9%. Με χρήση της μεθοδολογίας που παρουσιάστηκε στο *Κεφάλαιο 4*, στην ενότητα 4.2.3.3, υπολογίστηκαν οι μειωμένες εκπομπές CO₂ από τα στερεά απόβλητα ίσες με 1.223 tn. Παρατηρείται δηλαδή μία ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ κατά 250 tn.

5.1.8 Ενημερωτικές δράσεις δήμου

Προκειμένου ο δήμος να ενισχύσει την εφαρμογή των δράσεων οφείλει να ευαισθητοποιήσει και να ενημερώσει τους πολίτες για τις δράσεις και για την αναγκαιότητα υλοποίησής τους. Συγκεκριμένα, προτείνεται να οργανώσει εκδηλώσεις και σεμινάρια ανά τακτά χρονικά διαστήματα για την ενημέρωση των πολιτών. Κάθε σεμινάριο θα αποσκοπεί στην ενημέρωση σε έναν συγκεκριμένο τομέα.

5.1.8.1 Ενημερωτικές δράσεις στον αγροτικό τομέα (Δ25)

Ο δήμος οφείλει να ενημερώσει και να κινητοποιήσει το σύνολο των δημοτών που ασχολούνται με την γεωργία, την κτηνοτροφία και την αλιεία για τις δράσεις που μπορούν να υιοθετήσουν και τα ωφέλη που προκύπτουν από αυτές.

Μέσα από την οργάνωση ειδικών σεμιναρίων ανά τακτά χρονικά διαστήματα οι αγρότες μπορούν να ενημερωθούν για τις νέες μεθόδους άρδευσης που εφαρμόζονται, αλλά και για την αναγκαιότητα της αντικατάστασης παλιών γεωργικών ελκυστήρων ή αλιευτικών σκαφών. Ενημέρωση των αγροτών χρειάζεται επίσης και για τα ηλεκτρονικά συστήματα υδροληψίας. Οι αγρότες πρέπει να αντιληφθούν την χρησιμότητα της δράσης αυτής, να μάθουν για την εφαρμογή της που ήδη γίνεται σε άλλες περιοχές της Ελλάδας και να καταλάβουν την αναγκαιότητα της σωστής διαχείρισης του νερού.

Ο δήμος οφείλει να φέρει πιο κοντά τους αγρότες στις νέες τεχνολογίες που υπάρχουν αλλά και στην τεχνογνωσία που απαιτείται προκειμένου να μπορέσουν να εφαρμόσουν τις δράσεις. Η ενημέρωσή τους δεν είναι αρκετή αν δεν συνοδεύεται με τρόπους προσαρμογής των δράσεων στα πραγματικά αγροτικά δεδομένα της περιοχής αλλά και με μεθόδους ώστε να εξοικειωθούν με αυτές τις τεχνολογίες για να μπορεί να επέλθει κάποια ουσιαστική αλλαγή. Επιπρόσθετα, στα σεμινάρια εκτός από τις δράσεις, είναι χρήσιμο να περιλαμβάνονται οι απαραίτητες πληροφορίες για τα οικονομικά προγράμματα στήριξης, που κατά καιρούς είναι διαθέσιμα για τον τομέα, καθώς και για τις προϋποθέσεις και τον τρόπο χορήγησής τους.

Για την αποτελεσματικότερη υλοποίηση των δράσεων του αγροτικού τομέα η ενημέρωση των πολιτών μπορεί να γίνεται, πέραν από τα σεμινάρια, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και από τα Γραφεία Γεωργικής Ανάπτυξης που ήδη υπάρχουν σε 8 περιοχές του δήμου. Επίσης ο δήμος μπορεί να συνεργαστεί με τους αγροτικούς, γεωργικούς, κτηνοτροφικούς και αλιευτικούς συλλόγους και συνεταιρισμούς που υφίστανται στο δήμο για την καλύτερη κινητοποίηση του αγροτικού δυναμικού του δήμου.

5.1.8.2 Ενημερωτικές δράσεις στον οικιακό τομέα (Δ26)

Όπως στον αγροτικό τομέα έτσι και στον οικιακό οι δράσεις ενημερώσεις του δήμου για την ευαισθητοποίηση και την κινητοποίηση των πολιτών κρίνονται εξίσου σημαντικές και απαραίτητες.

Με εκδηλώσεις που θα αφορούν τον οικιακό τομέα ο δήμος προτείνεται να ενημερώσει τους πολίτες για την αναγκαιότητα της βελτίωσης της ενεργειακής

απόδοσης των κατοικιών τους. Οι παρεμβάσεις αυτές συνολικά συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή σε συλλογικό επίπεδο, ωστόσο όμως είναι σημαντικά τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν για τον κάθε πολίτη ξεχωριστά. Έτσι, με δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης των κατοικιών τους, οι πολίτες επωφελούνται μακροπρόθεσμα οικονομικά, βελτιώνοντας ταυτόχρονα την ποιότητα ζωής τους.

Με οργανωμένες εκδηλώσεις ο δήμος θα παρουσιάσει τις δράσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν για την ενεργειακή βελτίωση των κατοικιών και τους διάφορους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας εντός της οικίας σε καθημερινή βάση. Είναι σημαντικό οι πολίτες να βελτιώσουν την ενεργειακή τους συμπεριφορά και να αντιληφθούν τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και κυρίως οικονομικά οφέλη που θα επιφέρουν αυτές οι αλλαγές. Για την ενίσχυση της ευαισθητοποίησης, στις εκδηλώσεις που θα πραγματοποιηθούν, ο δήμος μπορεί να εντάξει και την περιγραφή των προγραμμάτων στα οποία μπορούν να συμμετάσχουν τα νοικοκυριά, εξηγώντας τους όρους και τις προϋποθέσεις ένταξης σε καθένα από αυτά. Τέτοια προγράμματα είναι το «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» και το «Χτίζοντας το μέλλον» που σχετίζονται με παρεμβάσεις εντός των κτιρίων, αλλά και το «Φωτοβολταϊκά στις στέγες» για την επένδυση σε φωτοβολταϊκές γεννήτριες στις κατοικίες.

5.1.8.3 Ενημερωτικές δράσεις στον τομέα των επιχειρήσεων (Δ27)

Σημαντική κρίνεται και η ενημέρωση των επιχειρήσεων για τις δράσεις εξοικονόμησης που μπορούν να πραγματοποιηθούν στο τομέα. Προτείνεται λοιπόν η διεξαγωγή εκδηλώσεων με σκοπό την ενημέρωση των ιδιοκτητών και των υπαλλήλων των επιχειρήσεων για τα προγράμματα εξοικονόμησης που αφορούν τον κλάδο, όπως είναι το πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον» και το πρόγραμμα «Φωτοβολταϊκά στις στέγες».

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στις στέγες εμπορικών κτιρίων αποτελεί μία προτεινόμενη δράση για τους ιδιώτες. Στις πιο αναπτυγμένες αγορές, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών θεωρείται δεδομένη για κάθε νέα κτιριακή εφαρμογή. Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν κύρος στο χρήστη τους και βελτιώνουν την εικόνα των επιχειρήσεων που τα επιλέγουν. Επίσης, στις επιχειρήσεις μπορούν να εφαρμοστούν δράσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, όπως αυτές παρουσιάζονται στην δράση Δ13, όπου μειώνουν το κόστος συντήρησης και λειτουργίας των επιχειρήσεων.

Ο δήμος λοιπόν στις εκδηλώσεις καλείται να παρουσιάσει στις επιχειρήσεις όλες τις πιθανές και εφαρμόσιμες δράσεις εξοικονόμησης καθώς και όλα τα προγράμματα στα οποία μπορούν να στηριχθούν. Καλείται επίσης να ενημερώσει τις επιχειρήσεις για σχετικούς διαγωνισμούς για την εξοικονόμηση επιχειρήσεων. Ένας τέτοιος

διαγωνισμός για παράδειγμα, που προκηρύχτηκε το 2012, είναι ο «Διεθνής διαγωνισμός για εξοικονόμηση ενέργειας από επιχειρήσεις και βιομηχανίες». Στο διαγωνισμό αυτό μπορούσαν να λάβουν μέρος εταιρείες οι οποίες, κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους, έχουν υλοποιήσει καινοτόμα μέτρα για την αύξηση της εξοικονόμησης ενέργειας. Οι συμμετοχές αφορούσαν υποδειγματικά μέτρα-παρεμβάσεις που βελτιώνουν την ενεργειακή αποδοτικότητα της επιχείρησης. Οι νικητές του διαγωνισμού κρίνονταν με βάση την εξοικονόμηση ενέργειας, την οικονομική τους βιωσιμότητα, τον καινοτόμο χαρακτήρα και τον περιβαλλοντικό τους αντίκτυπο, ενώ το χρηματικό έπαθλο για τους τρεις πρώτους έφτανε τις 30.000 €. [90]

5.1.8.4 Ενημερωτικές δράσεις στις μεταφορές (Δ28)

Και σε αυτόν τον τομέα ο δήμος με διοργάνωση ειδικών σεμιναρίων πρέπει να φροντίσει για την ορθή ενημέρωση των πολιτών. Πιο συγκεκριμένα, οι δημότες πρέπει να είναι ενήμεροι για τις εξής δράσεις και πρακτικές [88], [89]:

- Προγράμματα που μπορεί να αφορούν την απόσυρση και την αντικατάσταση των οχημάτων παλαιάς τεχνολογίας.
- Τα οφέλη από την μετατροπή των οχημάτων σε υγραεριοκίνητα, μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμου.
- Τις νέες τεχνολογίες αυτοκινήτων, φιλικές προς το περιβάλλον, που βρίσκονται στην αγορά καθώς και τα ισχύοντα φορολογικά κίνητρα για τα εναλλακτικά οχήματα, δηλαδή αυτά που κινούνται με φυσικό αέριο, τα υβριδικά, τα ηλεκτρικά ή συμβατικά νέας τεχνολογίας (Euro V, VI).
- Το Eco-Driving και τις τεχνικές που πρέπει να ακολουθούν για να επέλθει η επιθυμητή εξοικονόμηση.
- Το Car-Sharing, δηλαδή τα κοινόχρηστα αυτοκίνητα. Το car sharing εμπλέκει ένα αριθμό ανθρώπων οι οποίοι χρησιμοποιούν αυτοκίνητα σταθμευμένα σε ειδικά σημεία στο κέντρο και γύρω από το κέντρο της πόλης. Αφού κάποιος γίνει μέλος τα αυτοκίνητα μπορούν να κρατούνται με την ώρα μέσω internet ή τηλεφώνου. Στη συνέχεια η χρήση τους γίνεται μέσω «έξυπνων» καρτών. Έχει ήδη εφαρμοστεί πιλοτικά στις Βρυξέλλες, στο Βέλγιο και στην Ελβετία.

Οι εκδηλώσεις του δήμου μπορούν να πραγματοποιούνται κάθε χρόνο την Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Κινητικότητας. Η Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Κινητικότητας (E.E.K) θεσμοθετήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση το 2002 με σκοπό να προβάλλει και να ευαισθητοποιήσει την κοινωνία για το «Δικαίωμα της Βιώσιμης Κινητικότητας», δηλαδή της ευχάριστης, οικονομικής, ασφαλούς και οικολογικής μετακίνησης στις πόλεις. Με αφορμή λοιπόν αυτήν την ευρωπαϊκή ενέργεια, ο δήμος μπορεί να οργανώνει τα σεμινάρια ενημέρωσης των δημοτών του.

Όσον αφορά τις μεταφορές του δημοτικού στόλου, ο δήμος κρίνεται απαραίτητο, για να επιτευχθεί ο στόχος της εξοικονόμησης, να πραγματοποιεί ετήσια σεμινάρια για την εκπαίδευση των οδηγών του και την υιοθέτηση από αυτούς ενός οικολογικού τρόπου οδήγησης. Έτσι θα αποτελέσουν παράδειγμα για τους πολίτες και επαγγελματίες της πόλης, και θα συμβάλλουν στην γενικότερη υιοθέτηση και εφαρμογή της ιδέας στο δήμο.

5.1.8.5 Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού (Δ29)

Πέρα από τα σεμινάρια και τις εκδηλώσεις που μπορεί να οργανώσει ο δήμος, μία άλλη ενημερωτική δράση είναι η διάχυση εντύπων. Έτσι μπορεί να αναλάβει τον σχεδιασμό, την παραγωγή και την διάχυση εντύπων ενημερωτικού υλικού ανά θεματική ενότητα (εξοικονόμηση οικιακού τομέα, αγροτικού τομέα, τομέα μεταφορών, τομέα επιχειρήσεων). Σε κάθε τομέα θα περιλαμβάνονται σύντομα οι βασικές δράσεις εξοικονόμησης, ενώ θα παρέχονται πληροφορίες για περαιτέρω ενημέρωση των πολιτών από δημοτικούς φορείς ή διαδικτυακής ενημέρωση. Επίσης η διάχυση εντύπων θα πραγματοποιείται και για την διαφήμιση των σεμιναρίων και των εκδηλώσεων που αφορούν την εξοικονόμηση ρύπων.

5.2 Πιθανά σενάρια με συνδυασμούς των εφικτών παρεμβάσεων για όλες τις μεθόδους μέτρησης

Έχοντας εντοπίσει όλες τις πιθανές και εφαρμόσιμες δράσεις εξοικονόμησης στον δήμο Επιδάουρου, έγιναν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς την επιλογή των δράσεων με σκοπό να γίνει η αξιολόγηση των προτεινόμενων δράσεων αλλά και η αποτελεσματική σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού CO₂. Και στις δύο προσεγγίσεις επιλέχθηκαν δράσεις που παρουσιάστηκαν στην αρχή του *Κεφαλαίου 5*. Στην 1^η προσέγγιση το βασικό χαρακτηριστικό είναι ο σταθερός προϋπολογισμός κόστους για τον δήμο, που θεωρείται σταθερός σε όλα τα σενάρια που εξετάζονται. Στην 2^η προσέγγιση βασικό χαρακτηριστικό είναι η σταθερή μείωση εκπομπών CO₂ που θεωρείται στις μεθόδους υπολογισμού.

5.2.1 1^η προσέγγιση δράσεων

Στην 1^η προσέγγιση παρουσιάζονται δύο διαφορετικά σενάρια. Και στα δύο σενάρια επιλέγονται να υλοποιηθούν δράσεις που παρουσιάστηκαν στην αρχή του κεφαλαίου. Η επιλογή των δράσεων έγινε θεωρώντας πως ο δήμος θα διαθέσει ένα σταθερό

αρχικό κεφάλαιο για το Σχέδιο Δράσης, το οποίο κυμαίνεται από 1.550.000€ μέχρι 1.650.000€. Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης σε κάθε σενάριο γίνεται και με τις δύο μεθόδους, ενώ το ποσοστό εξοικονόμησης διοξειδίου που προκύπτει διαφέρει κάθε φορά ανάλογα με τη μέθοδο μέτρησης και με το σενάριο.

Σενάριο 1.1: «Φιλόδοξο σενάριο»

Ο δήμος κινητοποιείται με δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των δημοτών του, ώστε να συμμετέχουν και αυτοί ενεργά στην εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ παράλληλα σε κάθε τομέα επιλέγει να υλοποιήσει ένα μικρό αριθμό δράσεων εξοικονόμησης που εξαρτώνται άμεσα από αυτόν, δηλαδή δράσεις στον δημοτικό τομέα, στον τομέα των μεταφορών και στην τοπική ηλεκτροπαραγωγή. Τέλος, θεωρείται πως θα πραγματοποιηθούν όλες οι προγραμματισμένες δράσεις τοπικής ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το 2020, δηλαδή η κατασκευή του αιολικού σταθμού και των φωτοβολταϊκών σταθμών που έχουν ήδη εγκριθεί (Δ20, Δ21). Ακολουθούν οι δράσεις που επιλέχθηκαν για αυτό το σενάριο καθώς και το κόστος των δράσεων, όπως αυτό προέκυψε από αντίστοιχες μελέτες εξοικονόμησης, από διεθνή βιβλιογραφία και από διαδικτυακή έρευνα:

ΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ		ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΗΜΟ
Αγροτικός τομέας		
Δ1.	Εκσυγχρονισμός του 20% των γεωργικών ελκυστήρων που χρησιμοποιούνται.	
Δ2.	Εγκατάσταση συστήματος ηλεκτρονικής υδροληψίας με κάρτα χρέωσης στο 20% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων.	
Δ25.	Ενημέρωση δημοτών που ασχολούνται με την γεωργία για τις δράσεις εξοικονόμησης με οργάνωση ειδικών σεμιναρίων.	Οργάνωση δύο σεμιναρίων ανά έτος, με κόστος ανά σεμινάριο 1.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.	Διανομή 10.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.
Οικιακός τομέας		
Δ5.	Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κατοικιών, θεωρώντας συμμετοχή των πολιτών κατά 8% του συνόλου.	
Δ26.	Οργάνωση εκδηλώσεων για την ευαισθητοποίηση και την κινητοποίηση των πολιτών ως προς τις δράσεις εξοικονόμησης στον οικιακό τομέα.	Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.

Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.	Διανομή 10.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.
Δημοτικός τομέας		
Δ7.	Αντικατάσταση λαμπτήρων δημοτικού φωτισμού (το 37% των λαμπτήρων).	Σύμφωνα με το κόστος κάθε νέου λαμπτήρα (Πίνακας 5.12) προκύπτει συνολικό κόστος αντικατάστασης 50.000€.
Δ9.	Αντικατάσταση στο 50% των λαμπτήρων των δημοτικών κτιρίων.	Εκτιμώμενο κόστος αντικατάστασης 20.000€.
Δ10.	Τοποθέτηση συστημάτων διαχείρισης ενέργειας σε 5 δημοτικά κτίρια.	Συνολικό κόστος αγοράς και τοποθέτησης συστημάτων BEMS 173.600€. Η εκτίμηση έγινε με βάση τα τετραγωνικά που θα γίνουν οι εγκαταστάσεις (20€/m ²).
Τριτογενής τομέας / Βιομηχανίες		
Δ13.	Δράσεις εξοικονόμησης στο 5% γραφείων και εμπορικών καταστημάτων.	
Δ27.	Ενημέρωση των επιχειρήσεων μέσω εκδηλώσεων για τις δράσεις εξοικονόμησης που μπορούν να πραγματοποιηθούν στο τομέα.	Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.	Διανομή 10.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.
Μεταφορές		
Δ14.	Αντικατάσταση 4 πετρελαιοκίνητων οχημάτων δήμου με νέα αποδοτικότερα.	Το κόστος αγοράς κάθε νέου φορτηγού ανέρχεται στις 40.000€ και το κόστος αγοράς νέου απορριμματοφόρου στις 125.000€. Έτσι συνολικά η αγορά 2 φορτηγών κοστίζει 80.000€ και η αγορά 2 απορριμματοφόρων 250.000€.
Δ15.	Μετατροπή ιδιωτικών βενζινοκίνητων οχημάτων σε υγραεριοκίνητα.	
Δ17.	Εφαρμογή οικολογικής οδήγησης στις ιδιωτικές μεταφορές με ποσοστό συμμετοχής 20%.	
Δ28.	Εκδηλώσεις ενημέρωσης των πολιτών από τον δήμο κάθε χρόνο την Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Κινητικότητας.	Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.
Τοπική ηλεκτροπαραγωγή		
Δ20.	Κατασκευή φωτοβολταϊκών σταθμών στις θέσεις Μαλαμαντέρια, Θέρθι και Πουρνάτσι.	
Δ21.	Κατασκευή αιολικού σταθμού στη θέση Άπλωμα.	

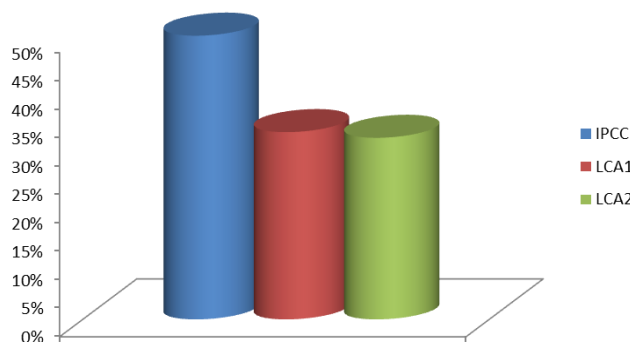
Δ22.	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων 10kWp στις στέγες 20 δημοτικών κτιρίων.	Το κόστος μελέτης και εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος 10kWp ανέρχεται στα 40.000€.
Δ23.	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων 10kWp στις στέγες κατοικιών και κτιρίων τριτογενούς τομέας, με ποσοστό εφαρμογής 12%.	
Δ25, Δ26, Δ27	Οργάνωση εκδηλώσεων για την ενημέρωση των κατοίκων και των επιχειρηματιών του δήμου για Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που μπορούν να αξιοποιηθούν στο νομό.	Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.
Εκτιμώμενο συνολικό κόστος		1.550.000 €

Για τις δράσεις που επιλέχθηκαν στο σενάριο 1.1 προκύπτει η ακόλουθη εξοικονόμηση για κάθε μέθοδο μέτρησης:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.29 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ – ΣΕΝΑΡΙΟ 1.1		
Μέθοδος υπολογισμού	Συνολική εξοικονόμηση CO ₂ (tn)	Ποσοστό εξοικονόμησης CO ₂ (%)
IPCC	40.208	50
LCA ₁	40.269	33
LCA ₂	39.228	32

Στο σενάριο αυτό, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, καθώς θεωρείται πως θα υλοποιηθούν τρεις φωτοβολταϊκοί σταθμοί, ένα αιολικός σταθμός καθώς επίσης θεωρείται ότι θα γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στις στέγες 20 δημοτικών κτιρίων και στο 12% των κτιρίων του τριτογενούς τομέα και των κατοικιών.

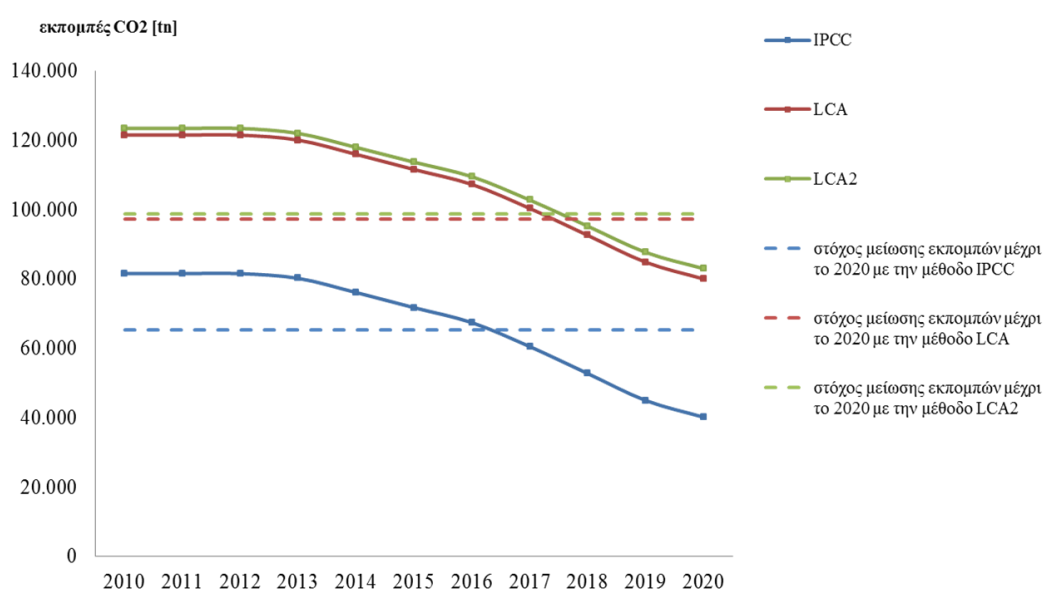
Η εξοικονόμηση που προκύπτει και με τις τρεις μεθόδους είναι αρκετά μεγάλη και ξεπερνάει κατά πολύ το ποσοστό του 20%.



Διάγραμμα 5.1 Σύγκριση συνολικού ποσοστού εξοικονόμησης CO₂ με κάθε μέθοδο (σενάριο 1.1).

Συγκρίνοντας τα ποσοστά εξοικονόμησης που προκύπτουν με κάθε μέθοδο, παρατηρείται μία μεγάλη απόκλιση ανάμεσα στις μεθόδους μέτρησης. Ενώ η εξοικονόμηση των ρύπων και με τις τρεις μεθόδους κυμαίνεται περίπου στους 40.000 tn CO₂, η διαφορά του ποσοστού εξοικονόμησης ανάμεσα στην IPCC και την LCA φτάνει το 18%. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως το ποσοστό εξοικονόμησης προκύπτει από τους τόνους CO₂ που εξοικονομούνται σε σχέση με τις εκπομπές CO₂ που προέκυψαν για κάθε μέθοδο το έτος βάσης.

Στο Διάγραμμα 5.2 παρουσιάζεται η μείωση των εκπομπών CO₂ μέχρι το 2020 με εφαρμογή των δράσεων του σεναρίου 1.1. Στο ίδιο διάγραμμα παρουσιάζεται επίσης για κάθε μέθοδο ο στόχος μείωσης των εκπομπών.



Διάγραμμα 5.2 Μείωση εκπομπών ανά έτος (σενάριο 1.1).

Είναι εμφανές ότι μέχρι το 2020, με την προϋπόθεση ότι θα υλοποιηθούν οι δράσεις του σεναρίου, η εξοικονόμηση CO₂ ξεπερνάει κατά πολύ την προσδοκώμενη μείωση εκπομπών, η οποία για την IPCC υπολογίστηκε 65.272 tn CO₂, για την LCA₁ 97.218 tn CO₂ και για την LCA₂ 98.764 tn CO₂.

Σενάριο 1.2: «Λιγότερο φιλόδοξο σενάριο, πιο εφικτό»

Ο δήμος επιλέγει να καταλείψει το διαθέσιμο κεφάλαιο σε δράσεις εξοικονόμησης που έχουν μεγάλο αρχικό κόστος και η υλοποίησή τους εξαρτάται άμεσα από αυτόν. Στο σενάριο αυτό δεν δίνεται βάρος στις ενημερωτικές δράσεις των πολιτών, γιατί και επιλέγονται λίγες δράσεις που εξαρτώνται από τους πολίτες. Τέλος, θεωρείται πως θα πραγματοποιηθεί ένα μέρος μόνο από τις προγραμματισμένες δράσεις τοπικής ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το 2020, η κατασκευή των φωτοβολταϊκών σταθμών (Δ20). Ακολουθούν οι δράσεις που επιλέχθηκαν για αυτό το σενάριο καθώς

και το κόστος των δράσεων, όπως αυτό προέκυψε από αντίστοιχες μελέτες εξοικονόμησης, από διεθνή βιβλιογραφία και από από διαδικτυακή έρευνα:

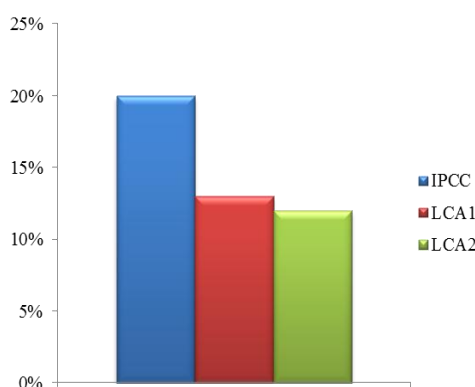
ΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ		ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΗΜΟ
Αγροτικός τομέας		
Δ2.	Εγκατάσταση συστήματος ηλεκτρονικής υδροληψίας με κάρτα χρέωσης στο 20% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων.	
Δ25.	Ενημέρωση δημοτών που ασχολούνται με την γεωργία για τις δράσεις εξοικονόμησης με οργάνωση ειδικών σεμιναρίων.	Οργάνωση ενός σεμιναρίου ανά διετία, με κόστος ανά σεμινάριο 1.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.	Διανομή 5.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.
Δημοτικός τομέας		
Δ7.	Αντικατάσταση λαμπτήρων δημοτικού φωτισμού (το 37% των λαμπτήρων).	Σύμφωνα με το κόστος κάθε νέου λαμπτήρα (Πίνακας 5.12) προκύπτει συνολικό κόστος αντικατάστασης 50.000€.
Δ8.	Εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης φωτισμού των δρόμων (στο 60% των φωτιστικών).	Συνολικά για τα BMS που θα τοποθετηθούν σε 1.278 λαμπτήρες το κόστος υπολογίζεται 319.500€.
Δ9.	Αντικατάσταση των λαμπτήρων των δημοτικών κτιρίων. (στο 60%)	Εκτιμώμενο κόστος αντικατάστασης 24.000€.
Δ10.	Τοποθέτηση συστημάτων διαχείρισης ενέργειας σε 5 δημοτικά κτίρια.	Με βάση τα τετραγωνικά που θα γίνουν οι εγκαταστάσεις προκύπτει συνολικό κόστος 240.000€.
Δ11.	Αντικατάσταση λεβήτων θέρμανσης σε 4 δημοτικά κτίρια.	Το κόστος απεγκατάστασης του παλιού λέβητα, αγοράς του νέου και σύνδεσής τους με το δίκτυο υπολογίζεται 15.000€/λέβητα.
Δ12.	Συντήρηση όλων των εγκαταστάσεων άρδευσης και ύδρευσης και εγκατάσταση συστήματος τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού.	Εκτιμώμενο κόστος σύμφωνα με αντίστοιχη μελέτη 100.000€.
Τριτογενής τομέας / Βιομηχανίες		
Δ13.	Δράσεις εξοικονόμησης στο 5% γραφείων και εμπορικών καταστημάτων.	
Δ27.	Ενημέρωση των επιχειρήσεων μέσω εκδηλώσεων για τις δράσεις εξοικονόμησης που μπορούν να πραγματοποιηθούν στο τομέα.	Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.	Διανομή 5.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.

Μεταφορές		
Δ14.	Αντικατάσταση 5 πετρελαιοκίνητων οχημάτων δήμου με νέα αποδοτικότερα.	Συνολικά, η αγορά 3 φορτηγών και 2 απορριμματοφόρων κοστίζει 370.000€.
Δ15.	Μετατροπή βενζινοκίνητων οχημάτων δήμου σε υγραεριοκίνητα.	
Δ17.	Εφαρμογή οικολογικής οδήγησης στις ιδιωτικές μεταφορές με ποσοστό συμμετοχής 15%.	Συνολικό κόστος 10.000€.
Δ18.	Εφαρμογή οικολογικής οδήγησης στις δημοτικές μεταφορές, θεωρώντας πλήρη συμμετοχή όλων των δημοτικών οδηγών.	Οργάνωση 2 σεμιναρίων ανά έτος, με κόστος ανά σεμινάριο 500€.
Δ28.	Εκδηλώσεις ενημέρωσης των πολιτών από τον δήμο κάθε χρόνο την Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Κινητικότητας.	Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά διετία, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.	Διανομή 5.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.
Τοπική ηλεκτροπαραγωγή		
Δ20.	Κατασκευή φωτοβολταϊκών σταθμών στις θέσεις Μαλαμαντέρια, Θέρθι και Πουρνάτσι.	
Δ22.	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων 10kWp στις στέγες 6 δημοτικών κτιρίων.	Το συνολικό κόστος μελέτης και εγκατάστασης των συστημάτων προκύπτει 240.000€.
Δ23.	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων 10kWp στις στέγες κατοικιών και κτιρίων τριτογενούς τομέας, με ποσοστό εφαρμογής 8%.	
Δ26.	Οργάνωση εκδηλώσεων για την ενημέρωση των πολιτών για τα οφέλη των φωτοβολταϊκών στις στέγες.	Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 1.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.	Διανομή 5.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.
Διαχείριση απορριμμάτων		
Δ24.	Τοποθέτηση κάδων οικιακής κομποστοποίησης στο 50% των νοικοκυριών.	-Κόστος ανά κάδο: 100 € -Συνολικό κόστος κάδων: 141.550 € -Κόστος ενημέρωσης: 1,5€/εμπλεκόμενο κάτοικο -Κόστος μελέτης και τεχνικής υποστήριξης: 1,5 €/εμπλεκόμενο κάτοικο -Κόστος συντήρησης: 1,5 €/εμπλεκόμενο κάτοικο/έτος
Εκτιμώμενο συνολικό κόστος		1.650.000 €

Για τις δράσεις που επιλέχθηκαν στο σενάριο 1.2 προκύπτει η ακόλουθη εξοικονόμηση για κάθε μέθοδο μέτρησης:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.30 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ – ΣΕΝΑΡΙΟ 1.2		
Μέθοδος υπολογισμού	Συνολική εξοικονόμηση CO ₂ (tn)	Ποσοστό εξοικονόμησης CO ₂ (%)
IPCC	15.446	20
LCA ₁	15.260	13
LCA ₂	14.784	12

Στο σενάριο αυτό ο δήμος επιλέγει να υλοποιήσει αρκετές δράσεις στο δημοτικό φωτισμό, στα δημοτικά κτίρια και στις δημοτικές μεταφορές. Αντίθετα, μειώνοντας τις δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών, μειώνονται και η δράσεις που εξαρτώνται από τους πολίτες, ενώ στο οικιακό τομέα δεν υλοποιείται καμία δράση. Όσον αφορά την ηλεκτροπαραγωγή, γίνεται η υπόθεση πως μέχρι το 2020 θα κατασκευαστούν οι τρεις φωτοβολταϊκοί σταθμοί που έχουν προγραμματιστεί, και θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά στις στέγες 6 δημοτικών κτιρίων και στο 8% των κτιρίων του τριτογενούς τομέα και των κατοικιών.



Διάγραμμα 5.3 Σύγκριση συνολικού ποσοστού εξοικονόμησης CO₂ με κάθε (σενάριο 1.2).

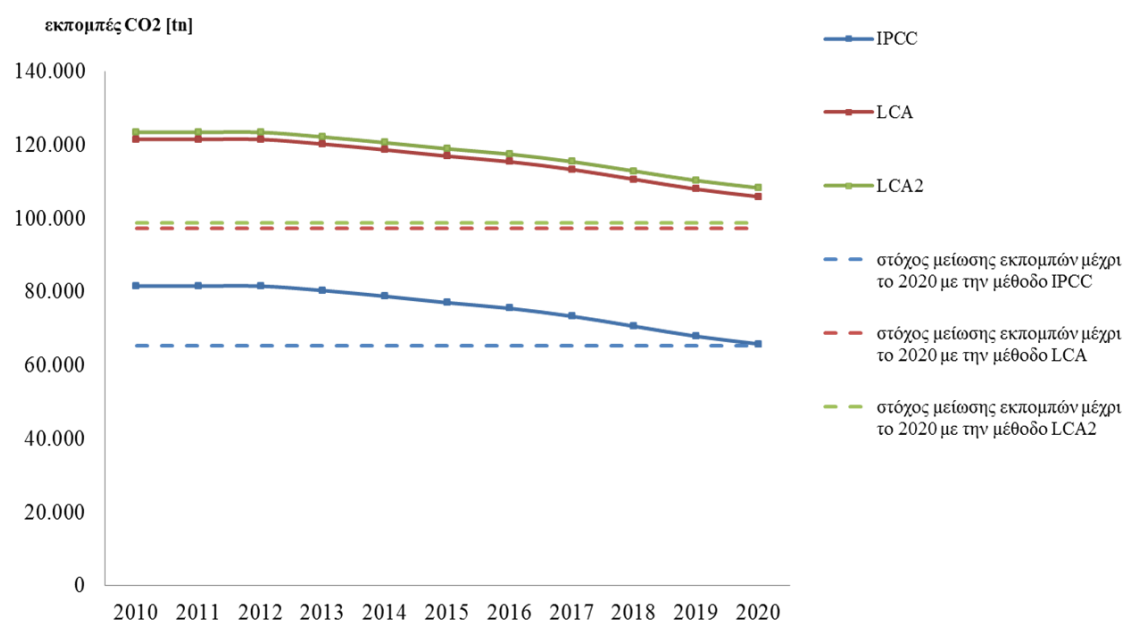
Όπως παρουσιάζεται και από τον Πίνακα 5.30, η εξοικονόμηση CO₂ είναι πάρα πολύ μικρή, ιδιαίτερα με την μέθοδο μέτρησης LCA. Παρόλο που ο δήμος διαθέσει παρόμοιο κεφάλαιο με τα προηγούμενα σενάρια η εξοικονόμηση προέκυψε χαμηλή.

Η επιλογή να επενδύσει ο δήμος μόνο σε δράσεις που εξαρτώνται άμεσα από αυτόν ενώ παράλληλα υπάρχει περιορισμένη ηλεκτροπαραγωγή, δεν είναι αποτελεσματική. Μπορεί η εξοικονόμηση των ρύπων να εξαρτάται από το κεφάλαιο που επενδύεται σε κάθε δράση, ωστόσο τα δύο αυτά μεγέθη όπως προκύπτει δεν είναι ανάλογα. Υπάρχουν αρκετές δράσεις, όπως η αντικατάσταση των δημοτικών οχημάτων του δήμου, που δεν επιφέρουν μεγάλη αλλαγή στην εξοικονόμηση, παρόλο που το κόστος υλοποίησης τους είναι μεγάλο. Η ύπαρξη τέτοιων δράσεων ωστόσο είναι απαραίτητη

στο ΣΔΑΕ, καθώς οι δράσεις αυτές μπορεί να παρουσιάζουν είτε μακροπρόθεσμα οφέλη είτε να λειτουργούν ως παράδειγμα για αντίστοιχες δράσεις των πολιτών. Η επιλογή όμως μόνο τέτοιων δράσεων δεν οδηγεί στην επιθυμητή εξοικονόμηση, παρά το μεγάλο κεφάλαιο που επενδύεται.

Επιπρόσθετα, η εξοικονόμηση των ρύπων συνδέεται άρρηκτα με την κινητοποίηση των πολιτών. Ο περιορισμός των δράσεων ενημέρωσης και συνεπώς των δράσεων που εξαρτώνται άμεσα από τους πολίτες, οδήγησε σε πολύ χαμηλή εξοικονόμηση. Οι δράσεις των πολιτών αποτελούν κινητήριο μοχλό για την εξοικονόμηση CO₂. Χωρίς την συμμετοχή των πολιτών σε ένα πλήθος δράσεων σε κάθε τομέα ο στόχος εξοικονόμησης δεν είναι εφικτός.

Τέλος, η διαφορά ανάμεσα στις δύο μεθόδους μέτρησης, όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 5.3, έφτασε το 7%. Η εξοικονόμηση που προκύπτει με τη μέθοδο IPCC παρουσιάζεται να φτάνει το επιθυμητό ποσοστό μείωσης. Οι ίδιες όμως δράσεις με τα ίδια ποσοστά εφαρμογής με τη μέθοδο LCA δίνουν μία εξοικονόμηση πολύ χαμηλότερη, χωρίς να προσεγγίζεται ο επιθυμητός στόχος μείωσης, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 5.4. Είναι πολύ σημαντική λοιπόν η επιλογή της μεθόδου μέτρησης στην οποία θα στηριχθούν οι υπολογισμοί, καθώς η IPCC μπορεί οριακά να ικανοποιεί τον στόχο, ενώ ταυτόχρονα το αποτέλεσμα με τη μέθοδο LCA να απέχει κατά πολύ.

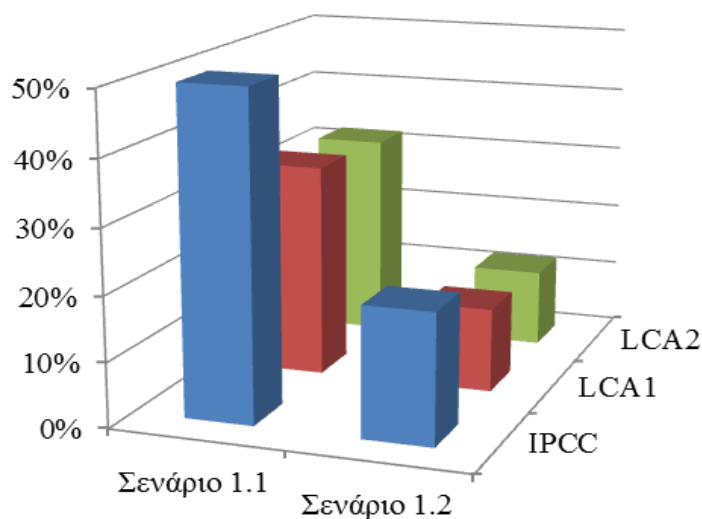


Διάγραμμα 5.4 Μείωση εκπομπών ανά έτος (σενάριο 1.2).

5.2.1.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων 1^{ης} προσέγγισης

Και στα δύο σενάρια η εξοικονόμηση με τη μέθοδο IPCC κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό. Το 1^ο σενάριο, πετυχαίνει ένα ποσοστό εξοικονόμησης αρκετά ικανοποιητικό και με τις τρεις μεθόδους. Το 2^ο σενάριο, δεν πετυχαίνει τον επιθυμητό

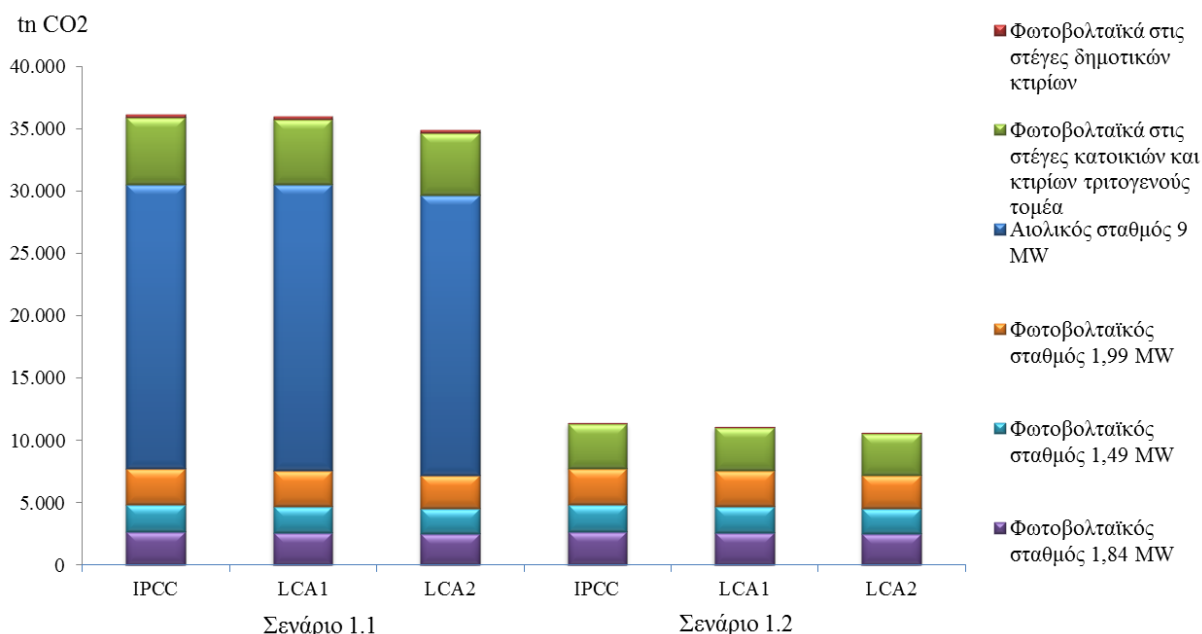
στόχο με όλες τις μεθόδους μέτρησης, παρόλο που η διαφορά των μεθόδων έχει μειωθεί κατά πολύ συγκριτικά με το άλλο σενάριο.



Διάγραμμα 5.5 Συνολική σύγκριση εξοικονόμησης των δύο σεναρίων (1^η προσέγγιση).

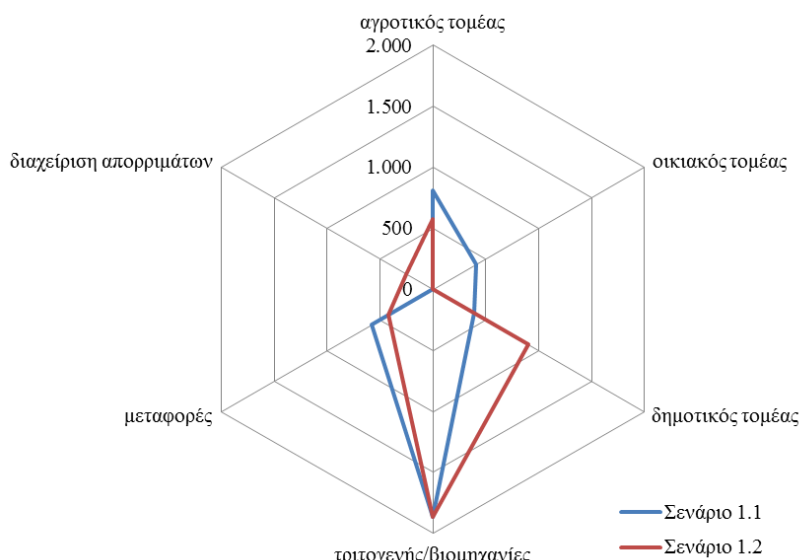
Η εξοικονόμηση που προκύπτει από την ηλεκτροπαραγωγή είναι η σημαντικότερη διαφορά ανάμεσα στα δύο σεναρία. Στο 1^ο σενάριο όπου δίνεται έμφαση στην ηλεκτροπαραγωγή, η εξοικονόμηση με την IPCC φτάνει τους 36.164 tn CO₂, με την LCA₁ τους 36.008 tn CO₂ και με την LCA₂ τους 34.923 tn CO₂. Στο 2^ο σενάριο με την IPCC φτάνει τους 11.430 tn CO₂, με την LCA₁ τους 11.112 tn CO₂ και με την LCA₂ τους 10.617tn CO₂.

Και στα δύο σεναρία η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ρύπων στην ηλεκτροπαραγωγή εμφανίζεται με την μέθοδο IPCC. Η εξοικονόμηση ρύπων και στις τρεις μεθόδους προέκυψε αφαιρώντας τις εκπομπές της ενέργειας της εξεταζόμενης δράσης από τις εκπομπές της υποκαθιστάμενης ενέργειας (Σχέση 5.3). Ωστόσο, ο πρότυπος συντελεστής εκπομπών για τους φωτοβολταϊκούς και τους αιολικούς σταθμούς είναι μηδενικός, θεωρείται δηλαδή πως δεν παράγονται ρύποι κατά την λειτουργία των σταθμών. Αντίθετα με την μέθοδο LCA, οι εκπομπές αυτές είναι διάφορες του μηδενός, και κατά συνέπεια προκύπτει μικρότερη συνολική εξοικονόμηση.



Διάγραμμα 5.6 Συγκριτική παρουσίαση ηλεκτροπαραγωγής ανάμεσα στα δύο σενάρια (1^η προσέγγιση).

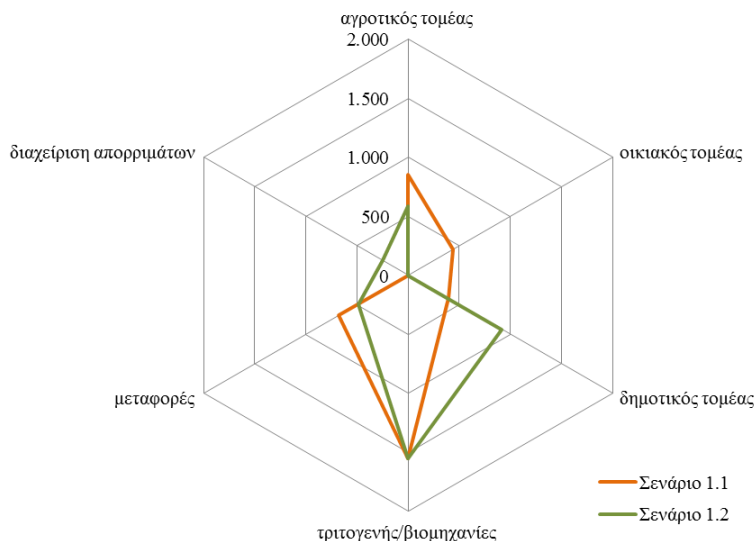
Όπως είναι εμφανές και από το Διάγραμμα 5.6, σημαντική εξοικονόμηση προσφέρει ο αιολικός σταθμός και τα φωτοβολταϊκά στις στέγες κατοικιών και κτιρίων τριτογενούς τομέα. Αντίθετα, τα φωτοβολταϊκά στις στέγες δημοτικών κτιρίων δεν συνεισφέρουν σημαντικά λόγω του μικρού πλήθους των δημοτικών κτιρίων και συνεπώς και των κτιρίων που επιλέγονται να γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.



Διάγραμμα 5.7 Σύγκριση εξοικονόμησης ρύπων CO₂ (tn) με τη μέθοδο IPCC για τα σενάρια 1.1 και 1.2.

Στον δημοτικό τομέα, όπως φαίνεται και με τις δύο μεθόδους μέτρησης (Διάγραμμα 5.7 και 5.8), η μεγαλύτερη εξοικονόμηση προκύπτει στο 2^ο σενάριο, όπου δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στις δράσεις του δήμου. Αντίθετα, στον οικιακό τομέα, παρουσιάζεται η συμβολή στην συνολική εξοικονόμηση μόνο στο 1^ο σενάριο, καθώς

στο 2^ο δεν επιλέχθηκε καμία δράση. Τέλος, στον τομέα των μεταφορών παρόλο που στο 2^ο σενάριο αυξήθηκαν οι δράσεις του δήμου, εντούτοις η εξοικονόμηση μειώθηκε καθώς μειώθηκαν οι δράσεις των πολιτών αλλά και η συμμετοχή τους σε αυτές.



Διάγραμμα 5.8 Σύγκριση εξοικονόμησης ρύπων CO₂ (tn) με τη μέθοδο LCA₁ για τα σενάρια 1.1 και 1.2.

Συνολικά, το 1^ο σενάριο, που χαρακτηρίζεται και ως το πιο φιλόδοξο λόγω της εξοικονόμησης που προκύπτει, ικανοποιεί κατά πολύ το στόχο μείωσης εκπομπών CO₂. Ωστόσο εμφανίζει μεγαλύτερο ρίσκο συγκριτικά με το 2^ο, καθώς η εξοικονόμηση εξαρτάται κατά πολύ από την υλοποίηση της ηλεκτροπαραγωγής και από τις δράσεις των πολιτών. Αντίθετα, το 2^ο σενάριο, το οποίο οριακά και μόνο με τη μία μέθοδο υπολογισμού ικανοποιεί τον στόχο εξοικονόμησης, μπορεί να χαρακτηριστεί λιγότερο φιλόδοξο αλλά πιο εφικτό, καθώς οι δράσεις που επιλέγονται εξαρτώνται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από τον δήμο, περιορίζοντας το ρίσκο υλοποίησης.

5.2.2 2^η προσέγγιση δράσεων

Στην 2^η προσέγγιση των δράσεων ο στόχος και με τις δύο μεθόδους μέτρησης είναι η εξοικονόμηση ρύπων κατά 20%. Επιλέγονται ίδιες δράσεις και για τις δύο μεθόδους σε όλους του τομείς, ενώ σε κάθε μία διαφέρουν τα ποσοστά εφαρμογής για να επιτευχθεί ο στόχος. Παράλληλα, σε κάθε μέθοδο υπολογίζεται ξεχωριστά το αρχικό κεφάλαιο που θα διαθέσει ο δήμος, χωρίς κάποιον περιορισμό. Καθώς η εξοικονόμηση ανάμεσα στην LCA₁ και στην LCA₂ δεν διαφέρει κατά πολύ, και συνεπώς και το αρχικό κεφάλαιο που θα διαθέσει ο δήμος, επιλέγεται να γίνει σύγκριση ανάμεσα μόνο στις μεθόδους IPCC και LCA₁.

Στην 1^η μέτρηση με την μέθοδο LCA, υλοποιούνται όλες οι δυνατές δράσεις με αυξημένα ποσοστά εφαρμογής για να επιτευχθεί η εξοικονόμηση ενώ δίνεται έμφαση στην ενημέρωση των πολιτών. Στην 2^η μέτρηση με την μέθοδο IPCC επιλέγονται οι ίδιες δράσεις με την 1^η μέτρηση, για να γίνει αποτελεσματικά η σύγκριση.

Θεωρείται και στις δύο περιπτώσεις ότι όσον αφορά την τοπική ηλεκτροπαραγωγή από ιδιώτες θα γίνει μόνο ένα μέρος από αυτήν, τα τρία φωτοβολταϊκά πάρκα.

ΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ		Ποσοστό εφαρμογής στη 1 ^η μέτρηση	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΗΜΟ – ΜΕΘΟΔΟΣ LCA	Ποσοστό εφαρμογής στη 2 ^η μέτρηση	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΗΜΟ – ΜΕΘΟΔΟΣ IPCC
Αγροτικός τομέας					
Δ1.	Εκσυγχρονισμός γεωργικών ελκυστήρων.	20%		6%	
Δ2.	Εγκατάσταση συστήματος ηλεκτρονικής υδροληψίας με κάρτα χρέωσης.	20%		6%	
Δ3.	Αλλαγή συστημάτων άρδευσης.	20%		6%	
Δ4.	Εκσυγχρονισμός των αλιευτικών σκαφών.	20%		6%	
Δ25.	Ενημέρωση δημοτών που ασχολούνται με την γεωργία για τις δράσεις εξοικονόμησης με οργάνωση ειδικών σεμιναρίων.		Οργάνωση δύο σεμιναρίων ανά έτος , με κόστος ανά σεμινάριο 1.000€, και μιας εκδήλωσης ενημερωτικού χαρακτήρα ανά έτος, με κόστος 2.000€/εκδήλωση.		Οργάνωση δύο σεμιναρίων ανά έτος, με κόστος ανά σεμινάριο 1.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.		Διανομή 10.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.		Διανομή 10.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.
Οικιακός τομέας					
Δ5.	Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κατοικιών.	20%		8%	
Δ6.	Αντικατάσταση λεβήτων πετρελαίου με λέβητες ελαιοπυρηνόξυλου στο 15% των κατοικιών.	20%		8%	
Δ25.	Οργάνωση εκδηλώσεων για την ευαισθητοποίηση και την κινητοποίηση των πολιτών .		Οργάνωση δύο εκδηλώσεων ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.		Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.		Διανομή 10.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.		Διανομή 10.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.
Δημοτικός τομέας					

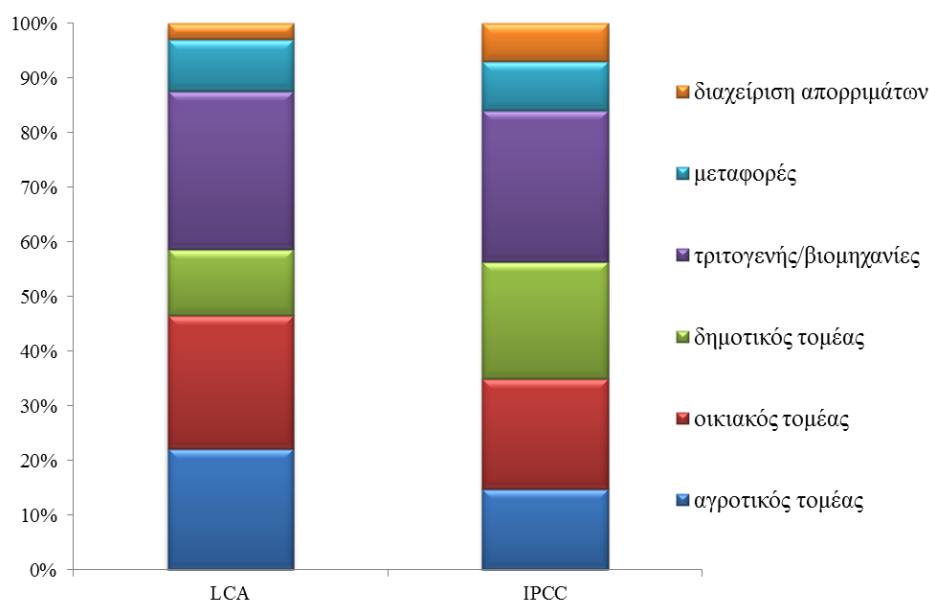
Δ7.	Αντικατάσταση λαμπτήρων δημοτικού φωτισμού.	37%	Σύμφωνα με το κόστος κάθε νέου λαμπτήρα (Πίνακας 5.12) προκύπτει συνολικό κόστος αντικατάστασης 50.000€.	37%	Σύμφωνα με το κόστος κάθε νέου λαμπτήρα (Πίνακας 5.12) προκύπτει συνολικό κόστος αντικατάστασης 50.000€.
Δ8.	Εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης φωτισμού των δρόμων.	60%	Συνολικά για τα BMS που θα τοποθετηθούν σε 1.278 λαμπτήρες το κόστος υπολογίζεται 319.500€.	50%	Για τα BMS που θα τοποθετηθούν σε 639 λαμπτήρες το κόστος υπολογίζεται 159.750€.
Δ9.	Αντικατάσταση των λαμπτήρων των δημοτικών κτιρίων.	90%	Εκτιμώμενο κόστος αντικατάστασης 36.000€.	50%	Εκτιμώμενο κόστος αντικατάστασης 12.000€.
Δ10.	Τοποθέτηση συστημάτων διαχείρισης ενέργειας σε δημοτικά κτίρια.	Σε 5 κτίρια	Με βάση τα τετραγωνικά που θα γίνουν οι εγκαταστάσεις προκύπτει συνολικό κόστος 173.600€.	Σε 5 κτίρια	Με βάση τα τετραγωνικά που θα γίνουν οι εγκαταστάσεις προκύπτει συνολικό κόστος 173.600€.
Δ11.	Αντικατάσταση λεβήτων θέρμανσης σε δημοτικά κτίρια.	Σε 7 κτίρια	Με κόστος ανά λέβητα 8.000€, προκύπτει συνολικό κόστος 56.000€.	Σε 7 κτίρια	Συνολικό κόστος 105.000€.
Δ12.	Συντήρηση όλων των εγκαταστάσεων άρδευσης και ύδρευσης και εγκατάσταση συστήματος τηλεμετρίας-τηλεχειρισμού.	100%	Εκτιμώμενο κόστος σύμφωνα με αντίστοιχη μελέτη 100.000€.	100%	Εκτιμώμενο κόστος σύμφωνα με αντίστοιχη μελέτη 100.000€.
Τριτογενής τομέας / Βιομηχανίες					
Δ13.	Δράσεις εξοικονόμησης σε γραφεία και εμπορικά καταστήματα.	12%		5%	
Δ26.	Ενημέρωση των επιχειρήσεων μέσω εκδηλώσεων για τις δράσεις εξοικονόμησης που μπορούν να πραγματοποιηθούν στο τομέα.		Οργάνωση δύο εκδηλώσεων ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.		Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά διετία, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.
Δ29.	Διανομή έντυπου ενημερωτικού υλικού.		Διανομή 10.000 τεμαχίων ανά έτος, με κόστος ανά τεμάχιο 0,18€.		
Μεταφορές					
Δ14.	Αντικατάσταση πετρελαιοκίνητων οχημάτων δήμου με νέα αποδοτικότερα.	7 οχήματα	Συνολικό κόστος για την αντικατάσταση 1 απορριματοφόρου και 6 φορητών 365.000€.	5 οχήματα	Συνολικό κόστος για την αντικατάσταση 2 απορριματοφόρων και 3 φορητών 370.000€.
Δ15.	Μετατροπή βενζινοκίνητων οχημάτων	4	Κόστος μετατροπής ανά όχημα 5.000€,	2	Κόστος μετατροπής ανά όχημα 5.000€,

	δήμου σε υγραεριοκίνητα.	οχήματα	συνολικά 20.000€.	οχήματα	συνολικά 10.000€.
Δ16.	Μετατροπή ιδιωτικών βενζινοκίνητων οχημάτων σε υγραεριοκίνητα.	15%		5%	
Δ17.	Εφαρμογή οικολογικής οδήγησης στις ιδιωτικές μεταφορές.	20%		10%	
Δ18.	Εφαρμογή οικολογικής οδήγησης στις δημοτικές μεταφορές.	100%	Εκπαίδευση οδηγών στόλου με δύο σεμινάρια ανά έτος συνολικού κόστους 1.000€.	100%	Εκπαίδευση οδηγών στόλου με ένα σεμινάριο ανά έτος συνολικού κόστους 500€.
Δ19.	Εφαρμογή οικολογικής οδήγησης στις δημόσιες μεταφορές.	90%		90%	
Δ28.	Εκδηλώσεις ενημέρωσης των πολιτών από τον δήμο κάθε χρόνο την Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Κινητικότητας.		Οργάνωση δύο εκδηλώσεων ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.		Οργάνωση μιας εκδήλωσης ανά έτος, με κόστος ανά εκδήλωση 2.000€.
Τοπική ηλεκτροπαραγωγή					
Δ20.	Κατασκευή φωτοβολταϊκών σταθμών στις θέσεις Μαλαμαντέρια, Θέρθι και Πουρνάτσι.	3 σταθμοί		3 σταθμοί	
Δ22.	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων 10kWp στις στέγες δημοτικών κτιρίων.	20 κτίρια	Συνολικό κόστος μελέτης και εγκατάστασης 800.000€.	8 κτίρια	Συνολικό κόστος μελέτης και εγκατάστασης 320.000€.
Δ23.	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων 10kWp στις στέγες κατοικιών και κτιρίων τριτογενούς τομέας.	16%		8%	
Διαχείριση απορριμμάτων					
Δ24.	Τοποθέτηση κάδων οικιακής κομποστοποίησης.	50%	Συνολικό κόστος αγοράς, τοποθέτησης και συντήρησης κάδων 160.700€.	50%	Συνολικό κόστος αγοράς, τοποθέτησης και συντήρησης κάδων 160.700€.
Συνολική εξοικονόμηση		20%		20%	
Εκτιμώμενο συνολικό κόστος		2.250.000 €		1.500.000 €	

5.2.2.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων 2^{ης} προσέγγισης

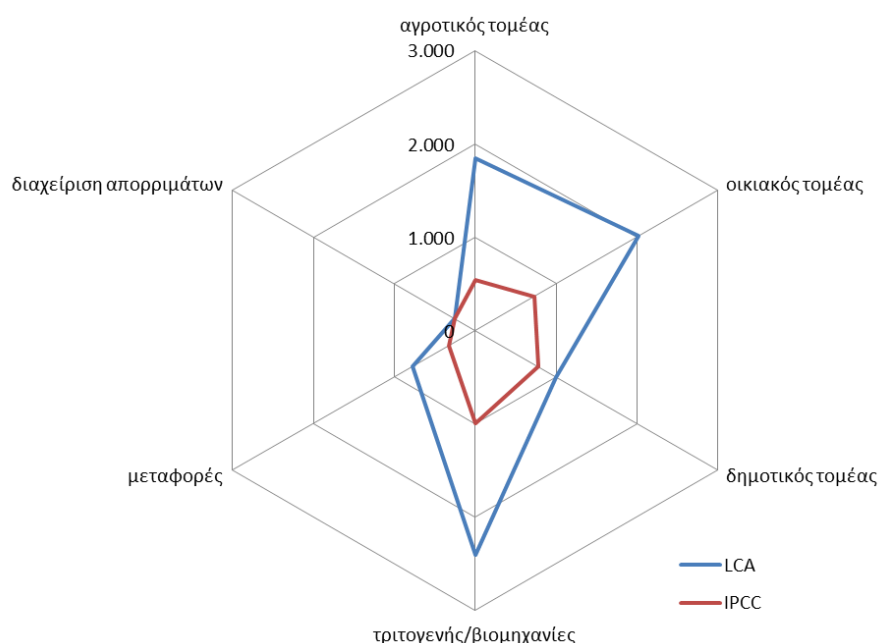
Και με τις δύο μεθόδους μέτρησης επιτυγχάνεται ο στόχος της εξοικονόμησης σε ποσοστό 20%. Οι βασικές διαφορές που εντοπίζονται ανάμεσα στις δύο μεθόδους στην 2^η προσέγγιση είναι οι εξής:

- Για να επιτευχθεί η εξοικονόμηση, μετρώντας τις εκπομπές με τους συντελεστές LCA, χρειάζεται ενεργή συμμετοχή στις δράσεις τόσο από τον δήμο όσο και από τους πολίτες. Οι δράσεις πρέπει να πραγματοποιηθούν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό, απ'ότι απαιτείται για την επίτευξη της εξοικονόμησης μετρώντας με τους συντελεστές IPCC. Συγκεκριμένα, ως προς τις δράσεις που αφορούν τους δημότες, με τη μέθοδο LCA απαιτείται σχεδόν διπλάσια συμμετοχή πολιτών.
- Ο δήμος για να ενημερώσει τους πολίτες και να επιτευχθεί η επιθυμητή συμμετοχή, στην προσέγγιση των δράσεων με την LCA, πρέπει να οργανώσει σε μεγάλη συχνότητα σεμινάρια και εκδηλώσεις σε όλους του τομείς. Προσεγγιστικά υπολογίστηκε πως απαιτείται η διάθεση σχεδόν διπλάσιου κεφαλαίου για εφαρμογή ενημερωτικών δράσεων.
- Επιπλέον, το κόστος των δράσεων που προέκυψε στο υπολογισμό με την μέθοδο LCA είναι κατά 52% μεγαλύτερο του κόστους που προέκυψε στον υπολογισμό με τη μέθοδο IPCC. Παρατηρείται δηλαδή μία πολύ μεγάλη διαφορά στο αρχικό κόστος που απαιτείται για τον δήμο ανάμεσα στις δύο μετρήσεις. Αυτό οφείλεται, τόσο στις ενημερωτικές δράσεις που όπως αναφέρθηκε απαιτούν μεγαλύτερο κεφάλαιο, όσο και στις δράσεις που αφορούν το δήμο, όπου και εκεί τα ποσοστά εφαρμογής των δράσεων διαφέρουν κατά πολύ ανάμεσα στις δύο μεθόδους.



Διάγραμμα 5.9 Κατανομή εξοικονόμησης στους τομείς ώστε να επιτευχθεί η συνολική εξοικονόμηση 20% (2^η προσέγγιση).

Στο *Διάγραμμα 5.9* παρουσιάζεται η κατανομή της εξοικονόμησης που έγινε σε κάθε μέτρηση ώστε να προκύψει συνολικά 20% εξοικονόμηση. Στην μέθοδο LCA η συμβολή της εξοικονόμησης ρύπων από τον αγροτικό τομέα είναι αρκετά μεγάλη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι οι ρύποι που προέκυψαν στον αγροτικό τομέα με την χρήση της μεθόδου LCA ήταν κατά πολύ μεγαλύτεροι από τους ρύπους που προέκυψαν στην μέθοδο IPCC. Έτσι δημιουργήθηκε μεγαλύτερη ανάγκη στην LCA ώστε να γίνει η απαραίτητη εξοικονόμηση στον αγροτικό τομέα., και συνεπώς να εφαρμοστούν σε μεγαλύτερο ποσοστό οι δράσεις. Επιπλέον, είναι εμφανής η ανάγκη για εξοικονόμηση στον τριτογενή τομέα και τον οικιακό, ιδιαίτερα στην μέθοδο LCA όπου οι δύο αυτοί τομείς προσφέρουν το 22% της συνολικής εξοικονόμησης. Ιδιαίτερα ο τριτογενής τομέας δημιουργεί περιθώριο αλλά και ανάγκη εξοικονόμησης καθώς αποτελεί το 18% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας του δήμου.



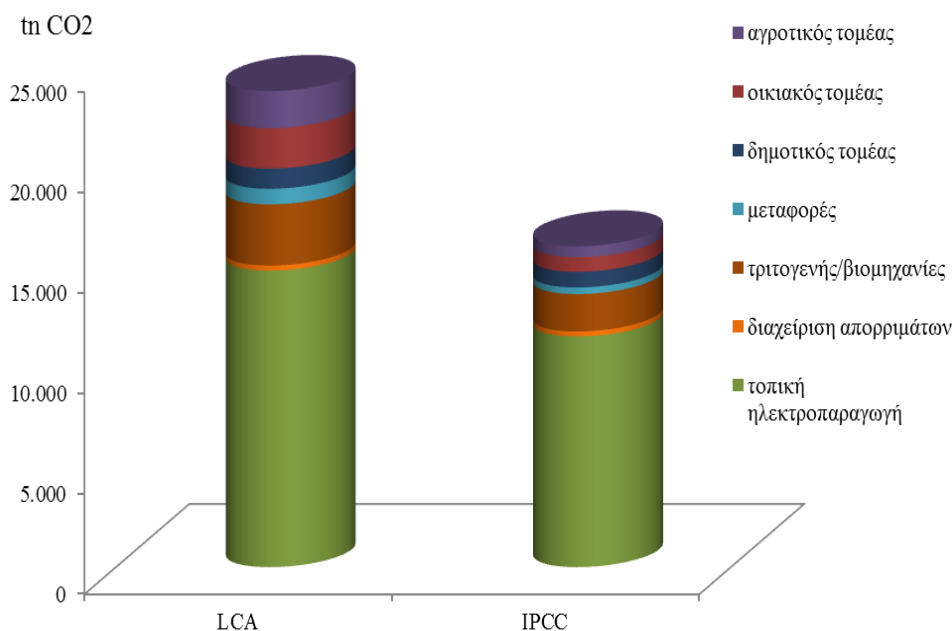
Διάγραμμα 5.10 Εξοικονόμηση ρύπων (tn CO₂) ανά τομέα με κάθε μέθοδο για να επιτευχθεί συνολική εξοικονόμηση 20% (2^η προσέγγιση).

Στον *Πίνακα 5.31* παρουσιάζονται οι αποκλίσεις από τις εξοικονομήσεις ανάμεσα στις δύο μεθόδους, δηλαδή πόσο περισσότερη εξοικονόμηση προέκυψε με τη μέθοδο LCA συγκριτικά με την εξοικονόμηση της μεθόδου IPCC.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.31 ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	
ΤΟΜΕΑΣ	Διαφορά ρύπων (tn) που εξοικονομήθηκαν από την 1 ^η μέτρηση σε σχέση με τους ρύπους που εξοικονομήθηκαν από την 2 ^η
αγροτικός τομέας	1.303
οικιακός τομέας	1.289

δημοτικός τομέας	226
τριτογενής/βιομηχανίες	1.186
μεταφορές	447
τοπική ηλεκτροπαραγωγή	3.282
διαχείριση απορριμμάτων	0
συνολικά	7.732

Σε όλους τους τομείς η εξοικονόμηση είναι κατά πολύ μεγαλύτερη με τη μέθοδο LCA, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις γίνεται μέχρι και τριπλάσια. Φαίνεται λοιπόν η μεγάλη διαφορά που προκύπτει ανάλογα με το ποια μέθοδο επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί, καθώς και η ανάγκη για μεγαλύτερη ποσότητα εξοικονομούμενων εκπομπών που δημιουργείται με τη μέθοδο LCA.



Διάγραμμα 5.11 Εξοικονόμηση ρύπων ανά τομέα με κάθε μέθοδο (2^η προσέγγιση).

Παρόλο που και στα δύο σενάρια γίνεται η υπόθεση ότι δεν θα πραγματοποιηθεί όλη η ηλεκτροπαραγωγή από ιδιώτες, εντούτοις η ηλεκτροπαραγωγή συνεχίζει να συνεισφέρει με το μεγαλύτερο ποσοστό στην εξοικονόμηση ρύπων CO₂. Και στις δύο μεθόδους θεωρείται πως θα κατασκευαστούν οι τρεις φωτοβολταϊκοί σταθμοί, στην LCA θεωρείται πως θα γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε 20 δημοτικά κτίρια και στο 16% των κτιρίων τριτογενούς τομέα και κατοικιών, ενώ αντίστοιχα στην IPCC σε 8 κτίρια και στο 8% των κτιρίων, με τη συνολική διαφορά της εξοικονόμησης ρύπων ανάμεσα στις δύο μεθόδους στην ηλεκτροπαραγωγή να ανέρχεται στους 3.282 tn CO₂.

Συνολικά με την μέθοδο LCA χρειάστηκαν να εξοικονομηθούν 23.709 tn CO₂ ενώ με την IPCC 15.977 tn CO₂.

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα – Προοπτικές

6.1 Συμπεράσματα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν συνολικά, έπειτα από την σύγκριση των μεθόδων μέτρησης τόσο κατά την απογραφή των εκπομπών CO₂ στο έτος βάσης όσο και για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης ρύπων που προκύπτει με εφαρμογή κάθε δράσης, στα πλαίσια ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης.

Οι περισσότεροι δήμοι επέλεξαν στο Σχέδιο Δράσης για την καταγραφή των εκπομπών CO₂ τους πρότυπους συντελεστές όπως ορίζονται από το IPCC αντί των συντελεστών LCA, καθώς:

➤ Πολύ λίγοι δήμοι έχουν χρησιμοποιήσει τους συντελεστές LCA στα ΣΔΑΕ.

Μόλις το 3,7% από τα ΣΔΑΕ που έχουν υποβληθεί έχουν χρησιμοποιήσει τους συντελεστές εκπομπών LCA αντί των πρότυπων συντελεστών. Επιπλέον οι δήμοι που επέλεξαν την μέθοδο της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής δεν είναι μεγάλοι πληθυσμιακά ώστε να γίνει γνωστό στους υπόλοιπους Υπογράφοντες και να χρησιμοποιηθούν ως έναυσμα. Συγκεκριμένα, από τα 64 ΣΔΑΕ που χρησιμοποιούν τους συντελεστές LCA μόνο τρία από αυτά είναι στα αγγλικά (από το Herten στην Γερμανία, από το Παρίσι στην Γαλλία και από το Καμιάνετς-Ποντίλσκι στην Ουκρανία).

➤ Έλλειψη ενημέρωσης για την μέθοδο LCA.

Η LCA θεωρείται πρόσφατη μέθοδος καθώς πιστοποιήθηκε με το πρώτο ISO μόλις το 2002. Αντιθέτως, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), από την οποία ορίζονται και οι πρότυποι συντελεστές της μεθόδου IPCC, καθιερώθηκε για πρώτη φορά το 1988. Παρόλο που πολλές μελέτες και έρευνες έχουν βασιστεί στην Ανάλυση του Κύκλου Ζωής, που ένα πλήθος λογισμικών υπάρχει διαθέσιμο για την εκπόνηση μελετών με τη μέθοδο και που πολλές εταιρίες και οργανισμοί ασχολούνται με την μέτρηση εκπομπών μέσα από όλα τα στάδια της LCA που παρουσιάστηκαν στο *Κεφάλαιο 2*, εντούτοις στο επίπεδο της τοπικής αυτοδιοίκησης δεν έχει γίνει γνωστή η μεθοδολογία και η διαδικασία ώστε να προτιμηθεί έναντι των πρότυπων συντελεστών.

➤ Η LCA απαιτεί τη γνώση περισσότερων στοιχείων.

Στην μέθοδο IPCC που χρησιμοποιείται για την απογραφή των εκπομπών πολλές εκπομπές θεωρούνται μηδενικές, όπως οι εκπομπές από τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου πέραν του διοξειδίου και οι εκπομπές από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

(ηλιακή ενέργεια, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική κλπ). Στην μέθοδο LCA οι εκπομπές από ανανεώσιμες πηγές δεν αγνοούνται ενώ λαμβάνονται υπόψη όλα τα βασικά αέρια του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O). Όπως έγινε και στην απογραφή καταναλώσεων του δήμου Επιδαύρου, χρειάστηκαν στην μέθοδο LCA επιπλέον στοιχεία όπως για παράδειγμα τα στερεά απόβλητα του δήμου, τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στον γεωργικό τομέα, επιπλέον στοιχεία για την ζωική παραγωγή του δήμου και διάφορα άλλα δεδομένα από τα οποία προέκυψαν ισοδύναμες εκπομπές CO₂ οι οποίες στη μέθοδο IPCC αγνοήθηκαν.

Συγκριτικά λοιπόν, λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις και τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με την LCA και την IPCC προκύπτουν τα εξής βασικά συμπεράσματα :

- **Οι ρύποι CO₂ με την μέθοδο LCA προκύπτουν περισσότεροι απ' ότι με τους πρότυπους συντελεστές του IPCC.**

Στην προσέγγιση του κύκλου ζωής περιλαμβάνονται όχι μόνο οι εκπομπές από την τελική καύση αλλά και όλες οι εκπομπές της αλυσίδας εφοδιασμού. Γι' αυτό και οι συντελεστές LCA είναι σημαντικά μεγαλύτεροι από τους πρότυπους συντελεστές. Παράλληλα, υπολογίζονται και οι ισοδύναμες εκπομπές CO₂, με αποτέλεσμα οι τόνοι διοξειδίου που εκλύονται στην ατμόσφαιρα να προκύπτουν κατά πολύ περισσότεροι στην μέθοδο LCA.

- **Για την επίτευξη του ίδιου στόχου εξοικονόμησης με τις δύο μεθόδους, με την LCA απαιτούνται περισσότερες δράσεις εξοικονόμησης και μεγαλύτερη συμμετοχή των πολιτών.**

Καθώς η συνολική ποσότητα των ρύπων προκύπτει μεγαλύτερη με τη μέθοδο LCA, για να επιτευχθεί ο στόχος του 20% απαιτείται η υλοποίηση περισσότερων δράσεων ή η μεγαλύτερη εφαρμογή των δράσεων από τον δήμο και τους δημότες ώστε να επέλθει η επιθυμητή εξοικονόμηση συγκριτικά με τις δράσεις που απαιτούνται αν υπολογιστούν οι ρύποι με τη μέθοδο IPCC.

- **Η υλοποίηση των δράσεων που είναι απαραίτητες για εξοικονόμηση, με τη μέθοδο LCA, απαιτεί τη διάθεση μεγαλύτερου αρχικού κεφαλαίου από τον δήμο.**

Καθώς το πλήθος των δράσεων που απαιτείται είναι περισσότερο και η ανάγκη για εξοικονόμηση μεγαλύτερη, το κόστος των δράσεων, όπως προέκυψε και από την συγκριτική διαδικασία της 2^{ης} προσέγγισης, αυξάνεται κατά πολύ σε σχέση με το κόστος των δράσεων που προκύπτει με τους υπολογισμούς με χρήση της μεθόδου IPCC.

6.2 Προοπτικές

Σε κάθε μέτρηση εκπομπών CO₂, όπως και στο Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη, είναι όπως προέκυψε σημαντική η επιλογή της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση των εκπομπών, για όλους τους λόγους που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής επιτρέπει την εκτίμηση των αθροιστικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που απορρέουν από όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος, περιλαμβάνοντας συνήθως επιπτώσεις που δεν λαμβάνονται υπόψη σε πιο παραδοσιακές αναλύσεις (π.χ. απόκτηση πρώτων υλών, μεταφορά υλικών, τελική διάθεση προϊόντος, κ.τ.λ.). Με την συμπερίληψη όλων των επιπτώσεων του κύκλου ζωής κάποιου προϊόντος, η LCA παρέχει μια περιεκτική άποψη των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών του προϊόντος ή της διεργασίας και μια πιο ακριβή εικόνα των πραγματικών αλληλεπιδράσεων.

Θα μπορούσε λοιπόν να χρησιμοποιηθεί η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής σε μελλοντικούς Υπογράφοντες του Συμφώνου, αφού ενημερωθούν για την μέθοδο και για την διαφοροποίηση που προσφέρει στην ποσοτική προσέγγιση των πραγματικών εκπομπών. Μέσα από την χρήση της μεθόδου, θα μπορέσει να γίνει ακόμα πιο ουσιαστική η αξιολόγησή της και η διαφοροποίηση της από τη μέθοδο των Πρότυπων Συντελεστών.

Τέλος, κρίνεται εφικτή η πραγματοποίηση ενός ΣΔΑΕ με χρήση συντελεστών LCA, οι οποίοι θα προκύψουν εκ νέου από έρευνα, από πειραματική διαδικασία και από υπολογιστικά εργαλεία που υπάρχουν διαθέσιμα, ώστε να προσδιοριστούν με μεγαλύτερη ακόμα ακρίβεια οι εκπομπές CO₂.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σύμφωνο των Δημάρχων http://www.simfonodimarxon.eu/index_el.html
2. Paul Freund: Properties of CO₂ and carbon-based fuels, Annex 1
3. Eyropean Commision – Joint Research Centre <http://lct.jrc.ec.europa.eu/>
4. <http://www.gdrc.org/uem/lca/life-cycle.html>
5. Quantis http://www.quantis-intl.com/life_cycle_assessment.php
6. Carla Pieragostini, Miguel C. Mussati, Pío Aguirre (2012): On process optimization considering LCA methodology
7. Enviroment Tools <http://www.environmenttools.co.uk/directory/tool/name/gemis-45/id/310>
8. Scientific Applications International Corporation (2006): Life Cycle Assessment: Principles And Practice
9. How to develop a Sustainable energy Action Plan – Guidebook
10. R. Dones, T. Heck, S. Hirschberg (2003): Greenhouse gas emissions from energy systems: comparison and overview
11. Daniel Weisser (2007): A guide to life-cycle greenhouse gas (GHG) emissions from electric supply technologies
12. F. Sebastián, J. Royo b, M. Gómez (2011): Cofiring versus biomass-fired power plants: GHG (Greenhouse Gases) emissions savings comparison by means of LCA (Life Cycle Assessment) methodology
13. <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/environment/chapter-1-environmental-benefits/lca-in-wind-energy.html>
14. Yuxuan Wang , Tianye Sun (2012): Life cycle assessment of CO₂ emissions from wind power plants: Methodology and case studies
15. Varun, I.K. Bhat , Ravi Prakash (2009): LCA of renewable energy for electricity generation systems - A review
16. Helmut Schaefer And Gerd Hagedorn (1992): Hidden energy and correlated environmental characteristics of p.v. power generation
17. Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2011): Renewable energy sources and Climate change mitigation

18. **Francesco Cherubinina, Neil D. Birda, Annette Cowieb, Gerfried Jungmeiera, Bernhard Schlamadingerc, SusanneWoess-Gallascha (2009):** Energy-and greenhouse gas-based LCA of biofuel and bioenergy systems: Key issues, ranges and recommendations
19. **UNEP** <http://www.grida.no/publications/vg/waste/page/2863.aspx>
20. **IPCC** <http://www.ipcc.ch/>
21. **Amit Garg, Kainou Kazunari, and Tinus Pulles (2006):** 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
22. **T W Thorpe (1999):** A Brief Review of Wave Energy, A report produced for The UK Department of Trade and Industry
23. **G.J. Dalton, R. Alcorn, T. Lewis (2012):** A 10 year installation program for wave energy in Ireland: A case study sensitivity analysis on financial returns
24. **G.J. Dalton*, R. Alcorn, T. Lewis (2010):** Case study feasibility analysis of the Pelamis wave energy convertor in Ireland, Portugal and North America
25. **Boris Teillant, Ronan Costello , Jochem Weber , John Ringwood (2012):** Productivity and economic assessment of wave energy projects through operational simulations
26. **U.S. Enviromental Protection Agency** <http://www.epa.gov/chp/index.html>
27. **Sirko Ogriseck (2009):** Integration of Kalina cycle in a combined heat and power plant, a case study
28. **Paul Lako-Energy Technology Network (2010):** Combined Heat and Power
29. **Euroheat & Power (2011):** District Heating in Buildings
30. **Behnaz Rezaie, Marc A. Rosen (2012):** District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements
31. **Marinova M, Beaudry C, Taoussi A, Trepanier M, Paris J. (2008):** Economic assessment of rural district heating by bio-steam supplied by a paper mill in Canada.
32. **Idaho National laboratory** http://hydropower.inel.gov/hydrofacts/plant_costs.shtml
33. **Zhao Xingang, Liu Lu, Liu Xiaomeng, Wang Jieyu, Liu Pingkuo (2012):** A critical-analysis on the development of China hydropower
34. **Ibrahim Yu ksel (2008):** Hydropower in Turkey for a clean and sustainable energy future
35. **Ned Haluzan (2010):** Hydropower advantages and disadvantages, Renewable EnergyArticles

36. **Jingyi Han , Arthur P.J. Mol , Yonglong Lu, Lei Zhang (2009):** Onshore wind power development tin China: Challenges behind a successful story
37. **Mehmet Bilgili, Abdulkadir Yasar, Erdogan Simsek (2011):** Offshore wind power development in Europe and its comparison with onshore counterpart
38. **European Wind Energy Association** <http://www.ewea.org/index.php?id=1551>
39. **Solar Power Wind Energy** <http://www.solarpowerwindenergy.org/>
40. **Residential Solar Panels** <http://www.residentialpanels.org/>
41. **Renewables 2012 GLOBAL STATUS REPORT**
42. **Groumpos PP, Papageorgious G. (1987):** An optimal sizing method for stand-alone photovoltaic power system.
43. **Muselli M, Notton G, Louche A. (1999):** Design of hybrid-photovoltaic power generation, with optimization.
44. **M. Dakkak, A. Hirata, R. Muhida, Z. Kawasaki (2003):** Operation strategy of residential centralized photovoltaic system in remote areas
45. **Alsema, Nieuwlaar (2000):** Energy viability of photovoltaic systems
46. **World Resources Institute** <http://www.wri.org/>
47. **International Energy Agency (2010):** Technology Road map Concentrating Solar Power
48. **International Energy Agency: Biomass for Power Generation and CHP (2004)**
<http://www.iea.org/techno/essentials3.pdf>
49. **Power Scorecard** <http://powerscorecard.org/index.cfm>
50. **Salman Zafar (2009):** Biomass Wastes
http://www.altenergymag.com/emagazine.php?art_id=1359
51. **AE-Alternative Energy** <http://www.alternative-energy-news.info/technology/biofuels/>
52. **Govinda R. Timilsina, Ashish Shrestha (2011):** How much hope should we have for biofuels?
53. **APEC Energy Working Group (2010):** Biofuel Costs, Technologies and Economics in APEC Economies
54. **Ingvar B. Fridleifsson (2001) :** Geothermal energy for the benefit of the people
55. **Alison Holm, Leslie Blodgett, Dan Jennejohn and Karl Gawell (2010):** Geothermal Energy,International Market Update
56. **International Energy Agency:** <http://www.iea.org/techno/essentials6.pdf>

57. **Alternative Energy** http://www.altenergy.org/renewables/fuel_cells.html
58. **Energy Center of Wisconsin 2000: Fuel Cells for Distributed Generation-A Technology and Marketing Summary**
59. **Bernard De Bontride, France: DESIGN OF EPR** <http://apw.ee.pw.edu.pl/tresc/-eng/10-DesignofEuropeanPressurizedReactor.pdf>
60. **Greenpeace (2008): EPR: The French Reactor-A costly and hazardous obstacle to climate protection**
61. **J. Kunakemakorn, P. Wongsuchoto, P. Pavasant, N. Laosiripojana (2011): Greenhouse Gas Emission of European Pressurized Reactor (EPR) Nuclear Power Plant Technology: A Life Cycle Approach**
62. **IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007**
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml#UEIELtbiZm0
63. **Ελισάβετ Κ. Κομνηνού, ΕΜΠ (2012): Ανάπτυξη Προσχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια για το Δήμο Επιδαύρου.**
64. **IPCC 1997, Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories – Greenhouse gas inventory reference manual (Vol. 3), IPCC/OECD/IEA, UK Meteorological Office, Bracknell.**
65. **IPCC 2000, Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Institute for Global Environmental Strategies, Japan.**
66. **IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds).**
67. **Ministry for the Environment, Physical Planning and Public Works (MINENV) (2009): Annual inventory submission to the European Community under Decision 280/2004/EC for Greenhouse and other gases for the years 1990-2007**
68. **Food and Agriculture Organization-FAO** http://www.fao.org/index_en.htm
69. **Τοπικό Σχέδιο Δράσης Βόλος 2010-2012**
<http://www.epem.gr/climlocal/indexgr.html>
70. **Κωνσταντίνος Τράκας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο (2006): Η γεωγραφία της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων – η περίπτωση του νομού Αργολίδας**
71. **Greece – National Inventory Report 2012**

- 72. European Reference Life Cycle Database (ELCD)**
<http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/datasetCategories.vm?topCategory=Energy+carriers+and+technologies>
- 73. Νίκος Βεντούρης, Άγγελος Τσακανίκας, Ίδρυμα Οικονομικών & Βιομηχανικών Ερευνών (2011):** Αγροτικά Μηχανήματα & Ανταγωνιστικότητα του Πρωτογενούς τομέα
- 74. Κ. Χατζουλάκης, Μ. Μπερτάκη, ΕΘΙΑΓΕ (2009):** Ορθολογική Διαχείριση του Νερού Άρδευσης: Αναγκαιότητα για Αειφόρο Αγροτική Ανάπτυξη
- 75. Μ. Ξανθάκης, ΙΝΑΣΟ (2009):** Μελέτη εφαρμογής ενιαίου μοντέλου διαχείρισης του αρδευτικού νερού στην ελληνική γεωργία.
- 76. Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Ανάπτυξης της Αλιείας 2007-2013 (Ε.Σ.Σ.Α.ΑΛ.)**
- 77. «Εξοικονομώ κατ' οίκον» - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.** <http://exoikonomisi.ypeka.gr/>
- 78. Σοφία Ι. Τσεσμελή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου (2006):** Ενεργειακή ζήτηση: Κτιριακός τομέας – Πλαίσιο θεώρησης»
- 79. «Χτίζοντας το μέλλον» - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.** <http://www.ktizontastomellon.gr/>
- 80. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), (2008):** Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης
- 81. Κ.Α. Μπαλαράς, Δρ. Μηχ/γος Μηχ/κός, Δ/ντης Ερευνών:** Δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας και εφαρμογής ΑΠΕ στα κτίρια
- 82. Haris Doukas, Konstantinos D. Patlitzianas, Konstantinos Iatropoulos, John Psarras, (2006):** Intelligent building energy management system using rule sets
- 83. Μ. Ζαρκαδούλα, ΚΑΠΕ (2010):** Εναλλακτικά οχήματα - Πολιτικές και Εμπειρίες Εφαρμογής
- 84. Ecolinisi** <http://www.ecokinisi.gr/index.php>
- 85. Ecodrive** <http://www.ecodrive.org/en/home/home.htm>
- 86. ΥΠΕΚΑ** <http://www.cres.gr/pvcatalog/>
- 87. ΚΑΠΕ (2009) :** Οδηγίες εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις
- 88. Μ. Ζαρκαδούλα , Ε. Τριτοπούλου, Τμήμα Περιβάλλοντος και Μεταφορών ΚΑΠΕ:** Κοινόχρηστο Αυτοκίνητο Car Sharing – momo Carsharing– Πιλοτικό πρόγραμμα

- 89. Μ. Ζαρκαδούλα, Γ. Ζωίδης, Τμήμα Περιβάλλοντος και Μεταφορών ΚΑΠΕ:**
Πράσινες Μεταφορές: Προκλήσεις και Δυνατότητες
- 90. ΚΑΠΕ** http://www.cres.gr/kape/news/deltia/deltio_tyroy_dena.htm
- 91. Ο. Κυριτσάκη, ΤΕΙ Κοζάνης (2009):** Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα
- 92. IPCC (2006):** Carbon capture and storage
- 93. R. Sternberg (2010):** Renewable and Sustainable Energy Reviews
- 94. Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών νομού Κυκλάδων, Δήμος Ναξου & Μικρών Κυκλάδων (2012):** Εργασίες Συντήρησης Αντλιοστασίων Έτους 2012
- 95. Τεχνοοικονομική Ανάλυση Συστήματος Τηλεμετρίας της ΕΥΑΘ Α.Ε. (2005)**

