



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην  
Επιστήμη Οίνου και Ζύθου  
Κατεύθυνση: Οίνος**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

**«Πρακτικές διαχείρισης αμπελώνων που συμβάλουν  
στη μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα»**

**ΤΣΙΜΙΤΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ**

**ΑΜ: 20205**

**Επιβλέπων**

**Όνοματεπώνυμο:**

**Καθ. Ηλίας Κόρκας**

**ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2023**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF FOOD SCIENCE  
DEPARTMENT OF WINE, VINE AND BEVERAGE SCIENCES**

**Master of Science in  
Wine and Beer Science  
Option: Wine**

**Master Thesis**

**“Vineyard management practices that contribute  
to reducing the carbon footprint”**

**TSIMITAKIS EMMANOUIL  
Registration Number: 20205**

**Supervisor  
name and surname: Prof. Elias Korkas**

**ATHENS, JUNE 2023**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

**ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει  
τη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία με τίτλο:  
**«Πρακτικές διαχείρισης αμπελώνων που συμβάλουν  
στη μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα»**  
και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

<b>Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1<sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	Δρ. Κόρκας Ηλίας
<b>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2<sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	Δρ. Μπανίλας Γιώργος
<b>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3<sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	Δρ. Γκίζη Δανάη

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογράφων **ΤΣΙΜΙΤΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ** του **ΙΩΑΝΝΗ**, με αριθμό μητρώου **20205**, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Οινολογίας και Τεχνολογίας Ποτών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

*«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».*

Ο Δηλών



*Τσιμιτάκης Μανώλης*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Διερχόμαστε τον αιώνα, όπου οι επιπτώσεις της κλιματικής είναι ορατές, αλλά ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Οι ερευνητές χρησιμοποιώντας στατιστικά μοντέλα, προειδοποιούν και προετοιμάζουν την ανθρωπότητα ώστε να ανταπεξέλθει στις επερχόμενες πολυεπίπεδες αλλαγές. Οι ανθρωπογενείς εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται στις ανεξέλεγκτες και εντατικές εκμεταλλεύσεις, δραστηριότητες που έχουν δημιουργήσει τάσεις μεταβολών κλιματικών δεικτών με αυξανόμενους ρυθμούς. Συνεπώς είναι αυτονόητη η ανάγκη δημιουργίας μηχανισμών, θεσμών, προτύπων και πρακτικών για την καταγραφή του αποτυπώματος του άνθρακα με απώτερο σκοπό τη σταδιακή μείωση των εκπομπών.

Στα πρώτα κεφάλαια της εργασίας γίνεται αναφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις επιπτώσεις του, στις εκπομπές αερίων από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και στο δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη. Ακολουθεί αναφορά στα θεσμικά όργανα που έχουν θεσπιστεί προκειμένου να κατευθύνουν και να οργανώσουν την ανθρωπότητα, αφενός για τη μείωση των εκπομπών των αερίων και αφετέρου, για την προετοιμασία και την προσαρμογή των κοινωνιών έναντι των επικείμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Γίνεται καταγραφή των λογιστικών προτύπων που αποτελούν απαραίτητο εργαλείο και έχουν θεσπιστεί για την πλήρη και σωστή καταγραφή των εκπομπών των δραστηριοτήτων, των εκμεταλλεύσεων και των επιχειρήσεων, όπως και η μεθοδολογία υπολογισμού των εκπεμπόμενων αερίων.

Η γεωργία εκπέμπει περί το ένα τέταρτο των αερίων παγκοσμίως και είναι από τους τομείς που θα δεχθούν ίσως το μεγαλύτερο πλήγμα λόγω της κλιματικής αλλαγής, διότι τα καιρικά φαινόμενα αποτελούν μια βασική μεταβλητή στη διαχείριση της γης. Ο αμπελοοινικός κλάδος συνεισφέρει και αυτός στην κλιματική αλλαγή εκπέμποντας σημαντικά ποσοστά αερίων του θερμοκηπίου.

Στην παρούσα εργασία έγινε καταγραφή των καλλιεργητικών πρακτικών που εφαρμόζονται στους αμπελώνες, όπως και των φυσικών και βιοχημικών μηχανισμών που απελευθερώνουν αέρια (κυρίως CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) στην ατμόσφαιρα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται βιβλιογραφικές μελέτες που αφορούν σε πρακτικές διαχείρισης αμπελώνων προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα.

**Λέξεις – Κλειδιά:** Κλιματική αλλαγή, αέρια θερμοκηπίου, εκπομπές CO<sub>2</sub>, δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη, αποτύπωμα άνθρακα, αμπελουργικές πρακτικές

## ABSTRACT

We are entering the century where the effects of climate change are visible, but still at an early stage. Researchers using statistical models warn and prepare humanity to cope with the coming multi-layered changes. The anthropogenic emissions of greenhouse gases due to uncontrolled and intensive exploitations, activities that have created trends of changes in climate indicators at increasing rates. Therefore, the need to create mechanisms, institutions, standards and practices to record the carbon footprint with the ultimate goal of gradually reducing emissions is self-evident.

In the first chapters of the work, reference is made to the greenhouse effect and its effects, gas emissions from human-made activities and the global warming potential. This is followed by a reference to the institutions that have been established in order to direct and organize humanity, on the one hand, to reduce gas emissions, and on the other hand, to prepare and adapt societies against the impending effects of climate change. The accounting standards are recorded, which are an essential tool and have been established for the complete and correct recording of the emissions of activities, farms and businesses, as well as the methodology for calculating the emitted gases.

Agriculture emits about a quarter of the world's emissions and is one of the sectors that will probably take the biggest hit from climate change, because weather is a key variable in land management. The wine industry also contributes to climate change by emitting significant percentages of greenhouse gases.

In this work, a record was made of the cultivation practices applied in the vineyards, as well as the physical and biochemical mechanisms that release gases (mainly CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) into the atmosphere. Next, bibliographic studies concerning vineyard management practices are presented in order to reduce gas emissions into the atmosphere.

**Keywords:** Climate change, greenhouse gases - GHGs, CO<sub>2</sub> emissions, global warming potential - GWP, global warming, carbon footprint, viticultural practices

## Ευχαριστίες

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κόρκα Ηλία για την καθοδήγηση και τις επισημάνσεις του, αλλά περισσότερο για τις γνώσεις που μας μετέδωσε κατά τη διάρκεια του προγράμματος φοίτησης με εμπειριστατωμένο επιστημονικό λόγο και μεταδοτικότητα.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την κ. Ευαγγέλου και την κ. Μελά για την έγκαιρη ενημέρωση, την αρίστη επικοινωνία και τη συνδρομή τους στην επίλυση προβλημάτων που συναντήσαμε κατά τη διάρκεια των σπουδών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον καθηγητή μου κ. Νίκο Ζουμάκη για τις γνώσεις, τις διδαχές και την καθοδήγηση από τα χρόνια μου ως μαθητής, ως φοιτητής μέχρι και σήμερα.

Μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου Μάρω και Γιάννη, στην αδελφή μου Άννα και στη γιαγιά μου Άννα για τη βοήθεια, συμπαράσταση και κατανόηση και αγάπη όλα τα χρόνια της συμπόρευσης μας.

## **Αφιέρωση**

Νιώθω την ανάγκη να αφιερώσω την εργασία αυτή, στη μνήμη των παππούδων και γιαγιάδων Μανώλη, Μαρία και ιδιαίτερα στη μνήμη του παππού μου Γιώργου, ο οποίος μου μετέδωσε την αγάπη και το σεβασμό στη φύση.



## Πίνακας περιεχομένων

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Κλιματική αλλαγή</b> .....	<b>3</b>
2.1	Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.....	3
2.1.1	Θερμοκρασία .....	3
2.1.2	Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ) .....	4
2.1.3	Καιρός.....	5
2.1.4	Λιώσιμο των Πάγων .....	6
2.1.5	Θάλασσα και Ωκεανοί.....	7
2.1.6	Χλωρίδα και Πανίδα.....	8
2.1.7	Επιπτώσεις στον άνθρωπο .....	9
<b>3</b>	<b>Τα αέρια του θερμοκηπίου</b> .....	<b>11</b>
3.1	Φυσικό φαινόμενο.....	11
3.2	Το ενισχυμένο φαινόμενο .....	11
<b>4</b>	<b>Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη</b> .....	<b>13</b>
4.1	Μεθοδολογία υπολογισμού.....	13
<b>5</b>	<b>Εκμεταλλεύσεις και παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου</b> .....	<b>15</b>
5.1	Γεωργία, κτηνοτροφία, δασοκομία και χρήση γης .....	16
<b>6</b>	<b>Οργανισμοί</b> .....	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Πρότυπα</b> .....	<b>21</b>
7.1	Διαδικασία καταγραφής των GHGs.....	23
7.2	Πεδία εφαρμογής .....	25
<b>8</b>	<b>Αμπελοκαλλιέργεια και GHGs</b> .....	<b>27</b>
8.1	Επίδραση αμπελουργικών πρακτικών στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.....	29
8.1.1	Καύση ορυκτών καυσίμων .....	29
8.1.2	Φυτοφάρμακα και λιπάσματα .....	31
8.1.3	Άρδευση .....	34
8.1.4	Άροση .....	35
8.1.5	Καλλιέργειες κάλυψης.....	35

8.1.6	Αλλαγή χρήσης γης .....	36
8.1.7	Συνολικό αποτύπωμα άνθρακα οينوποιητικής μονάδας .....	36
<b>9</b>	<b>Πρακτικές διαχείρισης αμπελώνων που συμβάλλουν στη μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα .....</b>	<b>37</b>
9.1	Καύσιμα .....	37
9.2	Λίπανση .....	39
9.3	Φυτοπροστασία.....	41
9.3.1	Ολοκληρωμένη διαχείριση (IPM) .....	41
9.3.2	Εφαρμογή πρακτικών βιολογικής γεωργίας.....	42
9.3.3	Χρήση βιοδιεγερτών.....	46
9.4	Καλλιέργειες κάλυψης .....	48
9.5	Άροση .....	50
9.6	Άρδευση.....	52
9.7	Κλάδεμα και αραίωμα αμπελώνα .....	54
9.8	Φυτοφράκτες και αυτοφυής βλάστηση.....	54
9.9	Κομπόστ.....	54
<b>10</b>	<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>56</b>
<b>11</b>	<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>59</b>
11.1	Ξενόγλωσση.....	59
11.2	Ελληνική .....	64
11.3	Διαδίκτυο .....	64

## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1	Παγκόσμια θερμοκρασία - (Πηγή Met-Office).....	3
Εικόνα 3	Αέρια θερμοκηπίου (Πηγή Met-Office).....	4
Εικόνα 4	Έκταση θαλασσίων πάγων Αρκτικής (Πηγή Met-Office) .....	6
Εικόνα 2	Θερμότητα Ωκεανών (Πηγή Met-Office) .....	8

## Συντομογραφίες, ακρωνύμια, σύμβολα και ορισμοί

COP	Conference of the Parties, Διασκεύσεις κρατών-μελών
AMOC	Atlantic Meridional Overturning Circulation, Ατλαντική Μεσημβρινή Αντιστρεφόμενη Κυκλοφορία.
CO <sub>2</sub>	Διοξείδιο του άνθρακα
CH <sub>4</sub>	Μεθάνιο
N <sub>2</sub> O	Υποξείδιο του αζώτου
O <sub>3</sub>	Όζον
HFCs	Υδροφθοράνθρακες
PFCs	Υπερφθοράνθρακες
SF <sub>6</sub>	Εξαφθοριούχο θείο
GHG	Greenhouse gases, Αέρια του θερμοκηπίου
GWP	Global Warming Potential, Δυναμικό υπερθέρμανσης πλανήτη
GWP <sub>100</sub>	Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη σε ορίζοντα 100 ετών
GWP <sub>20</sub>	Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη σε ορίζοντα 20 ετών
GWP*	Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη σε ορίζοντα 100 ετών του μεθανίου
GTP <sub>100</sub>	Global Temperature change Potential, Παγκόσμιο δυναμικό μεταβολής θερμοκρασίας σε ορίζοντα 100 ετών
CO <sub>2</sub> -eq	Ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα
BIS	Bank for International Settlements, Τράπεζα Διεθνών Διακανονισμών
C40	C40 Cities
CDP	Carbon Disclosure Project
C2ES	Center for Climate and Energy Solutions, Κέντρο Κλιματικών και Ενεργειακών Λύσεων
CBI	Climate Bonds Initiative, Πρωτοβουλία Κλιματικών Ομολόγων
CIC	Climate Investment Coalition
CIF	Climate Investment Funds
CfRN	Coalition for Rainforest Nations, Συνασπισμός για τα Έθνη Τροπικών Δασών
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations, Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας
GFANZ	Glasgow Financial Alliance for Net Zero
GCF	Green Climate Fund, Πράσινο Ταμείο για το Κλίμα
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, Διακυβερνητική

	Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος
NGFS	Network for Greening the Financial System
UNEP	United Nations Environment Programme, Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα Ηνωμένων Εθνών
WCF	World Climate Foundation
WMO	World Meteorological Organization, Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός
LCA	Life Cycle Assessment, Ανάλυση του κύκλου ζωής
WRI	World Resources Institute, Παγκόσμιο Ινστιτούτο Πόρων
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development, Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη
RDI	Regulated deficit irrigation, Τεχνική της ελλειμματικής άρδευσης
PRI	Partial Root Drying Irrigation, Μερική ξήρανση του ριζικού συστήματος
ISO	International Organization for Standardization, Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης
TCFD	Task Force on Climate-related Financial Disclosures
NF	Nanofertilizers, Νανολιπάσματα
IFRS	International Financial Reporting Standards, Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς
EU – ETS	European Emissions Trading, Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών
EPA	Environmental Protection Agency, Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών
BSI	British Standards Institution, Βρετανικό Ίδρυμα Προτύπων
IASB	International Accounting Standards Board, Συμβούλιο Διεθνών Λογιστικών Προτύπων
IPM	Integrated Pest Management, Ολοκληρωμένη διαχείριση παρασίτων
SOC	Soil Organic Carbon, Οργανικός άνθρακας του εδάφους
SCS	Soil Carbon Sequestration, Δέσμευση άνθρακα του εδάφους
CT	Conventional tillage, Συμβατική άροση
NT	No tillage, Μη άροση
UAV	Unmanned aerial vehicle, Μη επανδρωμένο ιπτάμενο όχημα

# 1 Εισαγωγή

Αδιαμφισβήτητα η κλιματική αλλαγή είναι ένα από τα προβλήματα που θα απασχολήσουν την ανθρωπότητα για τις επόμενες δεκαετίες. Οι επερχόμενες γενιές θα κληθούν να αντιμετωπίσουν ίσως τη μεγαλύτερη πρόκληση του είδους μας. Ο μηχανισμός κατά τον οποίο δεσμεύεται η απαραίτητη για τη διατήρηση της ζωής θερμότητα, είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η κλιματική αλλαγή οφείλεται σε «εκτροπή» του φαινομένου, δηλαδή σε ανεξέλεγκτη έκλυση αέριων που «εγκλωβίζουν» ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας στα ανώτερα στρώματα της ατμοσφαιράς. Τα εκλυόμενα αέρια προέρχονται είτε από φυσικές διαδικασίες είτε από ανθρώπινες δραστηριότητες. Αυτό που έχει συμβεί τους τελευταίους αιώνες είναι η αύξηση της συγκέντρωσης των αέριων, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης με τεράστιες επιπτώσεις αναφορικά με τα μοντέλα προβλέψεων. Οι επιπτώσεις της ανθρωπογενούς δραστηριότητας στην επιβάρυνση του κλίματος ξεκινάει νωρίτερα από όσο μέχρι σήμερα ισχυριζόμασταν (Sample, 2021).

Γίνονται πολλές παρατηρήσεις που αφορούν στην αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, των θαλασσών, την εκτεταμένη τήξη των πάγων και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Το διάστημα από το 1906–2005 σημειώθηκε αύξηση της θερμοκρασίας της Γης κατά  $0,74^{\circ}\text{C}$ . Υπολογίζεται ότι την τελευταία 50-ετία ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας είναι  $0,13^{\circ}\text{C}$  / δεκαετία, σχεδόν διπλάσια από αυτή των τελευταίων 100 ετών. Έχουν γίνει πολλές έρευνες προκειμένου να ποσοτικοποιηθούν οι εκπομπές των εκλυόμενων αερίων από σχεδόν όλες τις φυσικές διαδικασίες αλλά και τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. (Bates *et al.*, 2008; Liebig *et al.*, 2012; NASA, 2014).

Η πρώτη προσπάθεια για τη λήψη μέτρων προκειμένου να περιοριστεί η κλιματική αλλαγή, συνήφθη τον Ιούνιο του 1992 στο Ρίο και ήταν η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), που υπεγράφη από 154 χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά τη διάρκεια της Συνόδου Κορυφής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη. Το πρωτόκολλο του Κιότο (Δεκ. 1997) αποτέλεσε σταθμό, καθώς θεσπίζει στόχους μείωσης των εκπομπών των χωρών που συμμετέχουν, με σκοπό την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Πίν. 1). Σημαντική επίσης συμφωνία ήταν αυτή των Παρισίων το 2015, κατά την οποία, για πρώτη φορά τα κράτη - μέλη δεσμεύτηκαν να εφαρμόσουν μετρά και κοινές δράσεις, προκειμένου να περιορίσουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά και να προσαρμοστούν από τις επιπτώσεις του. Συνολικά έχουν γίνει 28 συνέδρια κρατών μελών όπου παρατίθενται οι επικαιροποιήσεις των επιστημονικών δεδομένων, προκειμένου να ληφθούν ανάλογα μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος.

**Πίνακας 1: Διασκέψεις κρατών για την κλιματική αλλαγή (Πηγή: [UN Climate Meetings](#))**

Μπακού, Αζερμπαϊτζάν	COP 29	Νοέμβριος 2024
Ντουμπάι, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	COP 28	Νοέμβριος - Δεκέμβριος 2023
Σαρμελ Σέιχ, Αίγυπτος	COP 27	Νοέμβριος 2022
Γλασκώβη, Ηνωμένο Βασίλειο	COP 26	Οκτώβριος-Νοέμβριος 2021
Μαδρίτη, Ισπανία	COP 25	Δεκέμβριος 2019
Κατοβίτσε, Πολωνία	COP 24	Δεκέμβριος 2018
Βόννη, Γερμανία	COP 23	Νοέμβριος 2017
Μαρακές, Μαρόκο	COP 22	Νοέμβριος 2016
Παρίσι, Γαλλία	COP 21	Νοέμβριος 2015
Λίμα, Περού	COP 20	Δεκέμβριος 2014
Βαρσοβία, Πολωνία	COP 19	Νοέμβριος 2013
Ντόχα, Κατάρ	COP 18	Νοέμβριος 2012
Durban, Νότια Αφρική	COP 17	Νοέμβριος 2011
Κανκούν, Μεξικό	COP 16	Νοέμβριος 2010
Κοπενχάγη, Δανία	COP 15	Δεκέμβριος 2009
Πόζναν, Πολωνία	COP 14	Δεκέμβριος 2008
Μπαλί, Ινδονησία	COP 13	Δεκέμβριος 2007
Ναϊρόμπι, Κένυα	COP 12	Νοέμβριος 2006
Μόντρεαλ, Καναδάς	COP 11	Δεκέμβριος 2005
Μπουένος Άιρες, Αργεντινή	COP 10	Δεκέμβριος 2004
Μιλάνο, Ιταλία	COP 9	Δεκέμβριος 2003
Νέο Δελχί, Ινδία	COP 8	Οκτώβριος 2002
Μαρακές, Μαρόκο	COP 7	Οκτώβριος 2001
Βόννη, Γερμανία	COP 6-2	Ιούλιος 2001
Χάγη, Ολλανδία	COP 6	Νοέμβριος 2000
Βόννη, Γερμανία	COP 5	Οκτώβριος 1999
Μπουένος Άιρες, Αργεντινή	COP 4	Νοέμβριος 1998
Κιότο, Ιαπωνία	COP 3	Δεκέμβριος 1997

Η παραγωγή κρασιού είναι μια παγκόσμια δραστηριότητα, συνεχώς διευρυνόμενη, με μεγάλο κύκλο εργασιών και αντίστοιχα οικονομικά μεγέθη. Διέπεται από κουλτούρα, ιδεολογία, πολιτισμό, με μακραίωνα ιστορικό υπόβαθρο, που αντανακλά εθιμοτυπικά στοιχεία ηπείρων, κρατών, περιοχών. Από πολλούς θεωρείται μορφή τέχνης όπως και τρόπος ζωής. Δικαιολογημένα λοιπόν, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον από τους ερευνητές τώρα περισσότερο από ποτέ, με τις μεταβολές των καιρικών συνθηκών να είναι ορατές πλέον και τα ερωτήματα που προκύπτουν για τη βιωσιμότητα του κλάδου εύλογα.

Το αποτύπωμα του άνθρακα των αμπελώνων έχει μελετηθεί εκτενώς σε διάφορες ερευνητικές εργασίες. Ο απώτερος στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η τεκμηρίωση της αναγκαιότητας της μείωσης των παραγομένων αέριων από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και εκμεταλλεύσεις, να παρέχει πληροφορίες για τους οργανισμούς που δραστηριοποιούνται στα θέματα που αφορούν στην κλιματική αλλαγή, στα πρότυπα και τη μεθοδολογία, ώστε μετά τη σύνοψη βιβλιογραφικών ερευνών για τα δεδομένα που έχουν προκύψει, ο αναγνώστης να αποκτήσει μια σφαιρική άποψη για τις προτεινόμενες πρακτικές διαχείρισης των αμπελώνων που συμβάλλουν στη μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα.

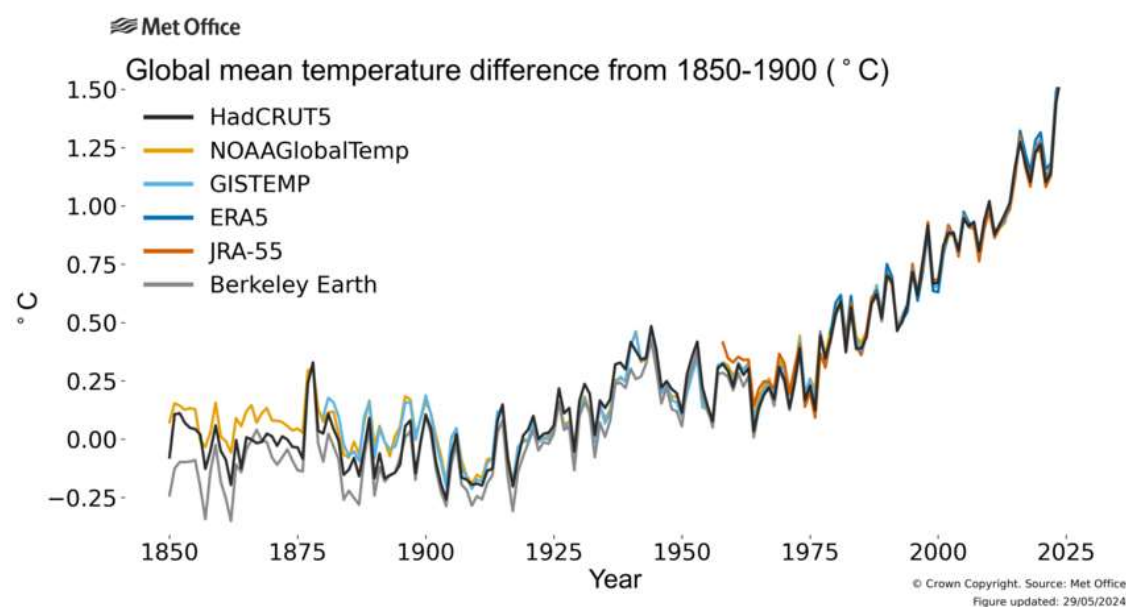
## 2 Κλιματική αλλαγή

Η ηλικία της Γης εκτιμάται στα 4,54 δισεκατομμύρια χρόνια. Το κλίμα της συνεχώς μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ιστορίας. Τα τελευταία 800.000 χρόνια υπήρξαν οκτώ κύκλοι παγετώνων, ενώ η τελευταία εποχή των παγετώνων έλαβε χώρα πριν από περίπου 11.700 χρόνια και σηματοδοτεί την αρχή της σύγχρονης κλιματικής εποχής - και την έλευση του ανθρώπινου πολιτισμού. Οι ειδικοί αποδίδουν εκείνες τις κλιματικές μικρές διακυμάνσεις στην τροχιά της Γης, οι οποίες και μετέβαλαν την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που λαμβάνει ο πλανήτης μας. (NASA, n.d.)

Ήδη από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα είχε ανακαλυφθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πρόκειται για το φυσικό μηχανισμό εκείνο κατά τον οποίο η ατμόσφαιρα της Γης συγκρατεί μέρος της ανακλώμενης ακτινοβολίας του ηλίου και έτσι συμβάλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς της. Στην ουσία, τα αέρια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα απορροφούν την μεγάλη μήκους κύματος γήινη ακτινοβολία και επανεκπέμπουν θερμική ακτινοβολία ζεσταίνοντας την επιφάνεια. Έτσι η μέση θερμοκρασία της Γης είναι περίπου 13,9°C, ενώ ελλείψει του φαινομένου του θερμοκηπίου, εκτιμάται στους -18°C. (NASA, n.d.)

### 2.1 Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

#### 2.1.1 Θερμοκρασία



Εικόνα 1 Παγκόσμια θερμοκρασία - (Πηγή [Met-Office](#))

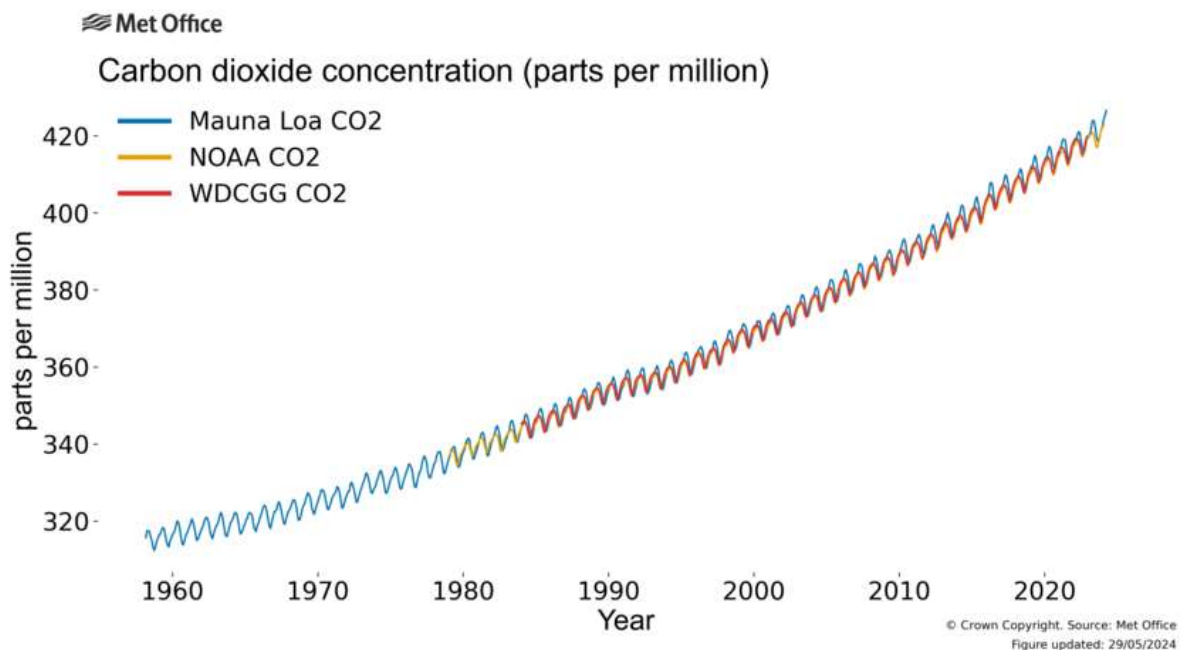
Σύμφωνα με το σύστημα δεδομένων HadCRUT5, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη τον Αύγουστο του 2023 ήταν  $1.45 \pm 0.07^{\circ}\text{C}$  υψηλότερη από τον μέσο όρο της περιόδου 1850-1900 (Εικ. 1).



Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται εκτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, που οφείλεται στην υπερσυσσώρευση των εκλυόμενων αερίων στα ανώτερα στρώματα της ατμοσφαιράς, με αποτέλεσμα την τάση ανόδου της μέσης θερμοκρασίας της Γης ως επακόλουθο της ανθρώπινης δραστηριότητας, που από τα μέσα του 20ου αιώνα προχωρά με ρυθμό πρωτοφανή. Είναι αδιαμφισβήτητο πλέον, ότι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης με εκτεταμένες και γρήγορες κλιματικές αλλαγές (Lee, et al., 2023).

### 2.1.2 Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Στο παρατηρητήριο που βρίσκεται στην κορυφή του Ηφαίστειου Mauna loa (Χαβάη), η συλλογή των δεδομένων έδειξε το Σεπτέμβριο του 2023, 418,5 **ppm CO<sub>2</sub>** (Εικ. 2). Προβιομηχανικά η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> ήταν περίπου 280 ppm (Πηγή [Met-Office](#)). **Οι εκπομπές των αερίων** από την ανθρώπινη δραστηριότητα, αυξάνονται 250 φορές περισσότερο πιο γρήγορα από ότι από τις φυσικές πηγές μετά την τελευταία εποχή των Παγετώνων. (NASA, n.d.)



Εικόνα 2 Αέρια θερμοκηπίου (Πηγή [Met-Office](#))

### 2.1.3 Καιρός

Η υπερθέρμανση του πλανήτη οδηγεί σε αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως καύσωνες και ξηρασίες, κυκλώνες, χιονοθύελλες και βροχοπτώσεις που θα συνεχίσουν να συμβαίνουν συχνότερα και με μεγαλύτερη ένταση (Πίν. 2).

**Πίνακας 2 Περιφερειακές παρατηρούμενες αλλαγές σε μια σειρά κλιματικών δεικτών από τα μέσα του 20ου αιώνα. Οι αξιολογήσεις βασίζονται σε μια σειρά «παγκόσμιων» μελετών και εκτιμήσεων (Πηγή: IPCC, 2013)**

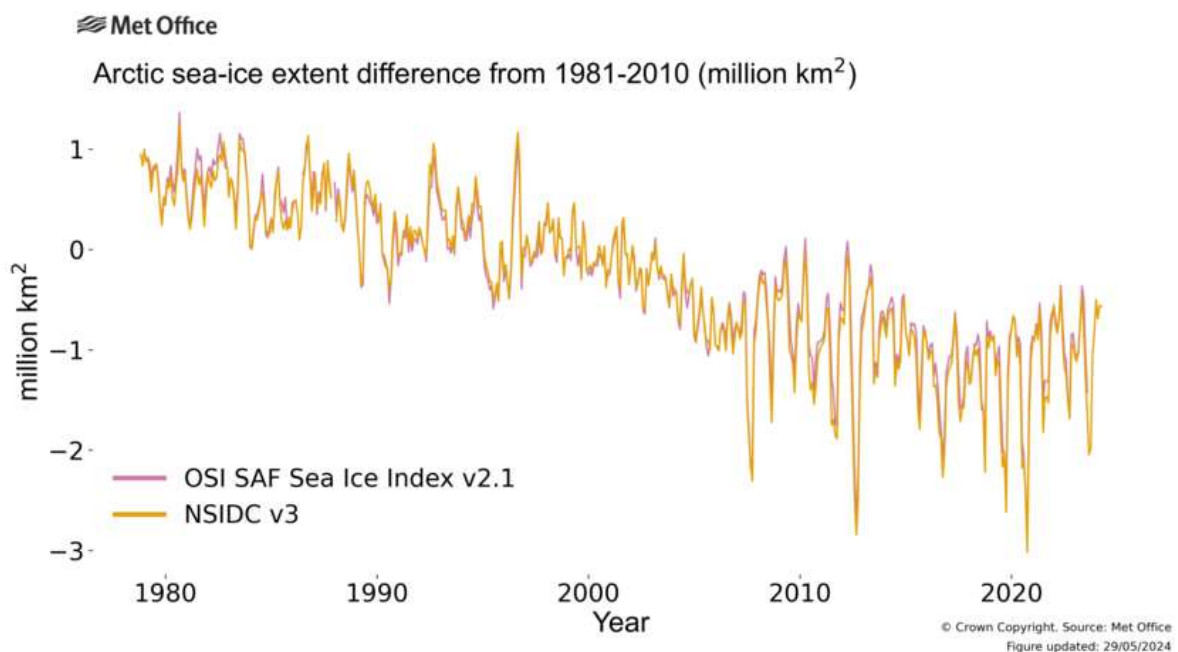
Region	Warm Days (e.g., TX90p <sup>1</sup> )	Cold Days (e.g., TX10p <sup>1</sup> )	Warm Nights (e.g., TN90p, TR <sup>2</sup> )	Cold Nights/Frosts (e.g., TN10p, FD <sup>3</sup> )	Heat Waves / Warm Spells <sup>4</sup>	Extreme Precipitation (e.g., RX1day <sup>5</sup> , R95p <sup>6</sup> , R99p <sup>6</sup> )	Dryness (e.g., CDD <sup>7</sup> ) / Drought <sup>8</sup>
North America and Central America	High confidence; Likely overall increase but spatially varying trends <sup>1,2</sup>	High confidence; Likely overall decrease but with spatially varying trends <sup>1,2</sup>	High confidence; Likely overall increase <sup>1,2</sup>	High confidence; Likely overall decrease <sup>1,2</sup>	Medium confidence; increases in more regions than decreases <sup>1,2</sup> but 1930s dominates longer term trends in the USA <sup>4</sup>	High confidence; Likely overall increase <sup>1,2</sup> but some spatial variation  High confidence; Very likely increase central North America <sup>1,2</sup>	Medium confidence; decrease <sup>9</sup> but spatially varying trends  High confidence <sup>10</sup> ; Likely decrease central North America <sup>10</sup>
South America	Medium confidence <sup>11</sup> ; Overall increase <sup>6</sup>	Medium confidence <sup>11</sup> ; Overall decrease <sup>6</sup>	Medium confidence <sup>11</sup> ; Overall increase <sup>6</sup>	Medium confidence <sup>11</sup> ; Overall decrease <sup>6</sup>	Low confidence; insufficient evidence (lack of literature) and spatially varying trends but some evidence of increases in more areas than decreases <sup>6</sup>	Medium confidence <sup>11</sup> ; Increases in more regions than decreases <sup>6,9</sup> but spatially varying trends	Low confidence; limited literature and spatially varying trends <sup>9</sup>
Europe and Mediterranean	High confidence; Likely overall increase <sup>11,12</sup>	High confidence; Likely overall decrease <sup>11,12</sup>	High confidence; Likely overall increase <sup>11,12</sup>	High confidence; Likely overall decrease <sup>11,12</sup>	High confidence <sup>11</sup> ; Likely increases in most regions <sup>11,12</sup>	High confidence <sup>11,12</sup> ; Likely increases in more regions than decreases <sup>11,12,14</sup> but regional and seasonal variation	Medium confidence; spatially varying trends  High confidence <sup>11</sup> ; Likely increase in Mediterranean <sup>11,14</sup>
Africa and Middle East	Low to medium confidence <sup>14</sup> ; limited data in many regions but increases in most regions assessed  Medium confidence <sup>15</sup> ; increase North Africa and Middle East <sup>14,16</sup>  High confidence <sup>15</sup> ; Likely increase southern Africa <sup>17,17,18</sup>	Low to medium confidence <sup>14</sup> ; limited data in many regions but decreases in most regions assessed  Medium confidence <sup>15</sup> ; decrease North Africa and Middle East <sup>14,16</sup>  High confidence <sup>15</sup> ; Likely decrease southern Africa <sup>17,17,18</sup>	Medium confidence <sup>14</sup> ; limited data in many regions but increases in most regions assessed  Medium confidence <sup>15</sup> ; increase North Africa and Middle East <sup>14,16</sup>  High confidence <sup>15</sup> ; Likely increase southern Africa <sup>17,17,18</sup>	Medium confidence <sup>14</sup> ; limited data in many regions but decreases in most regions assessed  Medium confidence <sup>15</sup> ; decrease North Africa and Middle East <sup>14,16</sup>  High confidence <sup>15</sup> ; Likely decrease southern Africa <sup>17,17,18</sup>	Low confidence <sup>6</sup> ; insufficient evidence (lack of literature)  Medium confidence; increase in North Africa and Middle East and southern Africa <sup>19,20,20</sup>	Low confidence <sup>6</sup> ; insufficient evidence and spatially varying trends  Medium confidence <sup>15</sup> ; increases in more regions than decreases in southern Africa but spatially varying trends depending on index <sup>17,17</sup>	Medium confidence <sup>6</sup> ; increase <sup>19,20,20</sup>  High confidence <sup>15</sup> ; Likely increase in West Africa <sup>21,24</sup> although 1970s Sahel drought dominates the trend
Asia (excluding South-east Asia)	High confidence <sup>21</sup> ; Likely overall increase <sup>22,23,24,24,25,25</sup>	High confidence <sup>21</sup> ; Likely overall decrease <sup>27,28,28,30,31,31</sup>	High confidence <sup>21</sup> ; Likely overall increase <sup>27,28,28,30,31,31</sup>	High confidence <sup>21</sup> ; Likely overall increase <sup>27,28,28,30,31,31</sup>	Medium confidence <sup>21</sup> ; Spatially varying trends and insufficient data in some regions  High confidence <sup>21</sup> ; Likely more areas of increases than decreases <sup>32,32</sup>	Low to medium confidence <sup>21</sup> ;  Low confidence due to insufficient evidence or spatially varying trends.  Medium confidence; increases in more regions than decreases <sup>33,33,34</sup>	Low to medium confidence <sup>21</sup> ;  Medium confidence; Increase in eastern Asia <sup>35,37</sup>
South-east Asia and Oceania	High confidence <sup>37</sup> ; Likely overall increase <sup>37,38,38,40</sup>	High confidence <sup>37</sup> ; Likely overall decrease <sup>37,38,38</sup>	High confidence <sup>37</sup> ; Likely overall increase <sup>37,38,38,40</sup>	High confidence <sup>37</sup> ; Likely overall decrease <sup>37,38,38</sup>	Low confidence (due lack of literature) to high confidence <sup>37</sup> depending on region  High confidence <sup>37</sup> ; Likely overall increase in Australia <sup>37,41</sup>	Low confidence (lack of literature) to high confidence <sup>37</sup>  High confidence; Likely decrease in southern Australia <sup>42</sup> but index and season dependent	Low to medium confidence <sup>37</sup> ; inconsistent trends between studies in SE Asia. Overall increase in dryness in southern and eastern Australia <sup>38,38</sup>  High confidence <sup>37</sup> ; Likely decrease northwest Australia <sup>38,38,44</sup>

Οι περιοχές που είναι ξηρές τώρα, θα γίνουν γενικά ακόμη πιο ξηρές, ενώ οι περιοχές

με περισσότερες βροχοπτώσεις, θα γίνουν ακόμη πιο υγρές. Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες θα εντείνουν τον κύκλο του νερού της Γης, αυξάνοντας την εξάτμιση. Η αυξημένη εξάτμιση θα οδηγήσει σε συχνότερες και έντονες βροχοπτώσεις και στον αντίποδα θα προκαλέσει εκτεταμένες ξηρασίες σε ορισμένες περιοχές. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως για παράδειγμα τυφόνες, κυκλώνες, πλημμύρες, καύσωνες θα εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα, διάρκεια και ένταση. (EPA, n.d.).

#### 2.1.4 Λιώσιμο των Πάγων

Είναι η πιο γνωστή επίπτωση της κλιματικής αλλαγής. Έχουν γίνει πολλές έρευνες και έχει ληφθεί πληθώρα φωτογραφιών από μετεωρολογικούς δορυφόρους, που αποδεικνύεται η σταδιακή μείωση των εκτάσεων των παγετώνων στη Γροιλανδία και την Ανταρκτική. Μια απότομη κατάρρευση των πάγων, θα οδηγούσε σε άνοδο της στάθμης της θάλασσας και σε μείωση της αλατότητας των ωκεανών σε τοπικό επίπεδο. Το εφιαλτικό αυτό σενάριο, σύμφωνα με τους ειδικούς, θα ήταν μη αναστρέψιμο, ενδεχομένως ακόμα και σε περίοδο χιλιετιών (ESA, n.d.)



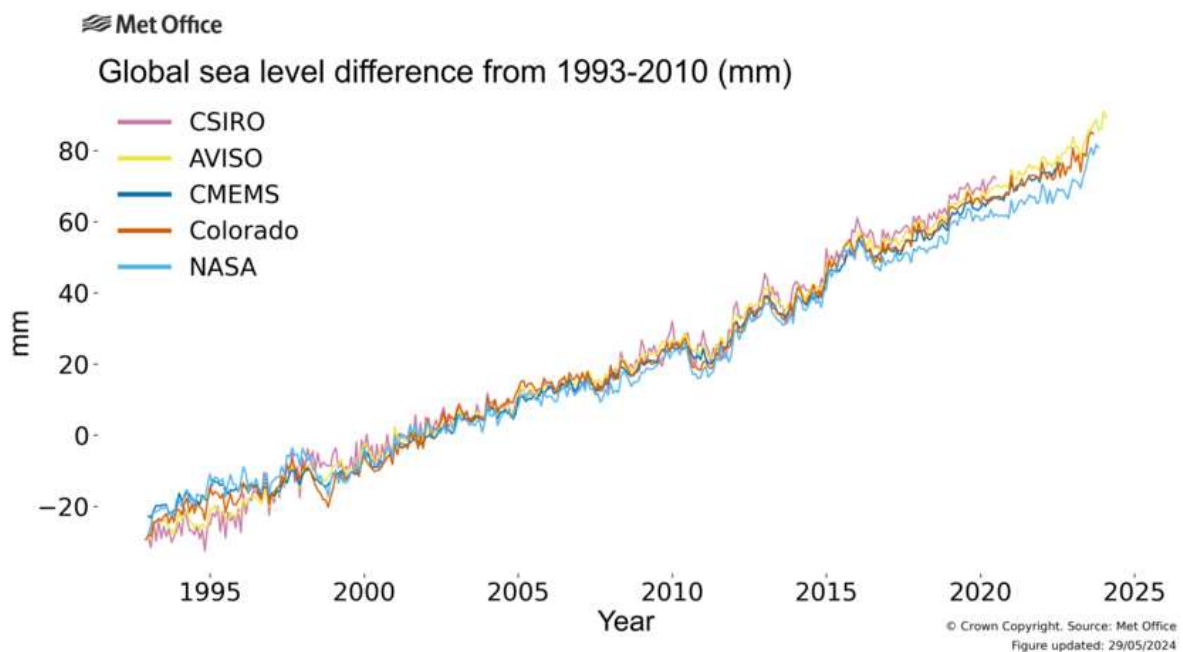
**Εικόνα 3 Έκταση θαλασσίων πάγων Αρκτικής (Πηγή Met-Office)**

Οι επιστήμονες, μπόρεσαν να συλλέξουν πληροφορίες, μελετώντας πυρήνες πάγου από τη Γροιλανδία, την Ανταρκτική και τους παγετώνες των τροπικών βουνών που δείχνουν ότι το κλίμα της Γης μεταβάλλεται ανάλογα με τα επίπεδα αερίων του θερμοκηπίου. Η συλλογή δεδομένων από τους παγετώνες, ξεκίνησε ουσιαστικά στη δεκαετία του 1980, διότι τότε αναπτυχθήκαν οι δορυφορικές παρατηρήσεις (Εικ. 3). Η έκταση των πάγων της

Αρκτικής τον Σεπτέμβριο του 2023 έδειξε μείωση όγκου της τάξης των 2 εκατ. km<sup>2</sup> σύμφωνα με το κέντρο Δεδομένων NSIDC v3 (Πηγή [Met-Office](#)). Άλλες πληροφορίες επίσης, μπορούν να βρεθούν σε ιζήματα ωκεανών, δακτυλίους των δέντρων, κοραλλιογενείς υφάλους και στρώματα ιζηματογενών πετρωμάτων.

### 2.1.5 Θάλασσα και Ωκεανοί

Από το 1901 έως και το 2018, η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας αυξήθηκε κατά 15–25 cm (Εικ. 4). Με το λιώσιμο των πάγων και τη διαστολή των νερών λόγω θερμοκρασιών, εκτιμάται ότι θα ανεβεί η στάθμη των θαλασσών τόσο, ώστε πολλές παράκτιες περιοχές να καθίστανται μη κατοικήσιμες με ταυτόχρονη εγκατάλειψη πολλών καλλιεργειών. Οι ειδικοί λένε ότι η αύξηση της στάθμη θα είναι της τάξης των 3,7 mm ετησίως.

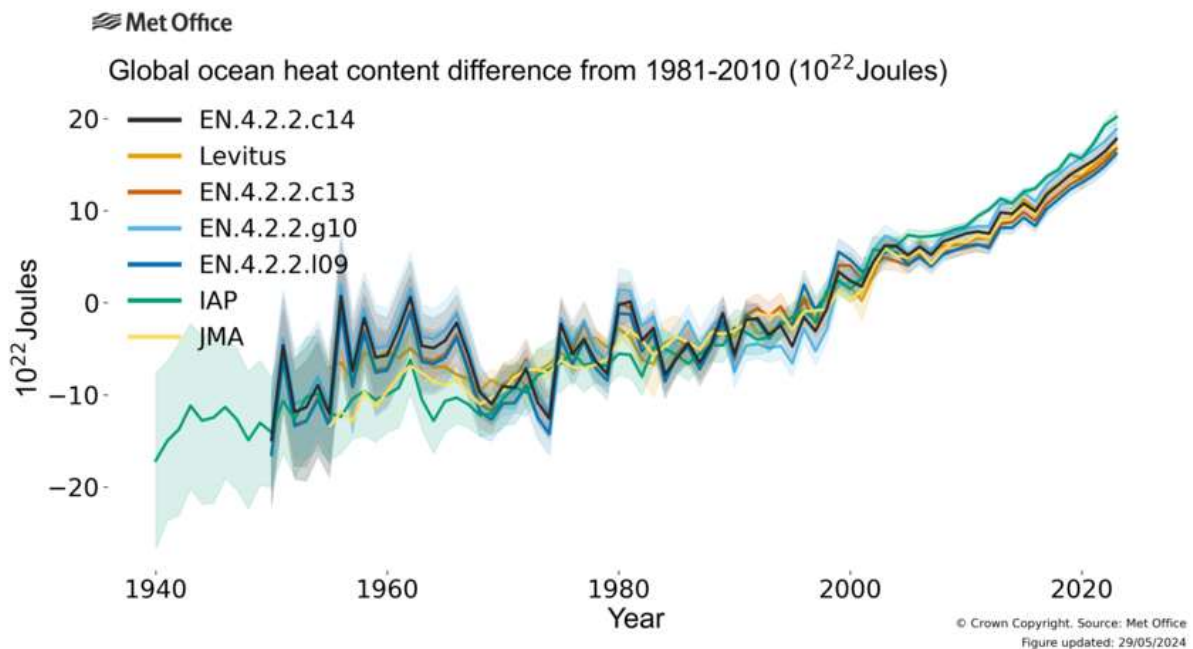


**Εικόνα 4 Η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας (Πηγή [Met-Office](#))**

Η «Μεσημβρινή Ανατροπή της Κυκλοφορίας» γνωστή ως Atlantic Meridional Overturning Circulation - (AMOC), περιγράφει την διαδρομή των θαλασσιών ρευμάτων των ωκεανών που ρυθμίζουν τόσο τη θερμοκρασία, όσο και τη σύσταση τους. Η (AMOC) επιβραδύνεται, με αποτέλεσμα η εξισορρόπηση των θερμοκρασιών και σύστασης των ωκεανών μέσω της ανταλλαγής των ρευμάτων, να καθυστερεί, με αρνητικές επιπτώσεις στο κλίμα και τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

Τα τελευταία επτά χρόνια ήταν τα θερμότερα επτά χρόνια που έχουν καταγραφεί (Πηγή [Met-Office](#)). Τον Ιούνιο του 2023 με το σύστημα συλλογής δεδομένων Levitus η

περικλειόμενη **θερμότητα των Ωκεανών** μετρήθηκε στα  $16.3 \times 10^{22}$  Joules (Εικ. 5). Η μακροχρόνια θέρμανση των ωκεανών αποτελεί σημαντική συμβολή στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Πηγή [Met-Office](#)).



**Εικόνα 5** Θερμότητα Ωκεανών (Πηγή [Met-Office](#))

Όσο αυξάνεται η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, τόσο αυξάνεται και η απορρόφησή του από τους ωκεανούς. Έτσι σταδιακά, δια μέσου της μετατροπής του διοξειδίου του άνθρακα σε ανθρακικό οξύ, αυξάνεται η συγκέντρωση των ιόντων  $H^+$  με αποτέλεσμα την αύξηση του pH και την **οξίνιση των ωκεανών**, κάτι που έχει αρνητική επίδραση στους ζώντες οργανισμούς. Το 1751 το pH των ωκεανών ήταν 8,25 ενώ το 2020 ήταν 8,1 ( Oliver, et al., 2021).

### 2.1.6 Χλωρίδα και Πανίδα

Μεγάλες θα είναι και οι επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, οπού τα ακραία φαινόμενα θα είναι εντονότερα. Οι διαφοροποιήσεις του Μέσο - μικρο κλίματος μιας περιοχής, σημαίνει και αναπροσαρμογή στις καινούριες συνθήκες των φυτών και των ζώντων οργανισμών. Η έντονη ξηρασία από παρατεταμένους καύσωνες για παράδειγμα σε περιοχές όπου υπάρχει ήδη λειψυδρία, σταδιακά θα καταστήσει το περιβάλλον αφιλόξενο για τα φυτά, τα φυτοφάγα και σαρκοφάγα ζώα. Είναι γνωστό ότι η διάρρηξη της τροφικής αλυσίδας έχει τεράστιες επιπτώσεις στο οικοσύστημα (Seneviratne , et al., 2012).

## 2.1.7 Επιπτώσεις στον άνθρωπο

### 2.1.6.1 Οικονομικές

Οι κοινωνίες προσαρμόζονται και αναπτύσσονται ανάλογα με τις υπάρχουσες κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής. Οι υποδομές και εκμεταλλεύσεις εναρμονίζονται με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες με στόχο την ανάπτυξη, την κερδοφορία και την κοινωνικοοικονομική ευμάρεια (EU, 2023). Χώρες-περιοχές όπως η Ελλάδα που παραδοσιακά στηρίζονται σε αγροτικές, κτηνοτροφικές, τουριστικές κ.α εκμεταλλεύσεις, σε ενδεχόμενη κλιματική αλλαγή, θα πρέπει να αναπροσαρμόσουν, να αλλάξουν ή ακόμα και να εγκαταλείψουν υπάρχουσες υποδομές και εθνική οικονομική στρατηγική. Όπως καταλαβαίνουμε το οικονομικό πλήγμα θα είναι τεράστιο.

### 2.1.6.2 Μεταναστευτικό

Ήδη αποτελεί ένα μεγάλο και δυσεπίλυτο πρόβλημα για τον πλανήτη. Οι κλιματικοί, περιβαλλοντικοί μετανάστες, τα επόμενα 40 χρόνια θα απαριθμούνται σε 25 εκατ-1 δις άτομα. Εάν υπολογίσουμε και τις μετακινήσεις πληθυσμών από άλλα αίτια, όπως οικονομικά, πόλεμοι κ.α., είναι βέβαιο ότι το πρόβλημα θα γιγαντωθεί με τεράστιες κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις. Οι αναπτυγμένες και βορειότερες χώρες, θα δεχθούν τις περισσότερες εισροές, όπως είναι φυσικό. (IOM, n.d.)

### 2.1.6.3 Υγεία

Η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα, κρούει τον κώδωνα του κίνδυνου για τις επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου από την κλιματική αλλαγή. Μεταξύ του 2030 και του 2050 θα προκληθούν 250.000 επιπλέον θάνατοι ετησίως. Η κλιματική αλλαγή θα αποτελέσει τη μεγαλύτερη απειλή για την υγεία (Hales, et al., 2014). Ενδεικτικά :

- Οι υψηλές θερμοκρασίες και οι εκτεταμένες πυρκαγιές ευνοούν τις συγκεντρώσεις των ρύπων και αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Το 2015, από τα αιωρούμενα σωματίδια καταγράφηκαν 2,9 εκατομμύρια πρόωροι θάνατοι αποδιδόμενοι σε καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα
- Τα αυξημένα επίπεδα CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα καθώς και η επιμήκυνση των υψηλών εποχικών θερμοκρασιών, επιμηκύνουν την γυρεοφόροι των αλλεργιογόνων φυτών, άρα και την ποσότητα των γυρεόκοκκων στην ατμόσφαιρα. Ως συνέπεια, η αύξηση των χρόνιων αναπνευστικών παθήσεων και επεισοδίων του άσθματος (D'Amato G. *et al.*, 2002).
- Σε περιοχές όπου προβλέπεται μεγαλύτερη συχνότητα βροχοπτώσεων, είτε παρατετα-

μένων ξηρασιών οι συνέπειες είναι πολλαπλές. Το δίκτυο ύδρευσης ποσίμου νερού, μπορεί να μολυνθεί από τα νερά των πλημμυρών με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες εξάπλωσης νόσων όπως ελονοσία και διαρροϊκές νόσοι πχ σαλμονέλωση. Οι υψηλές θερμοκρασίες, συνδυαστικά, ευνοούν την ανάπτυξη κουνουπιών, φορέων πολλών λοιμωδών νόσων.

- Στον αντίποδα, η λειψυδρία από τις παρατεταμένες ξηρασίες, οδηγεί στην εγκατάλειψη των αγροτικών εκμεταλλεύσεων. Η θρεπτική αξία των παραγόμενων τροφίμων μειώνεται, με αποτέλεσμα οι άνθρωποι να υποσιτίζονται ή να προσλαμβάνουν τροφές με χαμηλότερη θρεπτική αξία.
- Οι επιπτώσεις στην ψυχική υγεία λόγω των ακραίων καιρικών φαινομένων είναι σημαντικές. Σε έρευνα που έγινε στην Αυστραλία το 2018, για πρώτη φορά φάνηκε να υπάρχει συσχετισμός της αύξησης της μέσης ανώτερης θερμοκρασίας με τα ποσοστά αυτοκτονίας στη χώρα. Ο επικεφαλής αυτής της έρευνας και διευθυντής του ινστιτούτου βιώσιμης ανάπτυξης Monash, καθηγητής Tony Caron, αναφέρει χαρακτηριστικά *«Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την υγεία όχι μόνο των Αυστραλών, αλλά και όλου του κόσμου και αυτό δεν αποτελεί ζήτημα του μέλλοντος. Ήδη συμβαίνει»* (Romanello, *et al.*, 2022).

### 3 Τα αέρια του θερμοκηπίου

Υπάρχει ένας βασικός διαχωρισμός των αέριων που έχει να κάνει με τη χημική σύσταση τους. Στις επιστήμες που ασχολούνται με την ατμόσφαιρα, ο διαχωρισμός τους γίνεται επιπροσθέτως και με την τάση αύξησης τους, που οφείλεται κυρίως στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Έτσι λοιπόν, ενώ τα φυσικά αέρια που συνέτειναν στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου και αποτέλεσαν μέρος της φυσικής ισορροπίας του πλανήτη, σήμερα είναι μέρος του προβλήματος, διότι εμφανίζονται με αυξημένες συγκεντρώσεις αλλά και αυξητικές τάσεις στην ατμόσφαιρα, πράγμα που οφείλεται στις ανθρωπογενείς εκπομπές που προκαλούν το ενισχυμένο φαινόμενο.

#### 3.1 Φυσικό φαινόμενο

Τα αέρια που συμβάλουν στη δημιουργία του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί ( $H_2O$ ), το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ), το μεθάνιο ( $CH_4$ ), το οξειδίου του αζώτου ( $N_2O$ ). Αυτά λέγονται και φυσικά αέρια, διότι συντείνουν στη θέρμανση του πλανήτη, επιτρέποντας την ηλιακή ακτινοβολία να φθάσει στην επιφάνεια της Γης ενώ ταυτόχρονα απορροφούν την εξερχόμενη υπέρυθη ακτινοβολία, παγιδεύοντας τη θερμική ενέργεια στο σύστημα επιφάνειας-ατμόσφαιρας (Jain, P.C. 1993).

#### 3.2 Το ενισχυμένο φαινόμενο

Είναι η πρόσθετη ακτινοβολία που προκύπτει από αυξημένες συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου που προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα κύρια αέρια του θερμοκηπίου των οποίων οι συγκεντρώσεις αυξάνονται είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ), το μεθάνιο ( $CH_4$ ), το οξείδιο του αζώτου ( $N_2O$ ), οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) (Jain, P.C. 1993). Συγκεκριμένα:

- **Διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ):** Το διοξείδιο του άνθρακα έχει την μεγαλύτερη συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα της Γης. Εκπέμπεται από τη καύση ορυκτών καυσίμων, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, καθώς και από φυσικές πηγές, όπως η αποσύνθεση φυτών και ζώων.
- **Μεθάνιο ( $CH_4$ ):** Το μεθάνιο αποτελεί έναν αρκετά επιβαρυντικό παράγοντα και προέρχεται από τη γεωργία, την κτηνοτροφία και τις χωματερές
- **Υποξείδιο του αζώτου ( $N_2O$ ):** Το οξείδιο του αζώτου προέρχεται από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, την κτηνοτροφία και την καύση ορυκτών καυσίμων.
- **Οζόν ( $O_3$ ):** Το όζον βρίσκεται στην τροπόσφαιρα, τη χαμηλότερη στρώση της



ατμόσφαιρας. Εκπέμπεται από τη διάσπαση των οξυγονούχων ρύπων, όπως οι οξειδωμένες ενώσεις του αζώτου και του άνθρακα.

- Οι **υδροφθοράνθρακες (HFCs)**: Είναι η πιο κοινή μεγαλύτερη ομάδα φθοριούχων αερίων. Χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά μέσα σε συσκευές ψύξης, κλιματισμού και αντλιών θερμότητας, επίσης ως παράγοντες διόγκωσης αφρωδών υλικών, σε αερολύματα και ως διαλύτες.
- Οι **υπερφθοράνθρακες (PFCs)**: χρησιμοποιούνται συνήθως στον τομέα των ηλεκτρονικών, των καλλυντικών και τη φαρμακευτική βιομηχανία. Οι υπερφθοράνθρακες χρησιμοποιούνταν επίσης σε πυροσβεστήρες.
- Το **εξαφθοριούχο θείο (SF<sub>6</sub>)**: χρησιμοποιείται κυρίως ως μονωτικό αέριο, σε διακόπτες υψηλής τάσης καθώς και στην παραγωγή μαγνησίου και αλουμινίου.

Τα παραπάνω αέρια έχουν διαφορετική διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα και διαφορετική ικανότητα να απορροφούν θερμότητα. Το διοξείδιο του άνθρακα (**CO<sub>2</sub>**), το μεθάνιο (**CH<sub>4</sub>**) και το οξείδιο του αζώτου (**N<sub>2</sub>O**) είναι τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου, καθώς έχουν την μεγαλύτερη διάρκεια βιοδιάσπασης και υψηλή ικανότητα απορρόφησης θερμότητας (Mowery, L. 2023).

## 4 Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη

Το **αποτύπωμα άνθρακα** αναφέρεται στον συνολικό όγκο του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας και εκμεταλλεύσεων και αντιπροσωπεύει τη συνεισφορά του ανθρώπου στην αύξηση των επιπέδων του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και την αρνητική συμβολή του στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αποτελεί ουσιαστικά έναν όρο που απλουστεύει και συντελεί στην κατανόηση της πολυπλοκότητας του φαινομένου. Έτσι, χρησιμοποιείται ως αναφορά για τη μέτρηση της επίδρασης μιας δραστηριότητας ή ενός οργανισμού στην κλιματική αλλαγή. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση της επίδρασης διαφορετικών τρόπων ζωής ή επιλογών κατανάλωσης. (Selin, N.E. 2023)

Το **δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη** (Global Warming Potential - **GWP**), είναι ένα μέτρο που χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση της σχετικής επίδρασης διαφορετικών αερίων θερμοκηπίου (Greenhouse gases - GHG) στην υπερθέρμανση του πλανήτη για περίοδο, συνήθως 100 ετών. Είναι μια μέτρηση που βασίζεται σε ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>-eq) και μας βοηθά να συγκρίνουμε το δυναμικό θέρμανσης των διαφόρων αερίων του θερμοκηπίου εκφράζοντας το ως το θερμαντικό δυναμικό του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ([Eurostat- Statistics Explained](#)). Συνεπώς, το CO<sub>2</sub> έχει θεσπιστεί ως το αέριο αναφοράς, και ορίζεται ότι έχει δυναμικό θέρμανσης (GWP<sub>100</sub> - Global Warming Potential) του πλανήτη ίσο με 1.

### 4.1 Μεθοδολογία υπολογισμού

Ο υπολογισμός του γίνεται με το **ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα** (carbon dioxide equivalent - **CO<sub>2</sub>-eq**). Κατά την υπολογισμό του ισοδυνάμου άνθρακα, τα αέρια του θερμοκηπίου που προκαλούνται από εκπομπές (όπως το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου) μετρούνται και στη συνέχεια μετατρέπονται σε ισοδύναμη ποσότητα CO<sub>2</sub> βάσει της ικανότητάς τους να παγιδεύουν θερμότητα σε σύγκριση με το CO<sub>2</sub>. (Gillenwater, M. 2023)

Προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί η επίδραση των αερίων έχουν δημιουργηθεί διάφοροι δείκτες. Συχνότερα εμφανίζονται οι παραλλαγές του GWP<sub>100</sub>. Το **GWP<sub>20</sub>**, δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη σε ορίζοντα 20 ετών, το **GTP<sub>100</sub>** (Global Temperature change Potential - Παγκόσμιο δυναμικό μεταβολής θερμοκρασίας σε ορίζοντα 100 ετών) και το **GWP\***, δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη σε βάθος 100 ετών που ως μέσο αναφοράς έχει το μεθάνιο (AHDB.). Μέχρι και σήμερα, η διακυβερνητική επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος (IPCC), έχει υιοθετήσει επίσημα το δείκτη GWP<sub>100</sub> (AHDB), χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι έρευνες με τους άλλους δείκτες αναφοράς, δεν είναι αποδεκτές. Ως αέριο

αναφοράς, το CO<sub>2</sub> έχει GWP<sub>100</sub>. Αυτό σημαίνει ότι σε χρονικό ορίζοντα 100 ετών, η επίδραση θέρμανσης ενός τόνου CO<sub>2</sub> είναι 1 μονάδα GWP. Τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου έχουν διαφορετική θερμαντική ικανότητα και χρόνο βιοδιάσπασης. Το GWP ποσοτικοποιεί τον αντίκτυπό τους, συγκρίνοντάς αυτά με το CO<sub>2</sub> σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο. Αν για παράδειγμα, το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) έχει 28 μονάδες GWP, ενώ το υποξείδιο του αζώτου N<sub>2</sub>O έχει 265, οι εκπομπές 28 και 265 εκατ. μετρικών τόνων του CO<sub>2</sub>, ισοδυναμούν με έκλυση 1 εκατ. μετρικών τόνων CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O αντίστοιχα (Glossary, n.d.).

**Πίνακας 3** Δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη για αέρια θερμοκηπίου-Χρονικός ορίζοντας 100 ετών (Πηγή: [Global warming potentials](#))

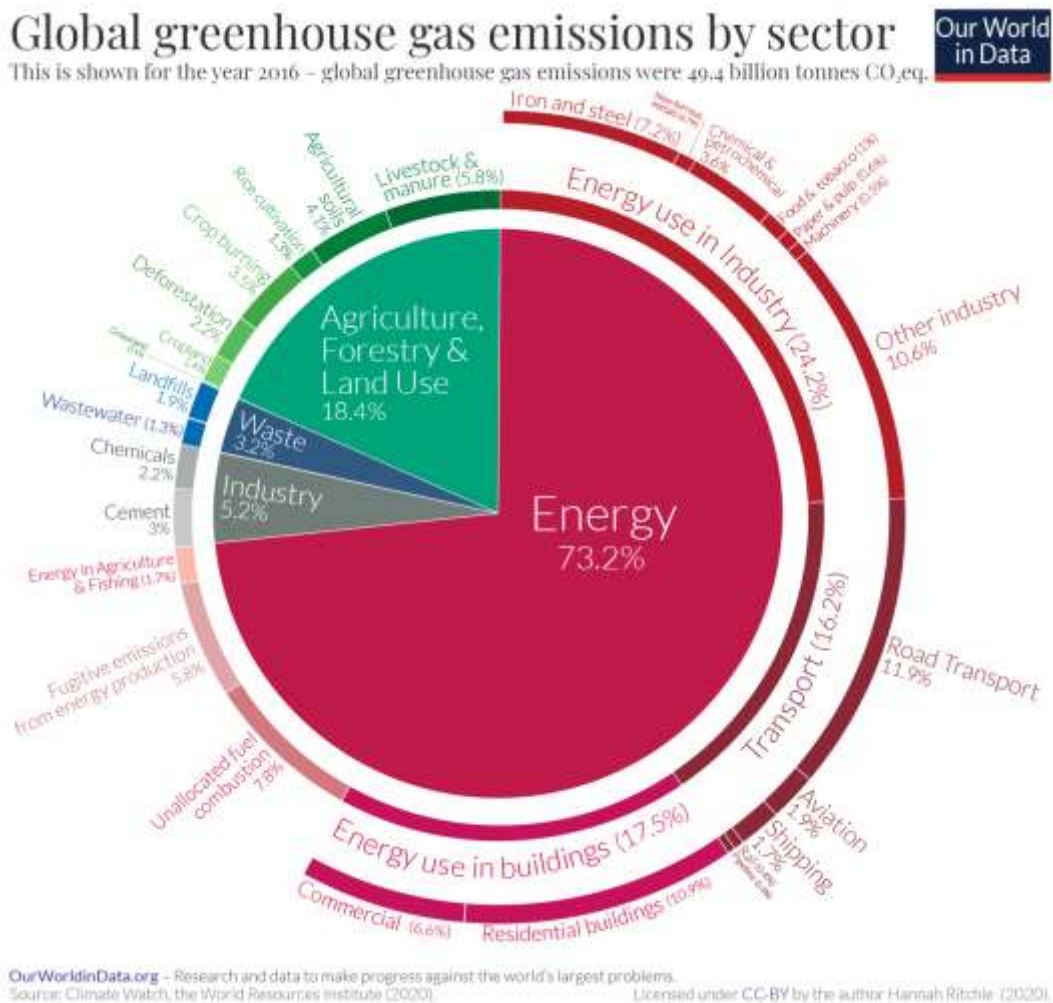
Greenhouse Gas	Formula	<u>Fifth Assessment Report</u>
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	1
Methane	CH <sub>4</sub>	28
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	265
Sulphur hexafluoride	SF <sub>6</sub>	23500
Nitrogen trifluoride	NF <sub>3</sub>	16100

**Πίνακας 4** Διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα GWP100 αερίων θερμοκηπίου (Πηγή: Han *et al.* 2009)

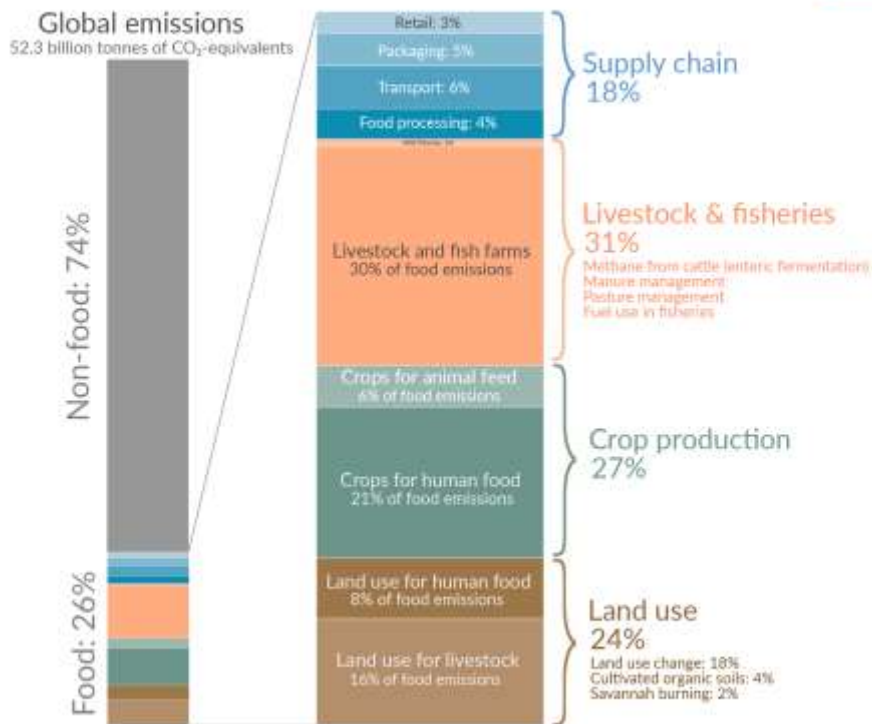
Greenhouse gases	Atmospheric lifetime (year)	GWP <sub>100</sub>
CO <sub>2</sub>	50-200	1
CF <sub>4</sub>	50000	6500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10000	9200
SF <sub>6</sub>	3200	23900
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	2600-7000	7000
CHF <sub>3</sub>	250-390	11700
C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	3200	8700
CH <sub>4</sub>	12	21
N <sub>2</sub> O	120	310
NF <sub>3</sub>	50-740	8000

## 5 Εκμεταλλεύσεις και παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου

Τα αριθμητικά μεγέθη των εκπομπών των αερίων ανά εκμετάλλευση δεν είναι απολύτως ακριβή, διότι ο υπολογισμός τους εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων, στοιχείων όπως και διαφορετικών προσεγγίσεων. Συνεπώς σημασία έχει η τάξη των μεγεθών των πληροφοριών και όχι οι απόλυτοι αριθμοί. Σύμφωνα με την Ritchie (2020), παγκοσμίως εκπέμπονται περίπου 50 δισεκατομμύρια τόνοι αερίων θερμοκηπίου ετησίως, όπου σχεδόν τα 3/4 (73,2%) των εκπομπών προέρχονται από τη χρήση της ενέργειας, σχεδόν το 1/5 (18,4%) από τη γεωργία και τη χρήση γης (Εικ. 6), το οποίο αυξάνεται στο 1/4 (26%) όταν συμπεριλάβουμε και τον τομέα των τροφίμων στο σύνολό του (ψύξη, επεξεργασία, συσκευασία και μεταφορά) (Εικ. 7) και το υπόλοιπο 8,5% από τη βιομηχανία και τα απόβλητα.



Εικόνα 6 Παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά τομέα (Πηγή: Ritchie, H. 2020)



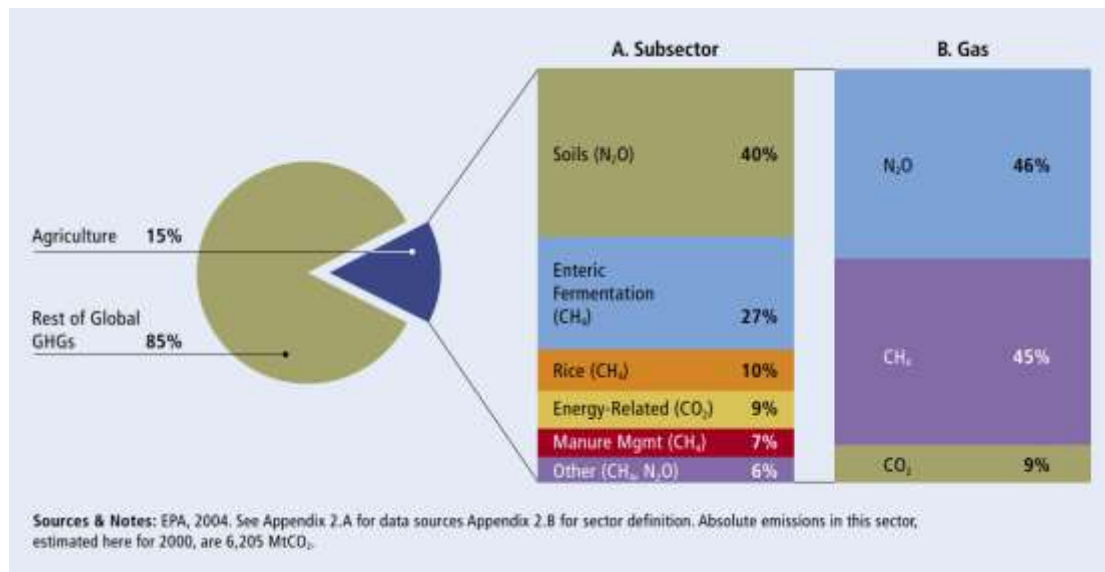
Εικόνα 7 Παγκόσμιες εκπομπές αέριων θερμοκηπίου από την παραγωγή τροφίμων (Πηγή: Ritchie, H. 2019)

## 5.1 Γεωργία, κτηνοτροφία, δασοκομία και χρήση γης

Οι εκπομπές αερίων που προέρχονται από την παραγωγή των αγροτικών και κτηνοτροφικών προϊόντων του πρωτογενή τομέα κατανέμεται περίπου ομοιόμορφα μεταξύ CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O (περίπου 45% το καθένα), με το CO<sub>2</sub> από την καύση ορυκτών καυσίμων και τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που αντιπροσωπεύει το υπόλοιπο μερίδιο (Εικ. 8). Σε επίπεδο δραστηριότητας, η μεγαλύτερη γεωργική πηγή είναι η διαχείριση των εδαφών (40% του συνόλου του κλάδου), όπου οι εκπομπές προκύπτουν από συγκεκριμένες πρακτικές άροσης και καλλιέργειας, όπως η εφαρμογή λιπασμάτων.

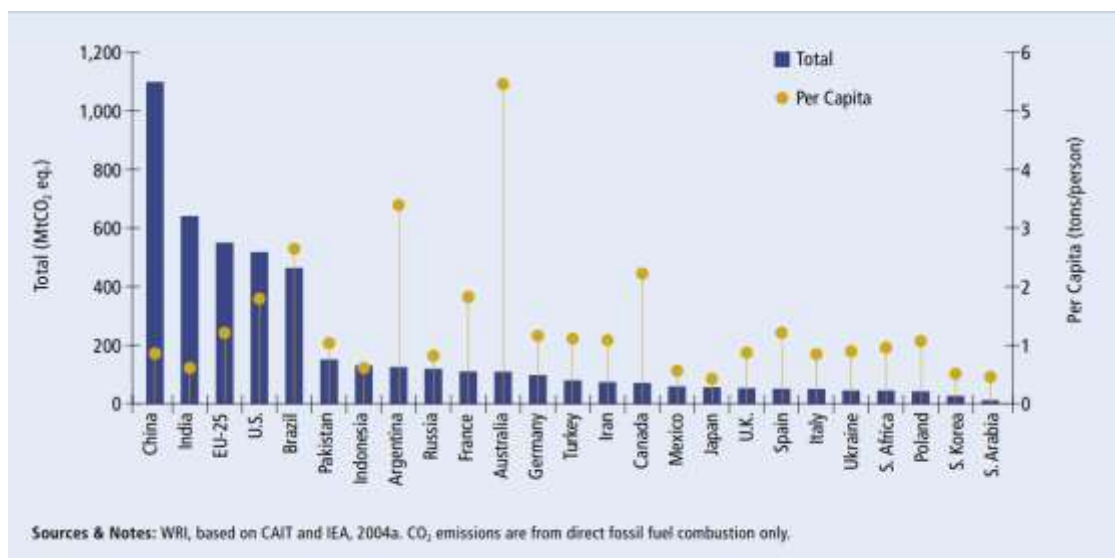
Η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή είναι οι εκπομπές μεθανίου (CH<sub>4</sub>) από τα ζώα (27% του συνόλου της γεωργίας), το οποίο είναι υποπροϊόν της κανονικής διαδικασίας πέψης των βοοειδών και άλλων ζώων.

Άλλες σημαντικές γεωργικές πηγές είναι η καλλιέργεια ρυζιού στους υδροτόπους (CH<sub>4</sub>) και η διαχείριση της κοπριάς (CH<sub>4</sub>). Η γεωργία συμβάλλει επίσης στο CO<sub>2</sub> μέσω της εκκαθάρισης της γης και της καύσης βιομάζας.



**Εικόνα 8** Αέρια του θερμοκηπίου από τη γεωργία (Πηγή Baumert *et al.* 2005)

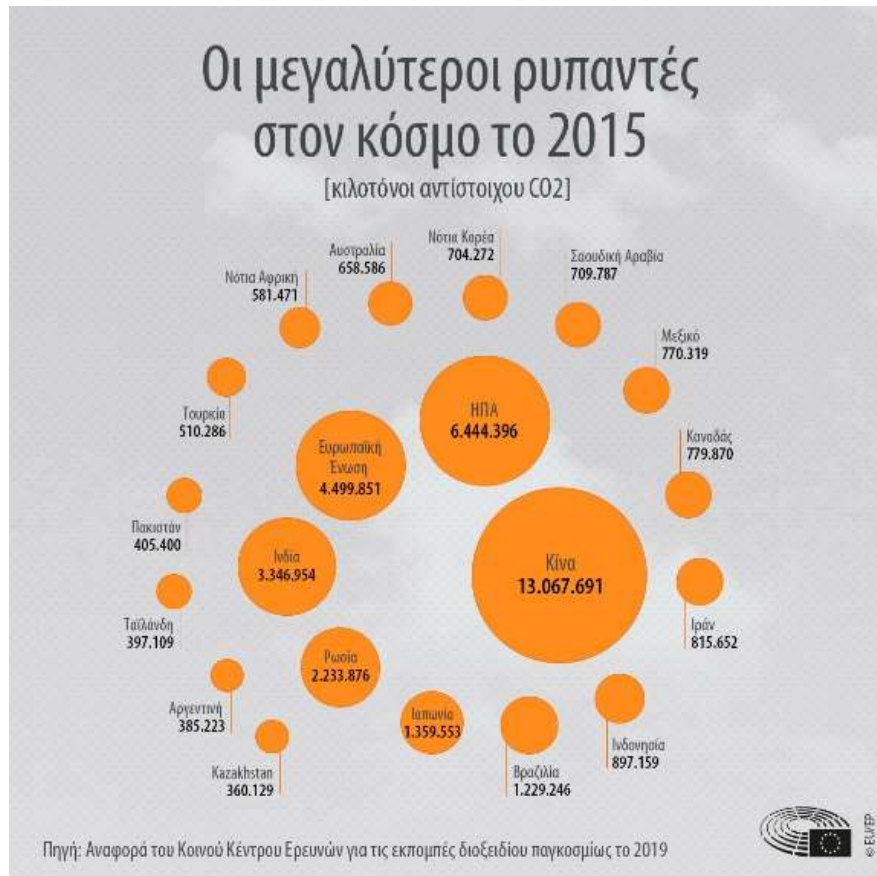
Οι χώρες που ευθύνονται για το 72% τοις εκατό των παγκόσμιων εκπομπών από τη γεωργία είναι η Κίνα και η Ινδία, οι οποίες αντιπροσωπεύουν μαζί το 29% του παγκόσμιου συνόλου (Εικ. 9). Οι Ηνωμένες Πολιτείες, η ΕΕ-25 και η Βραζιλία μαζί αντιπροσωπεύουν ένα άλλο 25%. Όλες οι άλλες χώρες χωριστά αποτελούν λιγότερο από το 2% του παγκόσμιου συνόλου.



**Εικόνα 9** CO<sub>2</sub> από τη Γεωργία, Σύνολο και κατά κεφαλήν (Πηγή Baumert *et al.* 2005)

Η σημασία της γεωργίας για τις εθνικές οικονομίες διαφέρει πολύ μεταξύ των χωρών. Στην **Ινδία**, την **Κίνα** και την **Ινδονησία**, η γεωργία αποτελεί μεταξύ 15% και 23% του ΑΕΠ και αποτελεί πηγή απασχόλησης για το 1/2 – 2/3 του εργατικού δυναμικού. Στις βιομηχανικές χώρες, αντίθετα, η γεωργία κυμαίνεται μεταξύ 1% και 4% του ΑΕΠ και του εργατικού δυναμικού. Ομοίως, οι τεχνικές και οι διαδικασίες της γεωργίας ποικίλλουν πολύ, όχι μόνο

ανάλογα με την καλλιέργεια ή τον τύπο του ζωικού κεφαλαίου, αλλά ανάλογα με τα τοπικά οικοσυστήματα, την ποιότητα του εδάφους, τη διαθεσιμότητα εργασίας και τα έθιμα. Ωστόσο, ορισμένες γεωργικές πρακτικές όπως οι τεχνικές καλλιέργειας (για παράδειγμα, η μη άροση), η αλλαγή καλλιεργειών και οι πρακτικές άρδευσης μπορεί να είναι μεταβιβάσιμες.



**Εικόνα 10** Χώρες με τις υψηλότερες εκπομπές αερίων στον κόσμο το 2015 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο 2023)

Τα αγροτικά προϊόντα διακινούνται σε μεγάλο βαθμό. Το 2003, το παγκόσμιο εμπόριο γεωργικών προϊόντων ανήλθε συνολικά σε 674 δισεκατομμύρια δολάρια, που αντιστοιχεί στο 9% του συνολικού παγκόσμιου εμπορίου. Το επίπεδο του εμπορίου στη γεωργία οδηγεί σε δυσκολίες απόδοσης ευθύνης, καθώς η κατανάλωση τροφίμων στις χώρες εισαγωγής είναι έμμεσα υπεύθυνη για τις γεωργικές εκπομπές στις χώρες εξαγωγής τροφίμων. Επιπλέον, η μέτρηση των εκπομπών στον τομέα της γεωργίας είναι προβληματική. Οι μεθοδολογίες βασίζονται σε εκτιμήσεις για τη συγκομιδή των καλλιεργειών, τα επίπεδα αρδευόμενης γης και τον αριθμό των ζώων. Η ακρίβεια αυτών των δεικτών και οι παράγοντες εκπομπής τους είναι συχνά αβέβαιοι, ειδικά για τις αναπτυσσόμενες χώρες με μεγάλη γεωργική παραγωγή.

## 6 Οργανισμοί

Η καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα οργανισμών και οργανώσεων, καθένας από τους οποίους διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην αντιμετώπιση αυτής της παγκόσμιας πρόκλησης. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές κατηγορίες φορέων, ανάλογα με την νομοθετική τους ισχύ, το πεδίο και αντικείμενο δράσης κ.α. Οι οργανισμοί μπορεί να είναι, διεθνείς, κυβερνητικοί, μη κυβερνητικοί, διακυβερνητικοί, ανεξάρτητοι, μη κερδοσκοπικοί κ.α. Υπάρχουν επίσης ομάδες υπεράσπισης του κλίματος, επιστημονικά ιδρύματα, πολιτικά κόμματα κ.ο.κ. Όλοι αυτοί οι φορείς, βρίσκονται στην πρώτη γραμμή των προσπαθειών για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και την προώθηση βιώσιμων πρακτικών. Από την παρατήρηση και καταγραφή δεδομένων, την άσκηση πιέσεων, την ευαισθητοποίηση των λαών, τη νομοθέτηση δεσμευτικών μέτρων, έως και την τήρηση των συμφωνιών, η συμβολή τους είναι πολύ σημαντική. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικοί από τους σημαντικότερους.

**Πίνακας 5 Οργανισμοί για την κλιματική αλλαγή (Πηγή [World Bank Group and International Monetary Fund](#))**

Οργανισμός	Περιγραφή	Συντομογραφία
Bank for International Settlements	Χρηματοδοτεί έργα και προγράμματα στις ευάλωτες κοινότητες των αναπτυσσόμενων χωρών να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή.	BIS
C40 Cities	Δίκτυο των μεγαλουπόλεων του κόσμου που δεσμεύονται να αντιμετωπίσουν την κλιματική αλλαγή.	C40
Carbon Disclosure Project	Διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός που παροτρύνει εταιρείες, φορείς, οργανισμούς, κράτη να δημοσιοποιούν και να αποκαλύπτουν στοιχεία που αφορούν στη διαχείριση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων.	CDP
Center for Climate and Energy Solutions	Ανεξάρτητος, μη κερδοσκοπικός χαρακτήρα οργανισμός που επικεντρώνεται δημιουργία πρακτικών λύσεων για την κλιματική αλλαγή.	C2ES
Climate Bonds Initiative	Διεθνής οργανισμός με σκοπό την εξεύρεση κεφαλαίων που διατίθενται για δράσεις για το κλίμα.	CBI
Climate Investment Coalition	Κορυφαία παγκόσμια σύμπραξη μεταξύ δημόσιου και ιδιωτικού τομέα που κινητοποιεί οικονομικές επενδύσεις για καθαρή ενέργεια και πράσινη ανάπτυξη. Βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού.	CIC
Climate Investment Funds	Επιταχύνει τις δράσεις, ενισχύοντας τη μετάβαση σε καθαρή τεχνολογία, την πρόσβαση σε ενέργεια, και τα βιώσιμα δάση στις αναπτυσσόμενες και μεσαίου ΑΕΠ χώρες.	CIF
Coalition for Rainforest Nations	Διεθνής οργανισμός αποτελούμενος από περισσότερα από 50 έθνη που θέσπισε τον μηχανισμό διατήρησης τροπικών δασών (REDD+) με σκοπό την προστασία των τροπικών δασών του κόσμου.	CfRN



Food and Agriculture Organization of the United Nations	Υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών που ηγείται των διεθνών προσπαθειών για την καταπολέμηση της πείνας, του μετριασμού της κλιματικής αλλαγής μέσω ενός ευρέος φάσματος ερευνητικών και πρακτικών προγραμμάτων και έργων.	FAO
Glasgow Financial Alliance for Net Zero	Από τις κορυφαίες πρωτοβουλίες με δεσμευτικό χαρακτήρα περισσότερων από 160 εταιριών για μετάβαση σε καθαρές μηδενικές εκπομπές το αργότερο μέχρι το 2050 στο χρηματοπιστωτικό σύστημα.	GFANZ
Green Climate Fund	Το μεγαλύτερο ταμείο για το κλίμα στον κόσμο, με υποστηρικτικές δράσεις και προγράμματα κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες, για την επίτευξη των στόχων των Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών (NDC).	GCF
Inside Climate News	Βραβευμένο με Πούλιτζερ, μη κερδοσκοπικό ειδησεογραφικό πρακτορείο για το περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή.	-
Intergovernmental Panel on Climate Change	Κορυφαίας σπουδαιότητας διακυβερνητική επιτροπή για την κλιματική αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών. Σημαντικό έργο της, η αξιολόγηση των επιστημονικών δεδομένων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή.	IPCC
Network for Greening the Financial System	Το Δίκτυο Κεντρικών Τραπεζών και Εποπτικών Αρχών για την πράσινη ανάπτυξη του Χρηματοπιστωτικού Συστήματος (NGFS). Χρηματοδοτεί προγράμματα βιώσιμης οικονομίας και πρακτικές διαχείρισης του περιβαλλοντικού.	NGFS
United Nations Environment Programme	Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών. Η κορυφαία παγκόσμια αρχή για το περιβάλλον. Μέσω της επιστήμης αιχμής, του συντονισμού και της υπεράσπισης, υποστηρίζει τα 193 κράτη μέλη του να επιτύχουν τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης και να ζήσουν σε αρμονία με τη φύση.	UNEP
World Climate Foundation	Μη κερδοσκοπικός οργανισμός προσανατολισμένος στη δημιουργία και υποστήριξη συμπράξεων δημοσίων και ιδιωτικών φορέων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.	WCF
World Meteorological Organization	Εξειδικευμένη υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών σε θέματα ατμοσφαιρικής επιστήμης, κλιματολογίας, υδρολογίας και γεωφυσικής. Παρέχει πολύτιμα δεδομένα για κλιματικά μοντέλα	WMO

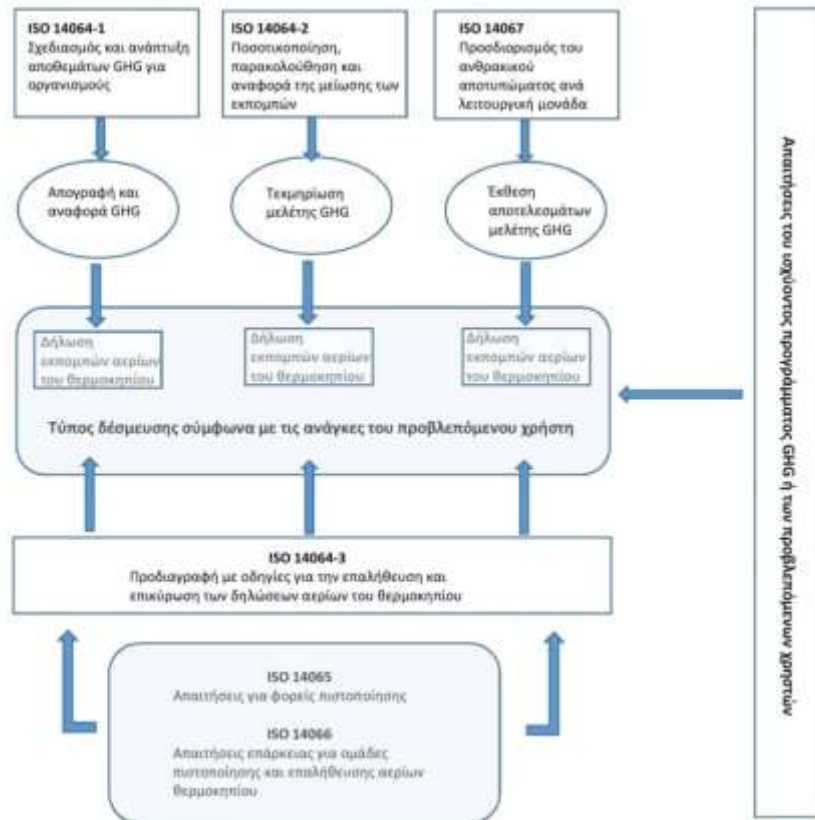
## 7 Πρότυπα

Το αμπέλι είναι ένα πολυδύναμο σύστημα εισροών και εκροών. Προκειμένου να προσεγγισθεί το θέμα της διαχείρισης των αμπελώνων προς την κατεύθυνση της μείωσης των εκλύομενων αέριων, είναι απαραίτητο να θεωρηθεί ότι η καλλιέργεια είναι ένα σύστημα εισροών και εκροών άνθρακα (C).

Ωστόσο η καταγραφή και αποτίμηση των δεδομένων στη διαχείριση ενός αμπελώνα, είναι εξαιρετικά περιπλοκή, διότι η μεταβλητότητα των παραγόντων και των δεδομένων είναι συνεχής όπως για παράδειγμα, οι κλιματικές συνθήκες και οι μεταβολές τους, προσβολές - αρρώστιες, αλλαγή - προσαρμογή σε καινούριες καλλιεργητικές τεχνικές κ.α.

Τα λογιστικά πρότυπα για τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) περιλαμβάνουν μια σειρά κατευθυντήριων γραμμών και πλαισίων που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι οργανισμοί για να αναφέρουν και να διαχειριστούν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Αυτά τα πρότυπα είναι απαραίτητα για τη διασφάλιση της διαφάνειας, της συνέπειας και της ακρίβειας στη μέτρηση και την αναφορά των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Μερικά από τα βασικά λογιστικά πρότυπα για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν:

1. **Την ανάλυση του κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment - LCA)** είναι ένα σημαντικό «εργαλείο» περιβαλλοντικής διαχείρισης, που επιτρέπει την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς ενός προϊόντος, μιας διεργασίας ή μιας παραγωγικής δραστηριότητας καθ' όλη τη διάρκεια της «ζωής» τους. (Bjørn *et al.*, 2017)
2. **Το Πρωτόκολλο για τα Αέρια Θερμοκηπίου** αναπτύχθηκε από το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Πόρων (WRI) και το Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (WBCSD) και παρέχει ένα ευρέως αναγνωρισμένο πλαίσιο για τη λογιστική και την αναφορά εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. (World Resources Institute - WRI)
3. **ISO 14064:** Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) έχει αναπτύξει το ISO 14064, που παρέχει πρότυπα για την ποσοτικοποίηση, την παρακολούθηση και την αναφορά εκπομπών και μειώσεων των GHGs. Το **ISO 14064-1** εστιάζει στις αρχές και τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, τη διαχείριση και την αναφορά αποθεμάτων GHG, το **ISO 14064-2** καλύπτει την ποσοτικοποίηση, την παρακολούθηση και την αναφορά μειώσεων εκπομπών ή κάποιων βελτιώσεων των δεδομένων, ενώ το **ISO 14064-3** περιλαμβάνει πρόσθετες απαιτήσεις και καθοδήγηση για την επικύρωση και την επαλήθευση των ισχυρισμών των GHGs. (Schirn, 2023).



Εικόνα 11 Σχέση μεταξύ των προτύπων της οικογένειας ISO 14060 για τα αέρια του θερμοκηπίου (Καραλής, 2021)

- TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures):** Αν και δεν είναι ένα παραδοσιακό λογιστικό πρότυπο, το πλαίσιο TCFD προτρέπει και ενθαρρύνει επιχειρήσεις και οργανισμούς για την εθελοντική δημοσιοποίηση αναλυτικών πληροφοριών των οικονομικών τους αρχείων που σχετίζονται με το κλίμα και με τον οικονομικό αντίκτυπο των κινδύνων και ευκαιριών. Προσφάτως (23/10/2023) το TCFD αντικαταστάθηκε από το ίδρυμα διεθνών προτύπων χρηματοοικονομικής αναφοράς IFRS (International Financial Reporting Standards).
- Εθνικές και περιφερειακές απαιτήσεις αναφοράς:** Πολλές χώρες και περιφέρειες έχουν καθιερώσει τις δικές τους απαιτήσεις και πρότυπα αναφοράς GHG. Για παράδειγμα, το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU ETS) ορίζει συγκεκριμένους κανόνες λογιστικής και αναφοράς για οντότητες που καλύπτονται από το σύστημα, ενώ η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών (EPA) παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για την υποχρεωτική αναφορά GHG από ορισμένες εγκαταστάσεις.

6. **Βρετανικό Ίδρυμα Προτύπων** (British Standards Institution - BSI): Το BSI δημοσίευσε τη Δημόσια Διαθέσιμη Προδιαγραφή (PAS) 2050, η οποία περιγράφει τη μεθοδολογία για την αξιολόγηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου του κύκλου ζωής αγαθών και υπηρεσιών. Το PAS 2050 παρέχει ένα πλαίσιο για τον υπολογισμό του αποτυπώματος άνθρακα προϊόντων και υπηρεσιών.
7. **Συμβούλιο Διεθνών Λογιστικών Προτύπων** (International Accounting Standards Board - IASB): Το IASB έχει θέσει πρότυπα που επηρεάζουν τη λογιστική προσέγγιση για την αναφορά των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Αυτά τα πρότυπα έχουν επιπτώσεις για τους οργανισμούς όσον αφορά τη γνωστοποίηση και τις πολιτικές εκτός ισολογισμού που σχετίζονται με την αναφορά περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

## 7.1 Διαδικασία καταγραφής των GHGs

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Προστασίας του Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (U.S. Environmental Protection Agency - EPA), η μεθοδολογία που συστήνεται στις επιχειρήσεις, προκειμένου να γίνει η καταγραφή των εκπομπών των αερίων συνοψίζεται στα παρακάτω βήματα:

### **Βήμα 1<sup>ο</sup>: Πεδίο εφαρμογής και καταγραφή δεδομένων**

- Έλεγχος των λογιστικών προτύπων και των λειτουργικών δομών της εταιρίας.
- Καθορισμός των οργανωτικών και λειτουργικών ορίων.
- Επιλογή έτους βάσης (έναρξης).
- Επαλήθευση στοιχείων από ένα τρίτο μέρος (π.χ. εξωτερικό οργανισμό) για τη διασφάλιση της εγκυρότητας.

### **Βήμα 2<sup>ο</sup>: Συλλογή δεδομένων και ποσοτικοποίηση των GHGs**

- Προσδιορισμός των απαιτήσεων καθώς και των μεθόδων για τη συλλογή των δεδομένων.
- Ανάπτυξη των διαδικασιών συλλογής δεδομένων, των εργαλείων και του υλικού καθοδήγησης των διεργασιών.
- Συγκέντρωση και αξιολόγηση των δεδομένων των εγκαταστάσεων (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο).
- Υπολογισμός τυχόν ελλείψεων των δεδομένων προκειμένου να καλυφθούν τα κενά.
- Επιλογή των συντελεστών των εκπομπών των αερίων.
- Υπολογισμός εκπομπών.

### **Βήμα 3<sup>ο</sup>: Ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης του αποθέματος των GHGs**

- Τυποποίηση των διαδικασιών συλλογής δεδομένων όπως και της διαδικασίας τεκμηρίωσης του σχεδίου διαχείρισης Αποθεμάτων.

#### **Βήμα 4<sup>ο</sup> : Ορισμός ενός στόχου μείωσης των GHGs**

- Οριστικοποίηση των δεδομένων.
- Προαιρετική ανάθεση σε εξωτερικούς συνεργάτες για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων.
- Αναφορά των δεδομένων βάσει των προτύπων που ακολουθούνται.
- Δημοσιοποίηση ενός στόχου μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, παρακολούθηση και καταγραφή της προόδου.

Σημαντική είναι η κατανόηση και ο προσδιορισμός των διεργασιών-διαδικασιών που ορίζουν τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Αυτό σημαίνει λεπτομερής καταγραφή των σταδίων παραγωγής, των υλικών, των διαδικασιών, των μέσων που συμβάλουν από την προετοιμασία έως και την διάθεση του προϊόντος στον τελικό προορισμό του. Η ποσοτικοποίηση γίνεται υπολογίζοντας την ποσότητα των αερίων /μονάδα δεδομένων δραστηριότητας όπως (π.χ kgr GHGs / kgr εισόδου ή και kWh ενέργειας που καταναλώνεται). Ο ποσοτικός προσδιορισμός αυτών των εκπομπών είναι ζωτικής σημασίας για την εφαρμογή στοχευμένων στρατηγικών μετριασμού για τη μείωση του συνολικού αντίκτυπου των αερίων θερμοκηπίου των εργασιών αμπελώνα. (Καραλής, 2021)

Το πρωτόκολλο για τα αέρια του θερμοκηπίου Greenhouse Gas Protocol (GHGP) είναι ευρέως αναγνωρισμένο πρότυπο για τη λογιστική και την αναφορά εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. (Green, 2010). Παρέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για τους οργανισμούς, τις επιχειρήσεις κ.α προκειμένου να μετρούν και να διαχειρίζονται τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να αναπτύξουν στρατηγικές για τη μείωση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων. (Καραλής, 2021)

**Πίνακας 6 Δραστηριότητες αμπελουργικού τομέα και εκλύόμενα αέρια του θερμοκηπίου (Καραλής 2021)**

<b>Δραστηριότητα</b>	<b>Εκλύόμενο Αέριο του Θερμοκηπίου</b>
Αναπνοή της αμπέλου και φωτοσύνθεση	CO <sub>2</sub>
Αποψύλωση / αλλαγή χρήσης γης (εκκαθάριση γης και καλλιέργεια)	
Καύση ορυκτών καυσίμων	
Αναερόβια αποδόμηση οργανικής ύλης	CH <sub>4</sub>
Χρήση λιπασμάτων αζώτου	N <sub>2</sub> O
Μετασχηματισμός ενώσεων αζώτου στο έδαφος	
Χρήση ψυκτικών υγρών	HFC, SF <sub>6</sub> , PFCs

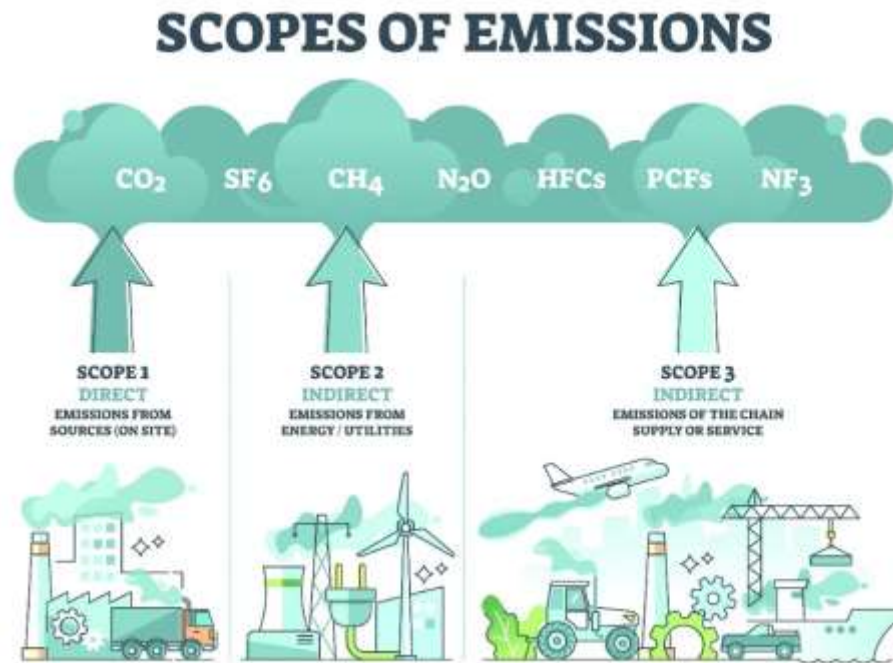
Ίσως το πιο σημαντικό στάδιο της διαδικασίας ανάπτυξης και καταγραφής των εκπομπών είναι ο προσδιορισμός και υπολογισμός των αερίων όπως αυτό ορίζεται στο 2<sup>ο</sup> βήμα. Για την κατανόηση και την απλούστευση της διαδικασίας, το (GHGP) εισήγαγε 3 πεδία εφαρμογής προκειμένου να γίνει η κατηγοριοποίηση των εκπομπών /στάδιο και δραστηριότητα.

## 7.2 Πεδία εφαρμογής

Τα πεδία εφαρμογής 1, 2 και 3 είναι ένας τρόπος κατηγοριοποίησης των διαφορετικών ειδών εκπομπών άνθρακα που δημιουργεί μια εταιρεία στις δικές της δραστηριότητες και στην ευρύτερη αλυσίδα αξίας της. Ο όρος εμφανίστηκε για πρώτη φορά στο Πρωτόκολλο για τα Αέρια Θερμοκηπίου του 2001 και σήμερα τα πεδία αποτελούν τη βάση για την υποχρεωτική αναφορά GHG.

- **Πεδίο εφαρμογής 1 - Άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου:** Το πεδίο εφαρμογής 1 περιλαμβάνει όλες τις άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από διάφορες πηγές εντός των εργασιών αμπελώνα. Κυρίως την καύση ορυκτών καυσίμων από τα μηχανήματα, τη χρήση οχημάτων μεταφοράς προσωπικού και υλικών, την αναπνοή του εδάφους και των φυτών, την κατανάλωση ενέργειας και τις γεωργικές δραστηριότητες.
- **Πεδίο εφαρμογής 2 - Έμμεσες εκπομπές αερίων από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας:** Καλύπτει τις έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για χρήση θερμότητας, ψύξης ή ατμού. Οι εκπομπές του πεδίου 2 στην αμπελοκαλλιέργεια περιλαμβάνουν έμμεσες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που προκύπτουν από αγορασμένη ηλεκτρική ενέργεια και άλλες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στις εργασίες αμπελώνα. Αυτές οι εκπομπές συνδέονται με την παραγωγή ενέργειας που αγοράζεται και χρησιμοποιείται στους αμπελώνες για δραστηριότητες όπως η άρδευση, ο φωτισμός και άλλες διαδικασίες που εξαρτώνται από χρήση ηλεκτρισμού.
- **Πεδίο εφαρμογής 3 ή «εκπομπές της αλυσίδας αξίας» - Περιλαμβάνονται άλλες έμμεσες εκπομπές αερίων,** όπως την εξόρυξη και παραγωγή καυσίμων και υλικών, μεταφορές σε οχήματα που δεν σχετίζονται άμεσα με την επιχείρηση, εκπομπές από την εφοδιαστική αλυσίδα (μεταφορές - διανομές υλικών), διαχείριση αποβλήτων κ.λ.π. Με λίγα λόγια, στο πεδίο 3 περιλαμβάνονται οι εκπομπές τόσο από τις εσωτερικές διεργασίες της επιχείρησης (υλικά, προμηθευτές, μέχρι και το τελικό

προϊόν), όσο και από τις εξωτερικές δραστηριότητες (όπως μεταφορά αγαθών και χρήση από τον τελικό καταναλωτή).



**Εικόνα 12** Γραφική απεικόνιση των τριών πεδίων εφαρμογής (Πηγή: [ShiftCarbon 2023](#))

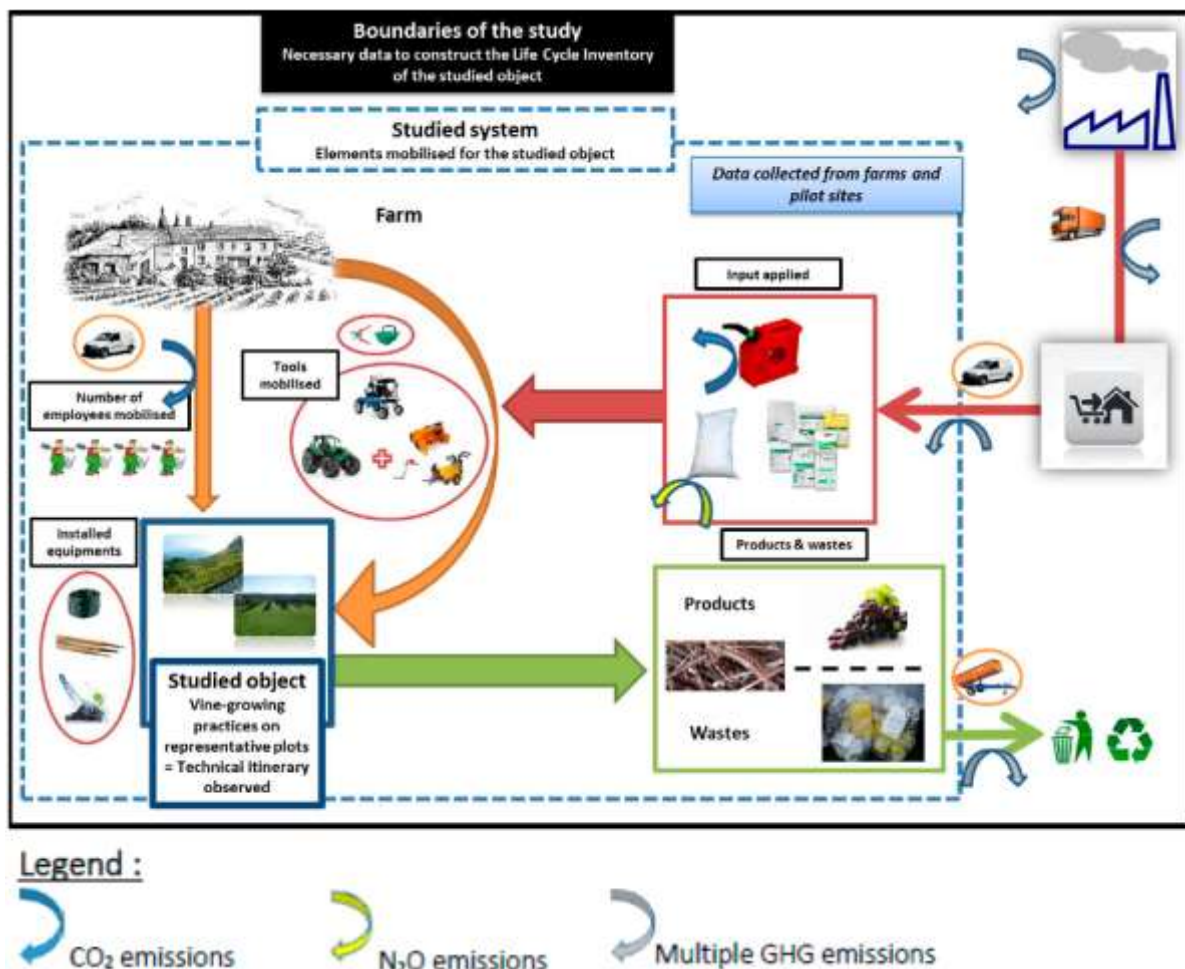
Το GHGP θεωρεί τα πεδία (1,2) υποχρεωτικά για την επαρκή εκτίμηση των δεδομένων, ενώ το 3ο πεδίο είναι προαιρετικό, παρόλο που σύμφωνα με τον Cumberlege (2021), οι εκπομπές της αλυσίδας αξίας αντιπροσωπεύουν συχνά τη μεγαλύτερη πηγή εκλυμένων αερίων θερμοκηπίου και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αντιπροσωπεύουν έως και το 90% του συνολικού αποτυπώματος άνθρακα.

**Πίνακας 7** Συνοπτική αναφορά πηγών για τα τρία πεδία εφαρμογής του GHGP (Καραλής, 2021)

Πεδίο εφαρμογής 1	Πεδίο εφαρμογής 2	Πεδίο εφαρμογής 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατανάλωση καυσίμου</li> <li>• Εταιρικά οχήματα</li> <li>• Διαφυγόντες εκπομπές</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας</li> <li>• Χρήση θερμότητας, ψύξης ή ατμού</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αγορασμένα αγαθά και υπηρεσίες</li> <li>• Επαγγελματικά ταξίδια</li> <li>• Μετακίνηση υπαλλήλων</li> <li>• Διαχείριση απορριμάτων</li> <li>• Χρήση πωληθέντων προϊόντων</li> <li>• Μεταφορά και διανομή</li> <li>• Επενδύσεις</li> <li>• Μισθωμένα περιουσιακά στοιχεία</li> <li>• Δικαιοχρησία (Franchise)</li> </ul>

## 8 Αμπελοκαλλιέργεια και GHGs

Η γεωργία, ευθύνεται για περίπου το 1/5 των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου - GHG (IPCC, 2014c), όπου περίπου το 20% των προέρχονται από τις αγροτοδιατροφικές εκμεταλλεύσεις, όπου η αμπελοκαλλιέργεια είναι μια από αυτές. Τα κυρίαρχα GHG που ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) και το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), τα οποία συμβάλλουν 76%, 16% και 6%, αντίστοιχα, στο δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (Victor *et al.* 2014). Η πλειοψηφία των αμπελώνων, προορίζονται για την παραγωγή οίνων και αποσταγμάτων. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη με τη μίση παγκόσμια έκταση να συγκεντρώνεται στην Ευρώπη. Περισσότερα από 7 εκατομμύρια εκτάρια βρίσκονται στη γηραιά ήπειρο (Chiriacò, M.V. *et al.* 2019), με την Ιταλία, τη Γαλλία και την Ισπανία αποτελούν τους κύριους ονοπαγωγούς με μέση ετήσια παραγωγή περίπου 130 εκατ. εκατόλιτρα του κρασιού. (OIV, 2018).

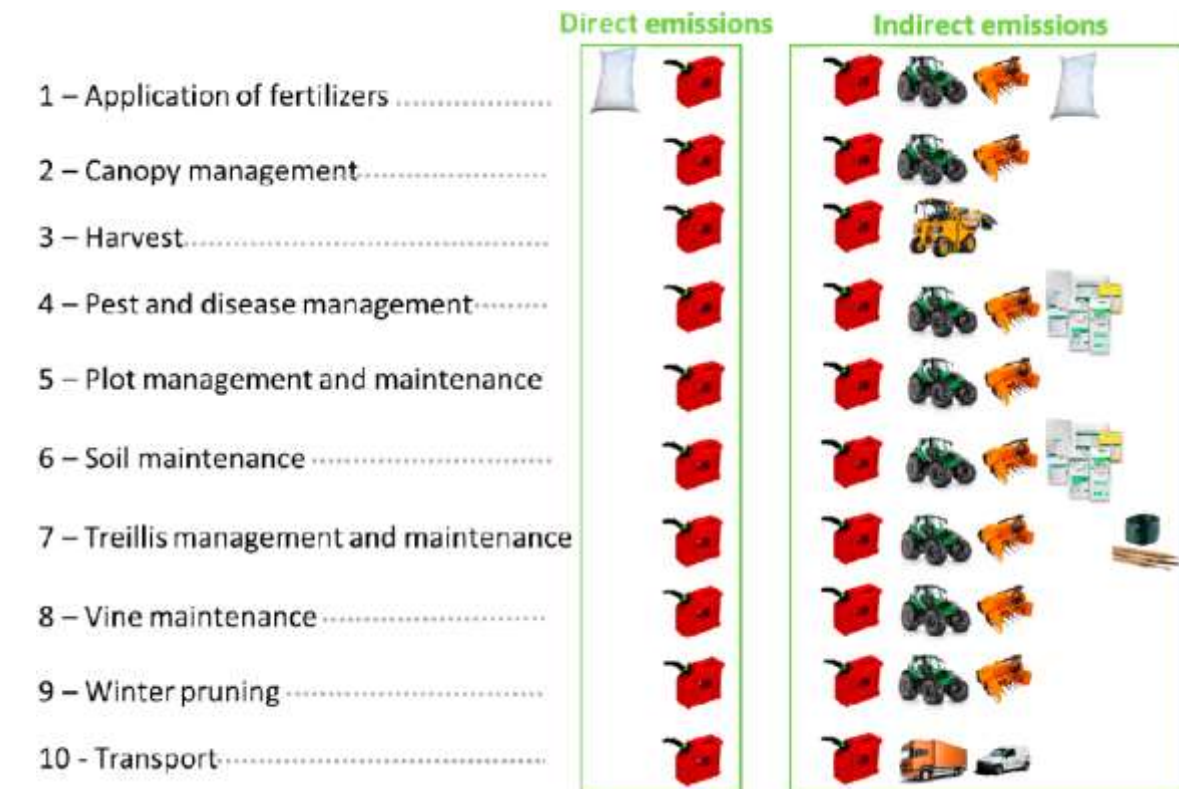


Εικόνα 13 Εκπομπές αερίων κατά τον κύκλο ζωής καλλιέργειας αμπελιού (Πηγή: Adoir. *et al.* 2019)

Σύμφωνα με τους Adoir *et al.* (2019) οι άμεσες εκπομπές αντιπροσωπεύουν σημαντικό μέρος των συνολικών εκπομπών για κάθε τομέα (μεταξύ 55 και 77%), όπου οι



εργασίες του αμπελώνα με τις περισσότερες εκπομπές είναι: η διαχείριση των παρασίτων και των ασθενειών και η κατεργασία του εδάφους. Πρόκειται για δύο επεμβάσεις για τις οποίες οι πρακτικές και οι τάσεις θα μπορούσαν να τροποποιηθούν με την κλιματική αλλαγή (αύξηση ή μείωση των ασθενειών με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας και την αύξηση της ξηρασίας, ανταγωνισμός του χόρτου με την αυξημένη ξηρασία). Θα ήταν ενδιαφέρον να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται εδώ με αυτά της μοντελοποίησης ασθενειών ενόψει της κλιματικής αλλαγής.



**Εικόνα 14** Στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη στους ισολογισμούς GHG των αμπελοτεμαχίων. Ταξινόμηση ανά επεμβάσεις και είδος εκπομπών (Πηγή: Adoir. *et al.* 2019)

Η καλλιέργεια αμπελώνων επεκτείνεται και με γρήγορους ρυθμούς στον «νέο κόσμο». Οινοπαραγωγές χώρες όπως η Αργεντινή, η Χιλή, οι ΗΠΑ, η Νέα Ζηλανδία, η Αυστραλία, η Νότια Αφρική και πρόσφατα η Κίνα έχουν μπει για τα καλά στην κούρσα της παραγωγής (FAOSTAT, 2018). Επιπροσθέτως, αναμένεται αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλωσης οίνων έως το 2050, λόγω της δημογραφικής μεταβολής από 7,2 σε 9,8 δισεκατομμύρια. (UN, 2017).

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι επικείμενες αλλαγές στα κλιματικά μοντέλα λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου, θα έχουν επιπτώσεις στα οικοσυστήματα με πιθανές αυξήσεις των φυτικών ασθενειών και βίαιη προσαρμογή των φυτών στις καινούργιες συνθήκες. Σύμφωνα με τον (FAO *et al.*, 2017) διακυβεύεται ακόμη και η επισιτιστική ασφάλεια.

## 8.1 Επίδραση αμπελουργικών πρακτικών στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου

### 8.1.1 Καύση ορυκτών καυσίμων

Η καύση ορυκτών καυσίμων που συνδέεται με την αμπελουργική περίοδο αποτελεί μια μεγάλη πηγή του αποτυπώματος GHGs του αμπελώνα. Οτιδήποτε χρησιμοποιείται ως μηχανολογικός εξοπλισμός, όπως τρακτέρ, αντλίες άρδευσης κλπ., συνεισφέρει στην εκπομπή αερίων. Τα καύσιμα συνεισφέρουν διαφορετικά στις εκπομπές. Παράγουν σημαντικές ποσότητες CO<sub>2</sub> και ποσότητες άλλων αερίων όπως το N<sub>2</sub>O. Οι μηχανές ντίζελ παράγουν περισσότερο CO<sub>2</sub> και N<sub>2</sub>O από τη βενζίνη, το φυσικό αέριο ή το προπάνιο. Επιπροσθέτως, συνυπολογίζονται οι εκπομπές από την χρησιμοποίηση των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

**Πίνακας 8** Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τη χρήση καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας σε αμπελώνες και άλλες καλλιέργειες (Πηγή: Longbottom and Petrie 2015)

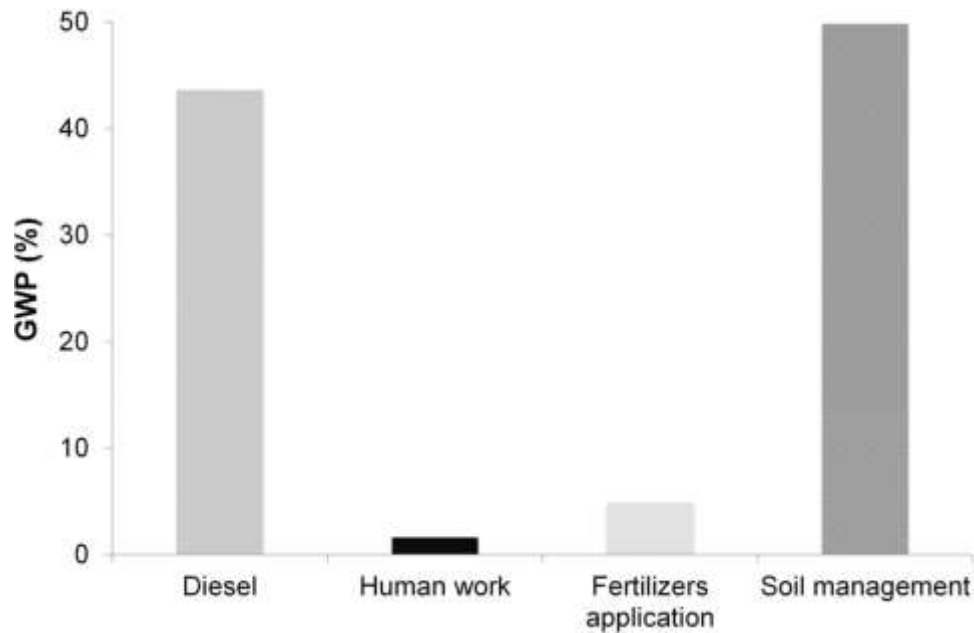
Country /crop	T CO <sub>2</sub> e/t	T CO <sub>2</sub> e/ha	No. of farms	Source
Australia, winegrapes 2012/13	0.092	0.721	583	Winemakers' Federation of Australia, pers. comm. (2015)
Australia, winegrapes 2013/14	0.102	0.715	544	Winemakers' Federation of Australia, pers. comm. (2015)
Spain, winegrapes (conventional)	0.081	0.515	7	Aguilera et al. (2014)
Spain, winegrapes (organic)	0.103	0.599	7	Aguilera et al. (2014)
Spain, olives (conventional)	0.096	0.362	7	Aguilera et al. (2014)
Spain, winegrapes	0.132†	n.r.	40	Vázquez-Rowe et al. (2012)
Spain, olives (organic)	0.095	0.308	7	Aguilera et al. (2014)
Spain, citrus (conventional)	0.052	2.063	5	Aguilera et al. (2014)
Spain, citrus (organic)	0.078	2.020	5	Aguilera et al. (2014)
Spain, treenuts (conventional)	0.266	0.523	6	Aguilera et al. (2014)
Spain, treenuts (organic)	0.406	0.718	6	Aguilera et al. (2014)
Australia, (NSW) wheat	0.027†	n.r.		Brock et al. (2012)
Australia, winegrapes	0.153	n.r.		South Australian Wine Industry Association (2003)
Italy, winegrapes	n.r.	0.791†	9	Bosco et al. (2013)
Various countries, winegrapes	0.346‡	n.r.	35	Rugani et al. (2013)

†Emissions from diesel only. ‡Boundaries not individually identified. n.r., not reported; T CO<sub>2</sub>e, tonnes of carbon dioxide equivalent.

Σύμφωνα με τους Longbottom and Petrie (2015) τα κυρίαρχα GHG που εκπέμπονται κατά την παραγωγή των αμπελιών προέρχονται από ηλεκτρική ενέργεια και τα καύσιμα (52 και 46%, αντίστοιχα (2013/14), με ένα δευτερεύον στοιχείο από την παραγωγή N<sub>2</sub>O (2% το 2013/14). Η μετατροπή των ενεργειακών μονάδων σε ισοδύναμα CO<sub>2</sub> υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τον Αυστραλιανό Υπολογιστή Άνθρακα ([Australian Wine Carbon Calculator](#)), ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις μεταβλητές εκπομπές ανάλογα με την κατάσταση στην οποία καταναλώνεται η ηλεκτρική ενέργεια.. Πολλοί αυστραλιανοί αμπελώνες χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για την άντληση του νερού άρδευσης. Για το λόγο αυτό, οι εκπομπές στο αγρόκτημα από τους αμπελώνες της Αυστραλίας (Πίν. 8) περιλαμβάνουν αυτές τόσο από την ηλεκτρική ενέργεια όσο και από τα καύσιμα. Το ποσοστό των εκπομπών από τη χρήση καυσίμων στους αμπελώνες της Αυστραλίας είναι παρόμοιο με αυτό που αναφέρθηκε από έρευνα στους ισπανικούς αμπελώνες (Aguilera *et al.* 2015). Ωστόσο, σε

αυτούς τους αμπελώνες δεν αναφέρθηκε και δεν μπορούσε να συμπεριληφθεί ηλεκτρική ενέργεια.

Σε άλλη έρευνα που έγινε από τους Marras *et al.*, (2015), αξιολογήθηκε το αποτύπωμα άνθρακα σε ώριμο μεσογειακό αμπελώνα της Νοτίου Σαρδηνίας της Ιταλίας και η ανάλυση έδειξε ότι η καύση των ορυκτών καυσίμων και η άροση του εδάφους αποτελούσαν τις δύο βασικές πηγές εκπομπών, αλλά με διαφορετική συνεισφορά αναφορικά με τα αέρια και τις ποσοστώσεις τους (Εικ. 15).



**Εικόνα 15** Επίπτωση του δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP) (kg CO<sub>2</sub>-eq/kg παραγωγής, εκφρασμένη σε %) κατά τη φάση παραγωγής σταφυλιών (Πηγή: Marras *et al.* 2015)

Η άροση του εδάφους επηρεάζει τις εκπομπές N και την ποσότητα του οργανικού άνθρακα που αποθηκεύεται στο έδαφος (CO<sub>2</sub>) δηλαδή (ρίζες, κλάδεμα, απορρίμματα, υπολείμματα). Από την άλλη πλευρά, η καύση ορυκτών καυσίμων είχε αντίκτυπο στις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Παρομοια αποτελέσματα είχαν και άλλες έρευνες από τους Benedetto, 2013; Fusi *et al.*, 2014; Neto *et al.*, 2013; Point *et al.*, 2012; Venkat, 2012. Χαμηλότερη συνεισφορά CO<sub>2</sub> αναφορικά με την κατανάλωση νιζελ (20%) και εκπομπές του N από τη διαχείριση του εδάφους (20–30%) παρατηρήθηκε από τους Bosco *et al.*, (2011) στην Τοσκάνη της Ιταλίας. Οι περισσότερες μελέτες στη βιβλιογραφία, ωστόσο, συμφωνούν στο ότι τα ποσοστά εκπομπών από τη χρήση μηχανημάτων (CO<sub>2</sub>), όπως και η διαχείριση του εδάφους (CO<sub>2</sub>+N) αποτελούν τα κομβικά σημεία προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές. (Marras *et al.*, 2015)

### 8.1.2 Φυτοφάρμακα και λιπάσματα

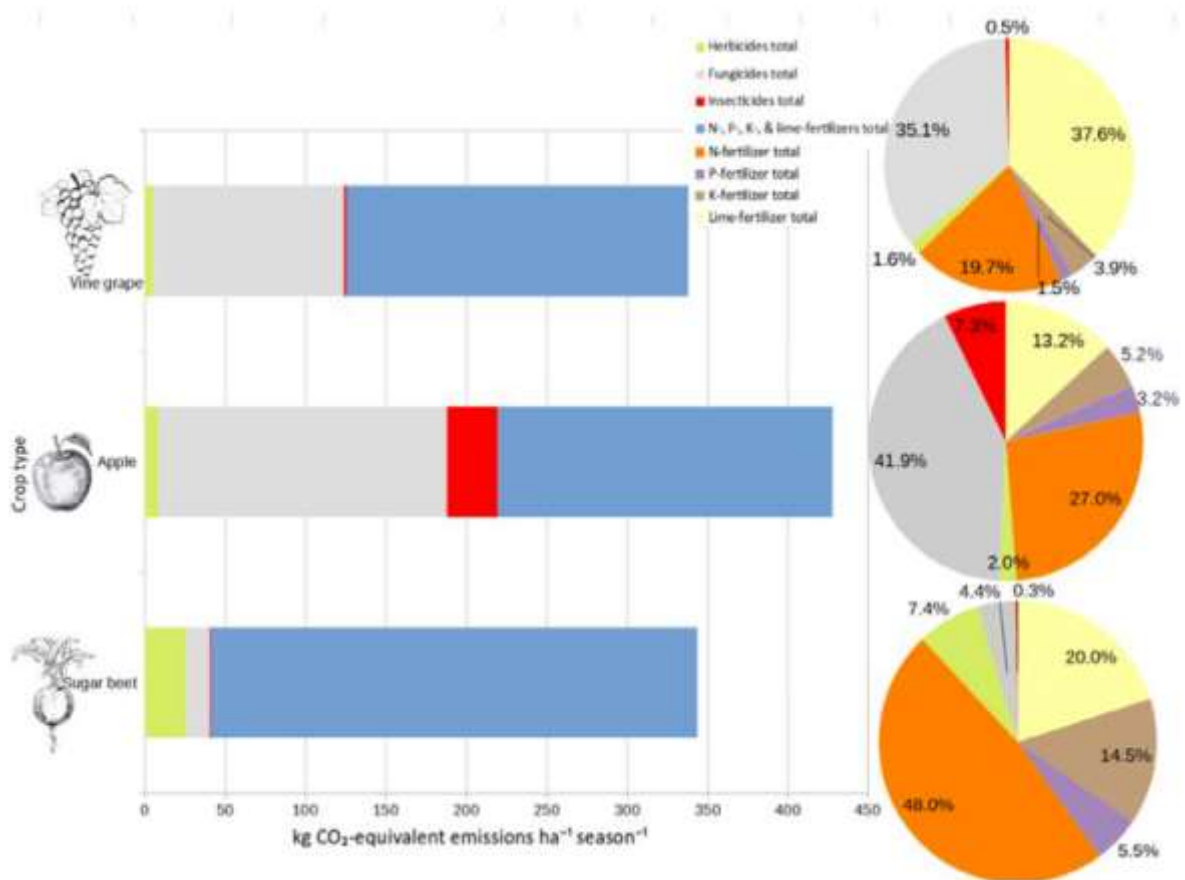
Ο αντίκτυπος των φυτοφαρμάκων στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) είναι ένα θέμα που προκαλεί σημαντική ανησυχία στις γεωργικές πρακτικές. Μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση φυτοφαρμάκων στη γεωργία, συμπεριλαμβανομένης της αμπελοκαλλιέργειας, μπορεί να συμβάλει στις εκπομπές αερίων, ιδιαίτερα μέσω της απελευθέρωσης οξειδίου του αζώτου και διοξειδίου του άνθρακα (Jeziarska-Tys *et al.*, 2021; Aneesha *et al.*, 2020). Επίσης, σημαντικές είναι οι εκπομπές κατά την παραγωγή λιπασμάτων και φυτοφάρμακων.

**Πίνακας 9** Επισκόπηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) ανάλογα με τις χημικές κατηγορίες φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων και υποτιθέμενες μέσες δόσεις για την παραγωγή ζαχαρότευτλων, μήλων και σταφυλιών στην Αυστρία το 2017. Η κατηγοριοποίηση ακολουθεί την Αυστριακή Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Ασφάλειας και Υγείας των Τροφίμων (AGES) – (Πηγή: Cech *et al.* 2022)

Parameter	Chemical Class	GHG per Item	Dosage Sugar Beets	Dosage Apples	Dosage Grapevines
		kg CO <sub>2</sub> -eq kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>
Insecticides	Pyrethroid	11.70	0.01	0.02	1.67 × 10 <sup>-4</sup>
	Carbamate + oximcarbamate	6.10	0.00	0.04	0.00
	Organophosphate	3.70	0.02	0.23	0.04
	Neonicotinoid	15.10	0.06	0.06	0.00
	Microbiological insect.	5.10	0.00	0.00	0.00
	Molluscicides	5.10	1.18 × 10 <sup>-3</sup>	0.00	0.00
	<b>Total</b>			0.10	0.34
Fungicides	Benzimidazole	8.00	0.17	0.00	0.00
	Carbamate + dithiocarbamates	1.60	1.23	1.89	1.10
	Imidazole + trizole	3.90	0.27	0.09	0.22
	Morpholine	3.90	0.00	0.00	0.14
	Other organic fungicides	3.90	0.07	5.87	3.59
	Inorganic fungicides	3.90	2.29	11.99	16.74
	Microbiol./vegetal origin	3.90	0.00	0.00	0.02
	<b>Total</b>			4.03	19.84
Herbicides	Amide + anilide	5.63	0.11	0.01	0.00
	Carbamate + biscalbamate	3.00	0.35	0.00	0.00
	Dinitroanilin	3.00	0.00	0.00	0.00
	Urea-, uracil-, sulphonylurea	7.00	0.07	0.00	7.5 × 10 <sup>-4</sup>
	Organophosphate	9.10	0.59	0.50	0.41
	Phenoxy-phytohormones	2.15	0.01	0.14	9.19 × 10 <sup>-4</sup>
	Triazine + triazinone	3.90	2.26	0.00	0.00
	Other organic herbicides	6.95	0.48	0.00	4.93 × 10 <sup>-3</sup>
<b>Total</b>			3.86	0.65	<b>0.42</b>
Fertilizer	Mineral N	1.30	125.00	80.00	50.00
	Phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.20	85.00	40.00	20.00
	Potassium (K <sub>2</sub> O)	0.15	320.00	110.00	80.00
	Lime (CaO)	0.16	400.00	341.67	783.30

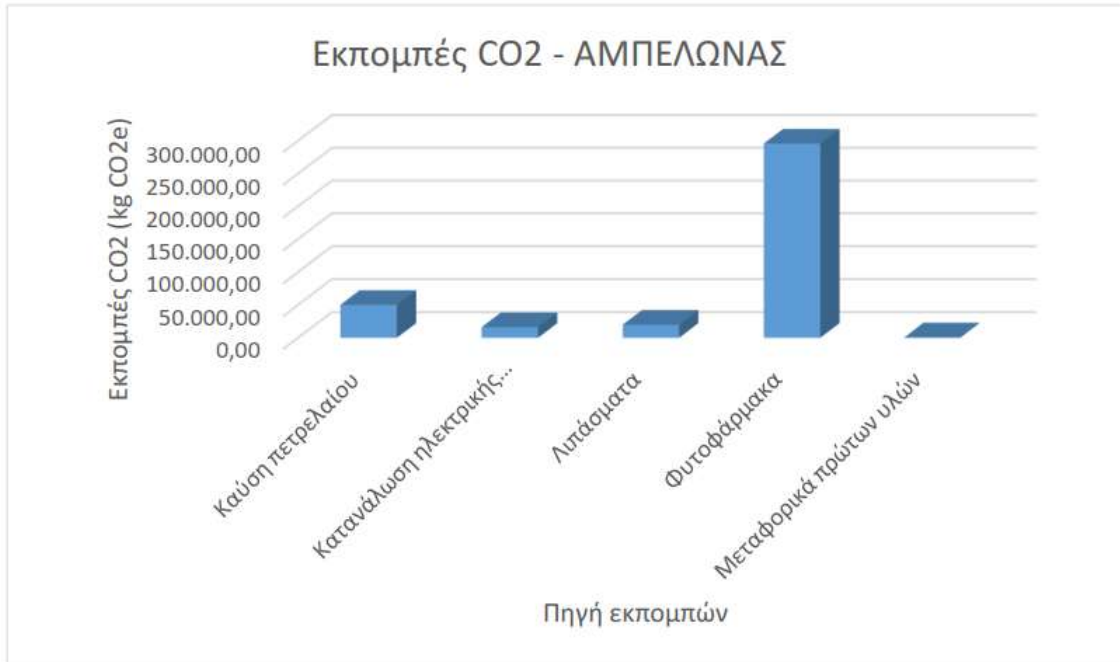
Σε μελέτη τους, οι Cech *et al.*, (2022), έδειξαν ότι κατά την παραγωγική διαδικασία των σταφυλιών η συντριπτική πλειοψηφία των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου προέρχονταν από την εφαρμογή μυκητοκτόνων έναντι των εντομοκτόνων και των ζιζανιοκτόνων (Πίν. 10), όπου τα κοινώς χρησιμοποιούμενα ανόργανα μυκητοκτόνα είχαν τον μεγαλύτερο συντελεστή στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με από άλλα οργανικά μυκητοκτόνα. Επιπλέον, αναφορικά με τις εκπομπές GHG από ζιζανιοκτόνα, η εφαρμογή οργανοφωσφορικών αλάτων αντιπροσώπευαν το μεγαλύτερο μερίδιο.

Επίσης στην ίδια μελέτη (Cech *et al.*, 2022) διαπιστώθηκε, ότι για την παραγωγή σταφυλιών οι υψηλότερες μέσες εκπομπές GHG ανά εκτάριο που προκύπτουν από τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων (338 kg CO<sub>2</sub>-eq/ha/εποχή) κυριαρχείται από τα λιπάσματα. Ειδικότερα, η μέση εκπομπή αερίων που αφορά στις λιπάνσεις είναι σχεδόν διπλάσια από αυτή των φυτοφαρμάκων, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών προέρχεται από τα ασβεστούχα λιπάσματα, ενώ αναφορικά με τα φυτοφάρμακα, τα μυκητοκτόνα εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερο ποσοστό (35,1%) έναντι των ζιζανιοκτόνων (1,6%) και εντομοκτόνων (0,5%).



**Εικόνα 16** Μέσες συνολικές (σχετικές με την παραγωγή και την εφαρμογή) εκπομπές GHG φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων ανά εκτάριο κατά την παραγωγή σταφυλιών, μήλων και ζαχαρότευτλων. Τα γραφήματα πίτας στα δεξιά δείχνουν το ποσοστό % των εκπομπών GHG διαφορετικών τύπων φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων για καθεμία από τις τρεις καλλιέργειες που αναλύθηκαν (Πηγή: Cech *et al.* 2022)

Επίσης σε έρευνα του Καραλή (2021), που έγινε στο κτήμα Γεροβασιλείου στη βόρεια Ελλάδα (Επανομή-Θεσσαλονίκης), διαπιστώθηκε επίσης, ότι η παράμετρος που επιβαρύνει περισσότερο περιβαλλοντικά στην διαχείριση του αμπελώνα αναφορικά με τις εκπομπές των αέριων, είναι η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων (Εικ. 17).



Εικόνα 17 Ανθρακικό αποτύπωμα Αμπελώνας "Κτήμα Γεροβασιλείου" (Πηγή: Καραλής 2021)

#### 8.1.2.1 Εφαρμογές αζωτούχων λιπασμάτων

Η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων στους αμπελώνες έχει σημαντικές επιπτώσεις στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) και στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα. (Mosier *et al.*, 2006). Όταν προστίθεται άζωτο στο έδαφος, μέρος του εφαρμοζόμενου αζώτου μπορεί να μετατραπεί σε  $N_2O$ . Επιπροσθέτως, τα συνθετικά λιπάσματα (π.χ. νιτρικά και αμμωνιακά) αλλά και οργανικά υλικά (π.χ. χλωρή λίπανση) προσθέτουν μονάδες αζώτου στο σύστημα.

Τα οξείδια του αζώτου, παράγονται κατά την αερόβια διαδικασία της νιτροποίησης, κατά την οξείδωση της αμμωνίας ( $NH_4^+$ ) προς νιτρώδεις ( $NO_2^-$ ) και νιτρικές ( $NO_3^-$ ) ρίζες.

Στον αντίποδα, κατά την αναερόβια διαδικασία απονιτροποίησης, λαμβάνει χώρα μετατροπή των νιτρωδών και νιτρικών ριζών στα αέρια του μονοξειδίου του αζώτου (NO), υποξειδίου του αζώτου ( $N_2O$ ) και μοριακού αζώτου ( $N_2$ ) (Williams *et al.*, 1992).

Τέλος, περίσσεια λιπασμάτων, δύναται να περάσει στις λεκάνες απορροής, μεταφέροντας μεταξύ άλλων νιτρικά και φωσφορικά ιόντα από λιπάσματα και απορρυπαντικά, κάλιο και οργανικά απόβλητα. Η υπέρμετρη αύξηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων δημιουργούν το φαινόμενο του ευτροφισμού, με επακόλουθο τη

δημιουργία περισσότερων εκπομπών υποξειδίου του αζώτου, διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου (Heimsoth, J. 2023). Στον πίνακα 9 που ακολουθεί παρατίθενται τα δεδομένα από έρευνες κατά τα έτη 2014-2015 αναφορικά με τις ημερήσιες εκπομπές υποξειδίου του αζώτου σε τέσσερις αμπελώνες της Αυστραλίας και σε έναν στην Καλιφόρνια της Αμερικής.

**Πίνακας 10 Εκπομπές υποξειδίου του αζώτου από μια σειρά τύπων καλλιεργειών (Longbottom and Petrie, 2015)**

Location/crop	g N <sub>2</sub> O-N/(ha · day)	Source
<b>Murray Valley vineyard</b>		
Midrow	0.41†	Longbottom, pers. comm. (2015)
Undervine	0.38†	Longbottom, pers. comm. (2015)
<b>Hunter Valley vineyard</b>		
Midrow	0.43†	Longbottom, pers. comm. (2015)
Undervine	0.18†	Longbottom, pers. comm. (2015)
<b>California vineyard</b>	0.5†	Garland et al. (2014)
California almond orchard	0.53–0.80	Schellenberg et al. (2012)
Temperate forest	0.27	Khalil and Rasmussen (1990)
Wheat (low rainfall)	0.301	Department of Climate Change and Energy Efficiency (2012)
Dairy pasture (irrigated)	22	Eckard et al. (2001)
Broccoli	72	Ryden and Lund (1980)
Celery	55	Ryden and Lund (1980)

†Background levels not associated with management events.

Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της διαδικασίας παραγωγής λιπασμάτων εξαρτάται από τα ορυκτά καύσιμα ως καύσιμο και πρώτη ύλη, η ποσότητα CO<sub>2</sub> που παράγεται είναι τουλάχιστον 3 τόνοι CO<sub>2</sub> ανά τόνο λιπάσματος (Oukhelfan *et al.*, 2022). Οι περισσότερες μελέτες έχουν δείξει ότι το κύριο αέριο που εκπέμπεται από την εφαρμογή λιπασμάτων (κυρίως αζωτούχων) είναι τα οξείδια του αζώτου. Από την άλλη πλευρά, μελέτες έχουν δείξει ότι τα ασβεστούχα λιπάσματα μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και υποξειδία του αζώτου (N<sub>2</sub>O) στο έδαφος. Οι Dumale *et al.*, (2011) επιβεβαίωσαν ότι η ανοργανοποίηση των ανθρακικών και ασβεστούχων αλάτων, είναι μια κύρια πηγή εκπομπής CO<sub>2</sub> σε όξινα εδάφη κατά τη διάρκεια της ασβεστούχου λίπανσης.

Λιπάσματα όπως φωσφορικά και καλιούχα, δεν αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως πηγές εκπομπών αερίων θερμοκηπίου έπειτα από την εφαρμογή τους στην καλλιέργεια, αλλά περισσότερο ως ρυπογόνες πηγές κατά τα στάδια παραγωγής τους.

### 8.1.3 Άρδευση

Σε περιοχές με λειψυδρία, η άρδευση έχει γίνει μια σημαντική εισροή στην αμπελοκαλλιέργεια, απαραίτητη για την αύξηση της παραγωγικότητας και την επίτευξη κερδών. Στο ξηρό μεσογειακό κλίμα της νότιας Ευρώπης, η άρδευση είναι απαραίτητη κατά την παραγωγή σταφυλιών. Η κοινή εκτίμηση του αποτυπώματος νερού (water footprint - WF)

και του αποτυπώματος άνθρακα (carbon footprint - CF) μπορεί να βοηθήσει στην ολοκληρωμένη αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της βιωσιμότητας που σχετίζονται με την καλλιέργεια της αμπέλου. Σε μία ανασκόπηση των Sapkota *et al.* (2020) βρέθηκε, ότι η μειωμένη άρδευση είναι αποτελεσματική στη μείωση του ρυθμού των εκπομπών CH<sub>4</sub> και ότι οι στρατηγικές άρδευσης με μειωμένη ή εξοικονόμηση νερού έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν την επίδραση των εκπομπών GHG.

Η χρήση του νερού του αμπελώνα αποτελεί μια από τις σημαντικότερες επεμβάσεις και μπορεί να επηρεάσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την άντληση νερού που προορίζεται για την άρδευση καλλιεργειών, έχει ως αποτέλεσμα εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της αυξημένης άρδευσης και των εκπομπών GHG από το έδαφος. (Yu, *et al.*, 2019). Ωστόσο, απαιτείται περισσότερη έρευνα πεδίου για την αξιολόγηση της επίδρασης των διαφορετικών ρυθμών άρδευσης στις εκπομπές GHG από το γεωργικό χωράφι.

#### **8.1.4 Άροση**

Η άροση του εδάφους καταναλώνει σημαντικές ποσότητες ορυκτών καυσίμων. Το όργωμα του εδάφους στους αμπελώνες έχει συσχετιστεί με την εκπομπή αερίων θερμοκηπίου κυρίως CO<sub>2</sub> και N<sub>2</sub>O (Armengot *et al.*, 2014). Η εντατική άροση έχει αναγνωριστεί ως μια σημαντική γεωργική δραστηριότητα που εκπέμπει GHG, μαζί με τη χρήση γεωργικών χημικών ουσιών και την καύση υπολειμμάτων καλλιεργειών (Nawaz *et al.*, 2016). Επιπλέον, η διαχείριση των μεσογειακών αμπελώνων με συνεχή άροση για τη διατήρηση γυμνών εδαφών έχει συνδεθεί με χαμηλά αποθέματα οργανικής ουσίας και υποβάθμιση του εδάφους, συμβάλλοντας στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Novara *et al.*, 2020).

#### **8.1.5 Καλλιέργειες κάλυψης**

Συνολικά, η βιβλιογραφία προτείνει ότι η ενσωμάτωση καλλιεργειών κάλυψης (Cover Crops) ως μέρος της αμειψισποράς στους αμπελώνες μπορεί να επηρεάσει τη δέσμευση CO<sub>2</sub> του εδάφους και τις εκπομπές GHG.

Οι καλλιέργειες κάλυψης δεν αποτελούν θεραπεία για την κλιματική αλλαγή στη γεωργία. Ωστόσο, η ευρεία υιοθέτηση θα μπορούσε να μετριάσει κατά 10% των γεωργικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Η καλλιέργεια κάλυψης περιλαμβάνει επίσης πολλά άλλα οφέλη που θα μπορούσαν να αυξήσουν την ανθεκτικότητα της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή και να έχουν μακροπρόθεσμα οικονομικά πλεονεκτήματα για τους αγρότες.

Οι καλλιέργειες κάλυψης μπορούν να αποθηκεύσουν άνθρακα στο έδαφος αφαιρώντας τον άνθρακα από τον αέρα και αποθηκεύοντάς τον στις ρίζες, στο έδαφος και



στους υπέργειους μίσχους και φύλλα, αφού οι καλλιέργειες κάλυψης αυξάνουν τον οργανικό άνθρακα του εδάφους και μετριάζουν ορισμένα αέρια του θερμοκηπίου ([USDA Cover Crops for Climate Resilience](#)).

Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση των ειδικών επιπτώσεων της αμειψισποράς στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στα οικοσυστήματα των αμπελώνων, το οποίο και θα εξεταστεί παρακάτω.

### **8.1.6 Αλλαγή χρήσης γης**

Η μετατροπή των φυσικών εκτάσεων σε αμπελώνες, έχει αναγνωριστεί ως παράγοντας που συμβάλλει στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Viers *et al.*, 2013). Μία πιθανή επέκταση των καλλιεργούμενων εκτάσεων, είτε για την κάλυψη της μελλοντικής ζήτησης κρασιού είτε ως απάντηση στην κλιματική αλλαγή, σημαίνει ότι η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της αμπελοκαλλιέργειας είναι κρίσιμη για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

### **8.1.7 Συνολικό αποτύπωμα άνθρακα οινοποιητικής μονάδας**

Σε μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιήθηκε σε οινοποιητική εταιρεία που εδρεύει στη Βόρεια Ελλάδα από τους (Καραλής, Δ. και Κανακούδης, Β., 2023), εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα που προέκυψαν έπειτα από μετρήσεις στα δυο κύρια στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, στους αμπελώνες και στο οινοποιείο. Η εργασία, ξεκινάει με την καταγραφή του αποτυπώματος του άνθρακα στον αμπελώνα, στις διάφορες αγροτικές εργασίες (αμπελουργία), έπειτα στον τρύγο των σταφυλιών, στη μεταφορά της πρώτης ύλης στο οινοποιείο, στην οινοποίηση, και τελειώνει στην εμφιάλωση και τη συσκευασία των φιαλών. Τα κύρια συμπεράσματα της έρευνας συνοψίζονται στα εξής:

- Το ετήσιο αποτύπωμα άνθρακα της οινοποιητικής εταιρείας, ήταν 1.383,14 τόνοι CO<sub>2</sub>eq για το έτος 2020.
- Ο Αμπελώνας συνεισφέρει το 32% (328,27 τόνοι CO<sub>2</sub>eq) και το Οινοποιείο το 68% (1.000,87 τόνοι CO<sub>2</sub>eq) στις συνολικές εκπομπές.
- Οι Συνολικές Απορροφήσεις σε τόνους CO<sub>2</sub>eq της προαναφερθείσας εταιρείας, ήταν 621,50, ποσό που καλύπτει σχεδόν το 52% των παραπάνω Εκπομπών.
- Το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο για τον Αμπελώνα έχει η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων και για το Οινοποιείο η χρήση ενέργειας, με μεγαλύτερη συνεισφορά, εκείνη των ψυκτικών μέσων.

## 9 Πρακτικές διαχείρισης αμπελώνων που συμβάλλουν στη μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα

Για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) στους αμπελώνες, έχουν προταθεί διάφορες στρατηγικές στη βιβλιογραφία. Εντούτοις, πολλά πεδία μελετών είναι σε πρώιμο στάδιο και θα μας διαφωτίσουν στο άμεσο μέλλον.

### 9.1 Καύσιμα

Η μεγαλύτερη συνεισφορά σε αέριες εκπομπές, γίνεται από την χρήση τρακτέρ για την κάλυψη αναγκών όπως ψεκασμοί, κλαδέματα, οργώματα, συγκομιδή κ.α. Είναι επομένως επιτακτικό να περιοριστεί ο αριθμός των διελεύσεων των μηχανημάτων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τους ακόλουθους τρόπους (Longbottom and Petrie, 2015):

**Κατάλληλη επιλογή αγροχημικών:** προτείνεται μια διαχείριση στα πλαίσια της γεωργίας ακρίβειας (Precision Agriculture), όπου στην προς καταπολέμηση ασθένειας ή και παράσιτου στόχου, θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι το σκευασμα είναι το καταλληλότερο και στην ιδανική δοσολογία, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επαρκέστερη κάλυψη με τις λιγότερες δυνατές εφαρμογές. Αυτό σημαίνει ότι επιτυγχάνεται ο στόχος, με λιγότερα «περάσματα» μηχανών.

**Ανάπτυξη ανθεκτικών στις ασθένειες ποικιλιών και υποκείμενων:** θα μπορούσε να μειώσει περαιτέρω ή ενδεχομένως να εξαλείψει την απαίτηση για εφαρμογή φυτοφαρμάκων (Ojeda *et al.* 2010 ).

**Έρευνα για εναλλακτικούς μηχανισμούς λιπάνσεων και φυτοπροστασίας με βιολιπάσματα και βιοπαρασιτοκτόνα;** τα μικροβιακά εμβόλια ή τα βιολιπάσματα από ωφέλιμους μικροοργανισμούς που αποικίζουν τη ριζόσφαιρα και συντείνουν στην ανάπτυξη των φυτών. Οι μικροοργανισμοί αυτοί, βελτιώνουν τη μικροχλωρίδα, την υγεία του εδάφους, την ανάπτυξη των φυτών, τον έλεγχο των ασθενειών των φυτών και προστατεύουν το φυτό από παράσιτα. Επίσης, τα βιοπαρασιτοκτόνα είναι λιγότερο επικίνδυνα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, και επομένως αποτελούν μια νέα εναλλακτική πρακτική, προκειμένου να ελέγξουν ή και να περιορίσουν διάφορων ειδών παρασίτων. Οι Seenivasagan και Babalola (2021) συντείνουν και τη μείωση των εκπομπών από τη χρήση ενέργειας και καυσίμων στους αμπελώνες.

**Χρήση πρακτικών αμπελοργίας ακριβείας:** Οι (Bramley and Hamilton, 2008) σε έρευνα τους, αναφέρθηκαν μεταξύ άλλων και στη μεταβλητότητα των αμπελώνων, αντιμετωπίζοντας την καλλιέργεια όχι ολιστικά, αλλά περισσότερο ως ένα άθροισμα

υποσυνόλων. Ισχυρίζονται ότι, εάν τα «κομμάτια» του αμπελιού αντιμετωπίζονταν μεμονωμένα ανάλογα με τις ανάγκες τους, τα αποτελέσματα καλλιεργητικής φροντίδας, όντας στοχευμένα, είναι καλύτερα από τη συνηθισμένη πρακτική. Έτσι με τη χρήση τεχνολογιών όπως ο εξοπλισμός ψεκασμού πολλαπλών σειρών, ενός κομματιού του αμπελιού, θα μείωνε τα περάσματα ενός τρακτέρ.

**Η «πράσινη» αμμωνία:** η ιδέα της χρήσης της πράσινης αμμωνίας ευθυγραμμίζεται με τις παγκόσμιες προσπάθειες για τη μείωση της εξάρτησης από τα καύσιμα με βάση τον άνθρακα και τον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στόχος είναι η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με αμμωνία (Ornes, 2021, Zhu *et al.*, 2022).

**Χρήση βιοπροσθετικών με τη μορφή αιθέριων ελαίων στους κινητήρες:** με τη μορφή αιθέριων ελαίων μείωσε την κατανάλωση. Αυτή η έρευνα διεξήχθη με ανάμειξη αρωματικού ελαίου κιτρονέλλας με πετρέλαιο ντίζελ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη κιτρονέλλας στο καύσιμο ντίζελ με ποσοστό 1%, 0,5% και 0,1% μείωσε σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου κατά 15,5%, 3,6% και 2,6% αντίστοιχα (Muhyi *et al.*, 2019).

**Η χρήση ζώων και ιδιαίτερα προβάτων:** κατά τη διάρκεια του χειμώνα η βοσκή προβάτων στους αμπελώνες έχει γίνει συνήθης πρακτική στην Αυστραλία. Τα ζώα τρέφονται με ζιζάνια κ.α γεγονός που μειώνει την ανάγκη για χρήση ζιζανιοκτόνων, επομένως και τη χρήση τρακτέρ και κατανάλωσης καυσίμου.

## 9.2 Λίπανση

Για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) από λιπάσματα στην αμπελοκαλλιέργεια, έχουν προταθεί διάφορες στρατηγικές στη βιβλιογραφία:

- Η κατανόησή μας για τα εδάφη, μέσω πολλαπλών ερευνών, δείχνει πώς τα **οργανικά λιπάσματα που εφαρμόζονται στοχευμένα**, μπορούν να αναγεννήσουν την οργανική ύλη του εδάφους και να μειώσουν την ανάγκη για χημικά λιπάσματα. Η οργανική ύλη παρέχει σταθερό άζωτο, συμβάλλει στη δομή του εδάφους, τη συγκράτηση του νερού και τη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών (Outreach, 2023). Η αειφόρος αμπελοκαλλιέργεια, με γνωστές πρακτικές στην επιστημονική κοινότητα, αποτελεί μια ενδιαφέρουσα στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. (Novara *et al.*, 2020).
- **«Πράσινη» αμμωνία:** Η αμμωνία είναι ζωτικής σημασίας για την παραγωγή αζωτούχων λιπασμάτων. Η παραγωγή αμμωνίας σημαίνει τεράστιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Στην πραγματικότητα, η χρήση ορυκτών καυσίμων για τη σύνθεση της οδηγεί στο 1,8 % όλων των εκπομπών CO<sub>2</sub> παγκοσμίως (Ampower, 2022). Ενόψει του στόχου της απανθρακοποίησης, οι ερευνητικές προσπάθειες επικεντρώνονται στη δυνατότητα σύνθεσης αμμωνίας από πράσινο υδρογόνο, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η «πράσινη» αμμωνία θα παράγεται με βιώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους, σε αντίθεση με τις τωρινές, προσφέροντας οφέλη τόσο για τη γεωργία όσο και για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (Li *et al.*, 2016· Zhang *et al.*, 2023).
- **Τα νανολιπάσματα (NanoFertilizers):** θεωρούνται ως η επιτομή των αγροχημικών, ως το μέλλον των καλλιεργειών και υπερτερούν καθ' ολοκληρία έναντι των συμβατικών χημικών. Παρέχουν στοχευμένη και αργή παροχή θρεπτικών ουσιών στο φυτό, χωρίς να υπάρχουν απώλειες, βελτιώνοντας την παραγωγικότητα ενώ ταυτόχρονα σέβονται το περιβάλλον, σε αντίθεση με τα συμβατικά. Μπορούν να εφαρμοστούν είτε ως διαφυλλικά είτε στο έδαφος, ανάλογα με τις ιδιότητες των σωματιδίων, των οποίων οι μικρές διαστάσεις (<100 nm) επιτρέπουν την πιο εύκολη εισχώρηση στα φυτικά συστήματα. Τα NF ενισχύουν την ανεκτικότητα των φυτών σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις. Σύμφωνα με τον Babu *et al.*, (2022) το κόστος παραγωγής μειώνεται, όταν υπάρχει λελογισμένη χρήση, ενώ ταυτόχρονα μετριάζεται το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Ως εκ τούτου, Τα νανολιπάσματα έχουν μοναδικές φυσικοχημικές ιδιότητες που τα καθιστούν πιο πλεονεκτικά από τα παραδοσιακά (Seleiman *et al.*, 2021; Babu *et*

*al.*, 2022). Το μόνο αρνητικό στην περίπτωση τους είναι ότι, σε ενδεχομένη υπερδοσολογία ενδέχεται να υπάρξουν επιζήμια αποτελέσματα στις καλλιέργειες, στο έδαφος. Η εκτεταμένη απελευθέρωση τους στο περιβάλλον και στην τροφική αλυσίδα μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία, επομένως χρειάζεται προσεκτική αξιολόγηση (Babu *et al.*, 2022).

- **Η χρήση νιτρικών λιπασμάτων** συντείνει σε χαμηλότερες εκπομπές ενώσεων N σε σύγκριση με τις εκπομπές από τη χρήση λιπασμάτων με βάση την ουρία (Bouwman *et al.* 2002; IPCC, 2007).
- **Βελτιωμένα αποτελεσματικά λιπάσματα**, όπως αυτά με επικαλύψεις επιφανειών ή αναστολείς νιτροποίησης ή δραστηριότητας ουρέασης, έχει αποδειχθεί ότι μειώνουν σημαντικά τις εκπομπές GHG, με αναφερόμενες μειώσεις 77% στις εκπομπές N<sub>2</sub>O από τη χρήση αναστολέων νιτροποίησης και 60% στις απώλειες NH<sub>3</sub> από τη χρήση αναστολέων ουρέασης (Zhang *et al.*, 2013).
- **Βιοκάρβουνο (biochar)**: Είναι προϊόν πυρόλυσης αποβλήτων βιολογικών καθαρισμών (λυματολάσπη), αποβλήτων ελαιουργείων (κασιγάρος), οργανικών υλικών από γεωργικά και δασικά απόβλητα (βιομάζα). Χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό και ως βιολίπασμα. Σε έρευνα τους οι Horel *et al.* (2018) συμπέραναν ότι η συνδυασμένη προσθήκη κοπριάς και βιοκάρβουνο είχε ως αποτέλεσμα στη συνολική μείωση των N<sub>2</sub>O, ενώ αναφορικά με τις εκπομπές του CO<sub>2</sub>, σημαντικές διάφορες καταγράφηκαν την περίοδο της άνοιξης και καλοκαιριού. Ο συνδυασμός των δύο υλικών μετά τη συγκομιδή, θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές και των δύο αερίων. Η μελέτη που αφορούσε σχετικά βέλτιστες θερμοκρασίες και βροχοπτώσεις σε έναν εύκρατο αμπελώνα. Η μελέτη τους αποτελεί μια καλή βάση για να διεξαχθούν και να στηριχτούν μακροπρόθεσμες έρευνες σε πιο ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες (υγρές έναντι ξηρών ετών), προκειμένου να συμπεριληφθούν και να συνυπολογιστούν οι επιπτώσεις λόγω της κλιματικής αλλαγής.

## 9.3 Φυτοπροστασία

Η χρήση φυτοφαρμάκων στις καλλιέργειες, έχει αρνητικές επιπτώσεις αναφορικά με τις εκπομπές αέριων, αλλά και στην υγεία των καταναλωτών. Οι στρατηγικές ελάττωσης χρήσης τους ή και κατάργησής τους, έχει πολλαπλά οφέλη.

### 9.3.1 Ολοκληρωμένη διαχείριση (IPM)

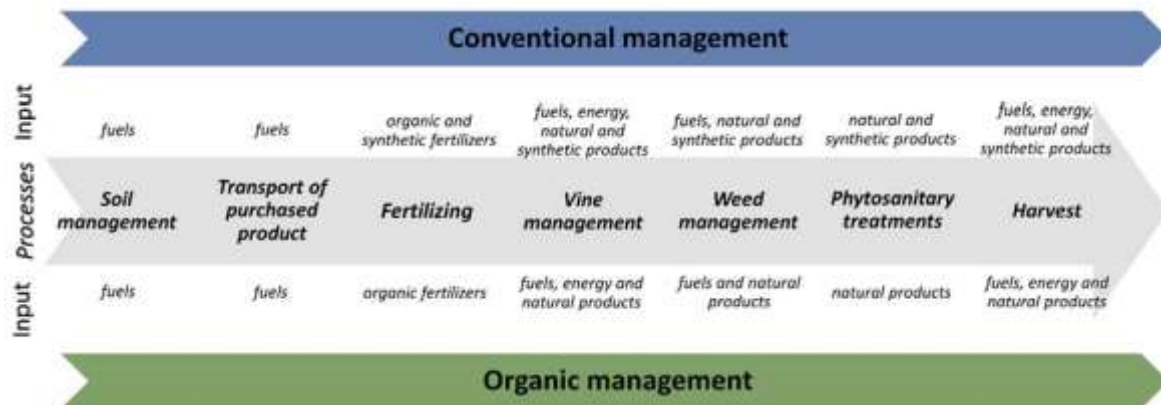
Ο στόχος αυτής της στρατηγικής δεν είναι η εξάλειψη αλλά η πρόληψη των παρασίτων αποτρέποντας, οικολογικές, ποιοτικές και οικονομικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια, με τον μικρότερο κίνδυνο για το περιβάλλον. Υπάρχουν στοχευμένα προγράμματα (IPM) που αναπτύσσουν την προσέγγιση εφαρμογής τους σε βήματα (Integrated Pest Management (IPM) Principles | US EPA 2023):

- **Καθορισμός ορίων δράσης.** Το επίπεδο (πληθυσμοί) στο οποίο τα παράσιτα μπορούν να αποτελέσουν ποιοτική, οικονομική απειλή.
- **Παρακολούθηση και αναγνώριση παρασίτων.** Πολλοί οργανισμοί είναι αβλαβείς και μερικοί είναι ακόμη και ωφέλιμοι
- **Πρόληψη.** Βασική γραμμή ελέγχου παρασίτων, τα προγράμματα IPM εργάζονται για τη διαχείριση της καλλιέργειας, για να αποτρέψουν τα παράσιτα από το να γίνουν απειλή. Σε μια γεωργική καλλιέργεια, αυτό μπορεί να σημαίνει τη χρήση μεθόδων καλλιέργειας, όπως η εναλλαγή μεταξύ διαφορετικών καλλιεργειών, η επιλογή ποικιλιών ανθεκτικών στα παράσιτα και η φύτευση υποκείμενου χωρίς παράσιτα.
- **Έλεγχος-αξιολόγηση αποτελεσμάτων.** Επιλέγονται πρώτα αποτελεσματικοί, λιγότερο επικίνδυνοι έλεγχοι παρασίτων, συμπεριλαμβανομένων χημικών ουσιών υψηλής στόχευσης, όπως φερομόνες που διακόπτουν το ζευγάρωμα παρασίτων, ή μηχανικό έλεγχο, όπως παγίδευση ή ζιζανίων. Η ολοκληρωμένη διαχείριση παρασίτων IPM στην αμπελοκαλλιέργεια προσφέρει μια βιώσιμη προσέγγιση για τον έλεγχο των παρασίτων, με στόχο τη μείωση της εξάρτησης από συνθετικά φυτοφάρμακα και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων. Η υιοθέτηση IPM στην αμπελουργία περιλαμβάνει την ενσωμάτωση διαφόρων τεχνικών διαχείρισης παρασίτων, συμπεριλαμβανομένων βιολογικών, πολιτιστικών και μηχανικών μεθόδων, για τη διατήρηση των πληθυσμών παρασίτων σε επίπεδα που δεν προκαλούν σημαντική ζημιά στο οικοσύστημα του αμπελώνα (Reiff *et al.*, 2021).
- **Πρόληψη παρασίτων και ασθενειών** της αμπέλου με τη χρήση βιοδιεγερτικών με βάση τα φύκια στο αμπέλι. Οι Samuels *et al.* (2022) αναφέρουν ότι τα εκχυλίσματα

φυκιών έχουν την ικανότητα να επάγουν αμυντικές αποκρίσεις των φυτών έναντι μόλυνσης από βακτήρια, μύκητες και ορισμένα παθογόνα. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Aziz *et al.* (2003), διαπιστώθηκε ότι εκχυλίσματα φυκιών που προέρχονται από *φαιοφύκη Laminaria digitata*, όταν εφαρμόστηκε σε φυτά αμπελού, μείωσε τη μόλυνση από *B. cinerea* και *P. viticola* κατά περίπου 55 και 75%, αντίστοιχα. Μελέτες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή πρακτικών IPM, όπως η χρήση καλλιεργειών κάλυψης και φυσικών αρπακτικών, μπορεί να συμβάλει στον έλεγχο παρασίτων στους αμπελώνες, μειώνοντας την εξάρτηση από χημικά φυτοφάρμακα (Reiff *et al.*, 2021; RANCA *et al.*, 2022).

### 9.3.2 Εφαρμογή πρακτικών βιολογικής γεωργίας

Για πολλούς, είναι αυτονόητο ότι η βιολογική αμπελοκαλλιέργεια, η οποία διέπεται από τη φιλοσοφία της αποφυγής χρήσης συνθετικών φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, προσφέρει μια βιώσιμη προσέγγιση στην παραγωγή σταφυλιών, συμβάλλοντας στη μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Muneret *et al.*, 2017). Εντούτοις, υπάρχουν και οι έρευνες που αντιτίθενται σε αυτόν τον ισχυρισμό, όπως αυτή των (Ghiglieno *et al.* 2023) οι οποίοι και σύγκριναν το αποτύπωμα του άνθρακα συμβατικών (CONV), και βιολογικών (ORG) καλλιεργειών σε 25 αμπελοκαλλιέργειες αντιστοίχων οινοποιείων στη βόρεια Ιταλία. Τα 19 ανήκαν στην συμβατική διαχείριση ενώ τα 5 στην βιολογική και 1 που ήταν υπό καθεστώς πιστοποίησης. Τα δεδομένα της ερευνάς αφορούν στα έτη 2009–2017.

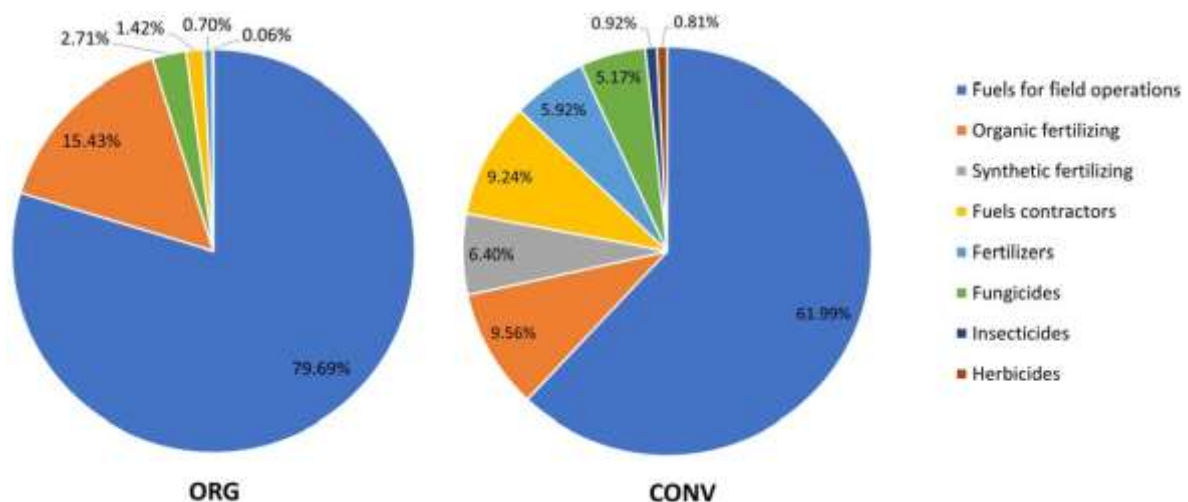


Εικόνα 18 Συμβατική και βιολογική διαχείριση αμπελώνων. Διαδικασίες και εισροές (Ghiglieno *et al.*, 2023)

Το Αυστραλιανό Ινστιτούτο Ερευνών Οίνου για να βοηθήσει τα αυστραλιανά οινοποιεία να μετρήσουν το αποτύπωμα του άνθρακα κυκλοφόρησε τον Απρίλιο του 2009 το [Australian Wine Carbon Calculator](#), το οποίο βασίζεται στη διεθνή έκδοση που χρησιμοποιείται από τις αρχές του 2008 και περιλαμβάνει στοιχεία ειδικά για τις αυστραλιανές ανάγκες, όπως συντελεστές εκπομπής που εγκρίνονται από την Αυστραλιανή

Κυβέρνηση. Το έργο ήταν μια κοινή πρωτοβουλία της Ομοσπονδίας Οινοποιών της Αυστραλίας (Winemakers' Federation of Australia – WFA, σήμερα Australian Grape & Wine), του Συνδέσμου Βιομηχανίας Οίνου της Νότιας Αυστραλίας και του Συμβουλίου Οινοποιίας της Νότιας Αυστραλίας.

Οι βασικές διαφορές μεταξύ της βιολογική και της συμβατικής αμπελοκαλλιέργειας έγκειται στην χρήση η μη συνθετικών λιπασμάτων, της πρακτικής καλλιεργειών αμειψισποράς και του επιπέδου της συγκέντρωσης του οργανικού άνθρακα στο έδαφος. Διαπίστωσαν ότι, και στους 2 τύπους καλλιεργειών οι εκπομπές των αέριων από την κατανάλωση καυσίμων χρήσης μηχανήματων, ήταν εκείνη με τη μεγαλύτερη συνεισφορά. Επιπλέον, στη βιολογική διαχείριση βρήκαν μεγαλύτερο ποσοστό από αυτό της συμβατικής. Όπως φαίνεται παρακάτω (Εικ. 19) οι εκπομπές από την καύση ορυκτών καυσίμων στη βιολογική καλλιέργεια ήταν σε ποσοστό 79,69 % επί του συνόλου με μέση τιμή 1199.48 kg CO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>, ενώ στην συμβατική το ποσοστό ήταν 61,99% με μέση τιμή στα 878.72 kg CO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>.



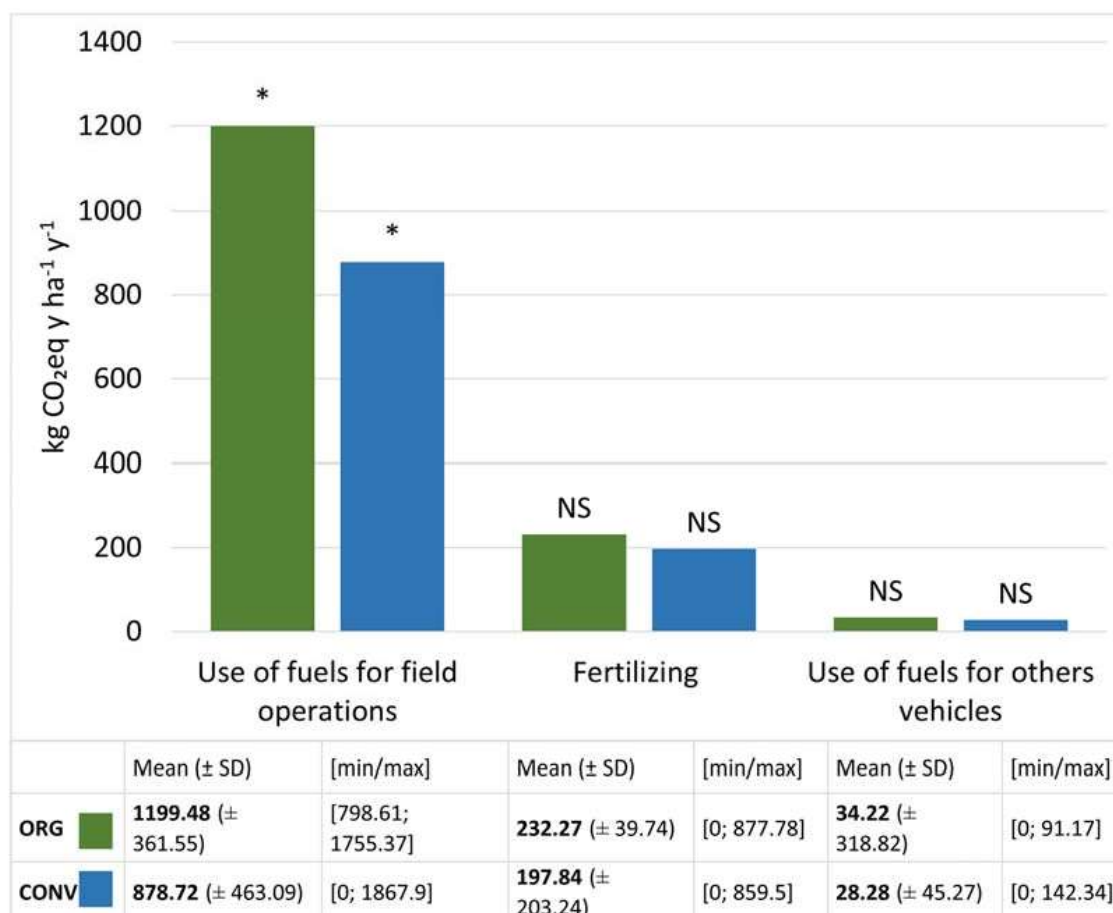
**Εικόνα 19** Συνεισφορές εκπομπών αερίων κατά τη διαχείριση οργανικών και συμβατικών καλλιεργειών (Ghiglieno et al., 2023)

Ενώ κάποιος θα περίμενε μεγάλες διαφορές αναφορικά με το αποτύπωμά του άνθρακα μεταξύ βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας, με αρκετά μειωμένες εκπομπές στην βιολογική διαχείριση έναντι της συμβατικής, στην έρευνα των Ghiglieno *et al.* (2023), αυτό δεν συμβαίνει. Το συμπέρασμα τους ήταν ότι δεν υπήρχαν ουσιαστικές διαφορές στις εκπομπές αερίων μεταξύ των 2 διαχειρίσεων. Και στις 2 περιπτώσεις, η συνεισφορά των καυσίμων, είναι η μεγαλύτερη με πηγή άμεσων εκπομπών με διαφορά. Αυτό έχει εντοπιστεί και από άλλες σχετικές έρευνες όπως των Rouault *et al.*, 2016 που συγκρίνει βιολογική και συμβατική διαχείριση ενός αμπελώνα Chenin Blanc στην κοιλάδα του Λίγηρα και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα καύσιμα έχουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά και ειδικότερα κατά τις



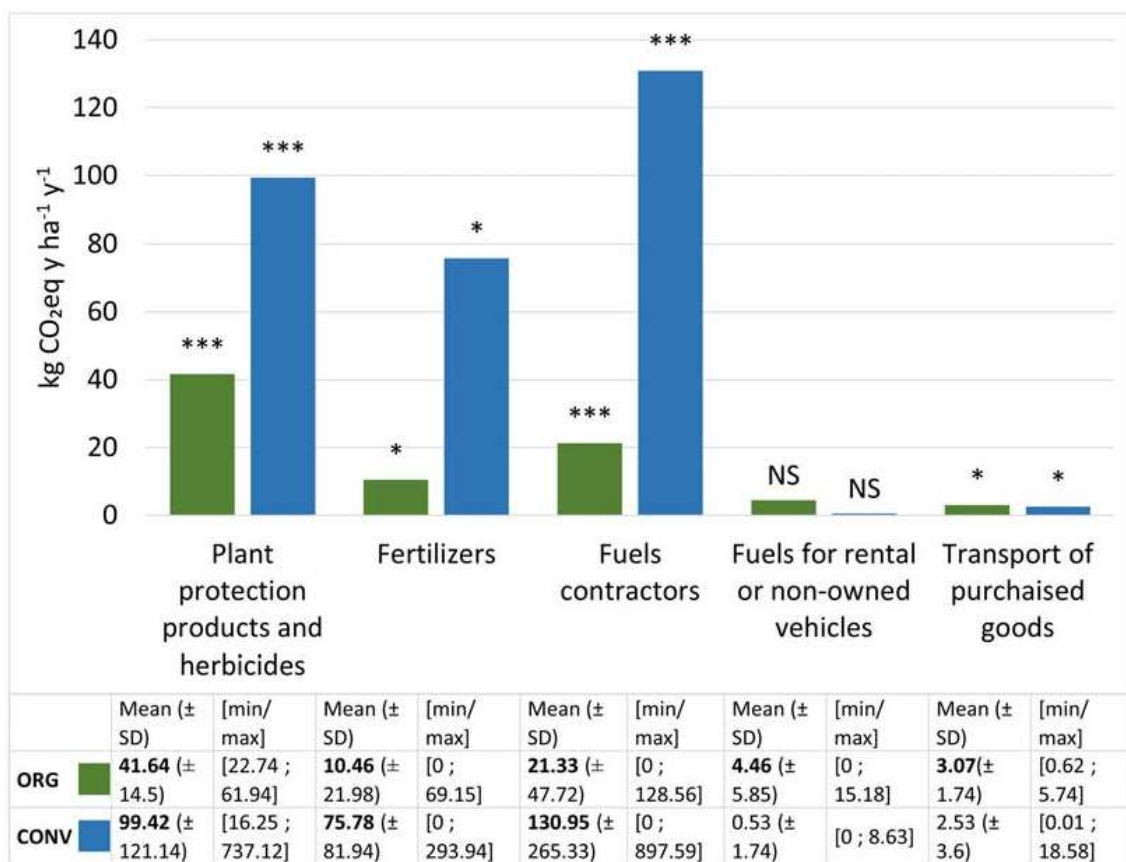
εφαρμογές φυτοπροστασίας και τη διαχείριση του εδάφους. Ομοίως, οι Litskas *et al.*, σε μια μελέτη τριών αμπελώνων στη Κύπρο, παρατηρήθηκε ότι στα οργανικά συστήματα διαχείρισης τα καύσιμα είχαν την υψηλότερη συχνότητα εκπομπών.

Στις οργανικές εκμεταλλεύσεις, οι γεωργικές παρεμβάσεις είναι συχνότερες. Αυτό συνεπάγεται και συχνότερη χρήση μηχανών, συνεπώς και καυσίμων. Για παράδειγμα, η μη χρήση ζιζανιοκτόνων προϋποθέτει μεγαλύτερους αριθμούς άροσης, για τον έλεγχο και περιορισμό των ζιζάνιων. Επίσης, οι ψεκασμοί των βιολογικών μυκητοκτόνων, μπορεί να γίνουν πιο εντατικοί κατά τη διάρκεια μια βροχερής περιόδου και αυτό διότι, τα (μη συνθετικά) χαλκούχα σκευάσματα εκπλένονται εύκολα από την φυλλική επιφάνεια με την επίδραση του νερού. Παρακάτω αποτυπώνονται οι άμεσες εκπομπές αέριων από τις διαφορετικές διαχειρίσεις (Εικ. 20). Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι στην κατανάλωση των καυσίμων υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά, με μέσες τιμές καλλιέργειών, οργανικής 1199.48 και συμβατικής 878.72 ( $p$  value < 0,05). Στις περιπτώσεις της λίπανσης και της κατανάλωσης καυσίμων από αλλά οχήματα, η διαφορά των αποτελεσμάτων βρέθηκε μη σημαντική.



**Εικόνα 20** Άμεσες εκπομπές και συγκριτικά αποτελέσματα οργανικής και συμβατικής διαχείρισης (Ghiglieno *et al.*, 2023)

Σχετικά με τις έμμεσες εκπομπές αερίων, η ερευνα κατέληξε, ότι η συμβατική διαχείριση συνείσφερε σημαντικά πιο πολύ στις εκπομπές αερίων (Εικ. 21). Οι έμμεσες εκπομπές που οφείλονται στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, στην λίπανση και στα καύσιμα στην συμβατική καλλιέργεια, είναι υψηλότερες από εκείνες που σχετίζονται με την αντίστοιχη βιολογική καλλιέργεια. Οι έμμεσες εκπομπές από τη μεταφορά αγαθών που αγοράζονται, είναι υψηλότερες στη βιολογική καλλιέργεια ( $p$ -value < 0,001), ενώ δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές για τα καύσιμα των ενοικιαζόμενων ή μη ιδιόκτητων οχημάτων. Συμπερασματικά, παρατηρείται μια μικρή διαφορά ανάμεσα στις μέσες τιμές εκπομπών μεταξύ της βιολογικής και της συμβατικής καλλιέργειας, με την πρώτη να έχει 160,43 kg CO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> παραπάνω.



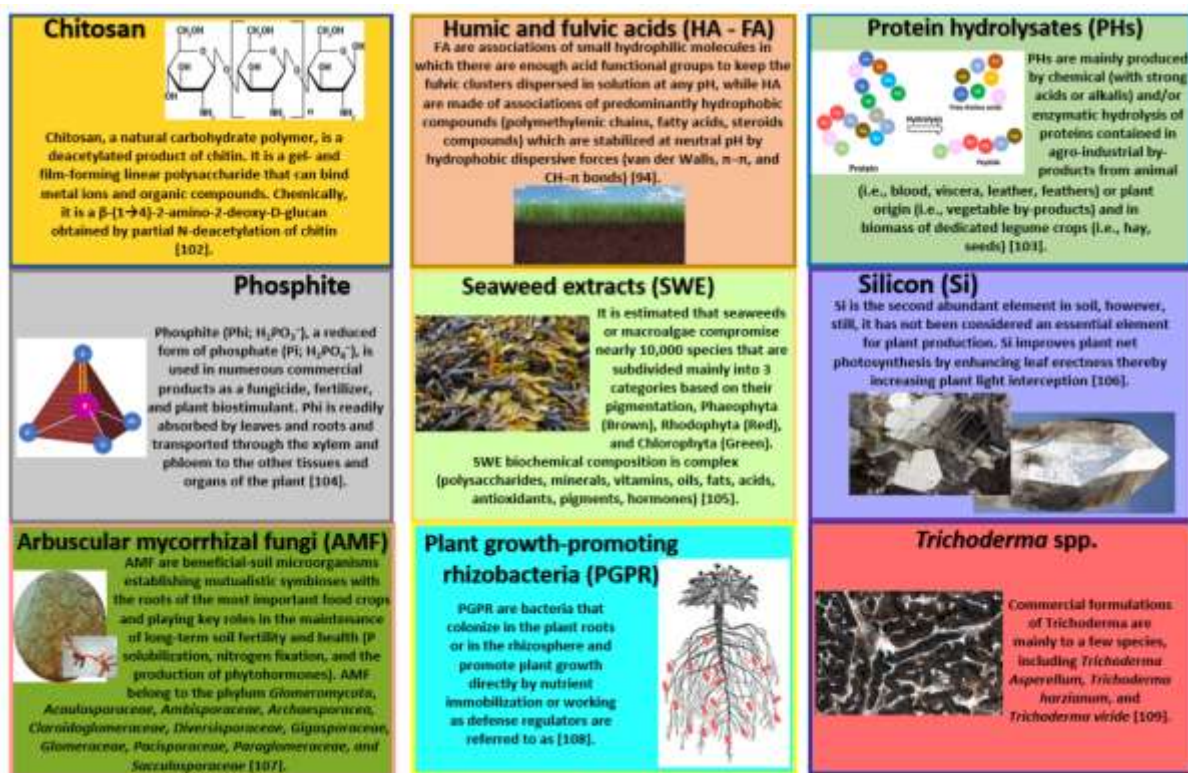
**Εικόνα 21** Έμμεσες εκπομπές και συγκριτικά αποτελέσματα οργανικής και συμβατικής διαχείρισης (Ghiglieno et al., 2023)

Τα χρήσιμα συμπεράσματα που προκύπτουν από την μελέτη των Ghiglieno *et al.* (2023) είναι, ότι οι άμεσες εκπομπές των αερίων επιβαρύνουν το περιβάλλον 6,5 φορές περισσότερο. Η κύρια πηγή εκπομπών είναι τα καύσιμα. Τα συνθετικά προϊόντα στις έμμεσες εκπομπές έχουν μεγαλύτερη συνεισφορά, αν και με χαμηλό μερίδιο συνολικά. Επιπροσθέτως στις έμμεσες εκπομπές, η φυτοπροστασία, η ζιζανιοκτονία και η λίπανση αποτελούν τις κυρίες εισροές στα συμβατικά συστήματα, ενώ στα οργανικά, η χρήση φυσικών ορυκτών και

οργανικών ουσιών συνεισφέρουν λίγο. Η μέση τιμή συνολικών εκπομπών στη βιολογική εκμετάλλευση είναι μεγαλύτερη από ότι στη συμβατική. Η αζωτούχα λίπανση είναι σημαντική επιβάρυνση και για τα δύο συστήματα διαχείρισης.

Σύμφωνα με τους Ghiglieno *et al.* (2023), οι ανάγκες που προκύπτουν για την στρατηγική μετριασμού των εκπομπών και στις δύο διαχειρίσεις είναι :

- Επένδυση σε καινοτόμες μηχανολογικές τεχνολογίες, για την παραγωγή μηχανημάτων με μεγαλύτερη απόδοση και χαμηλότερη κατανάλωση
- Μείωση των αριθμών των διαχειριστικών επεμβάσεων
- Βελτιστοποίηση, μείωση των θεραπειών και προληπτικών μέτρων με στοχευμένες επεμβάσεις



Εικόνα 22 Κατηγορίες φυτικών βιοδιεγερτών (Cataldo *et al.* 2022)

### 9.3.3 Χρήση βιοδιεγερτών

Η κλιματική αλλαγή και οι δυσανάλογες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων και συνεχής κατεργασία του εδάφους) θέτουν σε κίνδυνο την αμπελοκαλλιέργεια υποβάλλοντας τα φυτά σε συνεχή αβιοτική καταπόνηση. Επιπλέον, τα φυτά υποβάλλονται σε βιοτικές καταπονήσεις από παθογόνους παράγοντες, που προκαλούν άμεσες και έμμεσες βλάβες. Οι εφαρμογές βιοδιεγερτών στον αμπελώνα έχουν αποκτήσει μεγάλο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια για την αντιμετώπιση των ασθενειών του αμπελιού

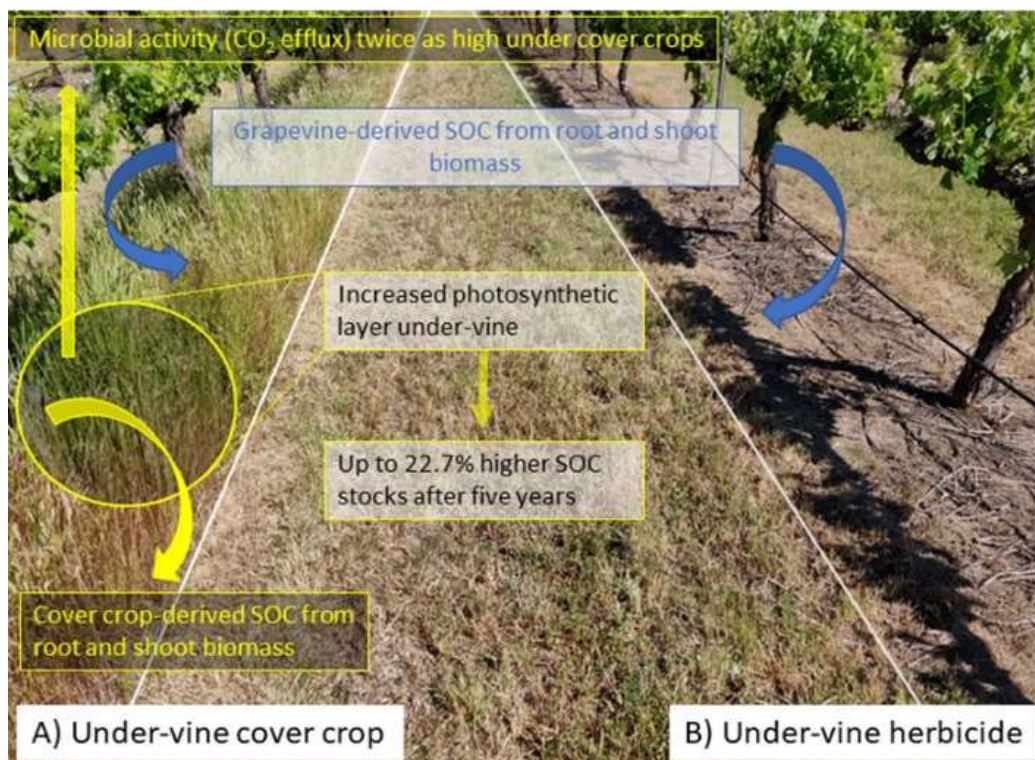
και τη βελτίωση της ποιότητας των σταφυλιών. Οι βιοδιεγέρτες αντιπροσωπεύουν επίσης μια εναλλακτική λύση στη λίπανση του εδάφους, αφού βελτιώνουν την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών μειώνοντας την έκπλυση αυτών στα υπόγεια ύδατα (Cataldo *et al.* 2022)

Η εφαρμογή βιοδιεγερτών συμβάλλει επίσης στον έλεγχο των παρασίτων και στην υγεία του εδάφους, μειώνοντας ενδεχομένως την εξάρτηση από χημικές εισροές στην αμπελοκαλλιέργεια (Samuels *et al.*, 2022; Sivčev *et al.*, 2010).

## 9.4 Καλλιέργειες κάλυψης

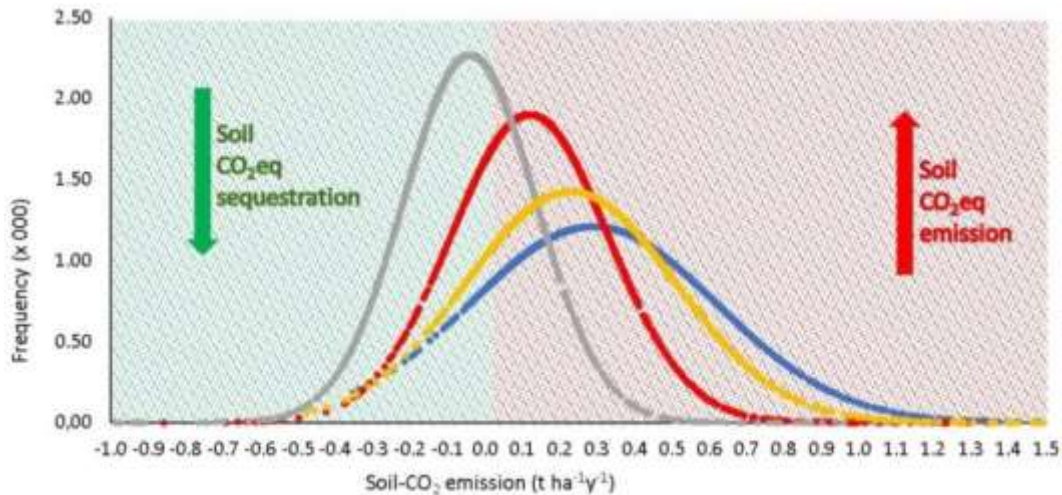
Τα τελευταία χρόνια, πολλές έρευνες αποδεικνύουν τη σημασία της διατήρησης και της αύξησης των αποθεμάτων οργανικού άνθρακα του εδάφους (Soil Organic Carbon - SOC) στα αμπελοοικονομικά συστήματα. Η αύξηση του οργανικού άνθρακα του εδάφους έχει θετικό αποτέλεσμα σε πολλές ιδιότητες του εδάφους και αποτελεί σημαντική δεξαμενή δέσμευσης CO<sub>2</sub>, συμβάλλοντας στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Εάν η οργανική ύλη συσσωρεύεται στο έδαφος πιο γρήγορα από την αποσύνθεσή του, το CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα θα μειωθεί (Clifford, 2011). Σε όλη τη Γη, τα εδάφη υπολογίζονται ότι περιέχουν περίπου 700 Gt οργανικού άνθρακα στο ανώτερο στρώμα (0,3 m) και περίπου 1500 Gt σε βάθος 1 m (Batjes, N.H., 1996).

Οι Marks *et al.* (2022) σε έρευνα τους, διαπίστωσαν ότι οι καλλιέργειες κάλυψης συγκρατούσαν έως και 23% περισσότερο οργανικό άνθρακα σε σχέση με τη συμβατική χρήση ζιζανιοκτόνων σε μία πενταετή περίοδο ανάπτυξης. Η μικροβιακή δραστηριότητα αυξήθηκε περισσότερο από το διπλάσιο σε εδάφη καλλιεργειών κάλυψης, λόγω της αύξησης του διαλυμένου οργανικού άνθρακα (Dissolved organic carbon - DOC) και του γεγονότος ότι υπάρχουν ενδείξεις ότι σε εδάφη καλλιεργειών κάλυψης ο άνθρακας είναι πιο ανθεκτικός. Συνεπώς, η εφαρμογή καλλιεργειών κάλυψης σε αμπελώνες είναι μια βιώσιμη λύση για την αύξηση των αποθεμάτων διαλυμένου οργανικού άνθρακα στα συστήματα αμπελώνων.



Εικόνα 23 Μια μετατόπιση από τη γυμνή γη σε καλλιέργειες κάλυψης έχει τη δυνατότητα να δεσμεύσει άνθρακα στα εδάφη του αμπελώνα (Marks *et al.* 2022)

Η διαχείριση καλλιεργειών κάλυψης στην αμπελοκαλλιέργεια έχει αναγνωριστεί ως ένα πιθανό μέτρο για τον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τη γονιμότητα του εδάφους, τη μικροβιακή δραστηριότητα και την περιεκτικότητα σε οργανική ύλη του επιφανειακού εδάφους, συμβάλλοντας έτσι στη δέσμευση άνθρακα του εδάφους (Novara *et al.*, 2020).



**Εικόνα 24** Κατανομή εκπομπών CO<sub>2</sub>eq του εδάφους (θετικές τιμές) και δέσμευση άνθρακα του εδάφους (αρνητικές τιμές) υπό διαφορετική διαχείριση εδάφους στα επιλεγμένα αγροκτήματα: συμβατική άροση - μπλε γραμμή, προσωρινή καλλιέργεια κάλυψης με ένα οσπριοειδές σε εναλλακτικές ενδιάμεσες σειρές - κόκκινη γραμμή, προσωρινή καλλιέργεια κάλυψης με οσπριοειδές - γκρίζα γραμμή, μόνιμη καλλιέργεια κάλυψης - κίτρινη γραμμή (Novara *et al.* 2022)

Οι καλλιεργητές εύλογα ανησυχούν για τις καλλιέργειες κάλυψης που μπορεί να ανταγωνιστούν τα αμπέλια στα θρεπτικά συστατικά και το νερό, αλλά με συγκεκριμένα μείγματα καλλιεργειών μπορεί να αποφευχθούν αυτές οι αρνητικές επιπτώσεις, προσφέροντας παράλληλα υψηλότερη βιοποικιλότητα στους αμπελώνες. (Garcia *et al.*, 2018 ; Griesser *et al.*, 2022) . Τα υγιή εδάφη αποτελούν τη βάση της βιώσιμης αμπελουργίας. Το έδαφος είναι ένα ζωντανό σύστημα με πληθώρα μικροοργανισμών που εκτελούν πολλές οικολογικές και εξειδικευμένες λειτουργίες, συμβάλλοντας στην διατήρηση του οικοσυστήματος. Αυτοί οι οργανισμοί εμπλέκονται σε πολλές διεργασίες, από την αποσύνθεση της οργανικής ύλης έως την παροχή μετάλλων στις ρίζες των αμπέλων. Σημαντική είναι η συνεισφορά τους στον έλεγχο ασθένειων, παράσιτων και ζιζανίων και στη βελτίωση της δομής του εδάφους. Η ενίσχυση και διατήρηση της βιοποικιλότητας στα οικοσυστήματα των αμπελώνων, μπορεί να συμβάλει στη φυσική καταπολέμηση των παρασίτων και να μειώσει την ανάγκη για χημικά φυτοφάρμακα (Giffard *et al.*, 2022).

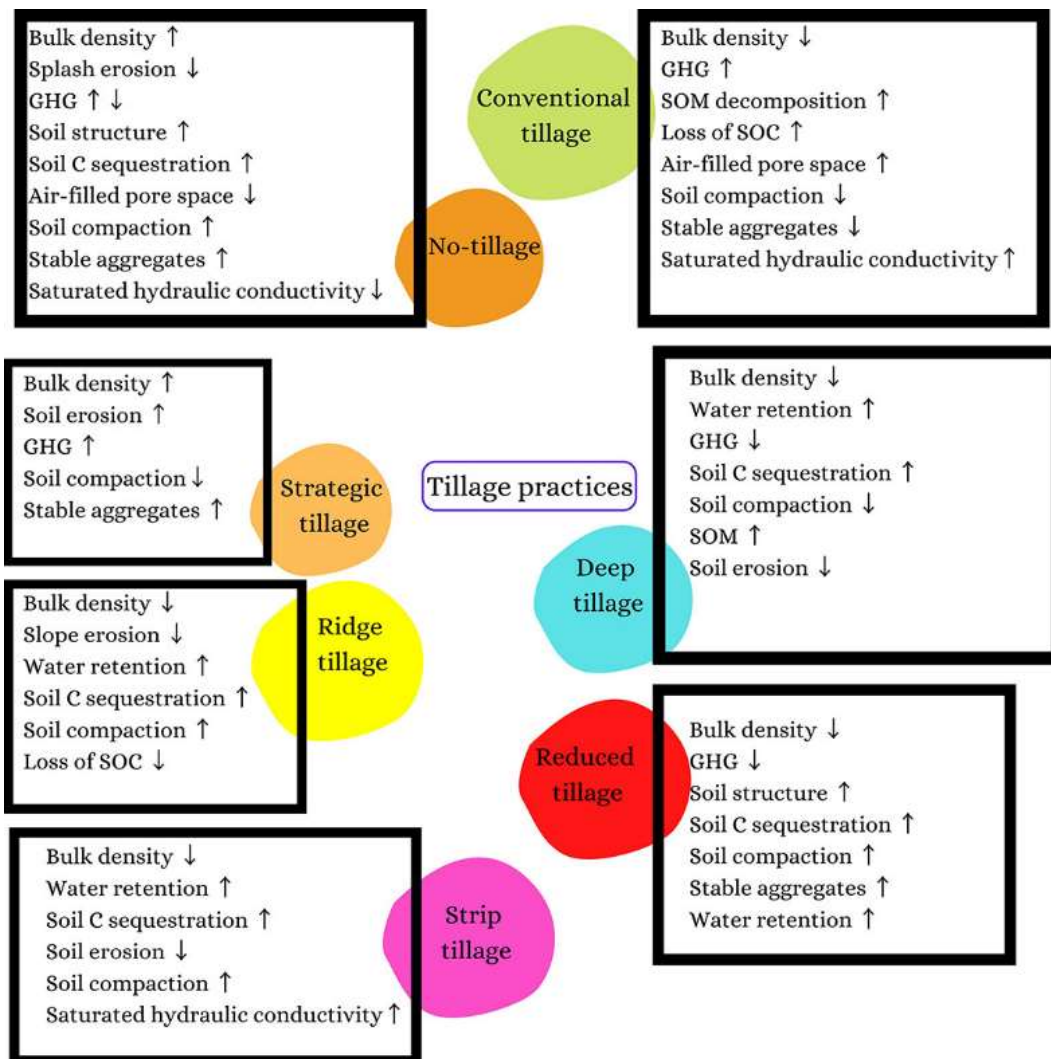
## 9.5 Άροση

Η άροση, όπως έχει προαναφερθεί, έχει αναγνωριστεί ως σημαντική πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην αμπελοκαλλιέργεια, καθώς επίσης και διάφορες δραστηριότητες όπως η εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, οι εκπομπές του εδάφους και η χρήση ενέργειας για άρδευση και κλάδεμα (Balafoutis *et al.*, 2017). Κατά τη μόχλευση του εδάφους, δημιουργούνται διάκενα μεταξύ των σωματιδίων του, ανοίγοντας τους πόρους του εδάφους με αποτέλεσμα να απελευθερώνονται στιγμιαία CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O. Με την άροση, δημιουργείται όμως διέγερση των μικροοργανισμών που είναι υπεύθυνα και για τις εκπομπές αλλά και τη δέσμευση GHG σε βάθος χρόνου (Duval, 2020). Η παραγωγή αερίων θερμοκηπίου στα εδάφη είναι συχνά βιογενής και εξαρτάται από το ποσοστό υγρασίας και την ποσότητα της οργανικής ύλης για την κάλυψη των μεταβολικών αναγκών των μικροοργανισμών. (Oertel *et al.* 2016). Όταν οι μικροοργανισμοί αποσυνθέτουν την οργανική ύλη στο έδαφος (ετεροτροφική αναπνοή), απελευθερώνουν CO<sub>2</sub>. Η ετερότροφη αναπνοή παράγει CO<sub>2</sub>. Το CH<sub>4</sub> παράγεται από από τα μεθανογόνα αρχαία και καταναλώνεται από μεθανοτροφικά βακτήρια (Thauer *et al.* 2008); (Trotsenko & Murrell 2008). Το N<sub>2</sub>O παράγεται και καταναλώνεται κατά τη διάρκεια των διεργασιών απονιτροποίησης από μια ποικιλία προκαρυωτών και μυκήτων που εμπλέκονται στην ανακύκλωση του N του εδάφους (βλ. Κεφάλαιο αζωτούχα λιπάσματα). Σύμφωνα με τον Duval, το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι σαφώς η άροση έχει άμεσες επιπτώσεις στα εκλυόμενα αέρια, όμως οι μακροχρόνιες επιπτώσεις από τη μικροβιακή δραστηριότητα είναι πολύ πιο σημαντικές και για αυτό και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

Πολλοί ερευνητές καταλήγουν ότι οι συμβατικές πρακτικές καλλιέργειών θα πρέπει να αντικατασταθούν με πρακτικές αειφόρου διαχείρισης (Novara *et al.*, 2020), καλλιέργεια χωρίς άροση (No-tillage) (Six *et al.*, 2004), η αέναη άροση και η χρήση βαρέων μηχανημάτων στην εντατική αμπελοκαλλιέργεια έχουν συνδεθεί με αυξημένα ποσοστά διάβρωσης του εδάφους και εκπομπές CO<sub>2</sub>, υπογραμμίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τέτοιων πρακτικών (Cataldo *et al.*, 2021) και οι (Stöckle *et al.*, 2012) προτείνουν καλλιέργεια διατήρησης με ελαφρύ-επιφανειακό όργωμα.

Οι (Bhattacharyya *et al.* 2022) συμπεραίνουν ότι η διαχείριση του επιπέδου υγρασίας του εδάφους και της θερμοκρασίας του εδάφους είναι ζωτικής σημασίας ακόμα και σε διαφορετικές πρακτικές άροσης για την αντιστάθμιση της απώλειας έκπλυσης αποθηκευμένων θρεπτικών ουσιών, φυτοφαρμάκων, εκπομπών GHGs και της διασφάλισης της δέσμευσης του άνθρακα- SCS (Soil Carbon Sequestration). Για παράδειγμα, οι

υψηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και οξειδίου του αζώτου (N<sub>2</sub>O) από τη συμβατική άροση (CT) και τη μη άροση (NT) θα μπορούσαν να αποδοθούν στις διακυμάνσεις στα ποσοστά υγρασίας και θερμοκρασίας του εδάφους. Σχετικά με τις πρακτικές άροσης για το μετριασμό των εκπομπών N<sub>2</sub>O και την πρόληψη της ρύπανσης NO<sub>3</sub><sup>-</sup> μπορεί να είναι βιώσιμη εάν εφαρμοστούν αναστολείς νιτροποίησης.



**Εικόνα 25** Επίδραση των διαφορετικών πρακτικών άροσης στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Σημαντική είναι η απεικόνιση της επίδραση των πρακτικών στα εκλύόμενα αέρια GHGs (Bhattacharyya *et al.* 2022)

Ορισμένοι αμπελώνες βρίσκονται σε απότομες πλαγιές και σε ρηγά εδάφη. Φαινόμενα εντόνων βροχοπτώσεων δημιουργούν απορροή και διάβρωση. Συνεπώς η άροση του εδάφους επιδεινώνει τις απώλειες συστατικών του και αποσταθεροποιεί τη δομή του. (Le Bissonnais and Andrieux, 2007)

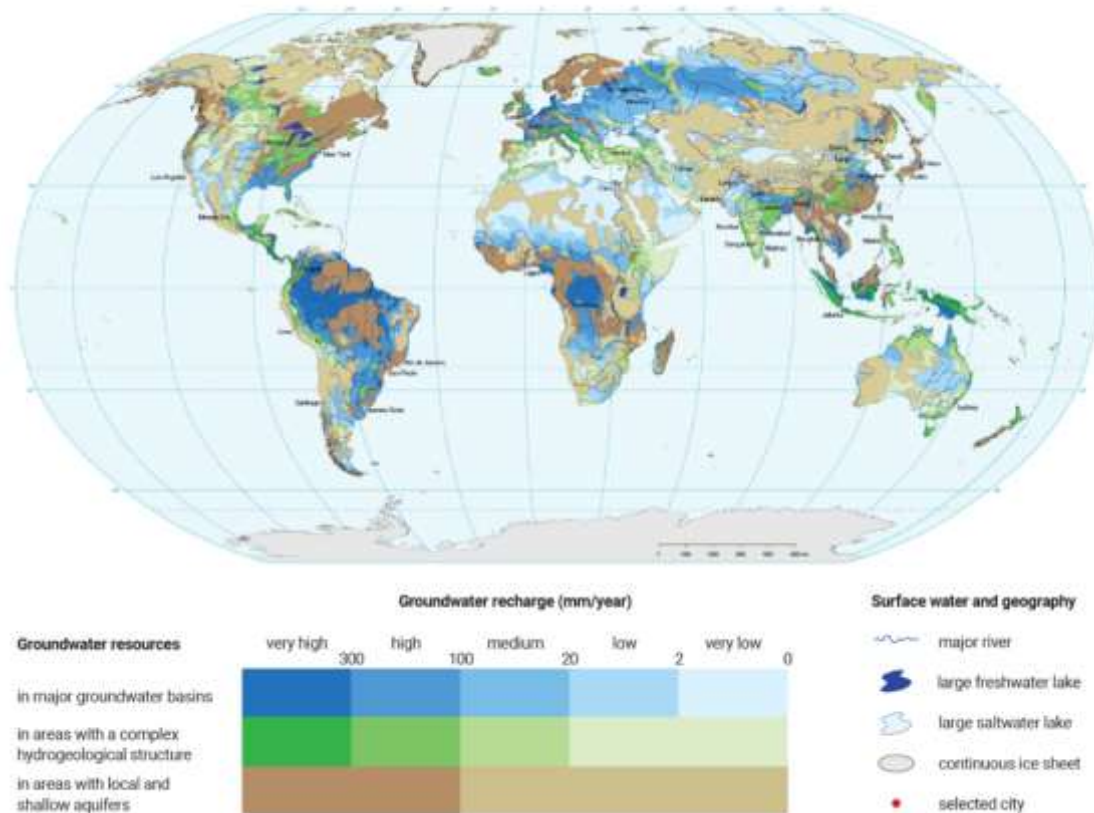
Πολλές πρακτικές οργώματος έχουν προταθεί παγκοσμίως και παρουσιάζουν ποικίλες επιπτώσεις στα χαρακτηριστικά του εδάφους. Λόγω αυτής της πολυπλοκότητας, οι



(Bhattacharyya *et al.* 2022) θεωρούν επιτακτική ανάγκη να συντεθούν, να συγκεντρωθούν και να παρουσιαστούν ολοκληρωμένα αυτά τα αλληλένδετα φαινόμενα για να διευκολυνθούν οι μελλοντικές έρευνες.

## 9.6 Άρδευση

Οι περισσότερες μελέτες που επικεντρώνονται στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά την άρδευση του αμπελώνα, θεωρούν απαραίτητη τη βελτιστοποίηση των πρακτικών άρδευσης για την ελαχιστοποίηση της χρήσης νερού μέσω της επιλογής κατάλληλων μεθόδων άρδευσης (ελλειμματικής άρδευσης) και της χρησιμοποίησης τεχνικών αμπελοργίας ακριβείας.



**Εικόνα 26** Υπόγειοι υδατικοί πόροι του κόσμου - όσο πιο έντονη είναι η απόχρωση, τόσο πιο γρήγορα αναπληρώνονται οι υπόγειες δεξαμενές νερού (UN World Water Development Report 2022)

Μεταξύ των διαφορετικών διαδικασιών άρδευσης, οι εκπομπές από την άντληση υπόγειων υδάτων είναι η κύρια πηγή, που αντιπροσωπεύει το 60,97% των συνολικών εκπομπών. Οι υπόγειοι υδατικοί πόροι πρέπει να χρησιμοποιούνται ανάλογα τις περιστάσεις. Σε περιοχές όπου τα υπόγεια νερά αναπληρώνεται γρήγορα και υπάρχουν διαθέσιμες ποσότητες νερού, μπορούν να εξαχθούν μεγαλύτερες ποσότητες υπόγειων υδάτων. Σε περιοχές όπου οι υπόγειες δεξαμενές νερού καθυστερούν να αναπληρωθούν, δεν θα πρέπει να

γίνεται άντληση. Η βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης του νερού, τόσο τεχνικά όσο και διαχειριστικά, έχει αναγνωριστεί ως ένας αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση των εκπομπών που σχετίζονται με την άρδευση (Zou *et al.*, 2013).

Οι τεχνικές της αμπελουργίας ακριβείας με τη χρήση τεχνολογίας θερμικών εικόνων από UAV (Μη επανδρωμένο ιπτάμενο όχημα) έχουν παρουσιαστεί ως πολλά υποσχόμενες μέθοδοι για τον προγραμματισμό της άρδευσης καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Σε μελέτη τους οι (Bellvert *et al.* 2015) υποστηρίζουν ότι τα εργαλεία προηγμένης τεχνολογίας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως ακριβές εργαλείο για τον προγραμματισμό της άρδευσης στους αμπελώνες, έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες της καλλιέργειας, χωρίς σπάταλη νερού ή και επιζήμιων αποθεμάτων στο χωράφι. Οι εκτιμήσεις του δυναμικού νερού των φύλλων έγινε με τηλεπισκόπηση και ακλούθησε ένας προγραμματισμός με τη μέθοδο της στρατηγικής ελλειμματικής άρδευσης χωρίς καμία αρνητική επίδραση στην απόδοση και τη σύνθεση του κρασιού. Παρόμοια συμπεράσματα βλέπουμε σε μελέτη των (Balafoutis *et al.*, 2017) που θεωρούν, ότι η ενσωμάτωση τεχνικών αμπελουργίας ακριβείας και η υιοθέτηση στρατηγικών ελλειμματικής άρδευσης μπορούν επίσης να συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι τεχνικές αμπελουργίας ακριβείας, όπως η χρήση ποικιλιών προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες που απαιτούν λιγότερες εισροές και η ελλειμματική άρδευση έχουν προσδιοριστεί ως βασικά σημεία για τον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην αμπελοκαλλιέργεια. Παρομοίως, οι Azorín και García (2020) θεωρούν ότι η ρυθμιζόμενη ελλειμματική άρδευση (Regulated Deficit Irrigation - RDI) και η μερική ξήρανση του ριζικού συστήματος (Partial Root-Zone Drying - PRD) είναι πολλά υποσχόμενες ελλειμματικές τεχνικές άρδευσης με δυνατότητα αύξησης της αποδοτικότητας χρήσης νερού και βελτίωσης της ποιότητας των μούρων και του κρασιού σε ημίξηρες περιοχές.

Η συχνή άρδευση χαμηλού όγκου μπορεί να παράγει λιγότερο  $N_2O$  σε σύγκριση με την σπανιότερη άρδευση μεγάλου όγκου. Επιπλέον, η στάγδην άρδευση πιθανότατα προκαλεί χαμηλότερες εκπομπές  $N_2O$  από την επιφανειακή (κατάκλιση) ή αυλακωτή άρδευση, αλλά εάν εφαρμόζεται αζωτούχα λίπανση μέσω της στάγδην άρδευσης, τότε αυτό θα μπορούσε να αντισταθμίσει κάπως αυτό το όφελος, αφού η συγκέντρωση  $N_2O$  στο έδαφος μπορεί να αυξηθεί.

## 9.7 Κλάδεμα και αραίωμα αμπελώνα

Πρακτικές όπως το κλάδεμα και το ξεφύλλισμα μπορούν να αυξήσουν την αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος υπό την προϋπόθεση, ότι η βιομάζα που προκύπτει από αυτές τις εργασίες παραμένει στον αμπελώνα και δεν απομακρύνεται. Τα μέρη του φυτού αποτελούν μια πολύτιμη εισροή άνθρακα, ενώ παράλληλα συνεισφέρουν σημαντικά στη βιωσιμότητα και λειτουργία της μικροβιακής κοινότητας (Lazcano *et al.*, 2012; Lodi Growers., n.d.). Σύμφωνα με τους (Gianelle *et al.*, 2014), οι αμπελώνες είναι καλοί υποψήφιοι προκειμένου να λειτουργήσουν και ως «καταβόθρες άνθρακα», εφόσον παράγουν άφθονο ξυλώδες υλικό κλαδέματος που μπορεί να μείνει στο έδαφος. Με τις κατάλληλες κλιματικές συνθήκες (επαρκής ηλιοφάνεια), επάρκεια σε νερό όσο και με σωστή διαχείριση εδάφους, κυρίως με την παρουσία μόνιμης καλλιέργειας κάλυψης, μπορεί η διατήρηση αυτής της αποθήκευσης να επιμηκυνθεί.

## 9.8 Φυτοφράκτες και αυτοφυής βλάστηση

Η δημιουργία φυτοφρακτών και η διατήρηση ή η αποκατάσταση της φυσικής βλάστησης μπορεί να μειώσει σημαντικά το αποτύπωμα αερίων του θερμοκηπίου του αμπελώνα. Ο άνθρακας που αποθηκεύεται σε αυτά τα ξυλώδη μακρόβια πολυετή φυτά μπορεί να αντιπροσωπεύει μια μεγάλη πηγή δεσμευμένου άνθρακα, μειώνοντας σημαντικά τις συνολικές εκπομπές GHG (Litskas *et al.*, 2022). Επιπλέον, οι φυτοφράκτες και η αυτοφυής βλάστηση εντός του αμπελώνα μειώνουν τις συλλογικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αμπελουργικών δραστηριοτήτων μειώνοντας τη διάβρωση του εδάφους και απορροής κατά την έκπλυση λιπασμάτων σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα (Ruíz-Colmenero *et al.*, 2013).

## 9.9 Κομπόστ

Το κομπόστ παρασκευάζονται από ανακυκλωμένα οργανικά υλικά όπως βιολογικά προϊόντα κήπου, βιολογικά τρόφιμα, υπολείμματα καλλιέργειών, βιοστερεά (αδιάλυτο βιολογικό παραπροϊόν της βιολογικής επεξεργασίας αστικών λυμάτων πλούσιο σε οργανική ύλη και θρεπτικά) και κοπριά. Η εφαρμογή τους οδηγεί σε οφέλη μέσω της δέσμευσης και συγκράτησης του άνθρακα στο έδαφος, της υποκατάστασης αζωτούχων και άλλων συνθετικών λιπασμάτων. Συνδράμει στην βελτίωση της υγείας του εδάφους, στην παραγωγικότητα και την ικανότητα συγκράτησης νερού μετά την εφαρμογή τους. Είναι

επομένως υψίστης σημασίας για τη διατήρηση της βιωσιμότητας. Σε σύγκριση με τις ετήσιες καλλιέργειες, τα πολυετή αμπέλια έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα δέσμευσης C. Στην μελέτη του ο (Biala., 2011) αναφέρει, ότι μπορεί να υποτεθεί ότι το 45% του άνθρακα που εφαρμόζεται με το κομπόστ διατηρείται για μια περίοδο 20 ετών, το 35% για μια περίοδο 50 ετών και το 10% για μια περίοδο 100 ετών.

Επομένως, η χρήση ώριμου οργανικού κομπόστ θα δεσμεύσει άνθρακα που ισοδυναμεί με μείωση των εκπομπών GHG κατά:

5.046 kg CO<sub>2</sub>-e σε 20 χρόνια

3.532 kg CO<sub>2</sub>-e σε 50 χρόνια

1.009 kg CO<sub>2</sub>-e για 100 χρόνια,

δίχως να υπολογιστεί το κέρδος από τη μείωση χρήσης λιπασμάτων.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα συγκεκριμένα ποσοστά εφαρμογής και πρακτικές των κομπόστ, καθώς έχουν παρατηρηθεί βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις της αύξησης των ποσοστών στις εκπομπές GHG του εδάφους στους αμπελώνες (Wong *et al.*, 2023). Οι ίδιοι συστήνουν στους ερευνητές, αντί να επικεντρώνονται στις επιπτώσεις μιας συγκεκριμένης πρακτικής διαχείρισης του εδάφους κάθε φορά, να διερευνούν περαιτέρω τυχόν συνεργικές επιπτώσεις από συνδυασμό πρακτικών για τη δέσμευση C και τον μετριασμό των GHG. Άλλοι ερευνητές (Giffard *et al.* 2022) αναφέρουν, ότι η χρήση κοπριάς και γεωργικού κομπόστ αυξάνει την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, αλλά θα πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή τους κοντά σε πηγές νερού, όπως ποτάμια και λίμνες, λόγω πιθανής αυξημένης διαρροής νιτρικών αλάτων, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.

## 10 Συμπεράσματα

Η καλλιέργεια της γης είναι ζωτικής σημασίας στην επιβίωση του ανθρώπου. Στις επερχόμενες δεκαετίες καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε έντονες μεταβολές στις κλιματικές συνθήκες, γεγονός που καθιστά την αμπελοκαλλιέργεια πρόκληση. Ταυτόχρονα πρόκληση είναι και η διαχείριση της γης προς την κατεύθυνση της μείωσης των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου με στόχο τη βιωσιμότητα της γεωργίας και την περαιτέρω ανάπτυξη της.

Η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία στον αγροδιατροφικό τομέα. Η συλλογή δεδομένων για την παρακολούθηση των καλλιεργειών σε αμπελώνες περιλαμβάνει ποικιλία μεθόδων, όπως η τηλεπισκόπηση, αισθητήρες υπερήχων, θερμικούς αισθητήρες, πολυφασματικές εικόνες από δορυφόρους, (UAV), Drones, καθώς και επίγειους αισθητήρες. Αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της μεταβλητότητας του αμπελώνα, την εκτίμηση του αζώτου, τον βαθμό ωρίμανσης, την καταμέτρηση των εντόμων και παράσιτων, την παρακολούθηση του δυναμικού του νερού των φύλλων κα.

Μελέτες έχουν δείξει ότι από πολυφασματικές εικόνες από δορυφόρους και UAV είναι δυνατή η αξιολόγηση της μεταβλητότητας ενός αμπελώνα. Στην αμπελουργία ακριβείας η χρήση νέων τεχνολογιών αποδείχθηκε ότι είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για γρήγορη παρακολούθηση πολλαπλών δεδομένων. (Ortuani *et al.*, 2019; Matese & Gennaro., 2018). Συνεπώς με την έγκαιρη και έγκυρη πληροφόρηση ο αμπελουργός μπορεί να επέμβει στοχευμένα με πρακτικές που δεν θα επιβαρύνουν άσκοπα ούτε την καλλιέργεια, ούτε το περιβάλλον.

Επιπλέον, η ενοποίηση γεωφυσικών και πολυφασματικών δεδομένων έχει αποδειχθεί ότι οριοθετεί ομοιογενείς ζώνες διαχείρισης εντός των αμπελώνων, βοηθώντας στην αμπελοκαλλιέργεια ακριβείας (Gil *et al.*, 2014). Αισθητήρες εδάφους, όπως αισθητήρες υπερήχων και λέιζερ παλμικής ακτινοβολίας LIDAR (LIght Detection And Ranging), έχουν χρησιμοποιηθεί με στόχο τη βελτίωση των μεθόδων εφαρμογής φυτοφαρμάκων καθώς και τον έλεγχο της επάρκειας του N με καλλιέργειες κάλυψης (Abad *et al.*, 2021; RANCA *et al.*, 2022).

Η χρήση των νέων τεχνολογιών θα αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για τις αγροτικές εκμεταλλεύσεις. Ήδη από τις έρευνες, βλέπουμε ότι οι επιστήμονες προσανατολίζονται προς την εξέλιξη των υφιστάμενων αμπελουργικών πρακτικών. Η μεγαλύτερη συνεισφορά εκπομπών αερίων, προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η ανάγκη βελτιστοποίησης της απόδοσης και κατανάλωσης αγροτικών μηχανών και μηχανήματων έχει αναφερθεί σε πολλές έρευνες. Σημαντικές είναι οι καινοτόμες μελέτες που

επικεντρώνονται στην ανακάλυψη καινούριων βιολογικών και συμβατικών - συνθετικών αγροχημικών και καυσίμων, με ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Ένα από τα συμπεράσματα που εξάγονται από την παρούσα εργασία, μολονότι έχουν γίνει σοβαρές προσπάθειες ερευνών, είναι ότι χρειάζονται περισσότερες μελέτες πεδίου με ολιστική προσέγγιση συνυπολογιζόμενων των κλιματικών μοντέλων πρόβλεψης, προκειμένου να δημιουργεί μια πιο σφαιρική εικόνα αναφορικά με τη διαχείριση των καλλιεργειών. Οι ανάγκες των αμπελιών, διαφέρουν σημαντικά, ανάλογα με το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της καλλιέργειας, το μέσο - μικρό κλίμα της περιοχής, την κλίση, τον προσανατολισμό, την ποικιλία, και πολλούς άλλους παράγοντες. Υπάρχει δηλαδή μεγάλη μεταβλητότητα παραγόντων οι οποίοι συνιστούν δύσκολη την εξαγωγή αντικειμενικών συμπερασμάτων για το σύνολο των αμπελώνων.

Για παράδειγμα στο υποκεφάλαιο 8.1.3 σε έρευνες δυο αμπελώνων στην Βόρεια Ελλάδα και στην Αυστρία η ποσοστιαία διαφορά των εκπομπών μεταξύ δυο εφαρμογών αγροχημικών (φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων) είναι οφθαλμοφανής. Στην πρώτη περίπτωση, η μεγαλύτερη με διαφορά πηγή εκπομπών προερχόταν από τη φυτοπροστασία, ενώ στη δεύτερη από την λίπανση. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι διαφέρουν σημαντικά οι απαιτήσεις των καλλιεργειών. Συνεπώς, χρειάζονται περισσότερα δεδομένα από περισσότερες αμπελουργικές περιοχές προκειμένου να υπάρξουν στοχευμένες διαχειρίσεις και αυτό πρέπει να συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο.

Ο αμπελουργός, πρέπει να έχει στη διάθεση του όσο δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για την καλλιέργεια του. Πολλοί αρκούνται στη μέτρηση ορισμένων φυσικοχημικών και μηχανικών παραγόντων του εδάφους και σταφυλής, καταμέτρηση πληθυσμού εντομών κ.α, και εμπειρικά ή και έπειτα από την καθοδήγηση ενός γεωπόνου, εφαρμόζουν πρακτικές ανάλογα με την περίσταση, γεγονός που ορισμένες φορές μπορεί να οδηγήσει και σε αστοχίες. Αυτό που χρειάζεται είναι ένα ολιστικό σύστημα παροχής δεδομένων και προβλέψεων που σε πραγματικό χρόνο να ενημερώνει τους παραγωγούς αναφορικά με τις ανάγκες της καλλιέργειας τους. Αυτό το κενό έρχεται να καλύψει η τεχνολογία και η γεωργία ακρίβειας επιτρέποντας στους αγρότες να διαχειρίζονται τη μεταβλητότητα στο χωράφι και να διανέμουν ό,τι χρειάζεται, όπου χρειάζεται χωρίς να σπαταλούν πόρους.

Η τεχνολογία παρακολούθησης καλλιεργειών, είναι πολλά υποσχόμενη και έχοντας πολλαπλά οφέλη, αξίζει να αναφερθεί.

Το κυρίαρχο τεχνολογικό επίτευγμα είναι η εξέλιξη των σύγχρονων μέσων που χρησιμοποιούνται, όπως επίσης και των λογισμικών τους. Τα πειράματα πεδίου έχουν δείξει

ότι πλέον η ακρίβεια των εναερίων μέσων είναι ανάλογη αυτής των επίγειων σταθμών και παρατηρήσεων σε πολλές περιπτώσεις. Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματά της χρήσης της τεχνολογίας είναι τα λειτουργικά κόστη.

Ίσως μελλοντικά, θα μπορούσε να θεσπιστεί ένα σύστημα καταγραφής δεδομένων των καλλιεργειών (πχ από δορυφόρους) σε διεθνικό επίπεδο, που θα μπορούσε να παρέχει δεδομένα και ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος να έχει πρόσβαση σε αυτά. Θα ήταν πολύ σημαντικό το όφελος, εάν έπειτα από έγκυρες και έγκαιρες πληροφορίες, υπήρχαν στοχευμένες πρακτικές για την πρόληψη και αντιμετώπιση προβλημάτων. Η πληροφορία, η γνώση και η ενημέρωση είναι δομικά χαρακτηριστικά μιας βιώσιμης αμπελουργικής εκμετάλλευσης και του μετριασμού της συνεισφοράς των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

# 11 Βιβλιογραφία

## 11.1 Ξενόγλωσση

- Abad, J., Mendoza, I. H. d., Marín, D., Orcaray, L., & Santesteban, L. (2021). “Cover crops in viticulture. a systematic review (I): &lt;br&gt;implications on soil characteristics and biodiversity in vineyard.” [OENO One, 55\(1\), 295-312.](#)
- Adoir, E.; Penavayre, S.; Petitjean, T.; De Rességuier L. (2019). “Study of the viticultural technical itineraries carbon footprint at fine scale.” 42nd World Congress of Vine and Wine, [BIO Web Conf. Volume 15, Article Number 01030](#)
- Aguilera, E., Guzmán, G. and Alonso, A. (2015). “Greenhouse gas emissions from conventional and organic cropping systems in Spain.” II. Fruit tree orchards. [Agronomy for Sustainable Development 35, 725–737.](#)
- Ampower. (2022, October 30). “Green Ammonia: a better way to make fertilizer.” [Iamm.green.](#)
- Aneesha, V., Dhalin, D., Subhagan, S. R., Rani, O. P. R., & Khatawkar, D. S. (2020). “Carbon footprint of electrostatic sprayer in comparison with air compression sprayer and mistblower.” [Current Journal of Applied Science and Technology, 20-29.](#)
- Armengot, L., Berner, A., Blanco-Moreno, J. M., Mäder, P., & Sans, F. X. (2014). “Long-term feasibility of reduced tillage in organic farming.” [Agronomy for Sustainable Development, 35\(1\), 339-346.](#)
- Azorín, P. R. and García, J. G. (2020). “The productive, economic, and social efficiency of vineyards using combined drought-tolerant rootstocks and efficient low water volume deficit irrigation techniques under mediterranean semiarid conditions.” [Sustainability, 12\(5\), 1930.](#)
- Babu, S., Singh, R., Yadav, D., Rathore, S. S., Raj, R., Avasthe, R. K., Yadav, S., Das, A., Yadav, V., Yadav, B., Shekhawat, K., Upadhyay, P., Yadav, D. K., & Singh, V. K. (2022). “Nanofertilizers for agricultural and environmental sustainability.” [Chemosphere, 292, 133451.](#)
- Balafoutis, A. T., Koundouras, S., Anastasiou, E., Fountas, S., & Arvanitis, K. G. (2017). “Life cycle assessment of two vineyards after the application of precision viticulture techniques: a case study.” [Sustainability, 9\(11\), 1997.](#)
- Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W. and Wu, S. (2008). [Climate change and water.](#)
- Batjes, N.H. (1996) “Total carbon and nitrogen in the soils of the world.” [European Journal of Soil Science, 47, 151-163. - References - Scientific Research Publishing.](#)
- Baumert, K. A., Herzog, T. & Pershing, J. (2005). “Navigating the Numbers Greenhouse Gas Data and International Climate Policy.” [World resources institute.](#)
- Bellvert, J, Zarco-Tejada, PJ, Marsal, J, Girona, J, González-Dugo, V & Fereres, E 2015. “Vineyard irrigation scheduling based on airborne thermal imagery and water potential thresholds,” [Australian Journal of Grape and Wine Research, 22\(2\):307–315.](#)
- Bhattacharyya, S.S. et al. (2022). “Soil carbon sequestration, greenhouse gas emissions, and water pollution under different tillage practices,” [Science of the Total Environment, 826, p. 154161.](#)



- Biala, J. (2011). [The benefits of using compost for mitigating climate change.](#)
- Bissonnais, YL & Andrieux, P 2007. “Impact des modes d’entretien de la vigne sur le ruissellement, l’érosion et la structure des sols,” [ResearchGate.](#)
- Bjørn, A. et al. (2017). ['LCA History,' in Springer eBooks, pp. 17–30.](#)
- Bouwman, Alexander F./L.J.M. Boumans/N.H. Batjes (2002). “Modeling global annual N<sub>2</sub>O and NO emissions from fertilized fields,” [Global Biogeochemical Cycles, vol. 16, no. 4](#)
- Bramley, R. G. V., & Hamilton, R. (2008). “Understanding variability in winegrape production systems.” [Australian Journal of Grape and Wine Research, 10\(1\), 32–45.](#)
- Cataldo, E, Fucile, M & Mattii, G. (2021). “A review: Soil Management, Sustainable Strategies and Approaches to Improve the Quality of Modern Viticulture,” [Agronomy, 11\(11\):2359](#)
- Cataldo, E., Fucile, M. & Mattii, G. (2022). “Biostimulants in Viticulture,” [A Sustainable Approach against Biotic and Abiotic Stresses. Plants.](#)
- Cech, R., Leisch, F., & Zaller, J. G. (2022). “Pesticide Use and Associated Greenhouse Gas Emissions in Sugar Beet, Apples, and Viticulture in Austria from 2000 to 2019.” [Agriculture, 12\(6\), 879.](#)
- Chiriaco, M.V. et al. (2019). “The potential carbon neutrality of sustainable viticulture showed through a comprehensive assessment of the greenhouse gas (GHG) budget of wine production,” [Journal of Cleaner Production, 225, pp. 435–450.](#)
- Clifford P.O. (2011). “View from the Vineyard: A Practical Guide to Sustainable Winegrape Growing.” [Wine Appreciation Guild: San Francisco, 2011, 192 pp., ISBN: 978-1-035879-90-9, Journal of Wine Economics, 8\(1\), pp. 121–124.](#)
- Cover crops for climate resilience [USDA Climate Hubs \(no date\).](#)
- Cumberlege, T. (2021). [Make business sense of Scope 3. The Carbon Trust.](#)
- D’Amato, G. et al. (2002). “Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma,” [The European Respiratory Journal, 20\(3\), pp. 763–776.](#)
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2017) . [“The State of Food Security and Nutrition in the World References Scientific Research Publishing.”](#)
- FAO | [Food and Agriculture Organization of the United Nations \(no date\).](#)
- Garcia, L, Celette, F, Gary, C, Ripoche, A, Valdés-Gómez, H & Metay, A 2018, “Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review,” [Agriculture, Ecosystems & Environment, 251158–170.](#)
- Ghiglieno, I, Simonetto, A, Facciano, L, Tonni, M, Donna, P, Valenti, L & Gilioli, G (2023). “Comparing the carbon footprint of conventional and organic vineyards in northern Italy,” [Sustainability, 15\(6\):5252.](#)
- Gianelle, D., Gristina, L., Pitacco, A., Spano, D., La Mantia, T., Marras, S., Meggio, F., Novara, A., Sírca, C., & Sottocornola, M. (2014). “The role of vineyards in the carbon balance throughout Italy.” [In Environmental science and engineering \(pp. 159–171\).](#)
- Giffard, B, Winter, S, Guidoni, S, Nicolaï, A, Castaldini, M, Cluzeau, D, Coll, P, Cortet, J, Cadre, EL, D’Errico, G, Forneck, A, Gagnarli, E, Griesser, M, Guernion, M,

- Lagomarsino, A, Landi, S, Bissonnais, YL, Mania, E, Mocali, S, Preda, C, Priori, S, Reineke, A, Rusch, A, Schroers, H-J, Simoni, S, Steiner, M, Temneanu, E, Bacher, S, Costantini, E, Zaller, JG & Leyer, I (2022). “*Vineyard management and its impacts on soil biodiversity, functions, and ecosystem services,*” [Frontiers in Ecology and Evolution, 10.](#)
- Gillenwater, M. (2023). “*What is a Global Warming Potential? And which one do I use?*” - [GHG and Carbon Accounting, Auditing, Management & Training | Greenhouse Gas Management Institute.](#)
- Glossary: “Carbon dioxide equivalent” - [Statistics Explained.](#)
- Griesser, M, Steiner, M, Pingel, M, Uzman, D, Preda, C, Giffard, B, Tolle, P, Memedemin, D, Forneck, A, Reineke, A, Leyer, I & Bacher, S (2022). “*General trends of different inter-row vegetation management affecting vine vigor and grape quality across European vineyards,*” [Agriculture, Ecosystems & Environment, 338108073.](#)
- Hales, S. et al. (2014). “*Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s,*” [ResearchGate \[Preprint\].](#)
- Han, S.-H. et al. (2009). “*Conversion of SF 6 by thermal plasma at atmospheric pressure,*” [ResearchGate \[Preprint\].](#)
- Heimsoth, J. (2023). “*Nitrogen fertilizer releases greenhouse gases throughout its life cycle.*”
- IPCC (2007), Summary for Policymakers, in Climate Change (2007). “*The Physical Science Basis.*” [Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Avery, M. Tignor and H. L. Miller, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.](#)
- IPCC, (2013): Climate Change 2013: “*The Physical Science Basis.*” [Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change \[Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley \(eds.\)\]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.](#)
- IEA (2020), Iron and Steel Technology Roadmap, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>, Licence: CC BY 4.0Jain, P.C. (1993). “*Greenhouse effect and climate change: scientific basis and overview,*” [Renewable Energy, 3\(4–5\), pp. 403–420.](#)
- Jezierska-Tys, S., Joniec, J., Bednarz, J., & Kwiatkowska, E. (2021). “*Microbiological nitrogen transformations in soil treated with pesticides and their impact on soil greenhouse gas emissions.*” [Agriculture, 11\(8\), 787.](#)
- Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Revilla, P., & Domínguez, J. (2012). “*Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function.*” [Biology and Fertility of Soils, 49\(6\), 723–733.](#)
- Lee, H. et al. (2023). “*Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of working groups I, II and III to the sixth...,*” [ResearchGate \[Preprint\].](#)
- Liebig, M.A., Franzluebbers, A.J. and Follett, R.F. (2012). “*Managing agricultural greenhouse gases : coordinated agricultural research through GRACEnet to address our changing climate,*” [Elsevier eBooks.](#)
- Longbottom, M., & Petrie, P. R. (2015). “*Role of vineyard practices in generating and*

- mitigating greenhouse gas emissions.*” [Australian Journal of Grape and Wine Research](#),” 21, 522–536.
- Marks, JNJ, Lines, T, Penfold, C & Cavagnaro, T (2022). “Cover crops and carbon stocks: How under-vine management influences SOC inputs and turnover in two vineyards,” [Science of the Total Environment](#), 831154800.
- Marras, S., Masia, S., Duce, P., Spano, D., & Sirca, C. (2015). “Carbon footprint assessment on a mature vineyard.” [Agricultural and Forest Meteorology](#),” 214–215, 350–356.
- Matese, A. and Gennaro, S. F. D. (2018). “Practical applications of a multisensor uav platform based on multispectral, thermal and rgb high resolution images in precision viticulture.” [Agriculture](#), 8(7), 116.
- Met Office “[Climate dashboard \(no date\).](#)”
- Mosier, A.R. *et al.* (2006). “Net global warming potential and greenhouse gas intensity in irrigated cropping systems in northeastern Colorado,” [Journal of Environmental Quality](#), 35(4), pp. 1584–1598.
- Mowery, L. (2023). “Carbon Dioxide Equivalents.” [How To Measure All Your Greenhouse Gas Emissions.](#)”
- Muhyi, A., Prahmana, R. A., Alfian, D. G. C., Silitonga, D. J., & Supriyadi, D. (2019). Aplikasi Penggunaan Serah Wangi Sebagai Bioaditif Alami untuk Karakterasi Unjuk Kerja dari Mesin Diesel. “[Journal of Science and Applicative Technology](#),” 3(1), 37.
- Muneret, L., Thiéry, D., Joubard, B., & Rusch, A. (2017). “Deployment of organic farming at a landscape scale maintains low pest infestation and high crop productivity levels in vineyards.” [Journal of Applied Ecology](#),” 55(3), 1516-1525.
- NASA Earth [Observatory \(no date\) Global warming.](#)
- Nawaz, A., Lal, R., Shrestha, R. K., & Farooq, M. (2016). “Mulching affects soil properties and greenhouse gas emissions under long-term no-till and plough-till systems in alfisol of central ohio.” [Land Degradation & Development](#), 28(2), 673-681.
- Novara, A., Favara, V., Novara, A., Francesca, N., Santangelo, T., Columba, P., ... & Gristina, L. (2020). “Soil carbon budget account for the sustainability improvement of a mediterranean vineyard area.” [Agronomy](#),” 10(3), 336.
- Oertel, C, Matschullat, J, Zurba, K, Zimmermann, F & Erasmi, S (2016). “Greenhouse gas emissions from soils—A review.” [Geochemistry](#), 76(3):327–352.
- OIV, (2018). [OIV Statistical Report on World Vitiviniculture.](#)
- Oliver, E.C.J. *et al.* (2021c). “Marine heatwaves,” [Annual Review of Marine Science](#), 13(1), pp. 313–342.
- Ortuani, B., Sona, G., Ronchetti, G., Mayer, A., & Facchi, A. (2019). “Integrating geophysical and multispectral data to delineate homogeneous management zones within a vineyard in northern italy.” [Sensors](#), 19(18), 3974.
- Ouikhalfan, M., Lakbita, O., Delhali, A., Assen, A. H., & Belmabkhout, Y. (2022). “Toward Net-Zero Emission Fertilizers Industry: greenhouse gas emission analyses and decarbonization solutions.” [Energy & Fuels](#), 36(8), 4198–4223.
- Outreach, R. (2023, November 8). “Sustainable viticulture using organic fertilisers.” [Research Outreach.](#)

- RANCA, A., FRAGNIERE, A. L., ENE, S. A., Modic, Š., Rossi, V., Caffi, T., ... & Wipf, D. (2022). "Potential of cover crops to control arthropod pests in organic viticulture. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca.*" [Horticulture, 79\(1\), 41.](#)
- Reiff, J. M., Kolb, S., Entling, M. H., Herndl, T., Möth, S., Walzer, A., ... & Winter, S. (2021). "Organic farming and cover-crop management reduce pest predation in austrian vineyards." [Insects, 12\(3\), 220.](#)
- Ritchie H. (2019) - "Food production is responsible for one-quarter of the world's greenhouse gas emissions" Published online at [OurWorldInData.org](#).
- Ritchie, H. (2020) "Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?" Published online at [OurWorldInData.org](#).
- Romanello, M. et al. (2022). "The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels," [The Lancet, 400\(10363\), pp. 1619–1654.](#)
- Sample, I. (2021) "Human-induced climate change began earlier than previously thought," [The Guardian, 25 August.](#)
- Samuels, L. J., Setati, M. E., & Blancquaert, E. (2022). "Towards a better understanding of the potential benefits of seaweed based biostimulants in *Vitis vinifera* L. cultivars." [Plants, 11\(3\), 348.](#)
- Sapkota A, Haghverdi A, Avila CCE, Ying SC. 2020. "Irrigation and Greenhouse Gas Emissions: A Review of Field-Based Studies." [Soil Systems 4\(2\):20.](#)
- Schirm, A (2023). "[What is ISO 14064?](#)"
- Seenivasagan, R., & Babalola, O. O. (2021). "Utilization of microbial consortia as biofertilizers and biopesticides for the production of feasible agricultural product." [Biology, 10\(11\), 1111.](#)
- Seneviratne, S. I., Nicholls, N., Easterling, D. R., Goodess, C. M., Kanae, S., Kossin, J. P., ... & Zwiers, F. W. (2012). "Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation,*" [109-230.](#)
- Selin, N.E. (2023). "[Carbon footprint | Definition, Examples, Calculation, Effects, & Facts.](#)"
- Seneviratne, SI, Nicholls, N, Easterling, D & Zhang, X. (2012). "Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment," [ResearchGate.](#)
- Sivčev, B., Sivčev, I., & Ranković-Vasić, Z. (2010). "Natural process and use of natural matters in organic viticulture." [Journal of Agricultural Sciences, Belgrade, 55\(2\), 195-215.](#)
- Six, J., et al. (2004). "A History of Research on the Link between (micro) Aggregates, Soil Biota, and Soil Organic Matter Dynamics." [Soil and Tillage Research, 79, 7-31. - References - Scientific Research Publishing.](#)
- Thauer, RK, Kaster, A, Seedorf, H, Buckel, W & Hedderich, R. (2008). "Methanogenic archaea: ecologically relevant differences in energy conservation," [Nature Reviews Microbiology, 6\(8\):579–591](#)
- Trotsenko, YuA & Murrell, JC. (2008). "Metabolic aspects of aerobic obligate methanotrophy," [Advances in Applied Microbiology, pp. 183–229](#)

- Victor, D.G., Zhou, D., Ahmed, E.H.M., Dadhich, P.K., Olivier, J.G.J., Rogner, H.-H., Sheikho, K. and Yamaguchi, M. (2014) Introductory chapter. O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx, eds. *Climate change 2014: “mitigation of climate change.”* Contribution of working group III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. ([Cambridge University Press: Cambridge, England](#)) pp. 111–150.
- Viers, J. H., Williams, J., Nicholas, K. A., Barbosa, O., Kotze, I., Spence, L. & Reynolds, M. (2013). “*Vinecology: pairing wine with nature.*” [Conservation Letters](#), 6(5), 287-299.
- Williams, E. J., Guenther, A., & Fehsenfeld, F. C. (1992). “*An inventory of nitric oxide emissions from soils in the United States.*” [Journal of Geophysical Research](#), 97(D7), 7511–7519.
- World Resources Institute ([WRI](#)).
- Yu, O.T. et al. (2019). “*Precipitation events, soil type, and vineyard management practices influence soil carbon dynamics in a Mediterranean climate (Lodi, California).*” [Soil Science Society of America Journal](#), 83(3), pp. 772–779.
- Zhang, W., Dou, Z., He, P., Ju, X., Powlson, D. S., Chadwick, D. R., Norse, D., Lu, Y., Zhang, Y., Wu, L., Chen, X., Cassman, K. G., & Zhang, F. (2013). “*New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China.*” [Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America](#), 110(21), 8375–8380.
- Zou, X., Li, Y., Kuo, L. W., Cremades, R., Gao, Q., Wan, Y., ... & Qin, X. (2013). “*Greenhouse gas emissions from agricultural irrigation in china.*” [Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change](#), 20(2), 295-315.

## 11.2 Ελληνική

[Καραλής, Δ. \(2021\)](#). Ανθρακικό αποτύπωμα προϊόντων και υπηρεσιών: Μέθοδοι – εργαλεία υπολογισμού και η επιρροή στην ανταγωνιστικότητα. Αrothesis - Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Καραλής, Δ. και Κανακούδης, Β. (2023) «Αποτύπωμα άνθρακα προϊόντων και υπηρεσιών:» Η περίπτωση ενός οινοποιείου στην Ελλάδα», [Επιστημών Περιβάλλοντος](#), 878, σελ. 162317.

[Πρωτόκολλο του Κυότο](#) (2020)

## 11.3 Διαδίκτυο

[Agriculture and Horticulture Development Board \(AHDB\)](#)

[International Organization for Migration](#)

[European Space Agency – climate office](#)

[The Australian Wine Research Institute - Carbon Calculator](#)

[NASA - Climate change evidence: How do we know?](#)

[U.S. Environmental Protection Agency \(EPA\)](#)

[Food and Agriculture Organization \(FAO\) Database](#)

[Task Force on Climate-Related Financial Disclosures](#)

[United Nations - Population](#)

[World Health Organization](#)

[Πρωτόκολλο του Κυότο \(2020\)](#)

[Σύμβαση - Πλαίσιο των Η.Ε. για την Κλιματική Αλλαγή \(UNFCCC 1992\)](#)

[Συμφωνία των Παρισίων \(2015\)](#)

[Φθοριούχα Αέρια του Θερμοκηπίου \(2022\)](#)