



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΟΜΕΙΣ ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Προσδιορισμός περιβαλλοντικού αποτυπώματος με τη μέθοδο ανάλυσης
κύκλου ζωής σε θερμοκηπιακές ανθοκομικές καλλιέργειες

Λεωνίδας Σ. Ανδρής

Επιβλέπων Καθηγητής:

Μπαρτζάνας Θωμάς, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Αθήνα
2021

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Προσδιορισμός περιβαλλοντικού αποτυπώματος με τη μέθοδο ανάλυσης κύκλου ζωής σε θερμοκηπιακές ανθοκομικές καλλιέργειες

“Environmental impact assessment of greenhouse floricultural crops using the life cycle approach”

Λεωνίδας Σ. Ανδρής

Εξεταστική Επιτροπή:

Μπαρτζάνας Θωμάς, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Σάββας Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ

Παπαφωτίου Μαρία, Καθηγήτρια ΓΠΑ

Προσδιορισμός περιβαλλοντικού αποτυπώματος με τη μέθοδο ανάλυσης κύκλου ζωής σε θερμοκηπιακές ανθοκομικές καλλιέργειες

ΠΜΣ: Τομείς αιχμής & καινοτόμες εφαρμογές στην παραγωγή & συντήρηση οπωροκηπευτικών & ανθοκομικών προϊόντων

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εκτίμηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την παραγωγή καλλωπιστικών ανθοκομικών προϊόντων καλλιεργημένα σε γλάστρες σε θερμοκήπιο, δεν έχει λάβει την κατάλληλη προσοχή στην επιστημονική βιβλιογραφία μέχρι σήμερα. Λόγω της ταχείας ανάπτυξης αυτής της βιομηχανίας παγκοσμίως και λόγω των πολύ εντατικών πρακτικών που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες αυτές, η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των επιλογών μετριασμού με τη χρήση της μεθοδολογίας ανάλυσης κύκλου ζωής απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για την Ελλάδα όπου οι σχετικές εκτιμήσεις εξακολουθούν να είναι πολύ σπάνιες. Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι να εκτιμηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε δύο καλλιέργειες ποϊνσέττίας (*Euphorbia pulcherrima*), και μίας καλλιέργειας γερανιού (*Pelargonium zonale*) σε γλάστρα εντός θερμοκηπίου, σε μία μονάδα παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων που βρίσκεται στον Μαραθώνα στην Περιφέρεια Ανατολικής Αττικής. Για όλες τις καλλιέργειες εφαρμόστηκε λίπανση με τη χρήση ανοικτού υδροπονικού συστήματος και για υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε προϊόν τύρφης. Το πρώτο προϊόν (EP3G) ήταν ένα φυτό ποϊνσέττίας καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου τριών λίτρων σε σύγχρονο γυάλινο θερμοκήπιο τύπου Venlo έκτασης 2016 m². Το δεύτερο προϊόν (EP0.68P), ήταν ένα φυτό ποϊνσέττίας καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου 0,68 λίτρων σε μεταλλικό θερμοκήπιο με κάλυψη από πλαστικό έκτασης 1051,2 m². Το τρίτο προϊόν (PZ2.2P) ήταν ένα φυτό γερανιού καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου 2,2 λίτρων στο ίδιο θερμοκήπιο που καλλιεργήθηκε το δεύτερο προϊόν. Για τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματος εφαρμόστηκε η μέθοδος της ανάλυσης κύκλου ζωής (AKZ), χρησιμοποιώντας ως ροή αναφοράς στο σημείο πώλησης (Κεντρική Ανθαγορά Στερεάς Ελλάδας) ένα κιλό καθαρής βιομάζας φυτών, χρησιμοποιώντας το λογισμικό SimaPro v. 8.5.2 PhD για την προσομοίωση των τριών αλυσίδων ανεφοδιασμού μέχρι και το σημείο πώλησης. Οι εκπομπές CO₂ λόγω καύσης μαζούτ για θέρμανση θερμοκηπίου στο φυτώριο ήταν ο κύριος συντελεστής στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα τόσο για το EP3G όσο και για το EP0.68P, ενώ οι εκπομπές CO₂ από την παραγωγή τύρφης και τη μεταφορά του στο φυτώριο ήταν οι κύριοι συντελεστές στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα για το PZ2.2P. Το υψηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα ανά κιλό φυτικής βιομάζας για τα EP3G και EP0.68P μπορεί να αποδοθεί ως επί το πλείστον στη χρήση θέρμανσης με καύση μαζούτ. Η διαφορά στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα ανά κιλό βιομάζας μεταξύ EP0.68P και EP3G συνδέεται με τις υψηλότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου τόσο από το αγρόκτημα όσο και από τις εισροές για τον έλεγχο του κλίματος του θερμοκηπίου (κυρίως παραγωγή μαζούτ) για το EP0.68P. Ένα σύστημα θέρμανσης για την εκμετάλλευση που εξαρτάται λιγότερο από ορυκτά καύσιμα και μια εναλλακτική λύση υποστρώματος που εκπέμπει λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου (GHGs) αποτελούν προϋπόθεση για τη βελτίωση της απόδοσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των μελετημένων αλυσίδων εφοδιασμού.

Επιστημονική περιοχή: Περιβάλλον

Λέξεις κλειδιά: Ανάλυση κύκλου ζωής, καλλιέργεια ποϊνσέττίας, καλλιέργεια γερανιού, κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Environmental impact assessment of greenhouse floricultural crops using the life cycle approach

MSc: Top sectors & innovative applications in the production & preservation of fruit and vegetable & floricultural products

Department of Plant Production Science

ABSTRACT

The assessment of the potential environmental impact from the production of ornamental floricultural products grown in pots in a greenhouse, has not received adequate attention in the scientific literature to date. Due to the rapid growth of this industry worldwide and due to the very intensive practices applied to crops, the assessment of environmental impacts and mitigation options using life cycle analysis requires further investigation. This is especially true in Greece where relevant estimates are still very rare. The aim of the present study was to evaluate the environmental footprints in two crops of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*), and one geranium (*Pelargonium zonale*) in a greenhouse pot at a floriculture plant located in Marathon in the Region of Eastern Attica. For all crops fertilization was applied using an open hydroponic system and for substrate a peat product was used. The first product (EP3G) was a poinsettia plant grown in a 3 liter pot in a modern glass greenhouse type Venlo area 2016 m². The second product (EP0.68P), was a poinsettia plant grown in a 0.68 liter pot in a metal greenhouse of 1051.2 m² with plastic cover. The third product (PZ2.2P) was a geranium plant grown in a 2.2 liter pot in the same greenhouse where the second product was grown. For the estimation of the environmental performance, the method of life cycle analysis (LCA) was applied using two reference flows at the point of sale (Central Flower Market of Central Greece), a) a plant in a pot and b) a kilo of pure plant biomass, using the software SimaPro v. 8.5.2 PhD for the simulation of the three cradle-to-point-of-sale supply chains. CO₂ emissions due to heavy fuel oil combustion for greenhouse heating in the nursery were the main factor in the carbon footprint for both EP3G and EP0.68P, while CO₂ emissions from peat production and transport to the nursery were the main factors in the carbon footprint for PZ2.2P. The highest carbon footprint per kilo of plant biomass for EP3G and EP0.68P can be attributed mostly to the use of heavy fuel oil for heating. The difference in carbon footprint per kilogram of biomass between EP0.68P and EP3G is associated with higher greenhouse gas emissions from both farm and greenhouse climate control inputs (mainly fuel oil production) for EP0.68P. A heating system for the farm less fossil fuel dependent and an alternative substrate that emits less greenhouse gases (GHGs) are a prerequisite for improving the environmental footprint efficiency of the studied supply chains.

Scientific area: Environment

Key words: Life cycle assessment, poinsettia cultivation, geranium cultivation, environmental impact categories

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών «Τομείς Αιχμής και Καινοτόμες Εφαρμογές στην Παραγωγή και Συντήρηση Οπωροκηπευτικών και Ανθοκομικών ειδών» του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στην παρούσα φάση θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση των σπουδών μου στο εν λόγω μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών και ιδιαιτέρως εκείνους που συνέβαλλαν στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, κύριο Μπαρτζάνα Θωμά, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, την επιστημονική του καθοδήγηση, τις υποδείξεις του, τη συμπαράστασή του, τη συνεχή του υποστήριξη, την εκτίμηση και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην Καθηγήτρια κυρία Μαρία Παπαφωτίου και στον Καθηγητή κύριο Δημήτριο Σάββα, αφενός για την καθοριστική συμβολή τους στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και αφετέρου που δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον διδάκτορα Βασίλειο Ανέστη του οποίου η συνεχής υποστήριξη και βοήθεια, καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας και εκπόνησης της παρούσας εργασίας και ειδικότερα στην εφαρμογή του πειραματικού σκέλους και στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων υπήρξε πολύτιμη.

Επίσης ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω προς τους καθηγητές Εντομολογίας κκ Αθανασίου Χρήστο και Καβαλλιεράτο Νικόλαο για την ηθική υποστήριξη η οποία υπήρξε σημαντική κινητήριος δύναμη για την πραγματοποίηση και ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Μπρίλη Νικόλαο ηλεκτρολόγο μηχανικό και μηχανικό ηλεκτρονικών υπολογιστών για την πολύτιμη βοήθειά του στον υπολογισμό των ενεργειακών καταναλώσεων στο πειραματικό σκέλος της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να απευθύνω ευχαριστίες προς την εταιρεία Φυτώρια Ανδρή και τα στελέχη της, στις εγκαταστάσεις της οποίας πραγματοποιήθηκε το πειραματικό κομμάτι της παρούσας εργασίας, την εταιρία Νταλιάνης Φυτά και ιδιαίτερα τον Νταλιάνη Γεώργιο για το φωτογραφικό υλικό που μου παρείχε καθώς και τις πολυάριθμες συνεργαζόμενες εταιρίες προμήθειας πρώτων υλών, κατασκευών και εξοπλισμού θερμοκηπίων και συνεργατών για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν προκειμένου να με δεχθούν και να υποβληθούν σε συνεντεύξεις καταλυτικές για ένα ποιοτικό αποτέλεσμα.

Θα ήθελα να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ στη σύζυγό μου Βασιλική και τις κόρες μου Βασιλική και Άρτεμις-Εφραιμία για την αδιάκοπη συμπαράσταση και κατανόηση που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τους αδελφούς μου, Παναγιώτη και Νικόλαο και τους γονείς μου Στυλιανό και Βασιλική για την αγάπη και το ενδιαφέρον τους και ιδιαίτερα τον πατέρα μου που με έμαθε από πολύ μικρό να αγαπώ και να σέβομαι τη γη και την Ελληνική ύπαιθρο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	6
ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΔΙΕΘΝΕΣ ΔΙΚΑΙΟ.....	9
1.1 Εισαγωγή.....	9
1.2 Διεθνές δίκαιο περιβάλλοντος - Ιστορικά στοιχεία.....	10
ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ	12
2.1 Εισαγωγή.....	12
2.2 Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης	12
2.2.1 Η σειρά των προτύπων 14000	13
2.2.2 Εξελισσόμενα νέα πρότυπα.....	17
2.3 Το ευρωπαϊκό πρότυπο οικολογικής διαχείρισης και ελέγχου (<i>European management and audit Scheme- EMAS</i>).....	17
2.3.1 Βήματα για την εφαρμογή του EMAS.....	18
2.3.2 Τα οφέλη και τα προβλήματα που παρουσιάζονται με την εφαρμογή ΣΠΔ πιστοποιημένου κατά EMAS.....	20
ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (LIFE CYCLE ASSESSMENT)	22
3.1 Εισαγωγή.....	22
3.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής	23
3.3 Η ανάλυση κύκλου ζωής ως ένα σημαντικό εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης.	24
3.3.1 Πρώτο στάδιο: Ορισμός του σκοπού του αντικειμένου της μελέτης (<i>Goal and Scope Definition</i>)	25
3.3.2 Δεύτερο στάδιο: Απογραφική ανάλυση δεδομένων (<i>Life Cycle Inventory- LCI</i>)	26
3.3.3 Τρίτο στάδιο: Εκτίμηση ή ανάλυση επιπτώσεων (<i>Life Cycle Impact Assessment- LCIA</i>)....	29
3.3.4 Τέταρτο στάδιο: Ερμηνεία αποτελεσμάτων- Ανάλυση των βελτιώσεων (<i>Life Cycle Interpretation</i>)	31
ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΠΟΪΝΣΕΤΤΙΑ (<i>Euphorbia pulcherrima</i>) – ΓΕΡΑΝΙ (<i>Pelargonium zonale</i>).....	32
4.1 Ποϊνσέττια (<i>Euphorbia pulcherrima</i>)	32
4.1.1 Εισαγωγή.....	32
4.1.2 Ταξινόμηση και περιγραφή	32
4.1.3 Ιστορία εξέλιξη και εξάπλωση	32
4.1.4 Καλλιέργεια.....	33
4.1.5 Φωτοπεριοδισμός.....	33
4.1.6 Εδαφικό μίγμα και λίπανση.....	34
4.1.7 Ποιότητα νερού και Άρδευση.....	34
4.1.8 Έλεγχος ύψους και ρυθμιστές ανάπτυξης.....	34

4.1.9 Εχθροί και Ασθένειες της καλλιέργειας.....	34
4.1.9.1 Εχθροί	34
4.1.9.2 Ασθένειες.....	36
4.2 Γεράνι <i>Pelargonium x Hortorum (Pelargonium zonale)</i>	39
4.2.1 Ταξινόμηση, ονοματολογία	39
4.2.2 Περιγραφή	39
4.2.3 Ιστορία της εισαγωγής και της διάδοσης.	39
4.2.4 Τεχνική της καλλιέργειας.....	39
4.2.5 Εχθροί και ασθένειες της καλλιέργειας.....	40
4.2.5.1 Εχθροί	40
4.2.5.2 Ασθένειες.....	42
ΕΝΟΤΗΤΑ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	44
5.1 Εισαγωγή.....	44
5.2 Περιγραφή καλλιεργητικών διεργασιών	44
5.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά παραγωγής μελετώμενων προϊόντων	44
5.2.2 Ειδικά χαρακτηριστικά παραγωγής μελετώμενων προϊόντων	48
5.3 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης.....	54
5.3.1 Αντικείμενο (πεδίο εφαρμογής)	54
5.3.1.1 Λειτουργία και ροές αναφοράς.....	54
5.3.1.2 Στόχος της μελέτης	54
5.3.1.3 Καθορισμός ορίων συστήματος	55
5.3.1.4 Ζητήματα κατανομής περιβαλλοντικού φορτίου.....	58
5.3.1.5 Τύπος μοντελοποίησης κύκλου ζωής.....	58
5.3.1.6 Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων	58
5.3.1.7 Βασικές παραδοχές.....	59
5.4 Σύνταξη της απογραφής κύκλου ζωής (<i>Life Cycle Inventory - LCI</i>)	60
5.4.1 Συλλογή πρωτογενών δεδομένων	60
5.4.2 Χρήση δευτερογενών δεδομένων	60
5.4.3 Υπολογισμοί σε κλίμακα εκμετάλλευσης.....	61
5.5 Εκτίμηση ή ανάλυση επιπτώσεων (<i>Life Cycle Impact Assessment- LCIA</i>).....	63
5.6 Ερμηνεία του κύκλου ζωής.....	67
5.6.1 Οξίνιση	67
5.6.2 Εξάντληση πόρων - μεταλλεύματα.....	69
5.6.3 Εξάντληση πόρων - ορυκτά καύσιμα.....	72
5.6.4 Ευτροφισμός – υδάτινος (γλυκό νερό).....	74
5.6.5 Κλιματική Αλλαγή, Συνολική.....	77
5.6.6 Ιοντίζουσα ακτινοβολία - επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου	79
5.6.7 Χρήση γης.....	81

5.6.8 Ευτροφισμός – υδάτινος (θαλασσινό νερό)	83
5.6.9 Φωτοχημικός σχηματισμός όζοντος	86
5.6.10 Ευτροφισμός - επίγειος	88
5.6.11 Χρήση ύδατος	91
ΕΝΟΤΗΤΑ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	94
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 - ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΙΚΟΝΩΝ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 – ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ & ΘΕΩΡΟΥΜΕΝΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ	106
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	107

ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΔΙΕΘΝΕΣ ΔΙΚΑΙΟ

1.1 Εισαγωγή

Οι ζωντανοί οργανισμοί βιώνουν τη ζωή τους σε όρους ειδικών, χωροχρονικών, υποκειμενικών πλαισίων αναφοράς που ονομάστηκε *Umwelt*, όρος που ερμηνεύεται ως περιβάλλον κόσμος, φαινομενικός κόσμος, αυτό- κόσμος, περιβάλλον. Κάθε οργανισμός έχει ένα εξωτερικό όριο που ορίζει ένα περιβάλλον το οποίο γίνεται αντιληπτό από τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες σε έναν οργανισμό μέσω των αισθητηρίων οργάνων του και των συντελεστών με τους οποίους ένα ζώο αλληλοεπιδρά [1].

Σήμερα ο όρος περιβάλλον έχει ευρύτερη έννοια και διακρίνεται σε φυσικό και πολιτιστικό. Σύμφωνα με τον νόμο Ν. 360/1976, περί χωροταξίας και περιβάλλοντος, ως φυσικό περιβάλλον ορίζεται ο περιβάλλον τον άνθρωπο χερσαίος, θαλάσσιος και εναέριος χώρος, με τη χλωρίδα, τη πανίδα και τους φυσικούς πόρους που περιλαμβάνονται σε αυτόν, ενώ ως πολιτιστικό περιβάλλον ορίζονται τα ανθρωπογενή στοιχεία του πολιτισμού, καθώς και τα χαρακτηριστικά που διαμορφώθηκαν από την παρέμβαση και τις σχέσεις του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων των ιστορικών χώρων και της καλλιτεχνικής και πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας εν γένει. Σύμφωνα με το νόμο Ν. 1650/1986 για την προστασία του περιβάλλοντος το περιβάλλον ορίζεται σε σχέση με τον άνθρωπο που αποτελεί τον τελικό αποδέκτη των κανόνων δικαίου ως το σύνολο των φυσικών παραγόντων και των στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα της ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες.

Το φυσικό περιβάλλον επηρεάζεται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό, ανάλογα με την περίπτωση, από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ο πλανήτης μας και το περιβάλλον ειδικότερα διαθέτει εδώ και χιλιάδες χρόνια μηχανισμούς επεξεργασίας όλων των ρύπων που προκύπτουν από τις συνήθειες ανθρώπινες δραστηριότητες. Στη Μεσόγειο η αγροτική επανάσταση άρχισε γύρω στο 8.500 π.Χ., με πολλές πρώτες καλλιέργειες σίτου και τους πρώτους οικισμούς στο Αιγαίο τη Θεσσαλία και την Κρήτη να χρονολογούνται λίγο πριν από το 6.000 π.Χ. [2]. Σταδιακά αναπτύχθηκε η γεωργία και η κτηνοτροφία, δημιουργήθηκαν μόνιμοι οικισμοί και περιορίστηκε ο νομαδισμός. Κατά το δεύτερο μισό του 18^{ου} αιώνα ξεκίνησε η βιομηχανική επανάσταση, εποχή κατά την οποία παρουσιάζεται η χρήση μηχανών που αύξησαν σημαντικά και απότομα την παραγωγή, μειώνοντας το κόστος της. Η αυξημένη παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων σε συνδυασμό με το γεγονός ότι πολλά από αυτά είναι τεχνητής προέλευσης και όχι φυσικής τα οποία είναι άγνωστα στη φύση, προκαλούν αποβολή ουσιών στο περιβάλλον με ρυθμούς και σύνθεση που η φύση δεν μπορεί να διαχειριστεί. Για την παραγωγή και αξιοποίηση των βιομηχανικών προϊόντων απαιτείται κατανάλωση ενέργειας που πολλές φορές προέρχονται από μη ανανεώσιμες πηγές επιβαρύνοντας έτσι το περιβαλλοντικό κόστος του εκάστοτε βιομηχανικού προϊόντος.

Εξάλλου, η πρόοδος της τεχνολογίας έχει οδηγήσει σε τεράστια αύξηση του πληθυσμού της γης και μάλιστα τις τελευταίες δεκαετίες πολλαπλασιάζεται με ρυθμό μεγαλύτερο από εκθετικό [3]. Με τον ανθρώπινο πληθυσμό να αυξάνει, να επεκτείνεται και να καταλαμβάνει περιοχές για την εξυπηρέτηση των οικιστικών, αγροτικών, κτηνοτροφικών και άλλων αναγκών του εις βάρος των άλλων ζωικών ειδών και της φύσης γενικότερα, περιορίζει τη βιοποικιλότητα και προκαλεί αποσταθεροποίηση στα οικοσυστήματα με ότι αυτό συνεπάγεται για τη ζωή στη γη.

Τα παραπάνω προβλήματα που προκάλεσε ο άνθρωπος με τις δραστηριότητές του, καλείται πάλι ο ίδιος να τα αντιμετωπίσει με τη βοήθεια της τεχνολογίας και καινοτόμες δράσεις όπως για παράδειγμα η ανακύκλωση, δηλαδή ή ανάκτηση των αποβλήτων και η αξιοποίηση τους στην παραγωγή είτε των προϊόντων από τα οποία προήλθαν είτε άλλων αγαθών καθώς και ανάπτυξη

τεχνολογίας για παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που θα στοχεύουν στην πρόληψη της ρύπανσης και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος που προκαλεί η αυξημένη βιομηχανική παραγωγή.

1.2 Διεθνές δίκαιο περιβάλλοντος - Ιστορικά στοιχεία

Από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, ο άνθρωπος άρχισε να συνειδητοποιεί ότι η κατάσταση του περιβάλλοντος μεταβάλλεται από τις δραστηριότητές του και έτσι θεώρησε απαραίτητη τη δημιουργία κανόνων που θα αποσκοπούν στη διατήρηση και προστασία του. Το 1968 η Σουηδία έστειλε μία πρόταση στον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών με την οποία πρότεινε την οργάνωση μίας διεθνούς συνδιάσκεψης σχετικά με τα περιβαλλοντικά προβλήματα και την οργάνωση διεθνούς συνεργασίας για την επίλυση και αντιμετώπισή τους. Αυτό ήταν η αφορμή για την πραγματοποίηση της συνδιάσκεψης της Στοκχόλμης το 1972 που αποτέλεσε ένα πολύ σημαντικό γεγονός σε ότι αφορά την εξέλιξη του διεθνούς δικαίου του περιβάλλοντος. Στην πρωτεύουσα της Σουηδίας συναντήθηκαν αντιπροσωπείες από 113 κράτη αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων με θέμα το περιβάλλον με πολύ σημαντικά αποτελέσματα όπως την υιοθέτηση θεμελιωδών αρχών του δικαίου που αφορούν το περιβάλλον, την επιτακτική ανάγκη της διαφύλαξης των φυσικών πόρων της γης, και έβαλε τα θεμέλια για τη διαμόρφωση του Προγράμματος Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (*United Nations Environmental Program, UNEP*).

Το 1987 η Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη του ΟΗΕ δημοσίευσε μία έκθεση γνωστή και ως έκθεση Brundtland από το όνομα της προέδρου της, (της Νορβηγού *Gro Harlem Brundtland*), κεντρικό θέμα της οποίας ήταν η βιώσιμη ανάπτυξη και η υιοθέτησή του μέσω της κεντρικής επιτροπής του ΟΗΕ. Η έκθεση *Brundtland* έθεσε τις βάσεις τόσο για διεθνή συνεργασία μεταξύ των κρατών, όσο και μεταξύ των οργανισμών για θέματα που αφορούν το περιβάλλον σε σχέση με την ανάπτυξη. Την ίδια χρονιά συνάφθηκε το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ από 50 κράτη και τους εκπροσώπους τους, και αφορούσε την προστασία της στοιβάδας του όζοντος, μέσω της μείωσης της παραγωγής των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Το Πρωτόκολλο αυτό θεωρείται από τις πιο σημαντικές διεθνείς πρωτοβουλίες για την προστασία του περιβάλλοντος αφού εστιάζει σε ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα όπως η προστασία της στοιβάδας του όζοντος, η ύπαρξη της οποίας παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη.

Στις 22 Δεκεμβρίου του 1989, ο ΟΗΕ με γενική συνέλευση αποφάσισε τη σύγκληση μιας παγκόσμιας συνδιάσκεψης για το περιβάλλον και την ανάπτυξη. Σκοπός τη σύγκλησης αυτής ήταν να μπου οι στόχοι που αφορούν στην προστασία του περιβάλλοντος σε σχέση με την ανάπτυξη. Με βάση τα παραπάνω συγκροτήθηκε μία προπαρασκευαστική επιτροπή, η οποία ανέλαβε να προετοιμάσει τη σύγκληση, να δώσει ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα δράσης και να προτείνει τρόπους για την υλοποίησή της. Το προπαρασκευαστικό αυτό στάδιο διήρκησε τρία περίπου χρόνια και οδήγησε στην παγκόσμια συνδιάσκεψη του ΟΗΕ για το περιβάλλον και την ανάπτυξη, στο Ρίο Ντε Τζανέιρο στις 3 με 14 Ιουνίου του 1992. Στη συνδιάσκεψη αυτή τονίζεται η σημασία της οικονομικής ανάπτυξης παράλληλα με την προστασία του περιβάλλοντος, με πολύ σημαντικά αποτελέσματα όπως η ευρεία αποδοχή της βιώσιμης ανάπτυξης ως βασικής αναπτυξιακής και περιβαλλοντικής επιλογής, η αναγνώριση των κοινών αλλά και διαφορετικών ευθυνών των κρατών για την παγκόσμια περιβαλλοντική υποβάθμιση με σημαντικότερο τη διαμόρφωση ενός παγκόσμιου ολοκληρωμένου προγράμματος δράσης για τη διαχείριση του περιβάλλοντος, τον οδηγό 21 ή Ατζέντα 21 (*LOCAL AGENDA 21*) και τη θέσπιση βασικών αρχών του δικαίου του περιβάλλοντος, όπως η αρχή της προφύλαξης, η αρχή ο ρυπαίνων πληρώνει, η αρχή της πληροφόρησης και της συμμετοχής, η υποχρέωση των κρατών να θεσπίσουν διαδικασίες περιβαλλοντικής αδειδότησης, η κυριαρχία πάνω στους φυσικούς πόρους, η αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης, η κοινή αλλά διαφοροποιημένη ευθύνη.

Το 1997 πραγματοποιήθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας διάσκεψη στην οποία συμμετείχαν περισσότερα από 150 κράτη, όπου αποφασίστηκε η ανάληψη συντονισμένης δράσης σε διεθνές

επίπεδο από όλα τα κράτη για τον έλεγχο των εκπομπών αερίων με ιδιαίτερη έμφαση στα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη. Γενικός στόχος του πρωτοκόλλου είναι η μείωση των παγκόσμιων εκπομπών έξι αερίων θερμοκηπίου (*GHGs*), το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , το μεθάνιο CH_4 , το μονοξείδιο του αζώτου N_2O , των υδρογονανθράκων *HFCs*, υπερφθοριωμένων υδρογονανθράκων *PFCs*, και του εξαφθοριούχου θείου SF_6 , κατά την περίοδο 2008- 2012 σε επίπεδο τουλάχιστον κατά 5% χαμηλότερο σε σχέση με αυτό του 1990 [3]. Για να γίνει αυτό με τον αποδοτικότερο τρόπο ώστε να μην επιβαρυνθεί η παγκόσμια οικονομία το πρωτόκολλο περιλαμβάνει τρεις ευέλικτους μηχανισμούς, την εμπορία των εκπομπών (*emission trade system*), τον μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης (*clean development mechanism*), και την υλοποίηση από κοινού (*joint implementation*) [4].

Το 2000 πραγματοποιήθηκε στην Ολλανδία η διάσκεψη της Χάγης όπου οι 180 εκπρόσωποι αντίστοιχου αριθμού κρατών έθεσαν σαν πλαίσιο συζήτησης θέματα όπως η τήρηση από τα κράτη των υποχρεώσεων τους όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθώς και η δυνατότητα οι βιομηχανικές χώρες να αγοράζουν ποσοστά παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα από άλλες χώρες οι οποίες δεν τα έχουν εξαντλήσει. Δυστυχώς όμως η άρνηση των ΗΠΑ να συμφωνήσουν με το ζήτημα του περιορισμού του άνθρακα οδήγησε στην κατάρρευση της διάσκεψης.

Στις 26 Αυγούστου του 2002 πραγματοποιήθηκε στο Γιοχάνεσμπουργκ η Συνδιάσκεψη Κορυφής για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της αποτέλεσε η ευρεία συμμετοχή παραγόντων όπου εκτός από τις κυβερνήσεις των κρατών συμμετείχαν και εκπρόσωποι από κλάδους όπως οι επιχειρήσεις και η βιομηχανία, η νεολαία, αγρότες, ιθαγενείς, τοπικές αρχές, μη κυβερνητικές οργανώσεις, μέλη της παγκόσμιας επιστημονικής και τεχνολογικής κοινότητας, εκπρόσωποι των συνδικαλιστικών οργανώσεων. Δυστυχώς όμως ούτε και τα αποτελέσματα αυτής της συνόδου ήταν ενθαρρυντικά αφού δεν συμφωνήθηκε κάτι ουσιαστικό. Το μόνο θετικό ίσως αποτέλεσαν οι δηλώσεις του Καναδά και της Ρωσίας πως προτίθενται να επικυρώσουν το Πρωτόκολλο του Κιότο. Τον Δεκέμβριο του 2007 πραγματοποιήθηκε στο Μπαλί η 13^η διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή, στην οποία σημειώθηκε μία σχετική πρόοδος με τα αποτελέσματά της όμως να παραμένουν φτωχά. Η επόμενη διάσκεψη πραγματοποιήθηκε στην Κοπεγχάγη το 2009 με κορυφαίο ζήτημα εκείνο της κλιματικής αλλαγής, όπου συμφωνήθηκε να ελεγχθεί η αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας ώστε να είναι μικρότερη των 2° C., η καταγραφή των στόχων μείωσης των εκπομπών, αλλά και των δράσεων για τον μετριασμό τους από αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς και τη σύσταση ενός Κλιματικού Μηχανισμού Χρηματοδότησης προς τις αναπτυσσόμενες χώρες για χρήση κονδυλίων με στόχο να καταπολεμήσουν την από δάσωση, να στραφούν στην καθαρή ανάπτυξη και μειώσουν τις εκπομπές τους. Με την διάσκεψη της Ντόχα στο Κατάρ το 2012, συμφωνήθηκε η επέκταση μέχρι το 2020 του Πρωτοκόλλου του Κιότο και πραγματοποιείται ένα μικρό βήμα προς τη σύναψη παγκόσμιας συμφωνίας για το κλίμα το 2015.

Στις 30 Νοεμβρίου του 2015 ξεκίνησαν οι εργασίες της Διάσκεψης του Παρισιού και ολοκληρώθηκαν στις 11 Δεκεμβρίου του 2015. Τα μέρη κατέληξαν σε νέα παγκόσμια συμφωνία για την κλιματική αλλαγή, η οποία περιλαμβάνει σχέδιο δράσης για τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη αρκετά κάτω από 2° C. Το Ευρωπαϊκό συμβούλιο ενέκρινε ενωσιακό δεσμευτικό στόχο για καθαρή εσωτερική μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Με αυτό τον τρόπο η Ευρωπαϊκή Ένωση φιλοδοξεί να δώσει ώθηση στη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη, να δημιουργήσει θέσεις εργασίας, να αποφέρει οφέλη ως προς την υγεία και το περιβάλλον προς τους πολίτες της και να συμβάλει στη μακροπρόθεσμη παγκόσμια ανταγωνιστικότητα της οικονομίας της ευρωπαϊκής ένωσης χάρη στην προώθηση της πράσινης καινοτομίας.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

2.1 Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών παρουσιάστηκαν διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα στον πλανήτη, όπως η εξάντληση του στρώματος του όζοντος, η ατμοσφαιρική ρύπανση, ο περιορισμός της βιοποικιλότητας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η μόλυνση των υδάτων, καθώς και η εξάντληση των φυσικών πόρων. Οι αποφάσεις που ελήφθησαν κατά τη συνδιάσκεψη της Στοκχόλμης το 1972 και του Ρίο το 1992, και όπως αυτές διαμορφώθηκαν μέσα από τα διεθνή πρωτόκολλα, υποχρέωσαν τα κράτη να αναπτύξουν περιβαλλοντική πολιτική που να αφορά σε όλους τους τομείς της οικονομίας και τις στρατηγικές εδαφικής ανάπτυξης. Οι επιχειρήσεις, οι οποίες αποτελούν τη βάση της οικονομικής ανάπτυξης, ήταν υποχρεωμένες πλέον να υιοθετήσουν πρακτικές που θα καθιστούσαν τη διαδικασία παραγωγής πιο φιλική προς το περιβάλλον, παράγοντας προϊόντα και υπηρεσίες υψηλής ποιότητας ενισχύοντας την ανταγωνιστικότητα και τη θέση τους στην αγορά [5]. Έτσι λοιπόν δημιουργήθηκαν Εργαλεία Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΕΠΔ), τα οποία έχουν σκοπό να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να βελτιώσουν τη λειτουργία τους και να λάβουν μέτρα που θα αποσκοπούν στην προστασία του περιβάλλοντος. Τα εργαλεία αυτά χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, με την πρώτη να αφορά τη διαχείριση και λειτουργία στο σύνολο του οργανισμού σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κοινού για σωστή εφαρμογή περιβαλλοντικών πρακτικών από τις επιχειρήσεις και στην οποία ανήκουν τα λεγόμενα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΠΔ), το ευρωπαϊκό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και ελέγχου (*Eco Management Audit Scheme- EMAS*) και η αντίστοιχη οικογένεια διεθνών προτύπων ISO 14000 του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (*International standard Organization- ISO*) [5]. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν περιβαλλοντικά εργαλεία που αποσκοπούν στη δημιουργία και προώθηση στην αγορά προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον, όπως το οικολογικό σήμα (*Eco Label*), και η ανάλυση κύκλου ζωής (AKZ).

2.2 Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης

Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να πιστοποιήσουν την περιβαλλοντική τους αξιοπιστία στο σύνολο των διεργασιών τους στις οποίες περιλαμβάνονται η οργανωτική δομή, οι ευθύνες, οι πρακτικές, οι διαδικασίες, οι μέθοδοι και οι αναγκαίοι πόροι για τον καθορισμό και την εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής της εκάστοτε επιχείρησης, σύμφωνα πάντα με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας και με στόχο τη συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων της επιχείρησης [5].

Τα οφέλη που προκύπτουν με την εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης από μία επιχείρηση πέρα από περιβαλλοντικά είναι και οικονομικά. Έτσι, επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό από την επιχείρηση η συμμόρφωσή της με την ισχύουσα νομοθεσία και αποφεύγονται τα πρόστιμα ενώ παράλληλα με τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης προλαμβάνεται η ρύπανση. Επίσης μειώνεται το λειτουργικό κόστος της επιχείρησης που προκύπτει από την εξοικονόμηση ενέργειας και την αποτελεσματικότερη διαχείριση των απορριμμάτων της, ενισχύεται ο κύκλος εργασιών της με αποτέλεσμα την αύξηση των πωλήσεων λόγω βελτίωσης της εικόνας της και μπορεί να την καταστήσει έναν σημαντικό συνεργάτη που συμβαδίζει με την έννοια της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης (*Corporate Social Responsibility*). Ακόμα, ανοίγουν νέες αγορές και προσελκύονται νέοι πελάτες που ζητούν συνεργασίες με πιστοποιημένες επιχειρήσεις σύμφωνα με τα διεθνή περιβαλλοντικά πρότυπα διαχείρισης και επιτυγχάνεται η εναρμόνιση με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις για δραστηριότητα στο εξωτερικό. Τέλος βελτιώνεται η οργάνωση, η λειτουργία, η εικόνα της επιχείρησης προς το ευρύ κοινό, τις αρμόδιες αρχές, τους δανειστές, τους επενδυτές, καθώς και η επικοινωνία με τους εξωτερικούς ενδιαφερόμενους φορείς, ενώ ευαισθητοποιείται το προσωπικό σε θέματα περιβάλλοντος και

θεσπίζονται περιβαλλοντικοί δείκτες για την μεγιστοποίηση του ελέγχου και τη συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της επιχείρησης [6].

Από την άλλη όμως, η εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης από μία επιχείρηση έχει αρκετά μεγάλο κόστος όπως αυτό της επένδυσης των υποδομών, της πρόληψης εξωτερικών συμβούλων και εξειδικευμένου προσωπικού που θα το προετοιμάσει και θα το εφαρμόσει, το κόστος διορισμού υπεύθυνου περιβαλλοντικής διαχείρισης της επιχείρησης, τη μελέτης και δημοσιοποίησής του καθώς και το γεγονός ότι το προσωπικό επιφορτίζεται με περισσότερες ώρες εργασίας (επιπλέον εργατοώρες).

Ωστόσο τα οφέλη από την εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης από τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς έρχονται για να υπερκεράσουν το οποιοδήποτε κόστος καθώς αυτά αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, για μία βιώσιμη κοινωνία η οποία μπορεί να υπάρχει γενιές και γενιές με έμφαση στη βιωσιμότητα των φυσικών πόρων, με σεβασμό για το περιβάλλον σύμφωνα με τους κανόνες και τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης.

2.2.1 Η σειρά των προτύπων 14000

Το πρώτο επίσημο παγκοσμίως πρότυπο περιβαλλοντικής διαχείρισης που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Βρετανικό πρότυπο BS 7750, το 1992. Ύστερα από την εφαρμογή του σε ένα πιλοτικό πρόγραμμα και την εναρμόνισή του με τον Ευρωπαϊκό κανονισμό EMAS ακολούθησε μία δεύτερη έκδοσή του το 1994. Το συγκεκριμένο μοντέλο αποτέλεσε πρότυπο ανάπτυξης τόσο εθνικών προτύπων όπως το γαλλικό, το ισπανικό, και το ιρλανδικό, όσο και του διεθνούς ISO 14000 και των προτύπων του.

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO), διαβλέποντας τις ανάγκες της αγοράς για διαχείριση της ποιότητας των προϊόντων και διασφάλιση της ποιότητας του περιβάλλοντος, τελειοποίησε το 1996 τη σειρά των προτύπων ISO 14000 [7].

Η περιβαλλοντική σειρά ISO 14000 αποτελείται από 21 πρότυπα, τα οποία έχουν ως σκοπό να βοηθήσουν της οργανισμούς να διαχειριστούν της περιβαλλοντικές της ανάγκες και να της διασφαλίσουν ότι οι περιβαλλοντικές της πολιτικές και πρακτικές συμφωνούν με την αποστολή και της στόχους της. Τα πρότυπα της σειράς ανάλογα με το πού επικεντρώνονται μπορούν να ταξινομηθούν σε επιχειρησιακά ή πρότυπα διαδικασιών (Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, περιβαλλοντικοί έλεγχοι, εκτιμήσεις περιβαλλοντικής απόδοσης) και σε πρότυπα για τα προϊόντα (εκτίμηση κύκλου ζωής, οικολογική σήμανση, περιβαλλοντικές θεωρήσεις στην παραγωγή προϊόντων) και περιλαμβάνει τα παρακάτω [5]:

ISO 14001 (1996): Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Προδιαγραφές με οδηγίες για χρήση. Είναι ένα γενικό ΣΠΔ που αναπτύχθηκε μέσα από μία διεθνή διαδικασία με κοινή συναίνεση. Το ISO 14001 είναι ένα πρότυπο σύστημα διαχείρισης, δεν είναι ένα πρότυπο προϊόντος ή απόδοσης. Αντιπροσωπεύει την αλλαγή στη διαχείριση των επιχειρήσεων, οι οποίες υιοθετούν την έννοια της ολικής διαχείρισης και της εμπλοκής των εργαζομένων. Είναι ένα ευρύ πλαίσιο που περιέχει τόσο βασικές αρχές διαχείρισης των διαδικασιών μιας επιχείρησης, όσο και δραστηριότητες εντοπισμού των περιβαλλοντικών θεμάτων που αφορούν τη λειτουργία της. το πρότυπο απαιτεί από μία επιχείρηση να δηλώσει τί κάνει σχετικά με τη διαχείριση του περιβάλλοντος και να πραγματοποιεί όσα δηλώνει.

Όταν μία επιχείρηση πιστοποιηθεί κατά ISO 14001 σημαίνει ότι διαθέτει ένα τεκμηριωμένο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης πλήρως ανεπτυγμένο, το οποίο υποστηρίζει και το παρακολουθεί. Αυτό που πιστοποιείται είναι το σύστημα διαχείρισης που λαμβάνει χώρα και όχι το ίδιο το προϊόν.

ISO 14004 (1996): ΣΠΔ – Γενικές κατευθυντήριες γραμμές για τις αρχές, τα συστήματα και τις υποστηρικτικές δομές: παρέχει πρακτική βοήθεια για την προσαρμογή ενός ΣΠΔ στις ανάγκες και απαιτήσεις μιας επιχείρησης. Αποτελεί εσωτερική οδηγία και:

- Βοηθά να καθοριστούν οι αρχές που θα χρησιμοποιήσουν οι μάνατζερς για να εφαρμόσουν το ΣΠΔ.
- Θέτει σε πρώτο πλάνο τα οφέλη ενός ΣΠΔ.
- Παρέχει τις απαραίτητες λεπτομέρειες που χρειάζονται για την εφαρμογή του ΣΠΔ.
- Βοηθάει στις διαδικασίες σχεδιασμού του ΣΠΔ προσφέροντας καθοδήγηση στον προσδιορισμό των περιβαλλοντικών πλευρών, στην εκτίμηση των επιδράσεων, τον καθορισμό διαδικασιών για τον προσδιορισμό νομικών και κανονιστικών απαιτήσεων, στον καθορισμό στόχων και σκοπών.
- Εισηγείται ένα πλάνο εφαρμογής εξασφαλίζοντας τη διαθεσιμότητα των πηγών, ευθυγραμμίζει το ΣΠΔ με άλλα συστήματα, αναθέτει αρμοδιότητες και υπευθυνότητες στο προσωπικό εξασφαλίζοντας με σχετική εκπαίδευση και ενημέρωση ότι αυτό έχει την απαραίτητη γνώση για την εφαρμογή του ΣΠΔ και διασφαλίζει την ύπαρξη διαδικασιών για την ανταπόκριση σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης.
- Εισηγείται έναν τρόπο μέτρησης, παρακολούθησης και εκτίμησης της απόδοσης σε συνάρτηση με τους στόχους του, καθορίζοντας ταυτόχρονα ένα σύστημα εφαρμογής διορθωτικών και προληπτικών ενεργειών.
- Προτείνει τρόπους με τους οποίους η επιχείρηση διαχειρίζεται τη διαδικασία συνεχούς βελτίωσης, ώστε να επιτύχει ολική βελτίωση στην περιβαλλοντική της συμπεριφορά.

ISO 14006 (2011) : Κατευθυντήριες γραμμές για ενσωμάτωση του Οικολογικού Σχεδιασμού (ΟΣ) : Το νέο αυτό πρότυπο, της οικογένειας προτύπων ISO 14000, προορίζεται για να βοηθήσει τους οργανισμούς και τις επιχειρήσεις να μειώσουν τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων και υπηρεσιών τους. Δίνει κατευθυντήριες οδηγίες σε οργανισμούς και επιχειρήσεις παραγωγής προϊόντων και παροχής υπηρεσιών για την ενσωμάτωση του Οικολογικού Σχεδιασμού (ΟΣ) στα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Κάθε προϊόν ή υπηρεσία έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του, από την άντληση πόρων μέχρι την επεξεργασία και το τέλος του κύκλου της ζωής του. Ο στόχος του ΟΣ είναι η ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών πτυχών στον σχεδιασμό και ανάπτυξη των προϊόντων και υπηρεσιών, με τρόπο ώστε να ελαττωθούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους και να υπάρχει συνεχής βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης σε όλο τον κύκλο ζωής τους. Το αποτέλεσμα ενός τέτοιου σχεδιασμού θα είναι να παράγονται καθαρότερα, εξελιγμένα, κερδοφόρα και βιώσιμα προϊόντα και υπηρεσίες καθώς και ένας πιο πράσινος πλανήτης.

Το πρότυπο αυτό θα βοηθήσει τις παραγωγικές μονάδες να καθιερώσουν, να τεκμηριώσουν, να υλοποιήσουν, να συντηρούν και να βελτιώνουν συνεχώς τη διαχείριση του ΟΣ τους, ως μέρος ενός ΣΠΔ. Η εφαρμογή του προτύπου αφορά στις περιβαλλοντικές πτυχές των προϊόντων ή/και υπηρεσιών στις οποίες ο οργανισμός έχει έλεγχο ή μπορεί να επηρεάσει.

Η ενσωμάτωση του ΟΣ στα συστήματα διαχείρισης μπορεί να έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

- Οικονομικά οφέλη, π.χ. μέσα από αυξημένη ανταγωνιστικότητα, μείωση κόστους και προσέλκυση χρηματοδοτών και επενδυτών.
- Προώθηση της καινοτομίας και της δημιουργικότητας, καθώς και εντοπισμός νέων επιχειρηματικών μοντέλων.
- Μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις άρα μειωμένο μερίδιο περιβαλλοντικής ευθύνης.
- Βελτίωση δημόσιας εικόνας.

- Ενίσχυση κινήτρων των υπαλλήλων.

Το νέο πρότυπο έχει αναπτυχθεί, ώστε να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να εφαρμόσουν τον ΟΣ με ένα ευέλικτο και πρακτικό τρόπο. Το ISO 14006:2011 είναι εφαρμόσιμο σε κάθε οργανισμό, ανεξαρτήτως μεγέθους, γεωγραφικής θέσης, πολιτισμού ή της πολυπλοκότητας των συστημάτων διαχείρισής του, των προϊόντων ή των υπηρεσιών του. Προορίζεται κυρίως για χρήση του από οργανισμούς, οι οποίοι έχουν ήδη υλοποιήσει ΣΠΔ σύμφωνα με το ISO 14001, ανεξαρτήτως αν εφαρμόζουν Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας, σύμφωνα με το ISO 9001. Ακόμη, μπορεί να είναι χρήσιμο και σε οργανισμούς οι οποίοι ενδιαφέρονται για την ελάττωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων τους.

ISO 14010 (1996): *Κατευθυντήριες γραμμές για τον Περιβαλλοντικό Έλεγχο – Γενικές αρχές* : Καθοδηγεί τις επιχειρήσεις, τους επιθεωρητές και τους πελάτες τους στις γενικές αρχές διεξαγωγής περιβαλλοντικών επιθεωρήσεων. Αντικαταστάθηκε από το ISO 19011:2011.

ISO 14011 (1996): *Κατευθυντήριες γραμμές για διενέργεια περιβαλλοντικής επιθεώρησης – διαδικασίες επιθεώρησης – διενέργεια επιθεώρησης ΣΠΔ*: Καθορίζει διαδικασίες επιθεωρήσεων για το σχεδιασμό και τη διεκπεραίωση μιας επιθεώρησης του ΣΠΔ. Η επιθεώρηση έχει ως στόχο να προσδιορίσει εάν το ΣΠΔ ανταποκρίνεται στα κριτήρια της επιθεώρησης. Αντικαταστάθηκε από το ISO 19011:2011

ISO 14012 (1996): *Κατευθυντήριες γραμμές για διενέργεια περιβαλλοντικής επιθεώρησης – Κριτήρια αξιολόγησης καταλληλότητας για περιβαλλοντικούς επιθεωρητές* : Καθοδηγεί τα απαιτούμενα προσόντα των επιθεωρητών και των επικεφαλής ελεγκτών.

ISO/WD 14015 (1998): Περιβαλλοντικοί Κανόνες για τις Εγκαταστάσεις.

ISO 14020 (1998): *Περιβαλλοντική Δήλωση και Σήμανση – Γενικές Αρχές* : Παρέχει γενικές αρχές που καθοδηγούν την ανάπτυξη συγκεκριμένων περιβαλλοντικών απαιτήσεων. Οι αρχές αυτές είναι:

- Η σήμανση και οι δηλώσεις πρέπει να είναι ακριβείς, επαληθεύσιμες, σχετικές και να μην παραπλανούν.
- Τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά πρέπει να είναι διαθέσιμα στους αγοραστές.
- Η σήμανση και οι δηλώσεις πρέπει να βασίζονται σε επιστημονική μεθοδολογία.
- Τα κριτήρια σήμανσης και περιβαλλοντικών δηλώσεων πρέπει να είναι διαθέσιμα στις ενδιαφερόμενες πλευρές.
- Η σήμανση και η περιβαλλοντική δήλωση πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον κύκλο ζωής του προϊόντος ή της υπηρεσίας.
- Η διοικητική εργασία πρέπει να περιορίζεται μόνο στη διαπίστωση συμμόρφωσης με τα κριτήρια.
- Οι διαδικασίες σήμανσης και τα περιβαλλοντικά κριτήρια δεν πρέπει να δημιουργούν περιορισμούς στο εμπόριο.
- Η σήμανση και η περιβαλλοντική δήλωση δεν πρέπει να αναστέλλουν την καινοτομία.
- Τα κριτήρια καθώς και η περιβαλλοντική σήμανση και δήλωση πρέπει να αναπτύσσονται με κοινή συναίνεση.

ISO/DIS 14021 (1999): *Περιβαλλοντική Δήλωση και Σήμανση – Όροι και Ορισμοί*: Ο στόχος του προτύπου είναι η ενθάρρυνση της μείωσης περιβαλλοντικών βαρών και επιδράσεων των καταναλισκόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών, και η εναρμόνιση των περιβαλλοντικών απαιτήσεων.

ISO/FDIS 14024 (1999) : *Περιβαλλοντική Δήλωση και Σήμανση – Περιβαλλοντική Σήμανση Τύπου I – Αρχές και Διαδικασίες* : Το πρότυπο παρέχει κριτήρια για την εκτίμηση των προϊόντων και την απονομή των περιβαλλοντικών σημάτων.

ISO/WD/TR 14025 (1999) : *Περιβαλλοντική Δήλωση και Σήμανση – Περιβαλλοντική Σήμανση Τύπου III – Αρχές και Διαδικασίες* : Είναι ένα πρόγραμμα σήμανσης. Στο πρότυπο αυτό, η σήμανση δεν διακρίνει τα προτιμότερα προϊόντα αλλά παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες, σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδράσεις, στους αγοραστές.

Είναι ένα πρότυπο που έχει ως στόχο να προσδιορίσει και να οριοθετήσει την εκτίμηση περιβαλλοντικής απόδοσης των συστημάτων διαχείρισης των επιχειρήσεων. Η εκτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης, στα πλαίσια του ΣΠΔ μπορεί να λειτουργήσει και ως ένα σύστημα μέτρησης – εκτίμησης και παράλληλα ως ένα σύστημα καθορισμού στρατηγικής. Αυτή η διαδικασία διαφέρει από την επιθεώρηση, γιατί η εκτίμηση περιβαλλοντικής απόδοσης είναι μια συνεχής διαδικασία που διενεργείται από άτομα της επιχείρησης που συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία.

ISO/DIS 14031 (1999): *Αξιολόγηση της Περιβαλλοντικής Απόδοσης.*

ISO TR 14032 (1999): *Αξιολόγηση της Περιβαλλοντικής Απόδοσης – Μελέτες Περιπτώσεων που εξηγούν τη χρήση του ISO14031.*

ISO 14040 (1997): *Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής – Αρχές και Κατευθυντήριες*: Αυτό το πρότυπο έχει στόχο την ενθάρρυνση του κοινού και των ιδιωτικών επιχειρήσεων να προσεγγίσουν τα περιβαλλοντικά θέματα με συστηματικό τρόπο, τέτοιο, που να λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από όλες τις πλευρές.

ISO 14041 (1998): *Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής – Καταγραφή και Ανάλυση του Κύκλου Ζωής*: Περιγράφει συγκεκριμένες οδηγίες και απαιτήσεις σε όσους ασχολούνται με τον κύκλο ζωής των προϊόντων και τους βοηθά στην διατύπωση του κύκλου ζωής. Το πρότυπο επικεντρώνεται στη μελέτη του κύκλου ζωής και στη διαδικασία της ανάλυσης δεδομένων του κύκλου ζωής. Αναθεωρήθηκε με την έκδοση του ISO 14040 το 2006.

ISO/CD 14042 (1999): *Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής – Εκτίμηση των επιπτώσεων*: Είναι ένα πρότυπο που προτείνει τρεις κατηγορίες επίδρασης που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε κάθε συνιστώσα του κύκλου ζωής:

- Ταξινόμηση – κατάταξη
- Χαρακτηρισμός
- Αποτίμηση – αξιολόγηση

Το πρότυπο αναθεωρήθηκε με την έκδοση του ISO 14040 το 2006.

ISO/DIS 14043 (1999): *Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής – Επεξήγηση.*

ISO/TR 14048 (1999): *Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής – Μέθοδος Τεκμηρίωσης των Δεδομένων.*

ISO/TR 14049 (1999): *Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής – Παραδείγματα για την Εφαρμογή του ISO 14041.*

ISO 14050 (1998): *Περιβαλλοντική Διαχείριση – Λεξιλόγιο.*

ISO/TR 14061 (1998): Βοηθητικές Πληροφορίες για τη χρήση των ISO 14001 και ISO 14004 από οργανισμού δασοκομίας.

ISO 14062: Αναφορά περιγράφουσα πληροφορίες και υλικό αναφοράς για τις βελτιώσεις στην επίτευξη των στόχων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

ISO 14063: Αναφορά περιγράφουσα πληροφορίες και υλικό αναφοράς για την Περιβαλλοντική επικοινωνία με Οδηγίες και παραδείγματα.

ISO Οδηγός 64 (1997): Οδηγός για το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών πλευρών στα πρότυπα προϊόντων: Θέτει παράγοντες που πρέπει να υπολογιστούν όταν αναπτύσσονται προδιαγραφές των προϊόντων για τη μείωση περιβαλλοντικών επιδράσεων και την επίτευξη συγκεκριμένης απόδοσης. Η οδηγία υπογραμμίζει διατάξεις που μπορούν να επιδρούν στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια των σταδίων του κύκλου ζωής του προϊόντος. Επίσης, παρέχει περιληπτική σύνοψη όλων των επιστημονικών μεθοδολογιών για τον προσδιορισμό και την αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων των διατάξεων των προτύπων του προϊόντος.

2.2.2 Εξελισσόμενα νέα πρότυπα

Ο οργανισμός ISO, στα πλαίσια της έγκαιρης ανταπόκρισης σε νέες ανάγκες τυποποίησης, βελτιώνεται και επικαιροποιείται συνεχώς. Αυτό αποδεικνύεται ότι βρίσκεται σε εξέλιξη μία σειρά νέων προτύπων, μερικά από τα οποία είναι τα παρακάτω [5]:

- **ISO 14005:** θα λειτουργεί ως οδηγός για τη σταδιακή εφαρμογή του ΣΠΔ και κυρίως θα περιλαμβάνει τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις.
- **ISO 14033:** θα δίνει παραδείγματα για την κατάρτιση και επικοινωνία των ποσοτικών περιβαλλοντικών πληροφοριών.
- **ISO 14045:** θα παρέχει αρχές και απαιτήσεις για την αξιολόγηση της οικολογικής απόδοσης.
- **ISO 14051:** θα αποτελέσει τον σκελετό για την ροή των υλικών κοστολόγησης (Material Flow Cost Accounting).
- **ISO 14066:** θα καθορίζει τις απαιτήσεις για την επάρκεια των ελεγκτών και των επικυρωτών.
- **ISO 14067:** θα αναφέρει τις απαιτήσεις για την ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζεται με τα προϊόντα.
- **ISO 14069:** θα λειτουργεί ως οδηγός στις επιχειρήσεις, για τον υπολογισμό της ποσότητας άνθρακα των προϊόντων τους.

2.3 Το ευρωπαϊκό πρότυπο οικολογικής διαχείρισης και ελέγχου (*European management and audit Scheme- EMAS*).

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου (EMAS), υιοθετήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση το 1993 με τον κανονισμό 1836/93/ΕΟΚ και αποτελεί ένα σύστημα στο οποίο μπορούν να συμμετέχουν εθελοντικά επιχειρήσεις και οργανισμοί. Ο στόχος του κανονισμού ήταν η πρόληψη για τη μείωση και κατά το δυνατόν εξάλειψη της ρύπανσης, η καλύτερη διαχείριση των πόρων και η χρήση των καθαρών ή καθαρότερων τεχνολογιών [8]:

Το 2001 η νομοθεσία αναθεωρήθηκε βάση του κανονισμού 761/2001, δηλαδή του EMAS II. Οι βασικές διαφοροποιήσεις του αναθεωρημένου κανονισμού σε σχέση με τον παλαιότερο σχετίζονται με την επέκταση εφαρμογής του EMAS και σε άλλους τομείς της οικονομίας και όχι μόνο σε μεταποιητικές επιχειρήσεις, ενώ υιοθετήθηκε μία δομή η οποία συμβαδίζει με εκείνη του προτύπου ISO 14001.

Στις 25 Νοεμβρίου του 2009, καταργείται ο κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 761/2001 και θεσπίζεται ο νέος κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1221/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και εφαρμόζεται από τις 11 Ιανουαρίου του 2010.

Οι βασικές τροποποιήσεις του κανονισμού μεταξύ άλλων αφορούν στη δυνατότητα εφαρμογής του EMAS, από χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (διεθνή πρόσβαση του EMAS), με βασικό τους στόχο την αύξηση της προβολής και την βελτίωση της εφαρμογής του προγράμματος.

2.3.1 Βήματα για την εφαρμογή του EMAS

Για να καταχωρηθεί ένας οργανισμός στο μητρώο EMAS, αρχικά εφαρμόζονται οι απαιτήσεις του ΣΠΔ και ακολουθεί η επικύρωση του συστήματος και της περιβαλλοντικής δήλωσης. Η περιβαλλοντική δήλωση είναι ουσιαστικά μία συνοπτική παρουσίαση του ΣΠΔ που εφαρμόζει ο οργανισμός και της περιβαλλοντικής επίδοσης του οργανισμού. Η επικύρωση γίνεται από διαπιστευμένο επιθεωρητή ο οποίος εξετάζει το ΣΠΔ και την περιβαλλοντική δήλωση της επιχείρησης ή του οργανισμού σε ό,τι αφορά την ικανοποίηση των απαιτήσεων του EMAS. Η επιθεώρηση του διαπιστευμένου επιθεωρητή περιλαμβάνει [9]:

- Επιτόπου επίσκεψη στους χώρους δραστηριοτήτων της επιχείρησης ή του οργανισμού,
- εξέταση των αρχείων,
- συνέντευξη με τους εργαζομένους,
- προετοιμασία έκθεσης για τη διοίκηση.

Αναλυτικότερα, ο διαπιστευμένος επιθεωρητής κατά την επιθεώρηση ελέγχει εάν:

- Έχει θεσπιστεί περιβαλλοντική πολιτική σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EMAS.
- Έχουν τεθεί συγκεκριμένοι στόχοι και έχει προσδιοριστεί το πρόγραμμα μέσω του οποίου θα επιτευχθεί.
- Έχει σχεδιαστεί και χρησιμοποιείται το ΣΠΔ.
- Έχει γίνει η αρχική περιβαλλοντική ανάλυση και ο εσωτερικός έλεγχος σύμφωνα με τις σχετικές απαιτήσεις του EMAS.
- Τα αριθμητικά και άλλα δεδομένα που αναφέρονται στην περιβαλλοντική δήλωση είναι ακριβή, επαρκώς τεκμηριωμένα και σύμφωνα με τις σχετικές απαιτήσεις του EMAS.

Εάν ο διαπιστευμένος επιθεωρητής δεν εντοπίσει ουσιαστικές αδυναμίες στην εφαρμογή του ΣΠΔ, θα προχωρήσει στην επικύρωση του συστήματος και της περιβαλλοντικής δήλωσης. Τις περισσότερες φορές είναι δυνατό ο επιθεωρητής να ζητήσει να γίνουν κάποιες αλλαγές στην περιβαλλοντική δήλωση ή συστάσεις για τροποποιήσεις του ΣΠΔ πριν γίνει η επικύρωση.

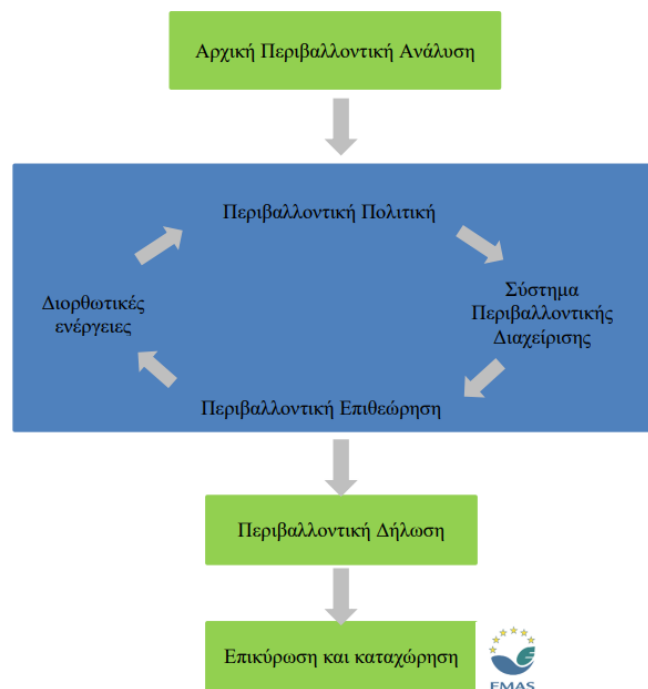
Στη συνέχεια, εφόσον η περιβαλλοντική δήλωση επικυρωθεί από τον διαπιστευμένο επιθεωρητή, αποστέλλεται στον αρμόδιο φορέα ο οποίος είναι υπεύθυνος για την εφαρμογή του Κανονισμού και την καταχώρηση των επιχειρήσεων ή των οργανισμών στο μητρώο EMAS. Ο αρμόδιος φορέας για την καταχώρηση των επιχειρήσεων ή των οργανισμών στο μητρώο EMAS στην Ελλάδα είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Στην περίπτωση που πρόκειται να γίνει για πρώτη φορά καταχώρηση μια επιχείρησης ή ενός οργανισμού στο μητρώο EMAS απαιτούνται από τον αρμόδιο φορέα:

- το όνομα και η θέση της επιχείρησης ή του οργανισμού καθώς και ο χώρος δραστηριοτήτων,
- σύντομη περιγραφή των δραστηριοτήτων,

- τα στοιχεία του διαπιστευμένου επιθεωρητή που επικύρωσε το σύστημα και την περιβαλλοντική δήλωση,
- η προθεσμία υποβολής της επόμενης περιβαλλοντικής δήλωσης,
- η σύντομη περιγραφή του ΣΠΔ,
- η περιγραφή του σχεδίου εκτέλεσης του εσωτερικού ελέγχου.

Ο αρμόδιος φορέας είναι υπεύθυνος για την καταχώρηση της επιχείρησης ή του οργανισμού στον αντίστοιχο κατάλογο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Ο κατάλογος αυτός είναι διαθέσιμος στο κοινό και δημοσιεύεται μία φορά το χρόνο στην εφημερίδα του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου. Στην Εικόνα 3.1, που ακολουθεί, δίνεται παραστατικά η διαδικασία καταχώρησης μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού στο μητρώο EMAS. Πρέπει να σημειωθεί ότι η διαδικασία επικύρωσης επιχειρήσεων κατά EMAS επαναλαμβάνεται ετησίως.



Εικόνα 2.1 Διαδικασία καταχώρησης στο μητρώο EMAS (Πηγή: [9]).

Ο φορέας στην Ελλάδα που είναι αρμόδιος για τη διαπίστευση των επιθεωρητών είναι το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης (ΕΣΥΔ) που υπάγεται στο Υπουργείο Ανάπτυξης. Κάθε χώρος δραστηριοτήτων μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού που καταχωρείται στο μητρώο EMAS μπορεί να χρησιμοποιεί το σύμβολο του EMAS στην αλληλογραφία και στα επίσημα έγγραφά του, στην Ετήσια Έκθεση Αναφοράς και σε λογαριασμούς (αλλά όχι στα προϊόντα της επιχείρησης), συνοδευόμενο από μια σύντομη δήλωση. Επιπλέον, η περιβαλλοντική δήλωση είναι διαθέσιμη σε όποιον τη ζητήσει.

Ο οργανισμός μετά την επικύρωση, έχει το δικαίωμα να χρησιμοποιήσει το λογότυπο του EMAS (εικόνα 3.2), που ουσιαστικά αποτελεί την έγκριση ότι έχει συμμορφωθεί με όλες τις απαιτήσεις του κανονισμού.



Εικόνα 2.2 Το σήμα του Κοινοτικού Συστήματος Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου (EMAS) (Πηγή: [9]).

2.3.2 Τα οφέλη και τα προβλήματα που παρουσιάζονται με την εφαρμογή ΣΠΔ πιστοποιημένου κατά EMAS

Τα κυριότερα οφέλη που απολαμβάνει ένας οργανισμού που πιστοποιείται κατά EMAS είναι τα παρακάτω [5]:

- Μείωση του κόστους για τους πόρους και τη διαχείριση των αποβλήτων. Οι οργανισμοί διαχειρίζονται καλύτερα τους πόρους εξοικονομώντας πρώτες ύλες και ενέργεια με αποτέλεσμα να επιτυγχάνουν μείωση των λειτουργικών εξόδων της επιχείρησης. Στις επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών, η μείωση στο κόστος προκύπτει από την υιοθέτηση οικολογικής διαχείρισης που οδηγεί στην αύξηση της ανακύκλωσης και στη μείωση κατανάλωσης της ενέργειας (EURO-EMAS, 2001).
- Νομοθετικές ελαφρύνσεις: Η παροχή νομοθετικών ελαφρύνσεων στους οργανισμούς που είναι εγγεγραμμένοι στο EMAS δεν είναι ενιαία για όλα τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και γίνεται σύμφωνα με την περιβαλλοντική πολιτική που ακολουθεί κάθε κράτος μέλος.
- Ελαχιστοποίηση του κινδύνου: Οι επιχειρήσεις υποβάλουν τις λειτουργίες τους σε λεπτομερή αξιολόγηση, μειώνοντας τα αντίστοιχα επίπεδα κινδύνου. Η αποτελεσματική ελαχιστοποίηση του κινδύνου μπορεί να αποφέρει οικονομικά οφέλη αυξάνοντας την εμπιστοσύνη ανάμεσα στα ενδιαφερόμενα μέρη, δηλαδή τους επενδυτές, τις ασφαλιστικές εταιρίες και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα.
- Βελτίωση των σχέσεων των ενδιαφερομένων μερών στο εσωτερικό και το εξωτερικό των επιχειρήσεων: Η εγγραφή στο EMAS συνήθως συμβάλει στη βελτίωση των εσωτερικών σχέσεων σε μία επιχείρηση, όπως είναι η σχέση των εργαζομένων με την κεντρική διοίκηση, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συμμετοχή του προσωπικού και η ευαισθητοποίηση του σε θέματα περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα το EMAS βελτιώνει τη σχέση μιας επιχείρησης με τους εξωτερικούς της συνεργάτες (ρυθμιστικές αρχές και πελάτες της επιχείρησης) με συνέπεια να βελτιώνεται η εικόνα της επιχείρησης.
- Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα: Οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν το λογότυπο του EMAS προωθούν ευκολότερα τα προϊόντα τους, γιατί οι καταναλωτές έχουν ευαισθητοποιηθεί τα τελευταία χρόνια στη προστασία του περιβάλλοντος και επιλέγουν τα πράσινα προϊόντα.
- Συμμόρφωση με τους κανονισμούς: Η επιχείρηση εφαρμόζοντας τις κανονιστικές απαιτήσεις του EMAS, σχεδιάζει ορθολογικά τις ενέργειές της και συμμορφώνεται ευκολότερα με τη περιβαλλοντική νομοθεσία.
- Οφέλη για το περιβάλλον: Η συμμόρφωση με τη νομοθεσία, οδηγεί στη μείωση των περιβαλλοντικών αποπτώσεων από τις εγγεγραμμένες επιχειρήσεις.

Ωστόσο κατά την εφαρμογή ενός ΣΠΔ-EMAS παρουσιάζονται και προβλήματα τα οποία κατηγοριοποιούνται ως εξής [10]:

- Οργανωτικά, τα οποία σχετίζονται με την υπάρχουσα οργανωτική δομή της κάθε επιχείρησης
- Οικονομικά, τα οποία σχετίζονται με την επίτευξη της συνεχούς βελτίωσης και τους πόρους που μπορούν να διατεθούν για την εφαρμογή του συστήματος.
- Υποδομής, τα οποία έχουν σχέση με την υπάρχουσα κτιριακή και τεχνολογική υποδομή καθώς και την εξειδίκευση και επάρκεια του ανθρώπινου δυναμικού.
- Διαδικαστικά, τα οποία σχετίζονται με τις προϋπάρχουσες πρακτικές λειτουργείας ή και την μεθοδολογία που υιοθετήθηκε κατά την υλοποίηση του προγράμματος.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (LIFE CYCLE ASSESMENT)

3.1 Εισαγωγή

Βιωσιμότητα στην ανάπτυξη σημαίνει ότι αυτή θα πρέπει να είναι φιλική προς το περιβάλλον, στο παρόν και το μέλλον, ενώ παράλληλα θα πρέπει να είναι οικονομικά βιώσιμη και κοινωνικά δίκαιη για την κοινωνία. Για να πετύχει αυτό, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η δημιουργία εργαλείων και η ανάπτυξη και εφαρμογή μεθόδων που θα μπορούν να ποσοτικοποιούν και να συγκρίνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή αγαθών και παροχή υπηρεσιών στην κοινωνία μας. Κάθε προϊόν είτε αυτό είναι βιομηχανικό είτε είναι μία υπηρεσία έχει ένα κύκλο ζωής, ο οποίος ξεκινά από τη σύλληψη και τον σχεδιασμό του και η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment, LCA) αποτελεί το πιο επιτυχημένο εργαλείο για την αποτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων κατά τη διαδικασία αυτή (Millet et al, 2007). Για την παραγωγή ενός προϊόντος ή τη δημιουργία μίας νέας υπηρεσίας απαιτείται η εξόρυξη πρώτων υλών και η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή, μεταφορά, επεξεργασία, αποθήκευση, διανομή και χρήση καθώς και για την ανακύκλωση και την τελική του απόρριψη. Σε όλα τα παραπάνω στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος προκαλούνται περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα η συμβολή στην κλιματική κρίση, η μείωση του στρώματος του ατμοσφαιρικού όζοντος, ο ευτροφισμός, η οξίνιση, οι αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα, η μείωση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η μη βιώσιμη χρήση υδάτων και η παραγωγή ηχορύπανσης και φωτορύπανσης. Τα σημαντικότερα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος καθώς και οι εναλλακτικές επιλογές για τον κύκλο ζωής του φαίνονται στο διάγραμμα 3.1.



Εικόνα 3.1. Τα σημαντικότερα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος καθώς και οι εναλλακτικές επιλογές για τον κύκλο ζωής του [11].

Η μελέτη της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) εστιάζεται στη συλλογή και στη διεξοδική ανάλυση των στοιχείων εισόδου και εξόδου, στη διαμόρφωση των ενεργειακών ισοζυγίων μάζας, καθώς και στην εξέταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με αυτά. Η ΑΚΖ έχει σκοπό να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και πρώτων υλών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης των αποβλήτων, ενώ παράλληλα προτείνει εφαρμόσιμες και πρακτικές περιβαλλοντικές βελτιώσεις βασισμένες στην ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας [9]. Οι ευρύτεροι στόχοι μιας μελέτης ΑΚΖ είναι [9]:

- Η παροχή μίας όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένης εικόνας των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μίας δραστηριότητας και του περιβάλλοντος.

- Η συνεισφορά στην κατανόηση της αλληλεξάρτησης που χαρακτηρίζει τη χρήση των περιβαλλοντικών συνεπειών στο σύνολό τους, οι οποίες οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Η λήψη αποφάσεων έτσι ώστε να υπάρξουν περιβαλλοντικές βελτιώσεις.

Η ΑΚΖ είναι μία μεθοδολογία για την αξιολόγηση όλων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μία δραστηριότητα υπολογίζοντας και αξιολογώντας την κατανάλωση πόρων και των εκπομπών. Σύμφωνα με το ISO (ISO, 1997) η ΑΚΖ αποτελείται από τέσσερα βήματα, τα οποία είναι [12]:

- Καθορισμός στόχου και αντικειμένου μελέτης.
- Απογραφική ανάλυση.
- Ανάλυση επιπτώσεων.
- Ερμηνεία αποτελεσμάτων.

Η ΑΚΖ είναι ένα πολύ σημαντικό και ισχυρό εργαλείο και αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη μέθοδο που βοηθάει σημαντικά τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς στη λήψη αποφάσεων και επιλογών με στόχο τη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας, τον σχεδιασμό ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας, με τη χρήση «πράσινης» τεχνολογίας για μία αειφόρο και βιώσιμη ανάπτυξη.

3.2 Σύνοψη ιστορική αναδρομή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Οι πρώτες έννοιες σχετικά με την περιβαλλοντική εκτίμηση των διεργασιών εξόρυξης πρώτων υλών, κατανάλωσης ενέργειας και παραγωγής βιομηχανικών προϊόντων πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1960 και αναφέρονταν κυρίως στις επιπτώσεις που είχαν στο περιβάλλον μεγάλα κατασκευαστικά έργα. Στο τέλος της δεκαετίας του 1960 η εξάντληση των φυσικών πόρων και των αποθεμάτων ενέργειας καθώς και οι επιπτώσεις της βιομηχανικής παραγωγής στο περιβάλλον, αρχίζουν να απασχολούν τους επιστήμονες και τις κυβερνήσεις των χωρών κυρίως της Ευρώπης και της Αμερικής. Έτσι το 1969 η εταιρεία Coca Cola με στόχο την εύρεση νέων υλικών εμφιάλωσης τα οποία θα είχαν λιγότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και χαμηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις ανέθεσε μία έρευνα στο Ινστιτούτο Ερευνών του Midwest σχετικά με την τυποποίηση των προϊόντων της. Η μέθοδος αυτή ονομάστηκε τότε Resource and Environmental Profile Analysis (REPA) και έμεινε στην ιστορία ως η πρώτη ανάλυση κύκλου ζωής προϊόντων [13]. Παράλληλα στην Ευρώπη γίνονταν παρόμοιες μελέτες οι οποίες έμειναν γνωστές ως έρευνες οικολογικού ισοζυγίου (eco-balance).

Με την κλιμάκωση της πετρελαϊκής κρίσης στις αρχές της δεκαετίας του 1970 η αναγκαιότητα και το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής παρουσίαζε αύξηση ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι το 1975 είχαν εκπονηθεί περίπου 15 μελέτες με τη μέθοδο REPA [14]. Μετά το 1975 και με το πέρας της πετρελαϊκής κρίσης το ενδιαφέρον για τα ενεργειακά ζητήματα μειώνεται, με αποτέλεσμα και τη μείωση του ενδιαφέροντος για την Ανάλυση Κύκλου Ζωής. Ωστόσο στις αρχές της δεκαετίας του 1980 το ενδιαφέρον για την ΑΚΖ αναζωπυρώνεται λόγω του προβλήματος της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Στα μέσα της δεκαετίας του 1980 η Περιβαλλοντική Διεύθυνση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας ανέθεσε ως θέμα έρευνας τη συσκευασία των υγρών τροφίμων το οποίο ενθάρρυνε τη χρήση οικολογικού ισοζυγίου στην Ευρώπη.

Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1990 οι μελέτες αυτού του είδους πραγματοποιούνταν με διάφορα ονόματα όπως Eco-balance, Integral Environmental Analysis, Resource and Environmental Profile Analysis (REPA) and Environmental Profiles. Σε μία προσπάθεια να επιτευχθεί μία εναρμόνιση όλων των μεθοδολογιών της ΑΚΖ σε ένα ευρύ διεθνές επίπεδο, η Εταιρεία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας (Society for Environmental Toxicology – SETAC) εκπόνησε τη συγγραφή του κώδικα συμπεριφοράς SETAC για την ΑΚΖ (SETAC 1993). Στη συνέχεια

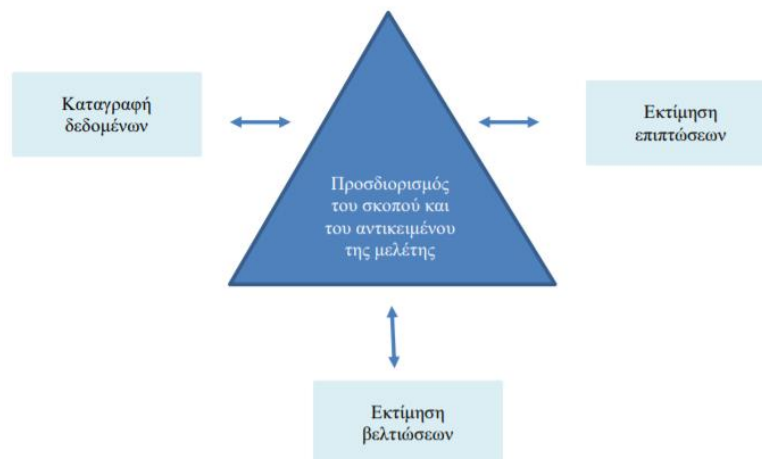
στα πλαίσια της τυποποίησης της μεθοδολογίας της ΑΚΖ ο διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Standardization Organization- ISO) ξεκίνησε να αναπτύσσει τα διεθνή πρότυπα για την ΑΚΖ ως τμήμα του ISO14000, που αφορά το κομμάτι της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Το πρότυπο 14040 διαθέτει ένα τεχνικά αυστηρό πλαίσιο το οποίο ουσιαστικά αποτελεί τη μεθοδολογία της ΑΚΖ. Όλα τα παραπάνω συνέβαλαν στην αποδοχή της ΑΚΖ από τη διεθνή κοινότητα με αποτέλεσμα τη δημοσίευση μεγάλου αριθμού μελετών ΑΚΖ σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14040.

3.3 Η ανάλυση κύκλου ζωής ως ένα σημαντικό εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης.

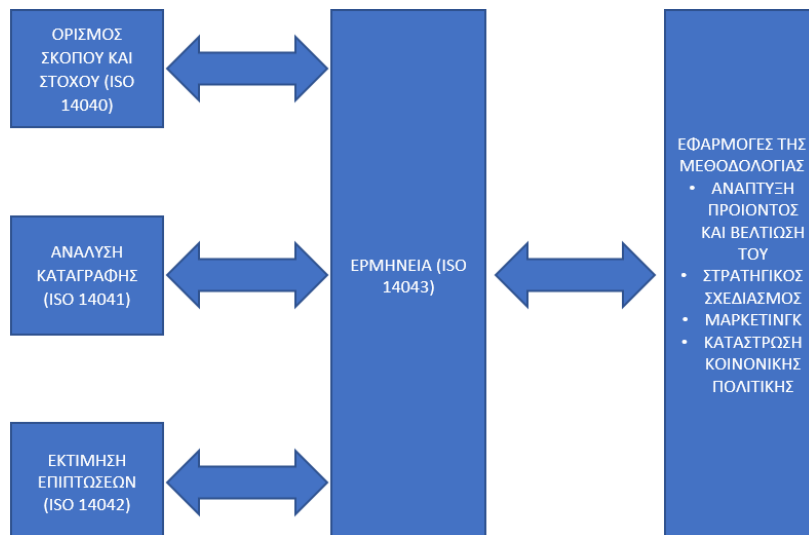
Η ΑΚΖ αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται κατά τη διαδικασία παραγωγής των προϊόντων και είναι μία από τις πληρέστερες μεθόδους αξιολόγησης της αειφορίας μίας παραγωγικής διαδικασίας και λήψης αποφάσεων που αποβλέπουν σε μία βιώσιμη ανάπτυξη. Οι διαδικασίες αυτές αφορούν στην εξόρυξη των πρώτων υλών, την παραγωγική διαδικασία (κατανάλωση ενέργειας, πρώτες ύλες κ.τ.λ.) συσκευασία, μεταφορά/ διανομή, χρήση, συντήρηση, ανακύκλωση, ανάκτηση αποβλήτων, την τελική διάθεση και την απόρριψη.

Η μελέτη μιας ΑΚΖ έχει τρεις στόχους (SETAC, 1993):

- Η παροχή όσο το δυνατόν μίας ολοκληρωμένης εικόνας των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μίας δραστηριότητας και του περιβάλλοντος.
- Η συνεισφορά στην κατανόηση της αλληλεξάρτησης που χαρακτηρίζει τη φύση των περιβαλλοντικών συνεπειών στο σύνολό τους, οι οποίες οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Να προσφέρει την απαιτούμενη πληροφόρηση στους φορείς λήψης αποφάσεων σχετικά με τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται για την βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των δραστηριοτήτων τους.



Σχήμα 3.1. Πλαίσιο μεθοδολογίας ΑΚΖ κατά SETAC (1993).



Σχήμα 3.2. Πλαίσιο μεθοδολογίας AKZ κατά ISO 14140/ 2006.

Το 1993 η Εταιρία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας (SETAC), πρότεινε το πρώτο πλαίσιο μεθοδολογίας της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής. Στη συνέχεια ακολούθησε και ο Διεθνής Οργανισμός Πιστοποίησης (ISO), και παρά το γεγονός ότι οι δύο αυτοί οργανισμοί εργάστηκαν ανεξάρτητα οι προτάσεις για τον καθορισμό της μεθοδολογίας συνέκλιναν χωρίς να υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές. Έτσι, όπως καθορίζεται από τους ISO και SETAC, η μεθοδολογία για την διεξαγωγή μιας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής αποτελείται από τέσσερα βασικά στάδια [9]:

- Προσδιορισμός το σκοπού του αντικειμένου της μελέτης
- Καταγραφή δεδομένων
- Εκτίμηση επιπτώσεων
- Εκτίμηση βελτιώσεων

3.3.1 Πρώτο στάδιο: Ορισμός του σκοπού του αντικειμένου της μελέτης (Goal and Scope Definition)

Το πρώτο στάδιο της εφαρμογής της μεθοδολογίας της ανάλυσης κύκλου ζωής είναι η ανάλυση του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης. Σε αυτό το στάδιο προσδιορίζεται ο λόγος που διεξάγεται η μελέτη και οι αντικειμενικοί της στόχοι, η επιλογή της λειτουργικής μονάδας, καθορίζονται τα όρια του συστήματος και η ποιότητα των δεδομένων. Σε αυτό το στάδιο καθορίζεται και η έκταση της AKZ σε χρόνο, οικονομικούς πόρους και ανθρώπινο δυναμικό. Μία μελέτη ανάλυσης κύκλου ζωής είναι αναπόφευκτο να περιέχει απλοποιήσεις και παραδοχές, οι οποίες όμως θα πρέπει να μην επιφέρουν σημαντική αλλοίωση στο τελικό αποτέλεσμα.

Οι αντικειμενικοί στόχοι της μελέτης ορίζονται με βάση της αποφάσεις που πρόκειται να ληφθούν από τα αποτελέσματα της μελέτης και με το είδος των πληροφοριών που απαιτούνται για την διεξαγωγή της μελέτης και είναι απαραίτητο να οριστούν με σαφήνεια κατά το ξεκίνημα μίας ανάλυσης κύκλου ζωής. Η μελέτη θα πρέπει να περιλαμβάνει την αιτιολογία διεξαγωγής AKZ καθώς και την επιδιωκόμενη χρήση των αποτελεσμάτων. Βασικό στοιχείο των αντικειμενικών στόχων είναι αν τα αποτελέσματα της έρευνας θα χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας της εταιρίας σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις του προϊόντος της ή αν τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν ή να επηρεάσουν κάποιες άλλες αποφάσεις, ενδεχομένως πολιτικές, σχετικά με το αν το προϊόν υπερέρχει σε περιβαλλοντική επίδοση από κάποιο άλλο (SETAC, 1993).

Ο καθορισμός της λειτουργικής μονάδας σε κάποιες περιπτώσεις ίσως να είναι δύσκολος διότι αυτή θα πρέπει να οριστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι συγκρίσιμη και ακριβής, να είναι πλήρως καθορισμένη, μετρήσιμη και σχετική με τα δεδομένα εισόδου και εξόδου του συστήματος (ISO 14040). Η λειτουργική μονάδα αποτελεί μέτρο απόδοσης του συστήματος και ο καθορισμός της πρέπει να γίνεται με σαφήνεια, ώστε να εξυπηρετείται ο σκοπός και το αντικείμενο της μελέτης [9]. Όταν μία μελέτη ΑΚΖ χρησιμοποιείται για να συγκρίνει την περιβαλλοντική επίδοση μεταξύ δύο προϊόντων, τα κριτήρια σύγκρισης θα πρέπει να είναι ισοδύναμα. Για παράδειγμα, εάν πρέπει να συγκριθούν αντικείμενα μιας χρήσης και επαναχρησιμοποιούμενα αντικείμενα όπως πιρούνια ή ποτήρια τότε η λειτουργική μονάδα πρέπει να οριστεί με βάση τη χρήση του και όχι με βάση ένα μεμονωμένο αντικείμενο (π.χ. 1000 γεύματα, 1000 χρήσεις κ.τ.λ.).

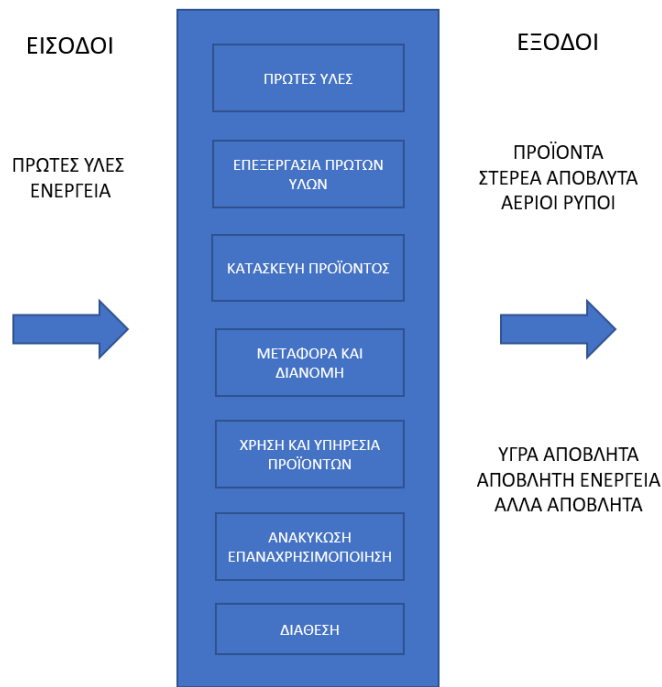
Το αντικείμενο της μελέτης καθορίζεται από τα φυσικά όριά του, τις απαιτήσεις δεδομένων, και από τις υποθέσεις και του περιορισμούς της μελέτης (SETAC, 1993). Ο ορισμός των ορίων του συστήματος είναι μία υποκειμενική διαδικασία αφού για τον καθορισμό τους λαμβάνονται υπόψη τα γεωγραφικά όρια της μελέτης, ο γεωγραφικός ορίζοντας του αντικειμένου της μελέτης, τα όρια του κύκλου ζωής του προϊόντος, το επίπεδο της απαιτούμενης λεπτομέρειας και η απαιτούμενη ποιότητα των δεδομένων.

Η διαφάνεια της διαδικασίας του καθορισμού των ορίων του συστήματος καθώς και οι υποθέσεις και οι παραδοχές που θα ληφθούν έχουν πολύ μεγάλη σημασία. Επειδή είναι πολύ δύσκολο κατά τη διάρκεια μίας μελέτης ΑΚΖ λόγω έλλειψης χρόνου, δεδομένων, πόρων ή και λόγω παραγωγής περισσότερων από δύο προϊόντων παράλληλα κατά τη διαδικασία λειτουργίας του συστήματος οι εισροές και εκροές να είναι πλήρως καθορισμένες και ακριβείς θα πρέπει να ληφθούν σημαντικές αποφάσεις σε ότι αφορά τις διαδικασίες οι οποίες θα μοντελοποιηθούν. Όταν παραλείπονται κάποια από τα στάδια του κύκλου ζωής ή λαμβάνονται κάποιες παραδοχές τότε οι παραλείψεις και οι παραδοχές αυτές θα πρέπει να μην αλλοιώνουν τα αποτελέσματα και τους στόχους της μελέτης και να είναι πλήρως αιτιολογημένες. Ένα συνηθισμένο παράδειγμα διαδικασίας η οποία παραλείπεται κατά τον καθορισμό των ορίων του συστήματος η διαδικασία της απόρριψης των απόνερων ή των λυμάτων.

3.3.2 Δεύτερο στάδιο: Απογραφική ανάλυση δεδομένων (Life Cycle Inventory- LCI)

Στο δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας της ΑΚΖ, γίνεται η απογραφή όλων των δεδομένων εισόδου και εξόδου από το σύστημα. Καταγράφονται δηλαδή τα βασικά και τα βοηθητικά υλικά, οι πηγές ενέργειας και οι πόροι που καταναλώθηκαν (εισροές του συστήματος), και οι αέριες εκπομπές ρύπων, εκροές απόνερων, εκροές προς τη γη, τα βασικά προϊόντα και δευτερεύοντα προϊόντα που παρήχθησαν (εκροές του συστήματος). Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τις παρακάτω ενέργειες (ISO 14041, 1998):

- Δημιουργία διαγράμματος ροής
- Συλλογή δεδομένων
- Χρήση των δεδομένων
- Μέθοδοι κατανομής περιβαλλοντικών φορτίων
- Υπολογισμός των περιβαλλοντικών φορτίων
- Αναγνώριση των σημαντικότερων σταδίων της ζωής του προϊόντος με βάση τα περιβαλλοντικά φορτία.

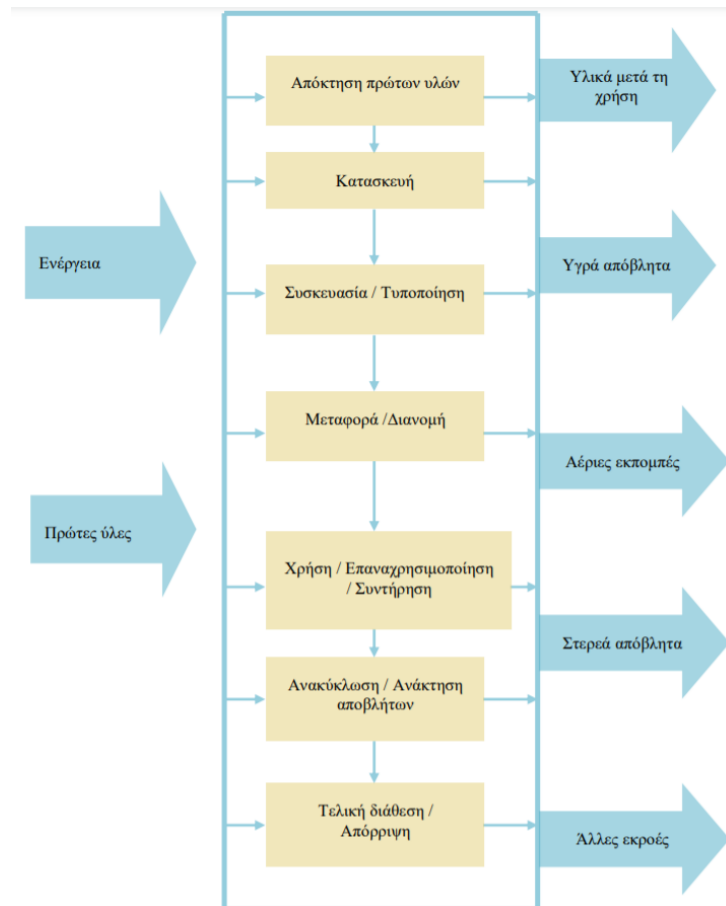


Σχήμα 3.3 Τυπικά όρια ενός συστήματος ΑΚΖ.

Δημιουργία διαγράμματος ροής

Η δημιουργία διαγράμματος ροής σε αυτό το στάδιο είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι εφαρμόστηκε από την έναρξη των μελετών ΑΚΖ και συνεχίζουν να εφαρμόζονται μέχρι σήμερα. Το διάγραμμα ροής διαμορφώνει μία ποιοτική γραφική απεικόνιση όλων των σχετικών διεργασιών που περιλαμβάνονται στον κύκλο ζωής του συστήματος που εφαρμόζεται η ΑΚΖ, ενώ θα πρέπει να περιλαμβάνει μόνο τα στάδια κύκλου ζωής που αναλύονται, και να μην ξεφεύγει έξω από τα όρια του συστήματος.

Το διάγραμμα ροής είναι ένας τρόπος να παρουσιάσουμε τα στάδια του κύκλου ζωής που αναλύονται παριστάνοντας το σύστημα σαν ένα κουτί, το περίγραμμα του οποίου επισημαίνει τα όριά του και το διαχωρίζει από τον περιβάλλοντα χώρο. Όλες οι σχετικές διεργασίες που περιλαμβάνονται στον κύκλο ζωής του συστήματος αποτελούν γραφικές απεικονίσεις οι οποίες συνδέονται από τις ροές υλικών και ενέργειας.



Εικόνα 3.1 Καθορισμός συστήματος-διάγραμμα ροής (Μουσιόπουλος et al., 2015)

Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων είναι ίσως το σημαντικότερο αλλά και το πιο δύσκολο κομμάτι μιας μελέτης ΑΚΖ, ειδικά στις περιπτώσεις που απαιτούνται δεδομένα για κάθε μία διεργασία του συστήματος ξεχωριστά. Σε αυτή τη φάση εκτιμώνται και καταγράφονται αναλυτικά τα δεδομένα του συστήματος. Κάθε ένα από τα υποσυστήματα έχει ως είσοδο την έξοδο μιας προηγούμενης διεργασίας, ενώ η έξοδος του υπολογίζεται ως είσοδος για την επόμενη που ακολουθεί. Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζονται όλες οι εισερχόμενες και εξερχόμενες ροές και τα δεδομένα της συνολικής ροής μάζας και ενέργειας μέσα στα όρια του συστήματος ή των υποσυστημάτων ποσοτικοποιούνται. Για τη συλλογή δεδομένων είναι απαραίτητο να υπάρχουν πληροφορίες που αφορούν τις πρώτες ύλες και των άλλων υλικών που εισρέουν στο σύστημα. Είναι όμως συνηθισμένο φαινόμενο να μην είναι διαθέσιμα δεδομένα από εργαστηριακές δοκιμές ή μετρήσεις με αποτέλεσμα να γίνονται εκτιμήσεις βάση βιβλιογραφίας ή παρόμοιων μελετών ΑΚΖ.

Χρήση δεδομένων

Για να είναι πιο εύκολη η χρήση των δεδομένων, αυτά θα πρέπει να παρουσιάζονται σε μία τυποποιημένη μορφή έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση και η ηλεκτρονική επεξεργασία τους. Σε αυτό το κομμάτι της μελέτης ΑΚΖ δεν υπάρχει κάποια επίσημη μέθοδος τυποποίησης για τη χρήση των δεδομένων. Έτσι δημιουργείται ένα υπολογιστικό φύλλο στο οποίο συγκεντρώνονται όλα τα δεδομένα με τη βοήθεια υπολογιστικών προγραμμάτων όπως το Excel ή το Lotus, σε συνδυασμό με άλλα προγράμματα τα οποία έχουν υιοθετηθεί σχεδόν από όλες τις βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση μελετών ΑΚΖ.

Μέθοδοι κατανομής περιβαλλοντικών φορτίων

Όσο πιο πολύπλοκο είναι ένα σύστημα τόσο πιο δύσκολη είναι και η διαχείριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αφού αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην είναι ξεκάθαρο το τοπίο σε ότι αφορά τις εκροές εντός των ορίων του συστήματος. Υπάρχουν δύο τρόποι να επιλυθεί αυτό. Ο πρώτος αποσκοπεί στην επέκταση των ορίων του συστήματος, έτσι ώστε να είναι δυνατό να συμπεριληφθούν όλες οι εκροές και εισροές και ο δεύτερος στο να κατανεμηθούν οι σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα στάδια που ορίζονται εντός των ορίων του συστήματος. Η επέκταση των ορίων του συστήματος εκτός από το ότι οι διεργασίες για τη συλλογή των δεδομένων, την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και την ανάλυση των επιπτώσεων θα γίνονται εξαιρετικά κοστοβόρες, ενέχει και τον κίνδυνο να γίνει το σύστημα εξαιρετικά πολύπλοκο. Έτσι η κατανομή των περιβαλλοντικών φορτίων είναι προτιμότερη από την επέκταση των ορίων του συστήματος.

Είναι συνηθισμένο φαινόμενο να προκύπτει θέμα κατανομής των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ανάμεσα σε διάφορες κοινές εισροές ή εκροές. Όπως όταν για παράδειγμα το σύστημα έχει περισσότερα από ένα προϊόντα π.χ. παραγωγή γάλακτος παράλληλα με την παραγωγή γιαουρτιού από μία γαλακτοβιομηχανία, ή όταν υπάρχει ένα κοινό σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων για τα διάφορα στάδια κατεργασίας τους ή όταν το σύστημα περιέχει τουλάχιστον ένα βρόχο ανακύκλωσης. Στην περίπτωση που υπάρχουν τουλάχιστον δύο προϊόντα στο σύστημα η κατανομή των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ανάμεσά τους γίνεται με βάση τη σχέση των μαζών τους στο σύστημα. Στη δεύτερη περίπτωση όπου η επεξεργασία των αποβλήτων από όλα τα στάδια της βιομηχανικής παραγωγής γίνεται σε ένα κοινό στάδιο τότε η κατανομή των ρύπων που προέρχονται από αυτή τη διαδικασία γίνεται με βάση τη μάζα τους. Στην περίπτωση που ένα σύστημα περιέχει τουλάχιστον έναν ανοιχτό βρόχο ανακύκλωσης, τότε αυτός αντιμετωπίζεται ως ένα άλλο υποσύστημα μέσα στο κύριο σύστημα. Στην περίπτωση όμως που υπάρχουν πολλοί βρόχοι ανακύκλωσης μέσα σε ένα σύστημα, τότε το κάθε ένα από αυτά θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ανεξάρτητο διαφορετικά γίνεται πολύπλοκο.

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει η μέθοδος κατανομής να είναι λογική, συστηματική, σχετική με το αντικείμενο της μελέτης, να καταγράφεται και να εξηγείται στην τελική έκθεση (ISO 14041, 1998).

3.3.3 Τρίτο στάδιο: Εκτίμηση ή ανάλυση επιπτώσεων (*Life Cycle Impact Assessment-LCIA*)

Το τρίτο στάδιο της ανάλυσης κύκλου ζωής ενός προϊόντος έχει να κάνει με την εκτίμηση και την ανάλυση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής του. Η εκτίμηση των επιπτώσεων είναι μία ποιοτική και ποσοτική διαδικασία η οποία προκύπτει από την απογραφή των δεδομένων και χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει και να εκτιμήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να υπάρξουν τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία, από τη παραγωγή ενός προϊόντος. Η εκτίμηση των επιπτώσεων αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα [9]:

- Ταξινόμηση,
- Χαρακτηρισμός
- Αξιολόγηση

Ταξινόμηση

Σε αυτή τη φάση κατηγοριοποιούνται οι επιπτώσεις που προκαλούνται από τις εισροές και εκροές ενέργειας και ύλης στο σύστημα. Υπάρχει όμως η περίπτωση ένα περιβαλλοντικό βάρος να προκαλεί περισσότερες από μία επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα η παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα που συντελεί τόσο στην εξάντληση των αποθεμάτων των ορυκτών πόρων όσο και

στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ή ότι το NO_x μπορεί να συμβάλει τόσο στο φαινόμενο το ευτροφισμού όσο και στο φαινόμενο της οξίνισης. Οι επιπτώσεις ταξινομούνται σε τρία «γενικά πεδία προστασίας» [9]:

- Η εξάντληση των φυσικών πόρων, οι οποίοι διακρίνονται σε μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους δηλαδή πόροι με περιορισμένο απόθεμα, σε ανανεώσιμους φυσικούς πόρους όπως ο ήλιος και ο αέρας και βιοτικών πόρους οι οποίοι συνδέονται με τη χλωρίδα και την πανίδα.
- Η ανθρώπινη υγεία όπου γίνεται διαχωρισμός σε οξείες επιπτώσεις όπως για παράδειγμα πυρκαγιές, εκρήξεις κλπ. και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις όπως για παράδειγμα ο καρκίνος.
- Η διατήρηση του οικοσυστήματος, όπου η ανάλυση γίνεται σε τρία επίπεδα με πρώτο τη δομή του που περιλαμβάνει τον πληθυσμό, την κοινότητα, το οικοσύστημα, τα επίπεδα διατροφής και το φυσικό περιβάλλον, δεύτερο τη λειτουργία του που αφορά την παραγωγικότητά και τις διεργασίες (κύκλοι αζώτου, άνθρακα) και τρίτο την βιοδιασπαστική του ικανότητα δηλαδή την ικανότητα ανάκαμψης μετά από φυσικές καταστροφές και να προφυλάσσει σπάνια είδη και είδη υπό εξαφάνιση.

Χαρακτηρισμός

Σε αυτή τη φάση του τρίτου σταδίου της AKZ γίνεται η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων και άθροιση αυτών που ανήκουν στην ίδια κατηγορία. Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις για τον χαρακτηρισμό των επιπτώσεων (π.χ. μοντελοποίηση της έκθεσης και των επιδράσεων από τις επιπτώσεις, χρήση ισοδύναμων όρων για κάθε μία κατηγορία επιπτώσεων). Για να διευκολυνθεί η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων από τις διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων, στη φάση αυτή γίνεται η κανονικοποίηση του συνόλου των δεδομένων ανά κατηγορία επιπτώσεων σε σχέση με το πραγματικό μέγεθος των επιπτώσεων που εντάσσονται σε αυτή την κατηγορία [9].

Πίνακας 3.1 Ποιοτική καταγραφή άμεσων και έμμεσων συνεπειών, όπου (+) έμμεση επίπτωση και + άμεση επίπτωση [9].

Παραδείγματα ειδικών κατηγοριών επιπτώσεων	Φυσικοί πόροι	Ανθρώπινη υγεία	Ομαλή λειτουργία- Υγεία οικοσυστήματος
Εξάντληση φυσικών πόρων			
Εξάντληση μη βιοτικών πόρων	+	(+)	(+)
Εξάντληση βιοτικών πόρων	+	+	+
Μόλυνση			
Καταστροφή όζοντος		(+)	
Φαινόμενο θερμοκηπίου		(+)	+
Ανθρώπινη δηλητηρίαση			
Τοξικότητα οικοσυστημάτων		+	+
Δημιουργία φωτοχημικού νέφους			
Οξίνιση		(+)	
Ευτροφισμός		+	
Υποβάθμιση τοπίου			
Χρήση εδάφους		+	

Αξιολόγηση

Στο στάδιο αυτό γίνεται προσπάθεια να σταθμιστούν κατάλληλα οι διάφορες κατηγορίες των επιπτώσεων ώστε να μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους, δηλαδή επιδιώκεται η σύγκριση εναλλακτικών σεναρίων που θα βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων. Ουσιαστικά λαμβάνει χώρα μία διαδικασία αποτίμησης αξιών με την ιεράρχηση και τη σύγκριση των

κατηγοριών των επιπτώσεων, ώστε να μπορεί να συγκριθεί ένα σύστημα που προκαλεί π.χ. οξίνιση με ένα άλλο που προκαλεί αύξηση της μέσης θερμοκρασίας που πλανήτη.

Οι προσεγγίσεις που γίνονται προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα όσο το δυνατόν πιο ορθολογικά είναι ποσοτικές και ποιοτικές. Σε μια ποσοτική διαδικασία χρησιμοποιούνται συγκεκριμένοι συντελεστές προκειμένου να επιτευχθεί τελικά άθροιση των επιπτώσεων. Σε μία ποιοτική προσέγγιση του προβλήματος δεν γίνονται υπολογισμοί και μετρήσεις αλλά ορίζονται προτεραιότητες με βάση το δημόσιο συμφέρον [9].

3.3.4 Τέταρτο στάδιο: Ερμηνεία αποτελεσμάτων- Ανάλυση των βελτιώσεων (Life Cycle Interpretation)

Η ανάλυση των βελτιώσεων αποτελεί μία συστηματική αξιολόγηση των αναγκών και δυνατοτήτων για τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που συνδέεται με τη χρήση ενέργειας και πρώτων υλών και τις περιβαλλοντικές αλλαγές σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των προϊόντων, διεργασιών και δραστηριοτήτων. Η ανάλυση αυτή είναι δυνατό να περιέχει τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά μέτρα βελτίωσης, όπως αλλαγές στο προϊόν, στη διεργασία και στον σχεδιασμό, στη χρήση των πρώτων υλών, στη χρήση από τον καταναλωτή και στη διαχείριση των απορριμμάτων [9].

Οι δραστηριότητες που αφορούν σε αυτό το στάδιο προσδιορίζονται στα πρότυπα ISO 14040-14044:

- Η ανάλυση των αποτελεσμάτων
- Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων
- Η εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων και η διατύπωση προτάσεων.

Με την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και την ανάλυση των βελτιώσεων του κύκλου ζωής δίνεται η δυνατότητα να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αλλαγές ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιβλαβείς επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο [15].

ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΠΟΪΝΣΕΤΤΙΑ (*Euphorbia pulcherrima*) – ΓΕΡΑΝΙ (*Pelargonium zonale*)

4.1 Ποϊνσέττια (*Euphorbia pulcherrima*)

4.1.1 Εισαγωγή

Η όμορφη ποϊνσέττια, γνωστή για τα κόκκινα βράκτιά της, κατάγεται από την περιοχή της κεντρικής Αμερικής και ήταν το βασιλικό φυτό των Αζτέκων. Ο αυτόχθονος πληθυσμός του Μεξικό, οι *Nahuas*, το ονόμασαν *cuetlaxochilt*. Το χρησιμοποιούσαν για τη βαφή των υφασμάτων, ενώ ο γαλακτώδης χυμός του χρησιμοποιήθηκε για ιατρικούς σκοπούς [16]. Οι Ισπανοί κατακτητές και οι ιεραπόστολοι, προσπάθησαν να διαγράψουν όλα όσα είχαν σχέση με την προηγούμενη ειδωλολατρική θρησκεία των Αζτέκων, αλλά έχουν διατηρηθεί αρχεία που αποδεικνύουν ότι το φυτό αυτό το χρησιμοποιούσαν στις θρησκευτικές τους τελετές [17]. Οι Ισπανοί μοναχοί στη συνέχεια υιοθέτησαν το λαμπρό κόκκινο φυτό ως μέρος της τελετής των Χριστουγέννων, ενώ οι Ισπανόφωνοι Μεξικανοί το ονόμασαν *fiore de nochebuena*, το λουλούδι της Άγιας Νύχτας και οι Γάλλοι το ονόμασαν αργότερα *etoile d'amour* (αστέρι της αγάπης). Τα ζωνάρια κόκκινα βράκτια της ποϊνσέττιας, που αναπτύσσονται στα μέσα του χειμώνα, σηματοδοτούν τη χαρά και την εορταστική διάθεση των Χριστουγέννων για πάνω από 150 χρόνια στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη.

4.1.2 Ταξινόμηση και περιγραφή

Η ποϊνσέττια (*Euphorbia pulcherrima* Wild.ex Klotzsch.), ανήκει στην οικογένεια Euphorbiaceae, γένος *Euphorbiae*, είδος *pulcherrima*. Είναι γνωστή στο ευρύ κοινό ως ποϊνσέττια ή αλεξανδρινό. Είναι αειθαλές, πολυετές, θαμνώδες και ευπαθές στον παγετό και το ύψος του στους γηγενείς βιοτόπους του μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 3m. Ο γαλακτώδης χυμός που παράγει και ξεχειλίζει από τις πληγές του μπορεί να προκαλέσει δερματίτιδα σε ευαίσθητα σε αυτό άτομα [18]. Διαφοροποιεί τους οφθαλμούς του σε ανθοφόρους νωρίς το Φθινόπωρο, υπό την επίδραση βραχείας φωτοπεριόδου, και ανθίζει περίπου οκτώ εβδομάδες αργότερα. Η ταξιανθία του είναι το κυάθιο, μέσα στην οποία υπάρχει ένα θηλυκό άνθος, χωρίς πέταλα και σέπαλα, το οποίο περιτοιχίζεται από μονήρη αρσενικά άνθη. Δίπλα στο κυάθιο υπάρχουν αδένες οι οποίοι εκκρίνουν κολλώδες υγρό. Τα κόκκινα, ροζ, άσπρα, ή κίτρινα φύλλα του φυτού είναι βράκτια. Σε κάθε κυάθιο υπάρχει ένα βράκτιο. Ανάμεσα στα φύλλα και τα βράκτια υπάρχουν τα μεταβατικά βράκτια, τα οποία είναι 1-5 φύλλα μερικώς χρωματισμένα.

4.1.3 Ιστορία εξέλιξη και εξάπλωση

Το κοινό όνομα, ποϊνσέττια, τιμά τον Αμερικανό Joel Roberts Poinsett, 1779-1851, έναν πολύ καλά μορφωμένο κοσμοπολίτη με καταγωγή από το Τσάρλεστον της Νότιας Καρολίνα που μιλούσε Γαλλικά, Ιταλικά, Γερμανικά και Ισπανικά. Διορίστηκε ο πρώτος Αμερικανός υπουργός στο πρόσφατο ανεξάρτητο Μεξικό το 1825. Αυτός, σύμφωνα με τον μύθο παρατήρησε το φυτό στο νότιο Μεξικό, και το έστειλε στο Τσάρλεστον. Ωστόσο δεν υπάρχουν στοιχεία που να επιβεβαιώνουν το γεγονός αυτό, ενώ φαίνεται να είναι καλά τεκμηριωμένο τόσο ότι δείγματα του φυτού ελήφθησαν στη Φιλαδέλφεια των Ηνωμένων Πολιτειών το 1928 με 1929 όσο και για τις μετέπειτα μετακινήσεις του [16].

Το επόμενο βήμα στη διάδοσή του έγινε από τον Robert Buist, έναν Σκωτσέζο φυτοκόμο στη Φιλαδέλφεια που ενθουσιάστηκε τόσο πολύ από το νέο φυτό που πήρε μοσχεύματα στο Εδιμβούργο και από τη Σκωτία πέρασε στο Βερολίνο όπου και ο διακεκριμένος Γερμανός βοτανολόγος Karl Willdenow το ονόμασε *Euphorbia pulcherrima* το 1834. Αυτό παραμένει το αποδεκτό βοτανικό όνομα. Δύο χρόνια αργότερα ο Robert Graham στο Εδιμβούργο δημοσίευσε τα

ταξινομικά του ευρήματα και άλλαξε το όνομα σε *Poinsettia pulcherrima* αλλά αυτό δεν έγινε αποδεκτό [19].

Η καλλιέργεια της ποϊνσέτιας αναπτύχθηκε πολύ γρήγορα από τους φυτωριούχους της Βόρειας Αμερικής με αποτέλεσμα να εξαπλωθεί και να διαδοθεί ευρέως σε όλες τις Ηνωμένες πολιτείες στο τέλος του 19^{ου} αιώνα. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα αναπτύχθηκε η καλλιέργεια της ποϊνσέτιας σε γλάστρες και σήμερα είναι ένα από τα σημαντικότερα προϊόντα που παράγει η βιομηχανία παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων στις Ηνωμένες Πολιτείες, με τη χονδρική αξία τους να φτάνει τα 145 εκατομμύρια δολάρια στις 15 πιο παραγωγικές από αυτές (Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α., 2010).

Η καλλιέργεια της ποϊνσέτιας διαδόθηκε ευρέως στην Ευρώπη περί τα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Είχε πολύ μεγάλη αποδοχή από τον κόσμο, για τους ίδιους λόγους που ήταν επιτυχημένη και στις Ηνωμένες πολιτείες της Αμερικής. Η καλλιέργεια της όμως απαιτούσε ελεγχόμενο κλίμα σε θερμαινόμενα θερμοκήπια και αυτό ήταν μία ακριβή πολυτέλεια. Το 1964, ένας Νορβηγός παραγωγός, ο Thormod Hegg, παρουσίασε μία σειρά από φυτά σε διάφορα χρώματα, τα οποία μέχρι τότε ήταν άγνωστα, την *Annete Hegg Red*. Οι ποικιλίες αυτές, ήταν πολύ εύκολο να πολλαπλασιαστούν και να καλλιεργηθούν εμπορικά. Λόγω της πολύ μεγάλης εμπορικής αξίας του φυτού, έχουν αναπτυχθεί πολλά προγράμματα βελτίωσης και αναπαραγωγής από πολλούς οίκους μέχρι και σήμερα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η Ευρώπη αντιπροσωπεύει περίπου τα δύο τρίτα της αγοράς ποϊνσέτιας και οι Ηνωμένες πολιτείες το υπόλοιπο ένα τρίτο [16].

4.1.4 Καλλιέργεια

Εποχή φύτευσης και άριστες θερμοκρασίες ανάπτυξης

Σύμφωνα με τον Vic Ball [20], η επιτυχημένη καλλιέργεια της ποϊνσέτιας στηρίζεται στον σωστό προγραμματισμό της. Το σημαντικότερο για έναν σωστό προγραμματισμό είναι ο καθορισμός της επιθυμητής ημερομηνίας πώλησης. Έτσι λοιπόν η φύτευση μπορεί να γίνει τον Μάρτιο για πρόγραμμα τριών κορφολογημάτων, τον Απρίλιο για πρόγραμμα δύο κορφολογημάτων ή τον Μάιο για πρόγραμμα ενός κορφολογήματος. Η ημερομηνία φύτευσης καθορίζεται από το γεωγραφικό πλάτος της κάθε περιοχής καθώς και από το κατά πόσο είναι επιθυμητό τα φυτά να είναι διακλαδισμένα. Οι άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των φυτών είναι 16°C με 18°C τη νύχτα και 7°C με 10°C υψηλότερες την μέρα. Θερμοκρασία κάτω από 15°C εμποδίζει την επαγωγή της άνθισης καθώς και της ανάπτυξης του φυτού, ενώ θερμοκρασία πάνω από 27°C την ημέρα και 18°C τη νύχτα σταματά τη βλαστική ανάπτυξη κι εξασθενίζει το χρώμα των βράκτιων. Μετά την επαγωγή της άνθισης η θερμοκρασία μπορεί να μειωθεί σταδιακά στους 15°C με 17°C [20].

4.1.5 Φωτοπεριοδισμός

Η ποϊνσέττια ανήκει στα φυτά μικρής ημέρας ή όπως θα λέγαμε πιο σωστά στα φυτά μεγάλης νύχτας (O.S.D. plant). Η κριτική του φωτοπερίοδος είναι στις 11,5 ώρες νύχτας. Η ποϊνσέττια θα ανθίσει όταν η νύχτα διαρκεί περισσότερο από 11,5 ώρες και θα παραμείνει σε βλαστικό στάδιο όταν η νύχτα διαρκεί λιγότερο από 11,5 ώρες. Αυτό στη χώρα μας συμβαίνει περίπου στις 21 Σεπτεμβρίου. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας μπορούμε να επέμβουμε τεχνητά στη φωτοπερίοδο, καλύπτοντας τα φυτά με κουρτίνες συσκότισης από τις 5:00 μ.μ. μέχρι τις 08:00 π.μ. που παρέχει νυχτοπερίοδο (διάρκεια νύχτας) 15 ωρών.

Για τη διακοπή της επαγωγής της άνθισης κατά τη διάρκεια μικρών ημερών, εφαρμόζεται πιο καλά την τεχνική του night break, φωτίζοντας κατά τη διάρκεια της νύχτας από τις 10μ.μ. μέχρι τις 2π.μ.. Για την τεχνική αυτή χρησιμοποιούνται λάμπες των 60 watt σε αποστάσεις 150 cm μεταξύ τους και 90 cm πάνω από τα φυτά [20].

4.1.6 Εδαφικό μίγμα και λίπανση

Το ιδανικό υπόστρωμα για την καλλιέργεια της ποϊνσέττίας θα πρέπει να εξασφαλίζει επαρκή αερισμό, καλή στράγγιση, να είναι απαλλαγμένο από εχθρούς και ασθένειες και να διαχειρίζεται εύκολα. Τέτοια είναι τα μίγματα τύρφης με περλίτη σε αναλογία 3:1, με ισορροπημένο PH 5,5 και εμπλουτισμένα με λιπάσματα σε ποσοστό 1 kg λίπασμα ανά κυβικό μίγματος και αναλογία 140 mg νιτρικού αζώτου, 160 mg φωσφόρου και 180 mg καλίου ανά λίτρο.

Σε ότι αφορά την επιφανειακή λίπανση της καλλιέργειας, η ποϊνσέττια θεωρείται φυτό απαιτητικό, κυρίως σε κάλιο. Η βιομηχανία παραγωγής λιπασμάτων έχει αναπτύξει εξειδικευμένες συνταγές λιπασμάτων και παράγει εξειδικευμένα λιπάσματα για την καλλιέργεια της ποϊνσέττίας.

Σημαντικό ρόλο επίσης φαίνεται να παίζει και η αναλογία ασβεστίου/ μαγνησίου, καθώς υψηλές ποσότητες μαγνησίου επηρεάζουν την απορρόφηση του ασβεστίου, ενώ χαμηλά επίπεδα μαγνησίου μπορούν να προκαλέσουν τροφopenία μαγνησίου. Η ιδανική αναλογία ασβεστίου/ μαγνησίου φαίνεται να είναι 2:1 [20].

4.1.7 Ποιότητα νερού και Άρδευση

Η ποιότητα του νερού άρδευσης πρέπει να είναι καλή, με αγωγιμότητα ιδανικά από 700 έως 800 mS /cm και PH 5,8 με 6,2. Σημαντικό ρόλο παίζουν και οι συγκεντρώσεις νατρίου και χλωρίου και ανθρακικών αλάτων καθώς οι τιμές τους ιδανικά θα πρέπει να βρίσκονται κάτω από 2 meq/L [20].

Ο καταλληλότερος τρόπος άρδευσης της καλλιέργειας είναι η στάγδην άρδευση που επιτρέπει το πότισμα να γίνεται με μεγαλύτερη συχνότητα και σε μικρότερες ποσότητες. Με αυτό τον τρόπο διατηρείται σωστή αναλογία νερού / αέρα στο έδαφος με ότι συνεπάγεται για την καλή υγεία του ριζικού συστήματος.

4.1.8 Έλεγχος ύψους και ρυθμιστές ανάπτυξης

Για τον έλεγχο του ύψους της καλλιέργειας γίνεται χρήση ρυθμιστών αύξησης, οι οποίες είναι χημικές ουσίες που προκαλούν μείωση των μεσογονατίων διαστημάτων και πάχυνση των βλαστών. Η δράση τους είναι πολύπλοκη και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η συγκέντρωση της δραστικής ουσίας, η ποσότητα που χορηγείται, η ημερομηνία εφαρμογής, σε σχέση με την ημερομηνία άνθησης, η θρεπτική κατάσταση του φυτού καθώς και η διαθέσιμη υγρασία του.

Τα πιο διαδεδομένα σκευάσματα ρυθμιστών ανάπτυξης που κυκλοφορούν στην αγορά είναι το paclobutrazol (Bonzi), το οποίο χορηγείται σε δόσεις των 10 με 30 ppm, το chlormequat chloride (Cycocel), που είναι και αυτό που χρησιμοποιείται περισσότερο και χορηγείται σε δόσεις από 1000 έως και 3000ppm, το ancymidol (A- REST) σε δόσεις 0,25 με 0,5 mg ανά γλάστρα με το νερό της άρδευσης [20].

4.1.9 Εχθροί και Ασθένειες της καλλιέργειας

4.1.9.1 Εχθροί

Όπως όλες οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες έτσι και η καλλιέργεια της ποϊνσέττίας προσβάλλεται από μία σειρά εχθρών εκ των οποίων σημαντικότεροι είναι ο θρίπας, ο αλευρώδης και το σκιαρίδιο (Fungus Gnat).

Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) κν. Θρίπας της Καλιφόρνιας.

Το ενήλικο έχει μήκος 0,8-1 mm, κεφαλή κιτρινωπή, θώρακα καστανό και κοιλιά καστανά, πόδια κίτρινα με καστανά μέρη και ανοιχτόχρωμες πρόσθιες πτέρυγες. Το αυγό είναι νεφροειδές, μήκος περίπου 0,2 mm. Έχει δύο προνυμφικά στάδια και οι προνύμφες μοιάζουν με το ενήλικο αλλά δεν έχουν πτέρυγες. Υπάρχουν δύο νυμφικά στάδια, το *preruga* ή *prerpseudoruga* και το *ruga* ή *pseudoruga*, τα οποία βρίσκονται στο έδαφος σε βάθος 1,5-2 cm, ή σε φυτικά υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους [21]. Στην Καλιφόρνια έχει 5 με 7 γενεές το έτος (Κατσόγιαννος 1992). Τόσο τα ενήλικα όσο και οι προνύμφες φέρουν ξέοντος μυζητικού τύπου στοματικά μόρια με τα οποία νύσσουν ή ξύνουν και μυζούν τρυφερούς φυτικούς ιστούς όπως τα άνθη και την τρυφερή βλάστηση, προκαλώντας έτσι χλωρωτικά στίγματα, κηλίδες, εσχάρωση, και παραμόρφωση των οργάνων που προσβάλλουν [21].

Για την παρακολούθηση του πληθυσμού στην καλλιέργεια την ποιϊνσέττιας χρησιμοποιούνται μπλε χρωματικές παγίδες και όταν διαπιστώνεται έξαρση πληθυσμού, τότε εφαρμόζεται ψεκασμός καλύψεως φυλλώματος με πυρεθρινοειδή (*pyrethrin*), αβερμεκτίνες (*abamectin*) και καρβαμιδικά. Επειδή πληθυσμοί του εντόμου αυτού γίνονται ανθεκτικοί στα οργανικά συνθετικά εντομοκτόνα σχετικά γρήγορα, πρέπει αυτά να χρησιμοποιούνται μέσα στα πλαίσια προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης [21]. Το έντομο έχει πολλούς φυσικούς εχθρούς, όπως αρπακτικά και παρασιτοειδή που μπορούν να συμπεριληφθούν στα προγράμματα αυτά. Τέτοια είναι τα αρπακτικά ημίπτερα του γένους *Orius* τα ακάρεα του γένους *Phytoseiidae* και τα παρασιτοειδή υμενόπτερα που ανήκουν στην οικογένεια *Eulophidae*, όπως το *Ceranisis menes* (Walker) [22].

Bemisia tabaci (Gennadius) (*Hemiptera, Aleyrodidae*) κν. Αλευρώδης.

Το ενήλικο έχει μήκος 0,8 έως 1 mm και είναι καλυμμένο με μία άσπρη κηρώδη σκόνη στην οποία οφείλει και το όνομά του. Το αυγό είναι ελλειψοειδές, υποκίτρινου ή καστανού χρώματος, διαστάσεων 0,1 έως 0,25 mm. Η προνύμφη είναι ωοειδής με κίτρινο έως πρασινωπό χρωματισμό. Το σώμα της περιβάλλεται από κηρώδη νημάτια και έχει τελικό μήκος περίπου 0,6 mm [23].

Ο αλευρώδης είναι ο πιο σημαντικός εχθρός της ποιϊνσέττιας, που εάν δεν αντιμετωπιστεί εγκαίρως τότε η ζημία στην καλλιέργεια μπορεί να είναι ανεπανόρθωτη. Τα θηλυκά αποθέτουν τα αυγά τους σε σχισμές που δημιουργούν με τον ωσθέτη τους στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Οι νεοεκκολαπτόμενες προνύμφες βυθίζουν τα στοματικά τους μόρια στο φυτικό ιστό και παραμένουν ακίνητα μέχρι την ενηλικίωσή τους. Τόσο τα ανήλικα, όσο και τα ενήλικα που προκύπτουν από αυτά μυζούν τους ιστούς των φύλλων με αποτέλεσμα το φυτό να εξασθενεί. Παράλληλα η ποιότητα των φυτών υποβαθμίζεται καθώς εκκρίνονται μελιτώδη αποχωρήματα, τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη του μύκητα της καπνιάς. Επιπλέον το έντομο αυτό είναι σημαντικός φορέας ιώσεων από τις οποίες μπορεί να επιμολυνθεί η καλλιέργειά μας [23].

Η καταπολέμησή του είναι ιδιαίτερα δύσκολη, γι' αυτό είναι πολύ σημαντικό να αντιμετωπίζεται άμεσα και εγκαίρως ώστε η προσβολή να μην πάρει ανεξέλεγκτες διαστάσεις. Για την παρακολούθηση του πληθυσμού στην καλλιέργεια την ποιϊνσέττιας χρησιμοποιούνται κίτρινες χρωματικές παγίδες και όταν διαπιστώνεται έξαρση πληθυσμού, τότε εφαρμόζεται ψεκασμός καλύψεως φυλλώματος με πυρεθρινοειδή (*pyrethrin*), αβερμεκτίνες (*abamectin*), ρυθμιστές ανάπτυξης (*pyriprooxyfen*), νεονικοτινοειδή (*thiamethoxam*). Πολύ αποτελεσματικοί είναι επίσης και οι ψεκασμοί με άλατα λιπαρών οξέων του καλίου (*fatty acids potassium salts*), τα οποία είναι σκευάσματα φιλικά προς τα ωφέλιμα παρασιτοειδή. Στην αγορά κυκλοφορούν ευρέως σε εμπορική κλίμακα διάφορα παρασιτοειδή με σημαντικότερα εκείνα της οικογένειας *Aphelinidae*, όπως το *Encarsia formosa* (Gahan, 1924) και *Eretmocerus eremicus* (Rose and Zolnerowich, 1997).

Σκιαρίδιο, Fungus Gnats (*Diptera, Sciaridae*)

Τα πιο κοινά είδη των fungus gnats ανήκουν στο γένος *Bradysia* με τα πιο κοινά εκείνα των *B. coprophila* και *B. impatiens*. Τα ανήλικα είναι σκουρόχρωμα μυγάκια μήκους 6 mm, με μακριές κεραίες. Τα θηλυκά εναποθέτουν τα αυγά τους στο έδαφος όπου μπορεί να οργανική ύλη σε αποσύνθεση. Κάθε θηλυκό μπορεί να γεννήσει πάνω από 100 αυγά. Από ένα θηλυκό, οι απόγονοι που θα προκύψουν θα είναι όλα θηλυκά ή όλα αρσενικά. Μετά από 5 με 6 εβδομάδες τα αυγά εκκολάπτονται σε λευκές, ημιδιαφανείς προνύμφες με μαύρη κεφαλή. Στη συνέχεια περνά από 4 στάδια έως ότου ολοκληρωθεί σε προνύμφη μήκους 6 mm. Σε αυτό το στάδιο μπορεί κανείς να την ξεχωρίσει εύκολα στην επιφάνεια του υποστρώματος ή μέσα σε αυτό σε βάθος περίπου 2,5cm. Τρέφεται με μύκητες, οργανική ύλη σε αποσύνθεση, αλλά και με υγιείς φυτικούς ιστούς. Μετά από 10-14 ημέρες η προνύμφη περνάει στο στάδιο της νύμφης και μερικές μέρες αργότερα αναδύονται από το υπόστρωμα τα ενήλικα [24].

Τα ακμαία δεν προκαλούν άμεσα ζημιές στις καλλιέργειες αλλά συσχετίζονται με διάφορα παθογόνα και θεωρούνται δυνητικοί μεταδότες παθογόνων σε υγιή φυτά. Οι προνύμφες προκαλούν τραυματισμούς στις ρίζες και τα στελέχη των φυτών, προκαλώντας τους νανισμό ή ακόμα και την καταστροφή τους. Πρόσφατες έρευνες σε καλλιέργειες ποϊνσέττίας έδειξαν ότι η συνολική υγεία των φυτών είχε άμεση σχέση με την πυκνότητα του πληθυσμού σε προνύμφες [24]. Η προνύμφη του εντόμου έχει συσχετισθεί επίσης με τη μετάδοση ασθενειών, καθώς τρέφονται με μύκητες τα σπόρια των οποίων καταπίνουν και τα οποία επιβιώνουν περνώντας μέσα από το πεπτικό τους σύστημα με αποτέλεσμα να αποβάλλονται και να διασπείρονται με τα απεκκρίματά τους.

Για την παρακολούθηση του πληθυσμού στην καλλιέργεια την ποϊνσέττίας χρησιμοποιούνται κίτρινες χρωματικές παγίδες, οι οποίες τοποθετούνται πολύ κοντά στο υπόστρωμα και είναι επίσης πολύ αποτελεσματικές για μαζική παγίδευση των ακμαίων. Τα περισσότερα εντομοκτόνα εφαρμόζονται για την καταπολέμηση των προνυμφών. Υπάρχουν εγκεκριμένα βιολογικά και συμβατικά φάρμακα. Για τον αποτελεσματικό έλεγχο του πληθυσμού θα πρέπει να εφαρμόζονται τουλάχιστον 2 φορές με μεσοδιάστημα των τεσσάρων εβδομάδων.

Στην παρούσα φάση, ο βιολογικός έλεγχος εναντίον του εντόμου, φαίνεται να είναι και ο πιο αποτελεσματικός. Αυτός στοχεύει απευθείας ενάντια στην προνύμφη με την εφαρμογή εντομοπαθογόνων νηματωδών με τον *Steinernema feltiae* να είναι ο πιο αποτελεσματικός ή αρπακτικών ακραίων που ανήκουν στο γένος *Hypoaspis*, των οποίων η λεία ποικίλει και περιλαμβάνει ακόμα και τον θρίπα [24].

4.1.9.2 Ασθένειες

Όπως όλες οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες έτσι και η ποϊνσέττια απειλείται και προσβάλλεται από ασθένειες. Αυτές προκαλούνται από ιούς, βακτήρια, μύκητες, μπορεί όμως να οφείλονται και σε μη παρασιτικούς λόγους π.χ. τροφopenίες. Παρακάτω ακολουθεί μία περιγραφή των κυριότερων ασθενειών που προσβάλλουν την ποϊνσέττια.

Βοτρύτης ή τεφρά σήψη

Ο βοτρύτης στην ποϊνσέττια οφείλεται στον μύκητα *Botryotinia fuckeliana* (deBary) Whetzel, *Botrytis cinerea* Pers.:Fr., προσβάλλει όλα τα υπέργεια τμήματα του φυτού, προκαλώντας καστανές νεκρωτικές κηλίδες σε φύλλα, βράκτια και άνθη, ενώ στα στελέχη σχηματίζονται ελαφρώς βυθισμένα έλκη, ανοιχτού ή σκοτεινού καστανού χρώματος. Χαρακτηριστικό της ασθένειας είναι η πυκνή τεφρή εξάνθηση του παθογόνου από την οποία καλύπτονται τα προσβεβλημένα όργανα του φυτού [25].

Για την καταπολέμηση της ασθένειας είναι πολύ σημαντικό οι συνθήκες που επικρατούν στο θερμοκήπιο να μην είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξή της. Έτσι λοιπόν πρέπει να λαμβάνονται όλα τα

απαραίτητα μέτρα που αποσκοπούν στη μείωση της υγρασίας στο περιβάλλον, όπως ο καλός αερισμός, η αποφυγή των μεγάλων διακυμάνσεων της θερμοκρασίας, εφαρμογή της άρδευσης πρωινές ώρες και η τήρηση των σωστών αποστάσεων μεταξύ των φυτών για την καλύτερη κυκλοφορία του αέρα. Για την προστασία της καλλιέργειας γίνονται ψεκάσμοι, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές με ειδικά εγκεκριμένα μυκητοκτόνα όπως το Switch 25/37.5 WG (25%β/β fludioxonil + 37,5% cyprodinil), το *Serenade Aso* (*Bacillus amyloliquefaciens*, former *subtilis* QST 713 96,68% β/ο).

Σήψη ριζών και λαιμού

Πύθιο

Είναι πολύ διαδεδομένη στην ποϊνσέττια και συνήθως εμφανίζεται με τη μεταφύτευση. Τα έρριζα μωσχεύματα παρουσιάζουν νανισμό και είναι καχεκτικά, κίτρινα και παρουσιάζουν συμπτώματα μάρανσης. Η βάση τους είναι καστανή, ενώ ιστός της είναι υδαρής. Τα μεγαλύτερα φυτά παρουσιάζουν φυλλόπτωση και ανθίζουν πρόωρα. Η προσβολή οφείλεται σε μύκητες του γένους *Pythium* και τα είδη που προβάλλουν την ποϊνσέττια είναι το *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitsp., *P. debaryanum* Auct. non R. Hesse, *P. myriotylum* Drechs., *P. perniciosum* Serbinow, *P. splendens* H. Braun, *P. ultimum* Trow [25].

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας εφαρμόζεται ριζοπότισμα με χημικά σκευάσματα όπως το etridiazole, metalaxyl, propanoic acid. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί βιολογικά σκευάσματα που εφαρμόζονται από το σύστημα άρδευσης και δρουν ανταγωνιστικά κατά των παθογόνων. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι τα σκευάσματα αυτά εφαρμόζονται προληπτικά και πριν από την εμφάνιση της ασθένειας. Τέτοια είναι στελέχη ωφέλιμων μικροοργανισμών μυκήτων ή βακτηρίων όπως το *Trichoderma*, *Bacillus*, *Gliocladium* και *Streptomyces*.

Φυτόφθορα

Τα προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν σήψη των ριζών και του λαιμού, προσβολές σε φύλλα, βράκτια και άνθη, ενώ ο προσβεβλημένος ιστός έχει καστανό χρώμα. Οφείλεται σε είδη του γένους *Phytophthora* στο *Phytophthora nicotianae* και *Phytophthora drechsleri* [25]. Για την αντιμετώπιση της ασθένειας ακολουθούμε τα ίδια μέτρα για την αντιμετώπιση του Πύθιου.

Ριζοκτόνια

Οφείλεται στον μύκητα *Rhizoctonia solani* Kuhn [25]. Προκαλεί σηψιρριζία και σήψη του στελέχους με αποτέλεσμα τα προσβεβλημένα φυτά να γίνονται καχεκτικά, να αποφυλλώνονται, να παρουσιάζουν πρόωρη άνθηση και να μαραίνονται. Για την χημική καταπολέμηση της ασθένειας χρησιμοποιούνται μυκητοκτόνα όπως τα azoxystrobin, etridiazole, thiophanate methyl. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται και σκευάσματα βιολογικής καταπολέμησης που στηρίζονται στην ανταγωνιστικότητα ωφέλιμων μικροοργανισμών, μυκήτων ή βακτηρίων όπως το *Burkholderia cepacia* [26].

Αλτερναρίωση

Η Αλτερναρίωση της ποϊνσέττιας οφείλεται στον μύκητα *Alternaria euphorbiicola* E. Simmons & Engelhard. Προσβάλλει τα υπέργεια τμήματα του φυτού, φύλλα, βράκτια και βλαστούς. Στα βράκτια εμφανίζονται κηλίδες χρώματος πορφυρού έως μαύρου. Στα φύλλα εμφανίζονται ακανόνιστες ή γωνιώδεις κηλίδες καστανού χρώματος με κιτρινόμαυρο κέντρο. Για την αντιμετώπιση της

ασθένειας στην ποϊνσέττια συνιστώνται ψεκασμοί με μυκητοκτόνα όπως azoxystrobin και fludioxonil [25].

Ωίδιο

Οφείλεται στον μύκητα *Oidium* spp., και ωΐδια του γένους *Leveillula tauruica* και *Leveillula clavata*. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι η ανάπτυξη λευκής εξάνθησης η οποία αναπτύσσεται στα υπέργεια τμήματα του φυτού κυρίως στα φύλλα και τα βράκτια [25].

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας χρησιμοποιούνται μυκητοκτόνα όπως το myclobutanil, azoxystrobin, pyraclostrobin+ boscalid.

Βακτηριώσεις

Οι βακτηριώσεις στην ποϊνσέττια οφείλονται σε βακτήρια του γένους *Erwinia* και σε βακτήρια του γένους *Xanthomonas*. Εκείνα του πρώτου γένους προκαλούν την υγρή βακτηριακή σήψη η οποία μετά από τραυματισμό του φυτού εξαπλώνεται γρήγορα με αποτέλεσμα την κατάρρευσή του. Αυτή οφείλεται στο *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (Jones) Bergey et al., και *Erwinia chrysanthemi* Burkholder, McFadden, & Dimock [25].

Η κηλίδωση των φύλλων που προκαλείται από βακτήρια οφείλεται στο *Xanthomonas campestris* pv. *poiseiicola* (Patel, Bhatt & Kulkarni) Vauterin, Hoste, Kersters & Swings., με τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας να εμφανίζονται στο κάτω μέρος της επιφάνειας των φύλλων με την παρουσία μικροσκοπικών υδατωδών κηλίδων γκριζου ή καστανού χρώματος. Σε προχωρημένη προσβολή, παρουσιάζεται φυλλόπτωση [25].

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας είναι απαραίτητο να λαμβάνεται πολλαπλασιαστικό υλικό από υγιή μητρικά φυτά, τα προσβεβλημένα φυτά να καταστρέφονται άμεσα, να αποφεύγεται η διαβροχή του φυλλώματος και η άρδευση των φυτών με τεχνητή βροχή [25].

Ϊώσεις

Οι ιοί που προσβάλλουν την ποϊνσέττια είναι δύο. Ο πρώτος είναι ο Poinsettia mosaic virus (PnMV) ο οποίος φαίνεται να ανήκει στο γένος *Tymovirus*. Προκαλεί παραμορφώσεις, χλώρωση, γωνιώδες μωσαϊκό ή χλωρωτικούς δακτυλίους στα φύλλα και παραμορφώσεις στα βράκτια. Η ποϊνσέττια, *Euphorbia pulcherrima*, είναι φυσικός ξενιστής του ιού ο οποίος δεν μεταδίδεται με τον σπόρο ή τη γύρη, παρά μόνο μηχανικά. Ο δεύτερος ιός είναι ο Poinsettia cryptovirus (PnCV), και ανήκει στο γένος *Alphacryptovirus* και την οικογένεια Partitiviridae. Ο ιός αυτός δεν προκαλεί συμπτώματα. Για την αντιμετώπιση των ΐσεων στην ποϊνσέττια τα μέτρα που λαμβάνονται είναι προληπτικά και περιλαμβάνουν την εκρίζωση κα καταστροφή των ασθενών φυτών, τον καθαρισμό των χεριών και των εργαλείων με νερό και σαπούνι και απολύμανση με διάλυμα αλκοόλης 70%. Το σημαντικότερο όλων βέβαια είναι η χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού [25].

4.2 Γεράνι *Pelargonium x Hortorum* (*Pelargonium zonale*).

4.2.1 Ταξινόμηση, ονοματολογία

Στο γένος *Pelargonium* ανήκουν πολλά είδη με αποτέλεσμα να υπάρχει μία σύγχυση στη βιβλιογραφία γύρω από αυτά. Το γένος *Geranium* περιεγράφηκε αρχικά από τον Σουηδό βοτανολόγο, ιατρό και ζωολόγο Κάρολο Λινναίο (*Carl von Linne*) το 1753, αλλά στη συνέχεια χωρίστηκε σε *Pelargonium* και *Geranium* από τον Γάλλο βοτανολόγο Charles Louis L' Heritier de Brutelle, το 1789, και πολλά είδη και από τα δύο γένη έχουν διατηρήσει το κοινό όνομα γεράνι. Το όνομα του γένους *Pelargonium* προέρχεται από την ελληνική λέξη πελαργός εξαιτίας του σχήματος του σπόρου που μοιάζει με το ράμφος του πελαργού [27].

Το γένος *Pelargonium* χωρίζεται σε τμήματα, ανάλογα με τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά. Το είδος *Pelargonium zonale* είναι μέλος του τμήματος *Ciconium* από το οποίο προέρχονται τα περισσότερα υβρίδια, όπως το πολύ δημοφιλές *Pelargonium x Hortorum*, το κοινό πελαργόνι κήπου. Το όνομα του είδους *zonale* προέρχεται από την λατινική λέξη *zona*, που σημαίνει ζώνη, και οφείλεται σε μία σκούρα ζώνη που βρίσκεται στα φύλλα των φυτών του είδους [28].

4.2.2 Περιγραφή

Είναι θάμνος ημιξυλώδης, ύψους γύρω στα 30 έως 50 cm. Οι νεαροί βλαστοί του συνήθως καλύπτονται με τρίχες και όσο μεγαλώνουν ξυλοποιούνται. Έχει φύλλα καρδιόσχημα, επτάλοβα, οδοντωτά, σαρκώδη, που πολλές φορές έχουν μία χαρακτηριστική σκούρα ζώνη. Τα άνθη του είναι σύνθετα, κατά ταξιανθία σκιάδιου, απλά ή διπλά, ερυθρού, ρόδινου, ιώδους, λευκού χρώματος ή και ενδιάμεσων αποχρώσεων, με πέταλα αντρωειδούς σχήματος.

4.2.3 Ιστορία της εισαγωγής και της διάδοσης.

Το *Pelargonium zonale* κατάγεται από τη Νότια Αφρική και είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα ανθοφόρα καλλωπιστικά φυτά στον κόσμο. Εισήχθη στην περιοχή των Δυτικών Ινδιών περί τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, αν και κάποια υβρίδιά του ίσως να εισήχθησαν νωρίτερα. Το είδος αυτό αναφέρεται ότι καλλιεργήθηκε στα νησιά Τρινιντάντ και Τομπάγκο το 1870, ενώ υπάρχουν αναφορές ότι πολλά υβρίδια του είδους αυτού καλλιεργούνταν σε κήπους στο Πόρτο Ρίκο, τις Παρθένους Νήσους και στα Νησιά των Βερμούδων.

Στα τέλη του 18^{ου} αιώνα το *Pelargonium zonale* έφτασε στην Ευρώπη και την Ολλανδία, όπου ο βοτανικός κήπος του Λέιντεν (*Botanical Garden of Leiden in the Netherlands*) παρέλαβε σπόρους από τη Νότια Αφρική και η καλλιέργειά του καταγράφεται στο Άμστερνταμ γύρω στα 1700. Στην Αγγλία καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά μεταξύ του 1706 και 1710. Μετά το 1700, το είδος εισήχθη στην Ισπανία και τη Γαλλία. Μέχρι τις αρχές το 18^{ου} αιώνα το είδος αυτό είχε γίνει από τα πιο δημοφιλή καλλωπιστικά φυτά στην Ευρώπη.

4.2.4 Τεχνική της καλλιέργειας

Σύμφωνα με τον Vic Ball [20], σχετικά με την τεχνική της καλλιέργειας του γερανιού έχουμε τα παρακάτω:

Με την επιλογή του σωστού υποστρώματος, την εφαρμογή της κατάλληλης λίπανσης και του σωστού προγράμματος φυτοπροστασίας, η διάρκεια της καλλιέργειας μπορεί να ολοκληρωθεί σε δύο με δυόμισι μήνες, ανάλογα με την ποικιλία. Για να το πετύχουμε αυτό λοιπόν, θα πρέπει το υπόστρωμα να έχει ρυθμισμένο pH στο 5,5 με 6,2 και σωστά επίπεδα λίπανσης, πριν από τη φύτευση των φυτών γιατί εάν τα παραπάνω δεν είναι ρυθμισμένα από την αρχή αυτό θα έχει επιπτώσεις στον χρόνο και την ποιότητα της παραγωγής. Με την παροχή ελαφρώς υψηλότερων

επιπέδων σε νιτρικό άζωτο 300 ppm, κάθε τρία με τέσσερα ποτίσματα, προάγεται η παραγωγή κοντών συμπαγών φυτών με μικρότερα μεσογονάτια διαστήματα και σκούρα πράσινη βλάστηση, χωρίς καθυστέρηση της άνθησης.

Σε περίπτωση που τα φυτά δεν κορυφολογηθούν, διότι αυτό θα οδηγούσε σε καθυστέρηση της άνθησης, κρίνεται απαραίτητη η χρήση ρυθμιστικών ουσιών για τον έλεγχο του ύψους τους. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με την εφαρμογή Cycocel, A-Rest ή B-Nine. Το Cycocel είναι προτιμότερο από τα άλλα δύο, διότι δίνει πιο ομοιόμορφα αποτελέσματα. Πριν από την εφαρμογή του Cycocel, τα φυτά θα πρέπει να είναι καλά ποτισμένα και λιπασμένα, διαφορετικά θα προκληθούν ζημιές στην καλλιέργεια. Για την εφαρμογή παρασκευάζεται διάλυμα συγκέντρωσης 1500 ppm, και εφαρμόζεται όταν έχει συννεφιά ή νωρίς το πρωί. Ο χρόνος εφαρμογής είναι 17 με 21 ημέρες από τη φύτευση, όπου οι εκπυσώμενοι βλαστοί έχουν μήκος 0,6 με 1,3 cm. Κατά την εφαρμογή θα πρέπει το ψεκαστικό διάλυμα να μην απορρέει από τα φύλλα. Ακόμα κι αν εφαρμοστεί σωστά υπάρχει περίπτωση να παρατηρηθεί παροδική χλώρωση στα φύλλα η οποία εμφανίζεται σε επτά ημέρες και εξαφανίζεται σε τρεις εβδομάδες. Σε περίπτωση υπερβολικής δόσης ή σε περίπτωση που οι συνθήκες δεν είναι κατάλληλες, τότε παρουσιάζεται χλώρωση μετά από τρεις με τέσσερις ημέρες, με αποτέλεσμα να έχουμε φυσιολογικές ζημιές στην καλλιέργεια. Για την αποφυγή των παραπάνω επιπτώσεων εφαρμόζεται η μισή δόση (750 ppm) σε δύο εφαρμογές με μεσοδιάστημα επτά ημερών.

Για την αύξηση του μεγέθους και την παράταση της ζωής των ανθέων γίνονται εφαρμογές με γιββεριλλικό οξύ. Η εφαρμογή του μπορεί να παρατείνει τη ζωή των ανθέων μέχρι και δέκα ημέρες. Οι ψεκασμοί ξεκινούν με διάλυμα 1- 2 ppm, όταν ανθίσουν δύο με τρία άνθη της ταξιανθίας, ωστόσο θα πρέπει να γίνονται δοκιμαστικές εφαρμογές σε μικρό αριθμό φυτών πριν ξεκινήσουν εκτεταμένες εφαρμογές σε ολόκληρη την καλλιέργεια.

4.2.5 Εχθροί και ασθένειες της καλλιέργειας

4.2.5.1 Εχθροί

Υπάρχουν διάφοροι εχθροί από τους οποίους θα πρέπει να προστατευτεί η καλλιέργεια μέσα στο θερμοκήπιο. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι οι αφίδες, ο αλευρώδης, και οι προνύμφες λεπιδοπτέρων. Ο αλευρώδης αναλύθηκε λεπτομερώς στο προηγούμενο κεφάλαιο για την ποϊνσέττια. Στις επόμενες παραγράφους αναλύονται εκτενώς οι άλλους δύο.

Αφίδες

Οι αφίδες (*Aphidoidea*) αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά έντομα-παράσιτα στις αγροτικές καλλιέργειες τον εύκρατων ζωνών, ενώ επίσης προκαλούν και σοβαρά προβλήματα στα θερμοκήπια σε όλο τον κόσμο [29]. Είναι σχετικά σπάνιες σε τροπικά κλίματα. Διαθέτουν όμως μια τεράστια προοπτική πληθυσμιακής αύξησης. Σε περιοχές με ήπιο χειμώνα πιστεύεται ότι αναπαράγονται συνεχώς παρθενογενετικά. Έχουν καταγραφεί 4000 είδη, όμως λιγότερα από 50 αποτελούν τα πλέον ζημιογόνα και πολυφάγα παράσιτα. Όλα τα εν λόγω πολυφάγα είδη τρέφονται από πόες [24].

Οι αφίδες απομυζούν τους χυμούς των φυτών, προσβάλλοντας κυρίως την κάτω επιφάνεια των νεαρών φύλλων και τους τρυφερούς νέους βλαστούς, ενώ εκτός από την αφαίρεση χυμού προκαλεί και συστροφή, κάμψη ή κυματοειδή παραμόρφωση των φύλλων. Μπορούν να καταστρέψουν άμεσα μια σοδειά καταναλώνοντας τον φλοιό είτε έμμεσα σκεπάζοντας με μελίτωμα τα φύλλα και τους καρπούς άλλα κυρίως διάμεσου της μετάδοσης ιών, των οποίων συχνά είναι φορείς.

Σε θερμοκήπια και κλειστούς χώρους προκαλούν προβλήματα τόσο στα λαχανικά όσο και στα καλλωπιστικά. Σημαντικές αφίδες παράσιτα για τα θερμοκήπια είναι : *Aulacorthum solani* (Kaltenbach 1843), *Aphis gossypii* (Glover 1877), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas 1878) και *Myzus persicae* (Sulzer 1976).

Από τα είδη που παρατηρείται να προσβάλουν την καλλιέργεια του γερανιού είναι δύο, το *Aphis gossypii* και το *Myzus persicae*.

Myzus persicae (Hemiptera Aphididae).

Ονομάζεται πράσινη αφίδα της ροδακινιάς. Το ενήλικο φτάνει σε μήκος τα 2.1 mm. Το χρώμα ποικίλει από ανοικτό πράσινο, ρόδινο έως ερυθρό, σε ψυχρές περιοχές το χρώμα της μπορεί να είναι σκούρο πράσινο ή βαθύ κόκκινο. Τα σιφώνια είναι μαύρα, έχουν μια κιτρινωπή πράσινη κοιλιά. Προσβάλλει τις κορυφές τρυφερών βλαστών και τρυφερά φύλλα. Τα μελιτώματα ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς.

Αποτελεί φορέα φυτικών ιών. Είναι φορέας περισσότερων από 150 ιών, με πιο σημαντικούς από αυτούς να είναι ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της κοινής κολοκυθιάς, του φασολιού, ιός του μωσαϊκού της καρπουζιάς, της αγγουριάς, ιός του κοινού μωσαϊκού του φασολιού, ιός της άσπερμους της τομάτας, ιός Β του χρυσάνθεμου, ιός του γαρυφάλλου, ιός του μωσαϊκού της ντάλιας. Χώρα καταγωγής της θεωρείται η Ασία όπως και της ροδακινιάς που είναι ο κύριος ξενιστής της [24].

Aphis gossypii (Homoptera, Aphididae)

Ονομάζεται αφίδα του βαμβακιού ή του πεπονιού. Το ενήλικο φτάνει σε μήκος τα 1.8 mm. Το χρώμα του ποικίλλει από υποκίτρινο έως σκούρο πράσινο, το πτερωτό θηλυκό έχει ατρακτοειδές σχήμα, μήκος 1.1- 1.7 mm και χρώμα κίτρινο προς πράσινο. Οι κεραίες του είναι μεγαλύτερες σε μέγεθος σε σύγκριση με αυτές που φέρουν τα άπτερα άτομα. Οι σιφώνες είναι μαύρου χρώματος. Η προνύμφη μοιάζει με το ενήλικο. Φέρει σκούρα καστανή κεφαλή και χρώμα σώματος που ποικίλει από υποκίτρινο έως πράσινο και καλύπτεται από κηρώδη σκόνη [23].

Είναι φορέας περισσότερων από 50 ιών [24], με πιο σημαντικούς από αυτούς να είναι ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς, μωσαϊκού της καρπουζιάς τύπος I και II και ο ιός του κίτρινου μαρασμού της πεπονιάς. Παρουσιάζει παγκόσμια εξάπλωση [23]. Βρίσκεται σε όλες τις χώρες που παρουσιάζουν ηπειρωτικό ή υποτροπικό κλίμα, επίσης έχει υψηλούς πληθυσμούς στις τροπικές περιοχές, καθώς και σε πολλά νησιά του Ειρηνικού. Στις ψυχρότερες περιοχές η παρουσία του είδους είναι σε πλήρη απουσία. Τα φυτά που προσβάλλει στο θερμοκήπιο είναι τα κηπευτικά όπως το καρπούζι, το αγγούρι, η μπάμια, η μελιτζάνα, η πατάτα, το σπαράγγι, το σκόρδο, το μαρούλι και καλλωπιστικά όπως ο ιβίσκος, το χρυσάνθεμο, η ντάλια και το γεράνι [24].

Καταπολέμηση

Για την καταπολέμηση των αφίδων χρησιμοποιούνται κυρίως χημικά μέσα. Το καλύτερο αποτέλεσμα όμως το δίνει ένας συνδυασμός χημικών σκευασμάτων και ωφέλιμων αρπακτικών εντόμων ή εξαπόλυση ωφέλιμων παρασιτοειδών, ώστε η καταπολέμηση να είναι οικονομική, να έχει διάρκεια και να μη συντελεί στη δημιουργία ανθεκτικών πληθυσμών στα εντομοκτόνα.

Λεπιδόπτερα

Agrotis segetum Denis & Schiffermuller (Lepidoptera, Noctuidae)

Είναι είδος πολυφάγο. Προσβάλλει καλλιεργούμενα (λαχανικά, φυτά μεγάλης καλλιέργειας και καλλωπιστικά) και αυτοφυή φυτά. Το ακμαίο έχει πτέρυγες σκούρου καστανού χρώματος μήκους 40 mm, με μία μαύρη νεφροειδή κηλίδα κοντά στη πρόσθια παρυφή και μία μικρότερη ελλειψοειδή κοντά στη βάση. Η προνύμφη είναι γκριζα μήκους 45-50 mm, και έχει κατά μήκος της ράχης της δύο παράλληλες λωρίδες [23].

Έχει τρεις ή περισσότερες γενεές ανά έτος. Διαχειμάζει στο έδαφος σε βάθος 10- 20 cm. Την άνοιξη εμφανίζονται τα πρώτα ακμαία τα οποία τρέφονται με νέκταρ από τα άνθη των φυτών. Η προνύμφη της πρώτης γενεάς αναπτύσσονται αρχικά στην αυτοφυή βλάστηση και στη συνέχεια μεταναστεύουν στα καλλιεργούμενα φυτά. Αυτές τρέφονται με το παρέγχυμα της κάτω επιφάνειας των φύλλων και στη συνέχεια καταστρέφουν ολόκληρο το φύλλο και τα τρυφερά στελέχη των φυτών κοντά στο λαιμό. Την ημέρα κρύβονται στο έδαφος και με τη δύση του ηλίου ανεβαίνουν στα φυτά προκαλώντας τους εκτεταμένες ζημιές [23].

Για την χημική καταπολέμησή του σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες γερανιού συνιστώνται ψεκασμοί καλύψεως με εντομοκτόνα όπως το Altacor 35 WG. Για την καταπολέμηση του πολύ καλά αποτελέσματα έχει δώσει και βιολογικά σκευάσματα όπως ο βάκυλος της Θουριγγίας (*Bacillus thuringiensis* subsp. *Aizawwai* 54%, Xentari WG). Για τη μαζική παίδευση του *A. segetum* χρησιμοποιούμε φερομονικές παγίδες η χρήση των οποίων μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της σύζευξης των αρσενικών με τα θηλυκά. Είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται τα βιολογικά σκευάσματα και να εφαρμόζεται η μαζική παγίδευση, αφενός για την αποφυγή ανάπτυξης ανθεκτικών πληθυσμών και αφετέρου για την προστασία των φυσικών εχθρών τους που είναι αρκετοί, όπως τα παρασιτοειδή *Meteorus rubens* Nees (*Hymenoptera*, *Brachonidae*) και *Gonia bimaculate* Wiedemann (*Diptera*, *Tachinidae*), τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στη βιολογική τους καταπολέμηση [23].

4.2.5.2 Ασθένειες

Γνωρίζουμε τουλάχιστον 45 μεταδοτικές ασθένειες που προσβάλλουν το γεράνι (*Pelargonium* spp., *Geraniaceae*) [25]. Οι σοβαρότερες από αυτές είναι ο Βοτρύτης, η βακτηριακή κηλίδωση, η προσβολές από *Rythium* και η Σκωρίαση.

Βοτρύτης

Οφείλεται στον μύκητα *Botrytis cinerea* Pers. Ex fr. Και είναι μία πολύ καταστρεπτική ασθένεια για την καλλιέργεια γερανιού υπό κάλυψη. Προσβάλλει όλα τα υπέργεια τμήματα του φυτού. Τα συμπτώματα που παρουσιάζονται είναι υδατώδεις καστανές περιοχές οι οποίες τελικά νεκρώνονται και πάνω τους εμφανίζονται τεφροκαστανή εξάνθηση οι οποίες δεν είναι τίποτε άλλο από την καρποφορία ρου μύκητα, μάζες κονιδιοφόρων και σπορίων [25].

Για την ανάπτυξη της ασθένειας πολύ μεγάλο ρόλο παίζουν οι συνθήκες οι οποίες μαζί με τους τρόπους αντιμετώπισης αναφέρονται αναλυτικά στο κεφάλαιο των ασθενειών της ποϊνσέτιας.

Σκωρίαση

Η στην αρχή η ασθένεια εκφράζεται με την εμφάνιση υπόλευκων ή κιτρινωπών κηλίδων και στις δύο επιφάνειες των φύλλων. Στη συνέχεια εμφανίζονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων μικρές χλωρωτικές φλύκταινες οι οποίες όταν ωριμάσουν εξελίσσονται σε ερυθροκαστανούς ουρεδοσωρούς που περιέχουν καστανές μάζες σπορίων , τα ουρεδοσπόρια. Τα φύλλα τελικά κιτρινίζουν, ξηραίνονται και πέφτουν. Μπορούν επίσης να προσβληθούν οι μίσχοι και οι βλαστοί του φυτού.

Οφείλεται στο μύκητα *Puccinia pelargonii-zonalis* Doidge (*Basidiomycota, Teliomycetes, Uredinales, Pucciniaceae*), ο οποίος είναι αυτόοικος και σχηματίζει μονάχα δύο στάδια, το ουρεδιακό και τελειακό. Για τη βλάστηση των σπορίων (ουρεδοσπορίων) του μύκητα, είναι απαραίτητη η παρουσία νερού πάνω στους ιστούς του φυτού και άριστη θερμοκρασία μεταξύ 16 και 21°C [25].

Για την καταπολέμηση της ασθένειας προτείνονται η συλλογή των προσβεβλημένων φυτών και απομάκρυνσή τους από το περιβάλλον της καλλιέργειας σε περίπτωση που η προσβολή είναι έντονη. Θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα που θα αποσκοπούν στη μείωση της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος. Εφαρμογή προγράμματος ψεκασμών ανά 10-14 ημέρες με διασυστηματικά μυκητοκτόνα όπως Signum 26.7/6.7 WG (boscalid/pyraclostrobin) ή οργανικά όπως maneb, mancozeb.

Βακτηριακή κηλίδωση

Πρόκειται για μία από τις πιο καταστρεπτικές ασθένειες του γερανιού. Οφείλεται στο βακτήριο *Xanthomonas campestris* pv. *pelargonii* (Brown) Dye, συν. *Xanthomonas Hortorum* pv. *pelargonii* (Brown) Vauterin, Hoste, Kersters & Swings, *Xanthomonas pelargonii* (Brown) Starr & Burkholder, το οποίο προσβάλλει μόνο φυτά των γενών *Pelargonium* και *Geranium* [25]. Το παθογόνο εισέρχεται στο φυτό από τα στόματα, το ριζικό σύστημα και από πληγές που προκαλούνται από το κλάδεμα ή από τραυματισμούς. Ευνοείται από την υψηλή σχετική υγρασία, ενώ οι άριστες θερμοκρασίες για την ανάπτυξη της ασθένειας κυμαίνονται μεταξύ 21 και 27 °C.

Για την αποτελεσματική καταπολέμηση του παθογόνου θα πρέπει να γίνεται χρήση πιστοποιημένου υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, σωστή προετοιμασία των μοσχευμάτων και φύτευση των φυτών σε υπόστρωμα απαλλαγμένο από την ασθένεια, ανάπτυξη των φυτών σε υγιεινές συνθήκες, καλός αερισμός θερμοκηπίων και αποστράγγιση, απολύμανση μαχαιριδίων και ψαλιδιών κλαδέματος, ψεκασμός φυτών με χαλκούχα και τέλος απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών.

Ιώσεις

Σημαντικά προβλήματα στην καλλιέργεια του γερανιού προκαλούν και οι ιώσεις με την πιο συνηθισμένη να είναι εκείνη του *Pelargonium leaf curl tomosvirus* (PLCV), συν., *geranium crinkle virus*, *tomato bushy stunt virus-pelargonium strain*, *pelargonium leaf crinkle virus*. Προκαλεί κίτρινες κηλίδες και κατσάρωμα στο έλασμα των φύλλων και τελικά νέκρωση των κηλίδων. Άλλοι ιοί που προσβάλλουν τα γεράνια είναι ο ιός *Pelargonium flower break Carmovirus* (PFBV), με τα συμπτώματά του να εμφανίζονται στα άνθη ως διάφοροι μεταχρωματισμοί των πετάλων σε μορφή γραμμών ή ζωνών και τα νεαρά φύλλα εμφανίζουν χλωρωτικές κηλίδες και τα φυτά παρουσιάζουν νανισμό. Ο ιός *Pelargonium line pattern*, *Carmovirus* (PLPV), συν. *Pelargonium line pattern virus*, *Pelargonium ring pattern virus* (οικογένεια *Tombusviridae* [25]). Το χειμώνα μπορεί να σχηματισθούν κιτρινοπράσινες κηλίδες αλλά συνήθως δεν εμφανίζονται συμπτώματα.

Για μία καλλιέργεια απαλλαγμένη από ιώσεις, βασική προϋπόθεση είναι το πολλαπλασιαστικό υλικό από το οποίο προέρχεται η καλλιέργεια να λαμβάνεται από υγιείς μητρικές φυτείες οι οποίες υποβάλλονται σε επιμελή ιολογικό έλεγχο. Επίσης τα φυτά που παρουσιάζουν ύποπτα συμπτώματα θα πρέπει να εκριζώνονται και να καταστρέφονται. Τέλος θα πρέπει να εφαρμόζεται το κατάλληλο πρόγραμμα φυτοπροστασίας για την καταπολέμηση των εχθρών της καλλιέργειας που είναι και φορείς ιών [25].

ΕΝΟΤΗΤΑ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

5.1 Εισαγωγή

Η βιομηχανία παραγωγής ανθοκομικών καλλωπιστικών προϊόντων, μπορεί να είναι μικρή σε σχέση με άλλους τομείς της γεωργίας, είναι όμως ένας από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς της και χαρακτηρίζεται από πολύ εντατικές διαδικασίες των οποίων οι δυνητικές επιπτώσεις στην κλιματική αλλαγή (είτε θετικές είτε αρνητικές) έχουν ουσιαστικά αγνοηθεί [30]. Η παραγωγή των καλλωπιστικών φυτών μπορεί να θεωρηθεί ως ένα πρώτο βήμα προς μία πράσινη βιομηχανία η οποία θα περιλαμβάνει την χρήση και τη συντήρηση φυτών κηποτεχνίας για την διατήρηση του τοπίου προς όφελος του περιβάλλοντος. Η παραγωγή φυτών προσφέρει πολλά οφέλη κοινωνικά και περιβαλλοντικά, αφού δημιουργεί θέσεις εργασίας βελτιώνει το τοπίο και την ποιότητα ζωής και συμβάλει στη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Από την άλλη πλευρά όμως ως εντατικές αγροτικές καλλιέργειες, θεωρούνται υπεύθυνες για τη ρύπανση του εδάφους, των υπόγειων υδάτων και του αέρα και για παραγωγή αποβλήτων [31].

Οι δυσκολίες για να πραγματοποιηθεί μία ολοκληρωμένη ανάλυση κύκλου ζωής σε θερμοκηπιακές ανθοκομικές καλλιέργειες είναι πολλές. Το σημαντικότερο πρόβλημα κατά την εκπόνηση μίας τέτοιας μελέτης κύκλου ζωής είναι η έλλειψη διαθέσιμων δεδομένων, καθώς επίσης και το γεγονός ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές παρόμοιες σε ότι αφορά στον τομέα των ανθοκομικών θερμοκηπιακών καλλιεργειών, ενώ για τις καλλιέργειες ποϊνσέττίας και γερανιού ίσως είναι η πρώτη που πραγματοποιείται στην Ελλάδα.

Ιδανικά μία πλήρης μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει όλη τη διαδικασία παραγωγής, την διανομή, την κατανάλωση καθώς και τη διαχείριση των αποβλήτων. Όλα τα παραπάνω συνθέτουν ένα μεγάλο και πολύπλοκο σύστημα, κάτι που καθιστά αναπόφευκτο το γεγονός να ληφθούν κάποιες παραδοχές και απλοποιήσεις οι οποίες θα επιτρέψουν τη μοντελοποίηση του σύνθετου αυτού προβλήματος. Για τη συλλογή αξιόπιστων δεδομένων για την πραγματοποίηση της μελέτης ΑΚΖ απαιτείται στενή παρακολούθηση και καθημερινή καταγραφή δεδομένων κατά τη διαδικασία παραγωγής και των σταδίων που ακολουθούν, μέχρι την τελική απόρριψη του υπό εξέταση προϊόντος.

5.2 Περιγραφή καλλιεργητικών διεργασιών

Η παρούσα έρευνα έλαβε χώρα στην μονάδα παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων με την επωνυμία Φυτώρια Ανδρή, που εδρεύει στο Κάτω Σούλι του Δήμου Μαραθώνα στον Νομό Αττικής.

5.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά παραγωγής μελετώμενων προϊόντων

Στην εργασία αυτή μελετώνται αλυσίδες τροφοδοσίας 2 προϊόντων ποϊνσέττίας (*Euphorbia pulcherrima*) και 1 προϊόντος γερανιού (*Pelargonium zonale*).

Υπόστρωμα

Όλα τα προϊόντα πωλούνται σε πλαστική γλάστρα με υπόστρωμα τύρφης. Η τύρφη αποτελεί φυσικό οργανικό υλικό το οποίο προέρχεται από την αποδόμηση της υδροχαρούς βλάστησης που φύεται σε ελώδεις περιοχές και γενικότερα σε υγροτόπους χωρών με ψυχρό και υγρό κλίμα [32]. Υπάρχουν διάφορα είδη τύρφης τα οποία διακρίνονται με βάση την βοτανική προέλευση της οργανικής της ουσίας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η τύρφη (Εικόνα 7.1, Παράρτημα 1) προέρχεται από υπολείμματα βρυόφυτων του γένους *Sphagnum* sp., το οποίο είναι και το σημαντικότερο είδος τύρφης για την καλλιέργεια φυτών, με μεγάλη διαφορά από τα άλλα είδη

[32]. Η τύρφη παράγεται στη Λιθουανία και η προμήθειά της στις μελετώμενες θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις πραγματοποιείται με φορτηγό μεγάλου μεγέθους.

Εξοπλισμός φύτευσης

Σε όλες της καλλιέργειες, χρησιμοποιείται ημιαυτόματος εξοπλισμός φύτευσης (φυτευτική μηχανή Jano Ecobasic, (Εικόνα 7.2, Παράρτημα 1), με ωριαίο ρυθμό φύτευσης 2000 φυτά και ωριαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης των 1,85 kW. Για την τροφοδοσία της φυτευτικής μηχανής με υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε γεωργικός ελκυστήρας (Lamborghini RF 65Trend, (Εικόνα 7.3, Παράρτημα 1) ο οποίος φέρει κουβά φόρτωσης και καταναλώνει πετρέλαιο (diesel).

Θερμοκηπιακές κατασκευές

Τα μελετώμενα προϊόντα αναπτύχθηκαν σε δύο διαφορετικές θερμοκηπιακές κατασκευές. Τα προϊόντα ποϊνσέττίας αναπτύχθηκαν και στις δύο κατασκευές, ενώ το προϊόν γερανιού μόνο σε μία.

Κατασκευή 1 – Γυάλινο θερμοκήπιο τύπου Venlo

Η **πρώτη κατασκευή** είναι μεταλλικό θερμοκήπιο, τύπου 2Χ3,2 VENLO, Ολλανδικής προέλευσης. Αποτελείται από 5 καμάρες πλάτους 3,2m και μήκους 30m και 6 καμάρες πλάτους 3,2m και μήκους 75m. Η συνολική έκταση του θερμοκηπίου αγγίζει τα 2.016m². Ο σκελετός του αποτελείται από εν θερμώ γαλβανισμένο χάλυβα και η οροφή του από αλουμίνιο. Η θεμελίωση είναι από προκατασκευασμένους στυλίσκους Ολλανδικής προέλευσης από σπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 1,0mΧ 0,12mΧ0,12m. Περιμετρικά του θερμοκηπίου είναι κατασκευασμένο τοίχιο από σκυρόδεμα πλάτους 22 cm και ύψους 40 cm. Το ύψος του θερμοκηπίου φτάνει τα 4,4m και η οροφή του έχει κλίση 22,7°, όπου υπάρχουν 276 παράθυρα από αλουμίνιο με τον εξαερισμό του να ανέρχεται στο 25% της έκτασης του θερμοκηπίου. Ο κορφιάτης, τα ρύκτια της οροφής καθώς και τα clip σύνδεσής της είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο, χωρίς προφίλ PVC. Στο πλάι τα ρύκτια είναι από αλουμίνιο και είναι τοποθετημένα κάθε 80cm. Η σύνδεση στην υδρορροή και στο τσιμέντο της θεμελίωσης γίνεται με προφίλ αλουμινίου ενώ η υδρορροή είναι γαλβανισμένη, έχει πλάτος 175mm πάχος 2,5mm το ύψος της είναι στα 3,55m. Η κάλυψη του θερμοκηπίου είναι από διαφανείς υαλοπίνακες πάχους 4mm, ενώ για την σύνδεση και την ασφάλειά της έχει τοποθετηθεί ανάμεσά της pvc profile. Στο σύνολό της, η έκταση του θερμοκηπίου είναι καλυμμένη με υλικό εδαφοκάλυψης από πολυπροπυλένιο (PP) υφαντό πυκνότητας d=100gr/m².

Εξοπλισμός ελέγχου κλίματος στο εσωτερικό

Θερμοκουρτίνα: Το υαλόφρακτο αυτό θερμοκήπιο είναι εξοπλισμένο με σύστημα θερμοκουρτίνας (Εικόνα 7.4, Παράρτημα 1) του οποίου η χρήση βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας κατά τους χειμερινούς μήνες και ιδίως κατά τη διάρκεια της νύχτας όπου οι απώλειες σε θερμότητα παρουσιάζουν αύξηση. Η συγκεκριμένη κουρτίνα μπορεί να λειτουργήσει και ως κουρτίνα σκίασης. Το ύφασμα της θερμοκουρτίνας είναι Βέλγικης προέλευσης και αποτελείται από μία στρώση (κατά το ¼) από πολυεστέρα και από τρεις στρώσεις (κατά τα ¾) από αλουμίνιο ποσοστού σκιάσεως 65% και μονώσεως 68%. Η έκταση του υφάσματος είναι περίπου 2390 m². Το άνοιγμα και το κλείσιμο της θερμοκουρτίνας γίνεται μέσω ενός ηλεκτροκινητήρα (Εικόνα 7.5, Παράρτημα 1) ονομαστικής ισχύος 0,37kW.

Παθητικός ή φυσικός εξαερισμός: Στη συγκεκριμένη κατασκευή, ο εξαερισμός ανέρχεται στο 25% της συνολικής επιφάνειας του θερμοκηπίου. Τα ανοίγματα που φέρει είναι πτερυγωτά καλύμματα τα οποία αποτελούν σταθερά πλαίσια με την πάνω πλευρά τους στερεωμένη πάνω στον σκελετό του θερμοκηπίου αλλά με δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα και συνεπώς να ανοίγουν και να κλείνουν όπως οι πτέρυγες ενός πουλιού, με την στροφική κίνηση των πτερυγών

καλυμμάτων κατά το άνοιγμα και το κλείσιμο των ανοιγμάτων εξαερισμού να υποστηρίζεται από οδοντωτές κρεμαγιέρες. Για το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων οροφής του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται κινητήρας ονομαστικής ισχύς 0,25kW (Εικόνα 7.6, Παράρτημα 1).

Δυναμικός εξαερισμός: Το θερμοκήπιο είναι εξοπλισμένο με 18 ανεμιστήρες (Εικόνα 7.7, Παράρτημα 1), οι οποίοι είναι κατανεμημένοι σε όλη την έκτασή του και ονομαστικής ισχύος 0,108kW.

Κατασκευή 2 – Πλαστικό θερμοκήπιο πολλαπλών τούνελ, τύπου Ιεράπετρας

Το δεύτερο θερμοκήπιο που εξετάστηκε είναι μεταλλικό, τύπου Ιεράπετρας ελληνικής κατασκευής. Αποτελείται από 4 καμάρες πλάτους 7,3m και μήκους 36m. Η συνολική έκταση του θερμοκηπίου αγγίζει τα 1051,2m². Ο σκελετός και η οροφή του αποτελούνται από εν θερμώ γαλβανισμένο χάλυβα. Η θεμελίωση είναι από σπλισμένο σκυρόδεμα. Το ύψος της κορυφογραμμής του θερμοκηπίου φτάνει τα 3,9m και το ύψος της υδροροής φτάνει τα 2,5m. Ο φυσικός αερισμός του θερμοκηπίου πραγματοποιείται με συνεχόμενα παράθυρα οροφής. Η κάλυψη του θερμοκηπίου είναι από πολυαιθυλένιο (PE) πάχους 0,2mm και πλαϊνών με πολυκαρβονικό (ενισχυμένο πολυεστέρα fiberglass). Στο σύνολό της η έκταση του θερμοκηπίου είναι καλυμμένη με υλικό εδαφοκάλυψης από πολυπροπυλένιο (PP) υφαντό πυκνότητας d=100gr/m².

Εξοπλισμός ελέγχου κλίματος στο εσωτερικό

Παθητικός ή φυσικός εξαερισμός: Για το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων της οροφής του, το θερμοκήπιο διαθέτει 4 κινητήρες (έναν για κάθε συνεχόμενο παράθυρο οροφής) ονομαστικής ισχύος 0,37kW.

Δυναμικός εξαερισμός: Για τον δυναμικό αερισμό του, το θερμοκήπιο είναι εξοπλισμένο με 8 ανεμιστήρες, όμοιους με τους ανεμιστήρες της πρώτης κατασκευής (Εικόνα 7.7, Παράρτημα 1), οι οποίοι είναι κατανεμημένοι σε όλη την έκτασή του, ονομαστικής ισχύος 0,108kW.

Σύστημα θέρμανσης θερμοκηπίων

Τόσο η πρώτη όσο και η δεύτερη θερμοκηπιακή κατασκευή, για την κάλυψη των αναγκών των αναπτυσσόμενων καλλιεργειών, είναι συνδεδεμένες με τη κεντρική μονάδα θέρμανσης (Εικόνα 7.8, Παράρτημα 1) της συγκεκριμένης μονάδας παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων (λέβητας θερμού νερού). Πρόκειται για κεντρικό σύστημα το οποίο είναι εγκατεστημένο σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο, το λεβητοστάσιο, το οποίο παράγει θερμική ενέργεια μέσω της καύσης ορυκτού καυσίμου και συγκεκριμένα **μαζούτ**. Η θερμική ενέργεια που παράγεται από την καύση θερμαίνει το νερό που υπάρχει στον λέβητα το οποίο με την βοήθεια ενός κυκλοφορητή διανέμεται σε ένα δίκτυο σωληνώσεων και μεταφέρεται στο θερμοκήπιο, στον χώρο του οποίου υπάρχουν εγκατεστημένες οι τερματικές μονάδες (αερόθερμα Fan-Coil), (Εικόνα 7.9, Παράρτημα 1), τα οποία διαθέτουν ανεμιστήρα και μεταλλάκτη. Οι σωληνώσεις οδηγούν το νερό στο αερόθερμα και ο ανεμιστήρας οδηγεί τον αέρα στον μεταλλάκτη ο οποίος θερμαίνεται με συναγωγή καθώς διέρχεται από αυτόν και διοχετεύεται στον χώρο του θερμοκηπίου. Επίσης το θερμό νερό που μεταφέρεται στο θερμοκήπιο θερμαίνει τον χώρο μέσω εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας από τις σωληνώσεις. Τέλος το νερό ψύχεται και επιστρέφει στον λέβητα για να θερμανθεί και να επανακυκλοφορήσει.

Για την παραγωγή θερμικής ενέργειας χρησιμοποιείται λέβητας νερού υψηλών θερμοκρασιών (60-90 °C) ονομαστικής θερμικής ισχύος 600 MCal/h (=696 kW) με πιεστικό καυστήρα ηλεκτρικής κατανάλωσης 9 kW. Η κυκλοφορία του ζεστού νερού γίνεται με την βοήθεια κυκλοφορητή του οποίου η ονομαστική ισχύς είναι 0,55 kW. Οι τερματικές μονάδες Fan-Coil είναι 3 των 49 kW και 0,34 kW θερμικής και ηλεκτρικής ισχύος, αντίστοιχα και 9 των 21 kW και 0,134 kW θερμικής και ηλεκτρικής ισχύος, αντίστοιχα. Άρα η ονομαστική θερμική ισχύς των τερματικών μονάδων είναι 336 kW, ενώ η ονομαστική ηλεκτρική ισχύς τους 2,23 kW.

Υδρολίπανση

Σε όλες τις καλλιέργειες εφαρμόζεται ανοικτό σύστημα υδροπονίας (Εικόνα 7.10, Παράρτημα 1), με σύγχρονη κεφαλή υδρολίπανσης (Εικόνα 7.11, Παράρτημα 1). Η συγκεκριμένη κεφαλή υδρολίπανσης εισάγει καθαρό νερό και πυκνά διαλύματα σε κάδο ανάμιξης με βάση την EC του διαλύματος που προκύπτει. Το σύστημα υδρολίπανσης περιλαμβάνει επίσης έναν κάδο ανάμιξης για την παρασκευή των πυκνών διαλυμάτων (Εικόνα 7.12, Παράρτημα 1) και πέντε δεξαμενές όγκου 1000 l από πολυαιθυλένιο (PE) (Εικόνα 7.13, Παράρτημα 1), για την αποθήκευσή τους. Πιο συγκεκριμένα, η κεφαλή υδρολίπανσης τραβάει με εγχυτήρες τα πυκνά διαλύματα από τις δεξαμενές και τα αραιώνει στον κάδο ανάμιξης πριν την τροφοδοσία της καλλιέργειας με αυτά. Οι κεφαλές υδρολίπανσης που βασίζονται στην ανάμιξη πυκνών διαλυμάτων και νερού σε έναν κάδο σε αναλογίες που καθορίζονται με βάση την EC και το pH του εξερχόμενου διαλύματος λειτουργούν ταχύτατα και με ικανοποιητική αξιοπιστία όσον αφορά την επίτευξη των επιθυμητών τιμών EC και pH [33].

Εξαιτίας της φύσης του ανοιχτού υδροπονικού συστήματος, το διάλυμα απορροής απορρίπτεται στο περιβάλλον.

Άρδευση: Για την άρδευση χρησιμοποιούνται ηλεκτροκίνητες αντλίες και το νερό αντλείται από το υπέδαφος μέσω γεώτρησης (υπόγεια ύδατα). Για τη διανομή του νερού άρδευσης χρησιμοποιούνται σωλήνες και σταλάκτες για στάγδην άρδευση από πολυαιθυλένιο (PE).

Λίπανση: Εφαρμόζεται τόσο βασική όσο και επιφανειακή λίπανση. Σχετικά με τη βασική λίπανση, το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται (τύρφη) έχει ισορροπημένο pH και είναι εμπλουτισμένο με λιπάσματα. Οι προσθήκες που έχουν γίνει για την ισορρόπηση του pH της τύρφης φαίνονται στον πίνακα 5.1. Σχετικά με την επιφανειακή λίπανση, είναι συγκεκριμένη για κάθε καλλιέργεια. Τα συνθετικά λιπάσματα, το φυτώριο τα προμηθεύεται από εργοστάσιο παραγωγής λιπασμάτων στην Θεσσαλονίκη (μέση απόσταση 490km) και μεταφέρονται με φορτηγό μεσαίου μεγέθους. Οι άδειες συσκευασίες των προϊόντων συνθετικών λιπασμάτων για την επιφανειακή λίπανση απορρίπτονται σε κάδους ανακύκλωσης.

Πίνακας 5.1. Μακροστοιχεία και τα επίπεδα δοσολογίας τους για τη βασική λίπανση της καλλιέργειας

Μακροστοιχεία	Επίπεδα δοσολογίας
pH value (CaCl ₂ , v/v 1:2.5)	5,5-6,0
Fertilizer level (g/l)	1,0
Nitrogen (mg N/l)	140
Phosphorus (mg P ₂ O ₅ /l)	160
Potassium (mgK ₂ O/l)	180

Φυτοπροστασία

Η εφαρμογή των προϊόντων φυτοπροστασίας στη συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής καλλωπιστικών φυτών πραγματοποιείται με 3 πρακτικές: 1) στάγδην άρδευση (εντομοκτόνα), 2) ψεκάσμος (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ρυθμιστές ανάπτυξης) και 3) εξαπόλυση ωφέλιμων παρασιτοειδών εντόμων.

Στην καλλιέργεια ποϊνσέττίας στο γυάλινο θερμοκήπιο, εφαρμόστηκαν όλες οι πρακτικές φυτοπροστασίας, ενώ στην καλλιέργεια ποϊνσέττίας στο πλαστικό θερμοκήπιο, εφαρμόστηκαν όλες χωρίς την παρουσία ρυθμιστών ανάπτυξης. Στην καλλιέργεια γερανιού στο πλαστικό θερμοκήπιο, εφαρμόστηκε μόνο ψεκάσμος εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων.

Εφαρμογή με στάγδην άρδευση: Πραγματοποιείται διάλυση του σκευάσματος φυτοπροστασίας σε νερό και τροφοδοσία στα φυτά μέσω του συστήματος άρδευσης με την βοήθεια δοσομετρικής αντλίας (Εικόνα 7.14, Παράρτημα 1) η οποία όμως δεν καταναλώνει κάποια μορφή ενέργειας (λειτουργεί παλμικά ανάλογα με την ροή του νερού). Πιο συγκεκριμένα, οι αντλίες άρδευσης εξασφαλίζουν την ροή του νερού στο δίκτυο το οποίο περνά μέσα από την δοσομετρική αντλία και με την παλμική κίνηση που προκαλείται σε αυτήν γίνεται αναρρόφηση του πυκνού διαλύματος φαρμάκου. Το πυκνό διάλυμα φαρμάκου αναμιγνύεται μέσα στην δοσομετρική με νερό και εξέρχεται από αυτήν διαλυμένο στην επιθυμητή αναλογία.

Εφαρμογή με ψεκάσμο: Χρησιμοποιούνται δύο ψεκαστικά μηχανήματα. Το πρώτο είναι ένας νεφελοψεκαστήρας (Wan Jet F30, Εικόνα 7.15, Παράρτημα 1), ο οποίος συνδέεται με μέση ωριαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης των 1370Watt. Το δεύτερο είναι ψεκαστικό μηχάνημα παλαιότερης τεχνολογίας (Εικόνα 7.16, Παράρτημα 1), βενζινοκίνητο, με μέση ωριαία κατανάλωση βενζίνης της τάξης των 0,8 l.

Εξαπόλυση ωφέλιμων παρασιτοειδών εντόμων: Χρησιμοποιούνται χάρτινα καρτελάκια που περιέχουν αριθμό παρασιτισμένων προνυμφών από ωφέλιμα παρασιτοειδή.

Μεταφορά ανθοκομικών προϊόντων και διακίνηση

Η μεταφορά των 3 προϊόντων που εξετάζονται έγινε με ιδιόκτητα φορτηγά της εταιρείας (Εικόνα 7.17, Παράρτημα 1) και η διακίνησή τους έγινε μέσω της Κεντρικής Ανθαγοράς του Συνεταιρισμού Φυτωριούχων Αττικής. Η απόσταση μεταξύ του φυτωρίου και της Κεντρικής Ανθαγοράς του Συνεταιρισμού Φυτωριούχων Αττικής είναι 41,5km. Τα φορτηγά έχουν 12 τόνους μκτό φορτίο και πρότυπο εκπομπών EURO 5.

5.2.2 Ειδικά χαρακτηριστικά παραγωγής μελετώμενων προϊόντων

Προϊόν 1 – Ποϊνσέττια σε πλαστική γλάστρα αναπτυσσόμενη σε γυάλινο θερμοκήπιο (EP3G)

Στην περίπτωση του προϊόντος 1 (EP3G), το φυτώριο καλλιέργησε 8500 φυτά ποϊνσέττιας, σε γλάστρες όγκου 3 l (Εικόνα 7.18, Παράρτημα 1) και μέσου συνολικού, τελικού βάρους 2,5 kg στη θερμοκηπιακή κατασκευή 1 (γυάλινο θερμοκήπιο) που περιεγράφηκε στην ενότητα 5.2.1. Η καλλιεργητική περίοδος διήρκεσε 159 ημέρες (15 Ιουλίου 2019 με 20 Δεκεμβρίου 2019). Η συνολική έκταση γης που καλύπτεται από το θερμοκήπιο περιλαμβάνει τις απαραίτητες αποστάσεις για το ικανοποιητικό αδελφωμα των φυτών καθώς και τους διαδρόμους που απαιτούνται για την επιτήρηση της καλλιέργειας και την πραγματοποίηση των καλλιεργητικών εργασιών (Εικόνα 7.19, Παράρτημα 1). Επομένως, σε κάθε φυτό αντιστοιχούσε επιφάνεια ίση με 0,23 m².

Για τη διαδικασία φύτευσης, το φυτώριο προμηθεύτηκε τα φυτά έρριζα (έρριζα μοσχεύματα, Εικόνα 7.20, Παράρτημα 1) σε χαρτοκιβώτια των 100 θέσεων από μονάδα παραγωγής έρριζων μοσχευμάτων που απέχει 2 km περίπου από το φυτώριο. Οι γλάστρες ήταν Γαλλικής προέλευσης από πολυπροπυλένιο (PP) και βάρους 47 g (Εικόνα 7.21, Παράρτημα 1). Η διαδικασία ημιαυτόματης φύτευσης διήρκεσε 4,25 ώρες και η συνολική ποσότητα diesel που καταναλώθηκε από τη χρήση του γεωργικού ελκυστήρα ήταν 3,75 kg. Μετά τη διαδικασία φύτευσης, η χάρτινη συσκευασία των μοσχευμάτων επιστρέφεται στον παραγωγό των έρριζων μοσχευμάτων για επαναχρησιμοποίηση.

Για τη **διαδικασία άρδευσης,** χρησιμοποιήθηκαν τρεις αντλίες. Η ισχύς των δύο αντλιών ήταν 5,5 kW και η τρίτη ήταν ισχύος 2,25 kW. Ο μέσος, συνολικός χρόνος χρήσης για κάθε αντλία ήταν 16,72 h. Επιπλέον, ως σωληνώσεις άρδευσης, χρησιμοποιήθηκαν 40 m σωλήνας διατομής Φ75, 100 m διατομής Φ40, 1715 m διατομής Φ20 και 8500 σταλάκτες διατομής Φ3 και μήκους 60 cm για

στάγδην άρδευση. Η συνολική ποσότητα του νερού άρδευσης που αντλήθηκε από το υπέδαφος για τις ανάγκες άρδευσης της καλλιέργειας ανήλθε σε 300,9 m³.

Σχετικά με την **επιφανειακή λίπανση** της καλλιέργειας, έγινε χρήση σύνθετων λιπασμάτων του τύπου 18-9-27 + 2MgO + TE. Η περιεκτικότητα αυτών των σύνθετων λιπασμάτων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 5.2. Με την βοήθεια της κεφαλής υδρολίπανσης, σε κάθε πότισμα εφαρμόστηκε άρδευση με θρεπτικό διάλυμα πυκνότητας ενός γραμμαρίου λιπάσματος ανά λίτρο νερού άρδευσης (1g/l).

Πίνακας 5.2. Περιεκτικότητα του σύνθετου λιπάσματος 18-9-27 + 2MgO + TE για την καλλιέργεια του προϊόντος EP3G.

Θρεπτικό συστατικό	% Σύσταση κ.β.
Άζωτο (N)	15,7% Νιτρικό, 84,3% Ουρικό
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	9%
Κάλιο (K ₂ O)	27%
Μαγνήσιο (MgO)	2%
Σίδηρος (Fe)	0,025%
Ψευδάργυρος (Zn)	0,006%
Χαλκός (Cu)	0,025%
Μολυβδαίνιο (Mo)	0,015%
Μαγγάνιο (Mn)	0,0125%
Βόριο (B)	0,0125%

Για την **προστασία** της καλλιέργειας από εχθρούς και ασθένειες πραγματοποιήθηκαν εφαρμογές με 2 εντομοκτόνα και με 1 μυκητοκτόνο. Επίσης, έγιναν εξαπολύσεις με ωφέλιμα παρασιτοειδή έντομα. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκαν εφαρμογές με ρυθμιστές ανάπτυξης. Το πρώτο σκεύασμα ήταν το Terekki 50WG (Εικόνα 7.22, Παράρτημα 1) το οποίο αποτελεί διασυστηματικό **εντομοκτόνο** με δράση ενάντια σε μυζητικά έντομα της τάξης των Ημίπτερων (Αφίδες, Αλευρώδεις). Η εφαρμογή του συγκεκριμένου σκευάσματος έγινε σε 2 δόσεις με την μέθοδο της στάγδην άρδευσης. Η δόση που εφαρμόστηκε ήταν 30 gr σκευάσματος / 100 l νερό. Η ποσότητα του νερού που χρειάστηκε ήταν 240 ml/γλάστρα ανά εφαρμογή. Το δεύτερο σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Movento 150 OD (Ελαιώδες Ελαιώρημα). Πρόκειται για ένα διασυστηματικό **εντομοκτόνο** που εμφανίζει δράση στομάχου στους εχθρούς στόχους (Εικόνα 7.23, Παράρτημα 1). Το συγκεκριμένο σκεύασμα εφαρμόστηκε 2 φορές με ψεκάσμο και με την χρήση του νεφελοψεκαστήρα (Εικόνα 7.15, Παράρτημα 1). Η δόση του ανήλθε σε 160 ml σκευάσματος στα 2016 m² που είναι και η συνολική έκταση της καλλιέργειας. Για την παρασκευή του ψεκαστικού διαλύματος και την πλύση του δοχείου, καταναλώθηκαν 12 l νερού για κάθε εφαρμογή, ενώ ο κάθε ψεκάσμος διήρκησε 2,4h. Το επόμενο σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Serenade Aso (SC) και είναι **μυκητοκτόνο** που προορίζεται για την καταπολέμηση μυκητολογικών και βακτηριολογικών προσβολών (Εικόνα 7.24, Παράρτημα 1). Η εφαρμογή του σκευάσματος πραγματοποιήθηκε με ψεκάσμο και για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το ψεκαστικό μηχάνημα παλαιάς τεχνολογίας (Εικόνα 7.16, Παράρτημα 1). Για την προετοιμασία του ψεκαστικού διαλύματος χρησιμοποιήθηκε πλαστικό βαρέλι όγκου 200 l από πολυπροπυλένιο μέσα στο οποίο διαλύθηκε το γεωργικό φάρμακο σε αναλογία 400 ml σκευάσματος / 100 l νερό. Πραγματοποιήθηκε μόνο ένας ψεκάσμος με το συγκεκριμένο σκεύασμα, με τον ψεκάσμο να διαρκεί περίπου 15 λεπτά. Επίσης, πραγματοποιήθηκε **εφαρμογή ρυθμιστικών ουσιών** για τον έλεγχο του ύψους της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκαν 2 ψεκασμοί με Cycocel (Chloromequatchloride 61,5% β/β) (Εικόνα 7.25, Παράρτημα 1), χρησιμοποιώντας το ψεκαστικό μηχάνημα παλαιάς τεχνολογίας (Εικόνα 7.16, Παράρτημα 1). Ανά ψεκάσμο, η κατανάλωση του καυσίμου ανήλθε σε 0,2 l αμόλυβδης βενζίνης, η ποσότητα του γεωργικού σκευάσματος που καταναλώθηκε σε 150 ml, ενώ η κατανάλωση του νερού σε 200 l. Τέλος, σχετικά με εξαπόλυση ωφέλιμων παρασιτοειδών, χρησιμοποιήθηκαν χάρτινα καρτελάκια (Εικόνα 7.26, Παράρτημα 1) της εταιρίας Bioline Agrosocienses τα οποία περιείχαν παρασιτισμένες προνύμφες από τα ωφέλιμα

παρασιτοειδή *Encarsia formosa* και *Eretmocerus eremicus*. Κάθε καρτελάκι περιείχε περίπου 60 άτομα. Πραγματοποιήθηκαν 2 εξαπολύσεις και για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 160 καρτελάκια.

Για τον **έλεγχο του εσωτερικού κλίματος** μέσα στο γυάλινο θερμοκήπιο (θερμοκηπιακή κατασκευή 1), ο μέσος χρόνος ημερήσιας λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα της θερμοκουρτίνας για τη μελετώμενη καλλιέργεια ήταν 804 sec, με τη χρονική περίοδο αναφοράς να είναι ίση με 81 ημέρες. Επιπλέον, ο μέσος χρόνος της ημερήσιας λειτουργίας του κινητήρα για το άνοιγμα και κλείσιμο των παραθύρων οροφής για τη μελετώμενη καλλιέργεια ήταν 380 sec με τη χρονική περίοδο αναφοράς να είναι ίση με 81 ημέρες. Ο μέσος χρόνος ημερήσιας λειτουργίας των ανεμιστήρων δυναμικού αερισμού για τη μελετώμενη καλλιέργεια, προσδιορίστηκε ίσος με 4h, με τη χρονική περίοδο αναφοράς να είναι ίση με 81 ημέρες. Τέλος, για τη θέρμανση του θερμοκηπίου, η χρονική περίοδος αναφοράς για τη μελετώμενη καλλιέργεια είναι 95 ημέρες (17/9/2019 – 20/12/2019), με την κατανάλωση μαζούτ για αυτή την περίοδο να ανέρχεται σε 4000 kg.

Για τη μεταφορά του προϊόντος EP3G από τις εγκαταστάσεις του φυτωρίου στην Κεντρική Ανθαγορά πραγματοποιήθηκαν 5,9 διαδρομές – δρομολόγια. Το φορτηγό ιδιωτικής χρήσης της εταιρείας που χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό αυτό κατανάλωσε για κάθε διαδρομή 21,75 l πετρελαίου (diesel).

Προϊόν 2 – Ποϊνσέττια σε πλαστική γλάστρα αναπτυσσόμενη σε πλαστικό θερμοκήπιο (EP0.68P)

Στην περίπτωση του προϊόντος 2 (EP0.68P), το φυτώριο καλλιέργησε 17500 φυτά ποϊνσέττιας σε μικρές γλάστρες όγκου 0,68 l (Εικόνα 7.27, Παράρτημα 1) και μέσου συνολικού, τελικού βάρους 0,6 kg στη θερμοκηπιακή κατασκευή 2 (πλαστικό θερμοκήπιο) που περιεγράφηκε στην ενότητα 5.2.1. Η καλλιεργητική περίοδος διήρκεσε 111 ημέρες (01 Σεπτέμβρη 2019 με 20 Δεκεμβρίου 2019). Η συνολική έκταση γης που καλύπτεται από το θερμοκήπιο περιλαμβάνει τις απαραίτητες αποστάσεις για το ικανοποιητικό αδελφωμα των φυτών καθώς και τους διαδρόμους που απαιτούνται για την επιτήρηση της καλλιέργειας και την πραγματοποίηση των καλλιεργητικών εργασιών (Εικόνα 7.28, Παράρτημα 1). Επομένως, σε κάθε φυτό αντιστοιχούσε επιφάνεια ίση με 0,06 m².

Για τη διαδικασία φύτευσης, το φυτώριο προμηθεύτηκε τα φυτά έρριζα (έρριζα μοσχεύματα, (Εικόνα 7.29, Παράρτημα 1) σε χαρτοκιβώτια των 100 θέσεων από μονάδα παραγωγής έρριζων μοσχευμάτων που απέχει 2km περίπου από το φυτώριο. Οι γλάστρες ήταν Γερμανικής προέλευσης από πολυπροπυλένιο (PP), διαμέτρου 12cm και βάρους 17 g. Η διαδικασία ημιαυτόματης φύτευσης διήρκεσε 8,75 ώρες και η συνολική ποσότητα diesel που καταναλώθηκε από τη χρήση του γεωργικού ελκυστήρα ήταν 7,7 kg. Μετά τη διαδικασία φύτευσης, η χάρτινη συσκευασία των μοσχευμάτων επιστρέφεται στον παραγωγό των έρριζων μοσχευμάτων για επαναχρησιμοποίηση.

Για τη **διαδικασία άρδευσης**, χρησιμοποιήθηκαν τρεις αντλίες. Η ισχύς των δύο αντλιών ήταν 5,5 kW και η τρίτη ήταν ισχύος 2,25 kW. Ο μέσος, συνολικός χρόνος χρήσης για κάθε αντλία ήταν 9,24 h. Επιπλέον, ως σωληνώσεις άρδευσης, χρησιμοποιήθηκαν 65m σωλήνας διατομής Φ63, 70m διατομής Φ40, 1340m διατομής Φ20 και 17500 σταλάκτες διατομής Φ3 και μήκους 60cm για στάγδην άρδευση. Σχετικά με την ποσότητα ύδατος άρδευσης, η μέση ημερήσια κατανάλωση για κάθε γλάστρα ήταν 100 ml, με τη συνολική διάρκεια άρδευσης για τη μελετώμενη καλλιέργεια να είναι 95 ημέρες. Επομένως, η συνολική ποσότητα του νερού άρδευσης που αντλήθηκε από το υπέδαφος για τις ανάγκες άρδευσης της καλλιέργειας ανήλθε σε 166,25 m³.

Σχετικά με την **επιφανειακή λίπανση** της καλλιέργειας, έγινε χρήση σύνθετων λιπασμάτων του τύπου 18-9-27 + 2MgO + TE, ακριβώς όπως περιεγράφηκε και για την επιφανειακή λίπανση του προϊόντος EP3G (1 g προϊόντος ανά λίτρο ύδατος άρδευσης, Πίνακας 5.2).

Για την **προστασία της καλλιέργειας από εχθρούς και ασθένειες** πραγματοποιήθηκαν 2 εφαρμογές με 2 εντομοκτόνα και με 1 μυκητοκτόνο. Επίσης, έγιναν εξαπολύσεις με ωφέλιμα παρασιτοειδή έντομα. Για τα **εντομοκτόνα**, το πρώτο σκεύασμα ήταν και στην περίπτωση αυτή το Terekki 50 WG, το οποίο εφαρμόστηκε σε 2 δόσεις με στάγδην άρδευση και κατά τα αναγραφόμενα για το προϊόν EP3G (δηλ. 30g σκευάσματος / 100 l νερό). Το δεύτερο σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν, και στην περίπτωση αυτή, το Movento 150 OD. Το συγκεκριμένο σκεύασμα εφαρμόστηκε 1 φορά, με ψεκάσμο και με την χρήση του νεφελοψεκαστήρα Wan Jet F30. Η δόση του ανήλθε σε 80 ml σκευάσματος στα 1051m² συνολικής έκτασης της καλλιέργειας. Για την παρασκευή του ψεκαστικού διαλύματος και την πλύση του δοχείου ύδατος, καταναλώθηκαν 12 lt ύδατος και ο ψεκάσμος διήρκησε συνολικά 2,4h. Για τα **μυκητοκτόνα**, χρησιμοποιήθηκε και στην περίπτωση αυτή το σκεύασμα Serenade Aso (SC). Πραγματοποιήθηκε 1 ψεκάσμος με το συγκεκριμένο σκεύασμα χρησιμοποιώντας το ψεκαστικό μηχάνημα παλαιάς τεχνολογίας (Εικόνα 7.16, Παράρτημα 1), ακολουθώντας τη διαδικασία παρασκευής ψεκαστικού διαλύματος του σκευάσματος αυτού που περιεγράφηκε για το προϊόν EP3G (δηλ. 400ml σκευάσματος / 100lt ύδατος). Ο ψεκάσμος με το ψεκαστικό αυτό διάλυμα, διήρκησε περίπου 7,5min. Τέλος, σχετικά με εξαπόλυση ωφέλιμων παρασιτοειδών, χρησιμοποιήθηκαν χάρτινα καρτελάκια της εταιρίας Bioline Agrosocienses, όπως και στην περίπτωση του προϊόντος EP3G. Κάθε καρτελάκι περιείχε περίπου 60 άτομα. Πραγματοποιήθηκαν 2 εξαπολύσεις και για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 80 καρτελάκια.

Για τον **έλεγχο του εσωτερικού κλίματος** μέσα στο πλαστικό θερμοκήπιο (θερμοκηπιακή κατασκευή 2), ο μέσος χρόνος της ημερήσιας λειτουργίας του κινητήρα για το άνοιγμα και κλείσιμο των παραθύρων οροφής για τη μελετώμενη καλλιέργεια ήταν 44sec με τη χρονική περίοδο αναφοράς να είναι ίση με 81 ημέρες. Ο μέσος χρόνος ημερήσιας λειτουργίας των ανεμιστήρων δυναμικού αερισμού για τη μελετώμενη καλλιέργεια, προσδιορίστηκε ίσος με 4h, με τη χρονική περίοδο αναφοράς να είναι ίση με 81 ημέρες. Τέλος, για τη θέρμανση του θερμοκηπίου, η χρονική περίοδος αναφοράς για τη μελετώμενη καλλιέργεια είναι 95 ημέρες (17/9/2019 – 20/12/2019), με την κατανάλωση μαζούτ για αυτή την περίοδο να ανέρχεται σε 2500kg.

Για τη **μεταφορά** του προϊόντος EP0.68P από τις εγκαταστάσεις του φυτώριου στην Κεντρική Ανθαγορά πραγματοποιήθηκαν 2 διαδρομές – δρομολόγια. Το φορτηγό ιδιωτικής χρήσης της εταιρείας που χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό αυτό κατανάλωσε για κάθε διαδρομή 21,75lt πετρελαίου (diesel).

Προϊόν 3 – Γεράνι σε πλαστική γλάστρα αναπτυσσόμενο σε πλαστικό θερμοκήπιο (P22.2P)

Στην περίπτωση του προϊόντος 3 (P22.2P), το φυτώριο καλλιέργησε 17500 φυτά γερανιού σε γλάστρες όγκου 2,2 l (Εικόνα 7.30, Παράρτημα 1) και μέσου συνολικού, τελικού βάρους 1,8 kg, στη θερμοκηπιακή κατασκευή 2 (πλαστικό θερμοκήπιο) που περιεγράφηκε παραπάνω. Η καλλιεργητική περίοδος διήρκεσε 83 ημέρες (11 Δεκεμβρίου 2019 με 3 Μαρτίου 2020) και ακολούθησε την καλλιεργητική περίοδο του προϊόντος EP0.68P. Όπως και για το προϊόν EP0.68P, σε κάθε φυτό αντιστοιχούσε επιφάνεια ίση με 0,06m².

Για τη διαδικασία φύτευσης, το φυτώριο προμηθεύτηκε τα φυτά έρριζα (έρριζα μοσχεύματα, Εικόνα 5.30) σε πλαστικές θήκες των 100 θέσεων από μονάδα παραγωγής έρριζων μοσχευμάτων που απέχει 2km περίπου από το φυτώριο. Οι γλάστρες ήταν Ελληνικής προέλευσης από πολυπροπυλένιο (PP), διαμέτρου 15cm και βάρους 60 g. Η διαδικασία ημιαυτόματης φύτευσης

διήρκεσε 8,75 h και η συνολική ποσότητα diesel που καταναλώθηκε από τη χρήση του γεωργικού ελκυστήρα ήταν 7,7 kg. Μετά τη διαδικασία φύτευσης, η πλαστική συσκευασία των μοσχευμάτων επιστρέφεται στον παραγωγό των έρριζων μοσχευμάτων για επαναχρησιμοποίηση.

Για τη **διαδικασία άρδευσης**, χρησιμοποιήθηκαν τρεις αντλίες, σε αντιστοιχία με το προϊόν ΕΡ0.68Ρ. Ο μέσος, συνολικός χρόνος χρήσης για κάθε αντλία ήταν 13,9 h. Επιπλέον, οι σωληνώσεις άρδευσης, ήταν σε αντιστοιχία με το προϊόν ΕΡ0.68Ρ. Σχετικά με την ποσότητα ύδατος άρδευσης, η μέση ημερήσια κατανάλωση για κάθε γλάστρα ήταν 220 ml, με τη συνολική διάρκεια άρδευσης για τη μελετώμενη καλλιέργεια να είναι 65 ημέρες. Επομένως, η συνολική ποσότητα του νερού άρδευσης που αντλήθηκε από το υπέδαφος για τις ανάγκες άρδευσης της καλλιέργειας ανήλθε σε 250,25 m³.

Σχετικά με την **επιφανειακή λίπανση** της καλλιέργειας, έγινε χρήση σύνθετων λιπασμάτων του τύπου 30-10-10 + 2MgO + TE για τις πρώτες 40 εφαρμογές (δηλ. ημέρες) άρδευσης και του τύπου 10-10-30 +2MgO + TE για τις επόμενες 25 εφαρμογές άρδευσης. Ο Πίνακας 5.3 παρουσιάζει την περιεκτικότητα των λιπασμάτων τύπου 30-10-10 + 2MgO + TE και 10-10-30 +2MgO + TE. Με την βοήθεια της κεφαλής υδρολίπανσης, σε κάθε πότισμα εφαρμόστηκε άρδευση με θρεπτικό διάλυμα πυκνότητας ενός γραμμαρίου λιπάσματος ανά λίτρο ύδατος άρδευσης (1 g/l) και για τους δύο τύπους σύνθετων λιπασμάτων.

Πίνακας 5.3. Περιεκτικότητα των σύνθετων λιπασμάτων 30-10-10 + 2MgO + TE και 10-10-30 +2MgO + TE.

Θρεπτικό συστατικό	% Σύσταση κ.β.	
	Σύνθετο λίπασμα τύπου 30-10-10 + 2MgO + TE	Σύνθετο λίπασμα τύπου 10-10-30 +2MgO + TE
Άζωτο (N)	30% (15,7% Νιτρικό, 84,3% Ουρικό)	10% (51% Αμμωνιακό, 49% Ουρικό)
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	10%	10%
Κάλιο (K ₂ O)	10%	30%
Μαγνήσιο (MgO)	2%	2%
Σίδηρος (Fe)	0,025%	0,025%
Ψευδάργυρος (Zn)	0,006%	0,006%
Χαλκός (Cu)	0,025%	0,025%
Μολυβδαίνιο (Mo)	0,015%	0,015%
Μαγγάνιο (Mn)	0,0125%	0,0125%
Βόριο (B)	0,0125%	0,0125%

Για την **προστασία της καλλιέργειας από εχθρούς και ασθένειες** πραγματοποιήθηκαν εφαρμογές με 1 εντομοκτόνο και με 1 μυκητοκτόνο. Το εντομοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το σκεύασμα Movento 150 OD. Το συγκεκριμένο σκεύασμα εφαρμόστηκε 1 φορά, με ψεκασμό και με την χρήση του νεφελοψεκαστήρα Wan Jet F30. Η δόση του ανήλθε σε 80 ml σκευάσματος στα 1051m² συνολικής έκτασης της καλλιέργειας. Για την παρασκευή του ψεκαστικού διαλύματος και την πλύση του δοχείου ύδατος, καταναλώθηκαν 12 l ύδατος και ο ψεκασμός διήρκεσε συνολικά 2,4h. Το **μυκητοκτόνο** που χρησιμοποιήθηκε και στην περίπτωση αυτή ήταν το σκεύασμα Serenade Aso (SC). Πραγματοποιήθηκε 1 ψεκασμός με το συγκεκριμένο σκεύασμα χρησιμοποιώντας το ψεκαστικό μηχάνημα παλαιάς τεχνολογίας (Εικόνα 5.16), ακολουθώντας τη διαδικασία παρασκευής ψεκαστικού διαλύματος του σκευάσματος αυτού που περιεγράφηκε για τα προϊόντα ΕΡ3G και ΕΡ0.68Ρ (δηλ. 400 ml σκευάσματος / 100 l ύδατος). Ο ψεκασμός με το ψεκαστικό αυτό διάλυμα, διήρκεσε περίπου 7,5 min.

Για τον **έλεγχο του εσωτερικού κλίματος** μέσα στο πλαστικό θερμοκήπιο (θερμοκηπιακή κατασκευή 2), ο μέσος χρόνος της ημερήσιας λειτουργίας του κινητήρα για το άνοιγμα και κλείσιμο των παραθύρων οροφής για τη μελετώμενη καλλιέργεια ήταν 44sec με τη χρονική περίοδο αναφοράς να είναι ίση με 83 ημέρες. Ο μέσος χρόνος ημερήσιας λειτουργίας των ανεμιστήρων δυναμικού αερισμού για τη μελετώμενη καλλιέργεια, προσδιορίστηκε ίσος με 4h, με τη χρονική

περίοδο αναφοράς να είναι ίση με 83 ημέρες. Τέλος, για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια, δεν πραγματοποιήθηκε θέρμανση του θερμοκηπίου.

Για τη **μεταφορά** του προϊόντος PZ2.2P από τις εγκαταστάσεις του φυτωρίου στην Κεντρική Ανθαγορά πραγματοποιήθηκαν 5 διαδρομές – δρομολόγια. Το φορτηγό ιδιωτικής χρήσης της εταιρείας που χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό αυτό κατανάλωσε για κάθε διαδρομή 21,75 l πετρελαίου (diesel).

Ο Πίνακας 5.4 συγκεντρώνει τα χαρακτηριστικά για τις πρακτικές παραγωγής οι οποίες εφαρμόστηκαν στα τρία μελετώμενα θερμοκηπιακά, ανθοκομικά προϊόντα.

Πίνακας 5.4. Συγκέντρωση χαρακτηριστικών πρακτικών παραγωγής για τα τρία μελετώμενα θερμοκηπιακά, ανθοκομικά προϊόντα (EP3G, EP0.68P και PZ2.2P).

	Προϊόν EP3G	Προϊόν EP0.68P	Προϊόν PZ2.2P
Χαρακτηριστικά			
Μέσο συνολικό βάρος	2,5 kg	0,6 kg	1,8 kg
Φύτευση			
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (φυτευτική μηχανή)	7,86 kWh	16,19 kWh	16,19 kWh
Κατανάλωση καυσίμου (diesel), γεωργικός ελκυστήρας			
Άρδευση			
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (αντλίες άρδευσης)	221,54 kWh	122,38 kWh	184,18 kWh
Σωληνώσεις PE	40m, Φ75 100m, Φ40 1715m, Φ20	65m, Φ63 70m, Φ40 1340m, Φ20	65m, Φ63 70m, Φ40 1340m, Φ20
Σταλάκτες PE	8500, 60cm, Φ3	17500, 60cm, Φ3	17500, 60cm, Φ3
Κατανάλωση ύδατος	300,9m ³	166,25m ³	250,25m ³
Λίπανση			
Κατανάλωση σύνθετου λιπάσματος	300,9 kg (18-9-27 + 2MgO + TE)	166,25 kg (18-9-27 + 2MgO + TE)	154,0 kg (30-10-10 + 2MgO + TE) 96,25 kg (10-10-30 + 2MgO + TE)
Φυτοπροστασία			
Κατανάλωση φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων	1224 g (Tepekki 50WG) 320 ml (Movento 150 OD) 800 ml (Serenade Aso (SC)) 300 ml (Cycocel)	1050 g (Tepekki 50WG) 80 ml (Movento 150 OD) 400 ml (Serenade Aso (SC))	80 ml (Movento 150 OD) 400 ml (Serenade Aso (SC))
Κατανάλωση ύδατος (ψεκασμός)	24 l (Movento 150 OD) 200 l (Serenade Aso (SC)) 400 l (Cycocel)	12 l (Movento 150 OD) 100 l (Serenade Aso (SC))	12 l (Movento 150 OD) 100 l (Serenade Aso (SC))
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (ψεκασμός)	6,58 kWh (Movento 150 OD)	3,29 kWh (Movento 150 OD)	3,29 kWh (Movento 150 OD)
Κατανάλωση καυσίμου (ψεκασμός)	0,2 l αμόλυβδη βενζίνη (Serenade Aso (SC))	0,1 l αμόλυβδη βενζίνη (Serenade Aso (SC))	0,1 l αμόλυβδη βενζίνη (Serenade Aso (SC))

	0,4 l αμόλυβδη βενζίνη (Cycocel)	80 συσκευασίες	
Εξαπόλυση ωφέλιμων εντόμων	160 συσκευασίες 9600 ωφέλιμα έντομα	4800 ωφέλιμα έντομα	
Έλεγχος κλίματος			
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (θερμοκουρτίνα)	6,69 kWh	-	-
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (άνοιγμα και κλείσιμο παραθύρων οροφής θερμοκηπίου)	2,14 kWh	1,44 kWh	1,47 kWh
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (λειτουργία των ανεμιστήρων δυναμικού αερισμού θερμοκηπίου)	629,86 kWh	279,94 kWh	286,85 kWh
Κατανάλωση μαζούτ (θέρμανση)	4000 kg	2500 kg	-
Μεταφορά προϊόντος στην Κεντρική Ανθαγορά			
Κατανάλωση diesel	128,33 l	43,5 l	108,75 l

5.3 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης

5.3.1 Αντικείμενο (πεδίο εφαρμογής)

5.3.1.1 Λειτουργία και ροές αναφοράς

Η βασική λειτουργία που επιτελούν τα προϊόντα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P είναι η διακόσμηση των χώρων στους οποίους τοποθετούνται από τον τελικό αγοραστή [34]. Ωστόσο, το να εκφραστούν τα αποτελέσματα ως προς μια μονάδα η οποία να περιγράφει τη συγκεκριμένη λειτουργία, εμπεριέχει δυσκολίες. Έτσι, επιλέχθηκε να εκφραστούν τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής ως προς τη ροή αναφοράς [35], χωρίς την οποία είναι αδύνατη η εκπλήρωση της συγκεκριμένης λειτουργίας διακόσμησης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η ροή αναφοράς ορίζεται ως η ροή των προϊόντων EP3G, EP0.68P και PZ2.2P στο σημείο πώλησης, μετά το τέλος των καλλιεργητικών περιόδων που μελετήθηκαν. Τα προϊόντα αυτά τροφοδοτούνται στο σημείο πώλησης ως ζώντα φυτά με τη γλάστρα. Δύο διαφορετικές ροές αναφοράς μπορούν να διακριθούν: α) ο συνολικός αριθμός των γλαστρών (pots) και β) η καθαρή συνολική ποσότητα φυτικής βιομάζας (σε kg). Η πρώτη επιλέχθηκε ως η άμεσα μετρήσιμη εκροή των τριών μελετώμενων συστημάτων αλυσίδας τροφοδοσίας, ενώ η δεύτερη ως κοινή, εύκολα υπολογίσιμη εκροή και για τις τρεις αλυσίδες, η οποία θα επιτρέψει τη σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων περιβαλλοντικής επίδοσης των αλυσίδων αυτών [36]. Ανά γλάστρα μια τέτοια σύγκριση δεν έχει νόημα, εξαιτίας του διαφορετικού μεγέθους των γλαστρών των προϊόντων EP3G, EP0.68P και PZ2.2P.

5.3.1.2 Στόχος της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξεταστεί ο κύκλος ζωής της παραγωγής και διακίνησης ανθοκομικών προϊόντων και συγκεκριμένα της ποϊνσέτίας (*Euphorbia pulcherrima*) και του γερανιού (*Pelargonium zonale*) και να αξιολογηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ώστε να γίνει μία αποτίμηση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης που προέρχεται από αυτή τη διαδικασία. Επιπλέον, στη μελέτη αυτή, θα εντοπιστούν τα σημεία στα διαδοχικά στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος τα οποία επιδέχονται βελτίωσης ώστε αυτό να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων από τη μεριά της εταιρίας. Επιμέρους στόχοι είναι: α) η σύγκριση της περιβαλλοντικής επίδοσης της παραγωγής ποϊνσέτίας σε δύο διαφορετικά θερμοκήπια και εξέταση των αιτιών διαφοροποίησης και β) η σύγκριση μεταξύ της περιβαλλοντικής επίδοσης της παραγωγής ποϊνσέτίας και της παραγωγής γερανιού στο ίδιο θερμοκήπιο και εξέταση των αιτιών διαφοροποίησης.

Πιο μακροπρόθεσμος στόχος είναι η εφαρμογή στρατηγικών για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί η παραγωγική διαδικασία και η χάραξη μιας πολιτικής διαχείρισης των πρώτων υλών που θα ελαχιστοποιήσει το περιβαλλοντικό κόστος ενώ παράλληλα θα έχει και οικονομικό όφελος για την επιχείρηση.

Δεδομένου ότι τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της μελέτης συλλέχθηκαν από τον υπεύθυνο παραγωγής της εταιρίας, ενώ παράλληλα υπήρξε στενή συνεργασία τόσο με τους προμηθευτές των πρώτων υλών, όσο και με τους διακινητές του τελικού προϊόντος, διακρίνονται από αντιπροσωπευτικότητα και ακρίβεια.

5.3.1.3 Καθορισμός ορίων συστήματος

Ο τομέας της παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων είναι ένα μεγάλο σύστημα και αποτελείται από πολλά τμήματα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε ανθοκομικά φυτά που καλλιεργούνται σε γλάστρα, μέσα σε θερμοκήπιο και τυπικά πωλούνται **ως ζώντα φυτά με την γλάστρα**.

Η παρούσα μελέτη παρακολουθεί όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος από την φύτευση και καλλιέργειά τους μέχρι και τη μεταφορά τους στο υποκατάστημα της επιχείρησης στην ανθαγορά του Συνεταιρισμού Φυτωριούχων Αττικής για την διάθεσή τους στους αγοραστές.

Επομένως, επιλέχθηκε μια προσέγγιση «cradle-to-point-of-sale» και ως εκ τούτου λήφθηκε υπόψη το σύνολο της αλυσίδας τροφοδοσίας για τα τρία προϊόντα μέχρι και την τροφοδοσία τους στο σημείο πώλησης. Ως επακόλουθο, μελετήθηκαν τρία συστήματα τα οποία αντιστοιχούν στις αλυσίδες τροφοδοσίας των προϊόντων EP3G, EP0.68P και PZ2.2P. Για να διευκολυνθεί η ερμηνεία και συζήτηση των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός του συστήματος της αλυσίδας τροφοδοσίας σε 9 υποσυστήματα, εφαρμόζοντας τον τρόπο σκέψης των Torrellas et al. [37]:

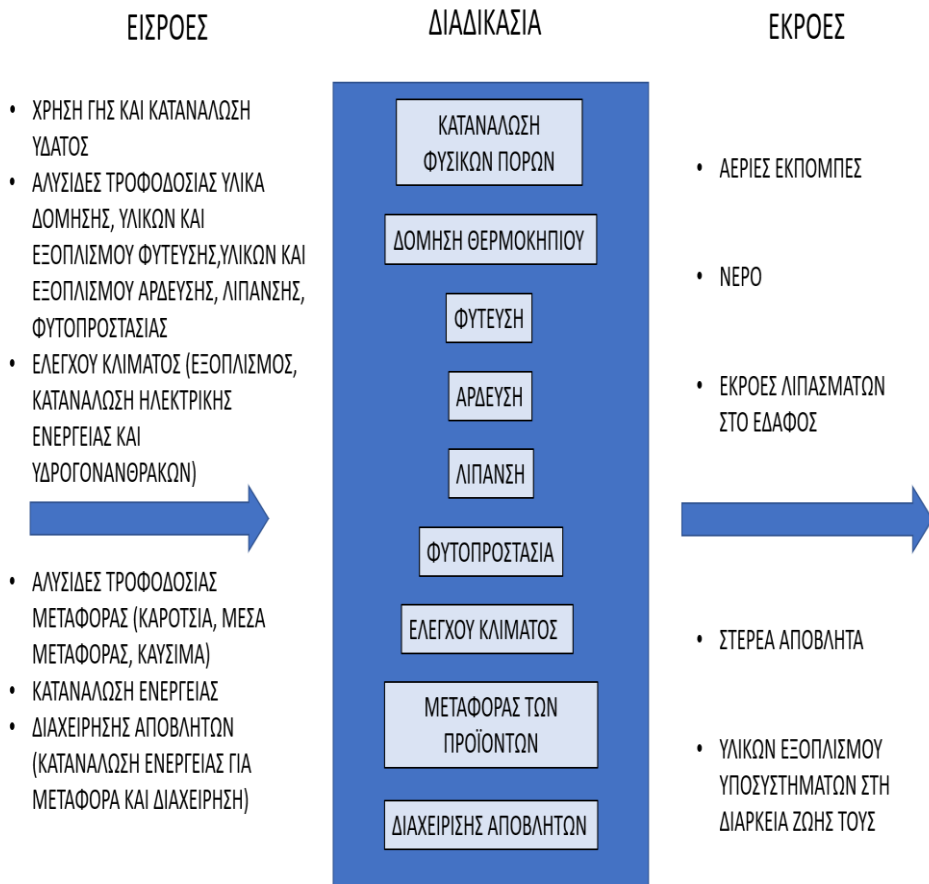
- 1) **Ελεγχόμενων διεργασιών από τον ιδιοκτήτη του φυτωρίου:** συμπεριλαμβάνει όλες τις εισροές φυσικών πόρων και εκροές εκπομπών (σε αέρα, ύδατα και έδαφος) που συνδέονται με την παραγωγική διαδικασία των φυτών μέσα στη θερμοκηπιακή κατασκευή (δηλ. με την καθορισμένη ροή αναφοράς) καθώς και τις αέριες εκπομπές λόγω μεταφοράς του προϊόντος στο σημείο πώλησης. Στις εισροές πόρων συμπεριλαμβάνονται η χρήση γης, η κατανάλωση ύδατος μέσω γεώτρησης και το CO₂ που δεσμεύεται από τα φυτά κατά την ανάπτυξή τους μέσα στο θερμοκήπιο. Στις εκροές εκπομπών σε αέρα, συμπεριλαμβάνονται οι εκπομπές λόγω χρήσης καυσίμων για τις ανάγκες των διαφόρων διεργασιών (φόρτωση τύρφης με ελκυστήρα κατά τη φύτευση, ψεκάσμος φυτοπροστατευτικού προϊόντος, καύση μαζούτ για θέρμανση του θερμοκηπίου) καθώς και οι εκπομπές αζωτούχων ενώσεων (N₂O, NH₃) εξαιτίας της εφαρμογής των προϊόντων βασικής και επιφανειακής λίπανσης. Στις εκροές εκπομπών σε ύδατα, συμπεριλαμβάνονται οι ενώσεις νιτρικών (NO₃⁻) και φωσφορικών (PO₄³⁻) ανιόντων λόγω βασικής και επιφανειακής λίπανσης. Τέλος, στις εκροές εκπομπών στο έδαφος, συμπεριλαμβάνονται οι σχετικές ροές δραστικών ουσιών εξαιτίας της εφαρμογής φυτοπροστατευτικών προϊόντων.
- 2) **Εισροών για τη φύτευση:** συμπεριλαμβάνει τις αλυσίδες τροφοδοσίας στο φυτώριο: α) του εξοπλισμού φύτευσης, β) της τύρφης, γ) των γλαστρών, δ) των έρριζων μοσχευμάτων, ε) του ελκυστήρα για τη διαχείριση (φόρτωση) της τύρφης, στ) του ντίζελ για τη λειτουργία του ελκυστήρα και ζ) της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στον εξοπλισμό φύτευσης. Η διεργασίες παραγωγής των γλαστρών και των έρριζων μοσχευμάτων δε λήφθηκαν υπόψη, λόγω έλλειψης διαθέσιμων δεδομένων. Ωστόσο, οι διεργασίες μεταφοράς τους στο φυτώριο συνυπολογίστηκαν.
- 3) **Εισροών για τη δόμηση της θερμοκηπιακής κατασκευής:** συμπεριλαμβάνει τις αλυσίδες τροφοδοσίας στο φυτώριο: α) των υλικών για το σκελετό, τα θεμέλια, την κάλυψη της

οροφής και των τοίχων, την εδαφοκάλυψη, τις καλωδιώσεις και το ηλεκτρονικό σύστημα της θερμοκηπιακής κατασκευής, β) του μηχανολογικού εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του θερμοκηπίου, γ) του ντίζελ που χρησιμοποιήθηκε κατά την κατασκευή του θερμοκηπίου και δ) της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε κατά την κατασκευή του θερμοκηπίου.

- 4) **Εισροών για την άρδευση:** συμπεριλαμβάνει τις αλυσίδες τροφοδοσίας στο φυτώριο: α) των υλικών μικροσωληνώσεων και drippers για το σύστημα άρδευσης, β) των υλικών σωληνώσεων διανομής ύδατος, γ) των αντλιών άρδευσης και δ) της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε στις αντλίες άρδευσης.
- 5) **Εισροών για τη λίπανση:** συμπεριλαμβάνει τις αλυσίδες τροφοδοσίας στο φυτώριο: α) των δεξαμενών λιπασμάτων και β) των συνθετικών λιπασμάτων και των συσκευασιών τους. Δε λήφθηκε υπόψη η αλυσίδα τροφοδοσίας της κεφαλής υδρολίπανσης λόγω έλλειψης σχετικών δεδομένων.
- 6) **Εισροών για τη φυτοπροστασία:** συμπεριλαμβάνει τις αλυσίδες τροφοδοσίας στο φυτώριο: α) των χημικών φυτοπροστασίας και των συσκευασιών τους, β) του εξοπλισμού ψεκασμού (2 διαφορετικοί τύποι), γ) της βενζίνης που καταναλώθηκε στον εξοπλισμό ψεκασμού και δ) της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε στον εξοπλισμό ψεκασμού. Δε λήφθηκε υπόψη η παραγωγή του σχετικού προϊόντος ωφέλιμων παρασιτοειδών εντόμων, λόγω έλλειψης δεδομένων.
- 7) **Εισροών για τον έλεγχο του κλίματος μέσα στο θερμοκήπιο:** συμπεριλαμβάνει τις αλυσίδες τροφοδοσίας στο φυτώριο: α) του εξοπλισμού του λεβητοστασίου (λήφθηκαν υπόψη σωληνώσεις και σιφόνια, ο λέβητας και η δεξαμενή καυσίμου), β) του μαζούτ ως καύσιμο για τη θέρμανση και γ) της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο τον εξοπλισμό ελέγχου κλίματος (καυστήρας λέβητα, κυκλοφορητής λέβητα, τερματικές μονάδες θέρμανσης, θερμοκουρτίνα, κινητήρας παραθύρων οροφής και ανεμιστήρες). Λόγω έλλειψης δεδομένων, δε συνυπολογίστηκαν οι αλυσίδες τροφοδοσίας για τον εξοπλισμό τερματικών μονάδων θέρμανσης, θερμοκουρτίνας, κινητήρων παραθύρων οροφής και ανεμιστήρων.
- 8) **Εισροών για τη μεταφορά των προϊόντων στο σημείο πώλησης:** συμπεριλαμβάνει τις αλυσίδες τροφοδοσίας στο φυτώριο: α) των φορτηγών μεταφοράς του τελικού προϊόντος και τη συντήρησή τους και β) του ντίζελ που καταναλώθηκε κατά τη μεταφορά του προϊόντος στο σημείο πώλησης.
- 9) **Εκροών στερεών αποβλήτων προς διαχείριση:** συμπεριλαμβάνει τις ροές των στερεών αποβλήτων που σχετίζονται με τα υποσυστήματα από 2 έως 8 που περιεγράφηκαν (υλικά δόμησης, εξοπλισμού, συσκευασιών, φορτηγών μεταφοράς), τη μεταφορά τους στις σχετικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας και την επεξεργασία τους σε τοπικό επίπεδο.

Με τον όρο 'αλυσίδες τροφοδοσίας' γίνεται αναφορά στις εισροές υλικών, φυσικών πόρων και ενέργειας καθώς και στις εκροές προϊόντων, εκπομπών και αποβλήτων (καθώς και την επεξεργασία τους) που σχετίζονται με όλες τις διεργασίες παραγωγής και μεταφοράς των επιθυμητών εισροών υλικών και ενέργειας στα μελετώμενα θερμοκήπια.

Ένα απλοποιημένο διάγραμμα ροής και τα όρια του υπό μελέτη συστήματος φαίνονται στο Σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1 Διάγραμμα ροής του υπό εξέταση συστήματος.

5.3.1.4. Ζητήματα κατανομής περιβαλλοντικού φορτίου

Σε κάθε ένα από τα συστήματα EP3G, EP0.68P, PZ2.2P πραγματοποιήθηκε παραγωγή ενός μόνο προϊόντος. Συνεπώς, το περιβαλλοντικό φορτίο μπορεί να κατανεμηθεί εξολοκλήρου στο παραγόμενο προϊόν. Ωστόσο, το παραγόμενο προϊόν δεν ευθύνεται εξολοκλήρου για το περιβαλλοντικό φορτίο που συνδέεται με εισροές (για όλα τα υποσυστήματα) που αναφέρονται σε εξοπλισμό καθώς και σε υλικά δόμησης. Για να αντιμετωπιστεί το ζήτημα αυτό, οι απαιτούμενες ποσότητες των ροών αυτών προσαρμόστηκαν (διορθώθηκαν) ώστε να λαμβάνεται υπόψη τόσο η διάρκεια χρήσης της σχετικής ροής στο κάθε σύστημα όσο και η συνολική διάρκεια ζωής της. Ως παράδειγμα, γίνεται αναφορά στη χρήση της μηχανής φύτευσης στην καλλιέργεια του προϊόντος EP3G:

- Το συνολικό βάρος της ήταν 690kg
- Η διάρκεια χρήσης για το σύστημα EP3G ήταν 4,25h, ενώ θεωρήθηκε συνολική διάρκεια ζωής ίση με 1000h [38].
- Επομένως το προϊόν EP3G ήταν υπεύθυνο για το περιβαλλοντικό φορτίο που συνδέεται με $690 \times (4,25/1000) = 2,93\text{kg}$ εισροής της μηχανής φύτευσης

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι για τη διαχείριση των εκροών στερεών αποβλήτων, λαμβάνονται υπόψη οι διορθωμένες ποσότητες των παραπάνω ροών.

5.3.1.5 Τύπος μοντελοποίησης κύκλου ζωής

Σε συμφωνία με τη μέθοδο περιβαλλοντικού αποτυπώματος προϊόντων που έχει προταθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (EU Product Environmental Footprint, EU PEF), για τη σύνταξη της απογραφής κύκλου ζωής, χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση μοντελοποίησης απόδοσης (Attributional approach) [39]. Αυτά τα μοντέλα κύκλου ζωής, αποσκοπούν στο να παρέχουν μια στατική αντιπροσώπευση των συνθηκών των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας, αποκλείοντας τις επιδράσεις της αγοράς [35].

5.3.1.6 Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Στην εργασία αυτή προσδιορίστηκαν 11 κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Environmental Impact Categories, EICs) και οι αντίστοιχοι δείκτες (Environmental Impact Category Indicators, EICIs) (Πίνακας 5.5). Η επιλογή τους στηρίχθηκε σε δύο διαφορετικούς παράγοντες: α) να υπάρχει συμφωνία με τις EICs που προτείνονται από τους Zamgori and Pant [35] για το EU-PEF και β) οι μέθοδοι αποτίμησης (χαρακτηρισμός) των EICIs κατά τους Zamgori and Pant [35] και στο λογισμικό SimaPro v.8.5.2.0 PhD [40] να ταυτίζονται. Οι παράγοντες αυτοί ισχύουν για όλους τους EICIs, εκτός από το δείκτη χρήση γης, για τον οποίο χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αποτίμησης που είναι ενσωματωμένη στη γενικότερη μέθοδο ReCiPe 2016 Midpoint η οποία είναι διαθέσιμη στο λογισμικό SimaPro v.8.5.2.0 PhD. Για το συγκεκριμένο δείκτη, η μέθοδος που προτείνεται κατά τους Zamgori and Pant [35] δεν ήταν διαθέσιμη στην έκδοση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της εργασίας.

Πίνακας 5.5 Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων (EICs) και δείκτες κατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (EICIs) της εργασίας

	EIC	EICI	Μονάδα μέτρησης	Μοντέλο Χαρακτηρισμού	Μέθοδος στο SimaPro v.8.5.2.0 PhD
1	Κλιματική Αλλαγή, Συνολική	Δυναμικό Υπερθέρμανσης Πλανήτη σε χρονικό ορίζοντα 100 ετών (GWP100)	kg CO ₂ eq	Baseline model of 100 years of the IPCC (based on IPCC 2013)	IPCC 2013 GWP 100γ v. 1.03
2	Ιοντίζουσα ακτινοβολία - επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου	Αποδοτικότητα στην ανθρώπινη έκθεση σε ουσίες σχετικές με το U ²³⁵ (HEE)	kBq U ²³⁵ eq	Human health effect model as developed by Dreicer et al. 1995 (Frischknecht et al, 2000)	ILCD 2011 Midpoint + v.1.10
3	Φωτοχημικός σχηματισμός όζοντος	Αύξηση στη συγκέντρωση του όζοντος της τροπόσφαιρας (TOCI)	kg NMVOC eq	LOTOS-EUROS model (Van Zelm et al, 2008) as implemented in ReCiPe 2008	ILCD 2011 Midpoint + v.1.10
4	Οξίνιση	Συσώρευση πλεοναζόντων εναποθέσεων (AEa)	mol H+ eq	Accumulated exceedance model (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	ILCD 2011 Midpoint + v.1.10
5	Ευτροφισμός - επίγειος	Συσώρευση πλεοναζόντων εναποθέσεων (AEte)	mol N eq	Accumulated exceedance model (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	ILCD 2011 Midpoint + v.1.10
6	Ευτροφισμός – υδάτινος (γλυκό νερό)	Κλάσμα θρεπτικών που φθάνει στο διαμέρισμα γλυκού νερού (FNFWP)	kg P eq	EUTREND model (Struijs et al, 2009) as implemented in ReCiPe	ILCD 2011 Midpoint + v.1.10
7	Ευτροφισμός – υδάτινος (θαλασσινό νερό)	Κλάσμα θρεπτικών που φθάνει στο διαμέρισμα θαλασσινού νερού (FNMN)	kg N eq	EUTREND model (Struijs et al, 2009) as implemented in ReCiPe	ILCD 2011 Midpoint + v.1.10
8	Χρήση ύδατος	Δυναμικό αποστέρησης χρήστη (αποστέρηση - σταθμισμένη κατανάλωση ύδατος) (UDPW)	m ³ world eq	Available WATER REmaining (AWARE) as recommended by UNEP, 2016	AWARE v.1.01
9	Εξάντληση πόρων - μεταλλεύματα	Δυναμικό εξάντλησης πόρων (αποθέματα μεταλλευμάτων) (ADPUR)	kg Sb eq	CML 2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al. 2002	CML - IA baseline v. 3.05
10	Εξάντληση πόρων - ορυκτά καύσιμα	Δυναμικό εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) (ADPF)	MJ	CML 2002 (Guinée et al., 2002) and van Oers et al. 2002	CML - IA baseline v. 3.05
11	Χρήση γης	Δείκτης χρήσης γης (LU)	m ² γ crop eq	ReCiPE 2016 Midpoint (H)	ReCiPE 2016 Midpoint (H), v. 1.02

5.3.1.7 Βασικές παραδοχές

Εκτός από την απλοποίηση του ορίου των συστημάτων EP3G, EP0.68P και PZ2.2P που αναφέρθηκε στην ενότητα 5.3.1.3, άλλες σημαντικές παραδοχές οι οποίες έγιναν ήταν οι ακόλουθες:

- Για τη χρήση γης στο φυτώριο, θεωρήθηκε μόνο η επιφάνεια γης η οποία καλύπτεται από τα 2 θερμοκήπια.

- Για τον ορισμό των αποστάσεων μεταφοράς από τον εκάστοτε προμηθευτή στην εκμετάλλευση, θεωρήθηκε η διαδρομή ελάχιστης δυνατής απόστασης, σύμφωνα με τους χάρτες της Google [41]. Οι αποστάσεις αυτές δίνονται στο Παράρτημα 2.
- Οι συσκευασίες της τύρφης και των γλαστρών κατά την τροφοδοσία τους στο φυτώριο, δε λήφθηκαν υπόψη.
- Οι κατασκευές των θερμοκηπίων απλοποιήθηκαν περιλαμβάνοντας αποκλειστικά τα υλικά δόμησης και στοιχεία των θερμοκηπίων που αναφέρονται στο όριο του συστήματος.
- Οι εγκαταστάσεις άρδευσης και λίπανσης του φυτωρίου απλοποιήθηκαν περιλαμβάνοντας αποκλειστικά τα υλικά και στοιχεία που αναφέρονται στο όριο του συστήματος.
- Η εγκατάσταση λεβητοστασίου του φυτωρίου απλοποιήθηκε περιλαμβάνοντας αποκλειστικά τα στοιχεία που αναφέρονται στο όριο του συστήματος.
- Θεωρήθηκε ότι όλα τα στερεά απόβλητα μεταφέρθηκαν οδικώς με φορτηγό στις εγκαταστάσεις τελικής διαχείρισής τους, διανύοντας μια μέση απόσταση της τάξης των 30,5km. Επιπλέον, θεωρήθηκε ότι όπου εμπλέκεται ταφή ως διεργασία τελικής διάθεσης, αυτή είναι απλή υγειονομική, χωρίς ανάκτηση ενέργειας.

5.4 Σύνταξη της απογραφής κύκλου ζωής (*Life Cycle Inventory - LCI*)

5.4.1 Συλλογή πρωτογενών δεδομένων

Πρωτογενή στοιχεία τα οποία αφορούσαν τις παραγωγικές διαδικασίες των προϊόντων EP3G, EP0.68P και PZ2.2P στο φυτώριο και με στόχο την ανάπτυξη συνόλων δεδομένων διεργασιών παραγωγής των προϊόντων αυτών για τις καλλιεργητικές περιόδους ενδιαφέροντος, συλλέχθηκαν για τις εξής κατηγορίες δεδομένων: 1) χαρακτηριστικά προϊόντων και παραγόμενες και πωλούμενες ποσότητές τους, 2) καλυπτόμενη γη και νερό άρδευσης (εισροές από το φυσικό περιβάλλον), 3) συνθετικά λιπάσματα και εξοπλισμό λίπανσης, 4) προϊόντα φυτοπροστασίας και εξοπλισμό εφαρμογής, 5) τις θερμοκηπιακές κατασκευές, 6) το υδροπονικό σύστημα και το βοηθητικό εξοπλισμό των θερμοκηπίων (π.χ. αντλίες, δεξαμενές λιπασμάτων κλπ.), 7) την κατανάλωση ηλεκτρισμού στον εξοπλισμό του θερμοκηπίου, 8) τον εξοπλισμό και το καύσιμο για τη λειτουργία του συστήματος ελέγχου κλίματος των θερμοκηπίων, 9) τον εξοπλισμό και διαδικασία φύτευσης, 10) τη διαχείριση αποβλήτων βιομάζας και άλλων στερεών αποβλήτων της παραγωγικής διαδικασίας στα θερμοκήπια και 11) τη διαδικασία μεταφοράς των προϊόντων από το φυτώριο στο σημείο πώλησης.

5.4.2 Χρήση δευτερογενών δεδομένων

Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής, χρησιμοποιήθηκαν σύνολα δεδομένων από τρεις διαφορετικές βάσεις δεδομένων απογραφής κύκλου ζωής (*Life Cycle Inventory Databases*), οι οποίες είναι διαθέσιμες στο λογισμικό SimaPro v.8.5.2.0 PhD [40]: α) την Ecoinvent v. 3.4 (π.χ. [38]), β) την Agri-footprint v. 4.0 (π.χ. [42]) και γ) την AGRIBALYSE v. 1.3. [43].

Η πλειοψηφία των αλυσίδων τροφοδοσίας για τις ροές εισόδου υλικών και ενέργειας στο φυτώριο και για τα τρία συστήματα που μελετήθηκαν (EP3G, EP0.68P, PZ2.2P), μοντελοποιήθηκαν βάσει της Ecoinvent v. 3.4. Βασική υπόθεση που έγινε ήταν ότι οι προμηθευτές του φυτωρίου, όταν δεν παράγουν οι ίδιοι την προμηθευόμενη στο φυτώριο ροή, προμηθεύονται τη ροή αυτή από την παγκόσμια αγορά. Ακολουθώντας τη λογική αυτή, οι αλυσίδες τροφοδοσίας των ροών αυτών μοντελοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας σύνολα δεδομένων τύπου «{GLO} market for» της Ecoinvent v. 3.4. Να αναφερθεί ότι στα σύνολα δεδομένων αυτού του τύπου για τις ροές υλικών, λαμβάνονται υπόψη διεργασίες μεταφοράς και αναφέρονται σε μια μέση κατάσταση μεταφορών των αντίστοιχων προϊόντων σε παγκόσμια κλίμακα, μετά την παραγωγή τους. Σε περίπτωση που η ροή

εισόδου αναφερόταν σε εξοπλισμό, το αντίστοιχο σύνολο δεδομένων της Ecoinvent v. 3.4 (και της AGRIBALYSE v. 1.3.) τροποποιήθηκε ώστε να μην περιλαμβάνει τη διαχείριση του ίδιου του εξοπλισμού ως απόβλητο μετά το τέλος της διάρκειας ζωής του. Με τον τρόπο αυτό, αποφεύχθηκε διπλή μέτρηση των ίδιων διεργασιών επεξεργασίας αποβλήτων εξοπλισμού.

Στην περίπτωση που οι προμηθευτές του φυτωρίου παρήγαγαν οι ίδιοι την προμηθευόμενη ροή, χρησιμοποιήθηκαν σύνολα δεδομένων που αναφέρονταν σε διεργασίες παραγωγής (τόσο από την Ecoinvent v. 3.4 όσο και από την Agri-footprint v. 4.0), δηλαδή στην αλυσίδα τροφοδοσίας μέχρι και την παραγωγή της ροής.

Όλες οι διεργασίες μεταφοράς από τον προμηθευτή μέχρι και το φυτώριο, μοντελοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας σύνολα δεδομένων διεργασιών μεταφοράς της Agri-footprint v. 4.0. Τα σύνολα αυτά λαμβάνουν υπόψη μόνο την αλυσίδα τροφοδοσίας του καυσίμου για τη μεταφορά και τις εκπομπές σε αέρα, ύδατα και έδαφος κατά τη μεταφορά. Ειδικά για τις οδικές μεταφορές, θεωρήθηκε ότι πραγματοποιήθηκαν όλες με φορτηγά προτύπου εκπομπών EURO4 στα οποία καλύπτεται το 80% της χωρητικότητας φορτίου και στα σύνολα δεδομένων οι εκπομπές κατά την επιστροφή αποτελούν το 20% των εκπομπών κατά την άφιξη.

Η τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας προσομοιώθηκε χρησιμοποιώντας το μίγμα αγοράς, χαμηλής τάσης για την Ελλάδα της Ecoinvent v. 3.4.

Τέλος, η διαχείριση των στερεών αποβλήτων ως αποτέλεσμα των καλλιεργητικών περιόδων των EP3G, EP0.68P και PZ2.2P, μοντελοποιήθηκε με τα αντίστοιχα σύνολα δεδομένων της Ecoinvent v. 3.4. Τα σχετικά σύνολα δεδομένων τροποποιήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα στις βασικές παραδοχές και εισάγοντας τις αντίστοιχες ροές μιγμάτων ηλεκτρικής ενέργειας για την Ελλάδα.

5.4.3 Υπολογισμοί σε κλίμακα εκμετάλλευσης

Το καθαρό βάρος της πωλούμενης φυτικής βιομάζας για κάθε ένα από τα προϊόντα, προσδιορίστηκε λαμβάνοντας υπόψη το τελικό μέσο βάρος του πωλούμενου προϊόντος ανά γλάστρα, το βάρος της γλάστρας και θεωρώντας μία μέση πυκνότητα για το υπόστρωμα τύρφης ίση με 0,437kg/l. Η ετήσια χρήση γης προσδιορίστηκε διορθώνοντας για τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η δέσμευση CO₂ από την παραγόμενη φυτική βιομάζα θεωρήθηκε ίση με 0,165kg CO₂/kg καθαρής φυτικής βιομάζας [44]. Οι διάρκειες ζωής της μηχανής φύτευσης και του ελκυστήρα φόρτωσης τύρφης θεωρήθηκαν ίσες με 1000h και 7000h, αντίστοιχα [38]. Επιπλέον, θεωρήθηκε ότι ο ελκυστήρας φόρτωσης κατανάλωνε 0,0811kg ντίζελ κάθε 1,38min λειτουργίας [38]. Οι εκπομπές κατά την καύση του ντίζελ στον ελκυστήρα φόρτωσης εκτιμήθηκαν χρησιμοποιώντας συντελεστές εκπομπής Tier 2, τεχνολογίας σταδίου II [45]. Σχετικά με τη δόμηση του θερμοκηπίου, οι ποσότητες του χάλυβα για το σκελετό (σε kg), του αλουμινίου για το σκελετό (σε kg), των επιστρώσεων σε χάλυβα και αλουμίνιο (σε m²), του σκυροδέματος (σε kg) και των υλικών κάλυψης (σε kg), εκτιμήθηκαν ανά m² καλυπτόμενης επιφάνειας χρησιμοποιώντας τις σχέσεις που δίνονται στην εργασία των Antón et al. [46]. Η διάρκεια ζωής των θερμοκηπιακών κατασκευών στο σύνολό τους θεωρήθηκε ίση με 25years. Για την εγκατάσταση των σωληνώσεων άρδευσης, η ποσότητα υλικού HDPE προσδιορίστηκε από τις διαστάσεις των σωληνώσεων (και κατά συνέπεια τον όγκο), θεωρώντας την πυκνότητα του HDPE ίση με 0,97g/cm³. Η διάρκεια ζωής των σωληνώσεων και των σταλακτών λήφθηκε ίση με 20years, ενώ η αντίστοιχη των αντλιών άρδευσης 25years. Για τις δεξαμενές λιπασμάτων, η ποσότητα του υλικού HDPE εκτιμήθηκε θεωρώντας ότι απαιτούνταν 0,003kg HDPE/(m² καλυπτόμενης επιφάνειας × year) [38]. Για τις εκπομπές κατά την εφαρμογή των λιπασμάτων:

- Η ροή N₂O-N (σε αέρα) εκτιμήθηκε ως το 12,4% της ολικής εφαρμοζόμενης ποσότητας N ανά γλάστρα [47].
- Η ροή NO₃⁻-N λόγω έκπλυσης (σε υδάτινα σώματα) από το υπόστρωμα τύρφης (εξολοκλήρου στο διάλυμα απορροής) εκτιμήθηκε ως το 31,0% της ολικής εφαρμοζόμενης ποσότητας N ανά γλάστρα [48].
- Η ροή NH₃-N (σε αέρα) εκτιμήθηκε ως το 1,0% της ολικής εφαρμοζόμενης ποσότητας N ανά γλάστρα [49].
- Η ροή P λόγω έκπλυσης (σε υδάτινα σώματα) εκτιμήθηκε ως το 1,0% της ολικής εφαρμοζόμενης ποσότητας P₂O₅ ανά γλάστρα, σε συμφωνία με το σύνολο δεδομένων για υδροπονικό σύστημα παραγωγής τριαντάφυλλου της Γαλλικής βάσης δεδομένων κύκλου ζωής Agribalyse v.1.3. όπως αυτή είναι διαθέσιμη στο λογισμικό SimaPro v.8.5.2.0 PhD [40].

Για τον προσδιορισμό της ποσότητας του πλαστικού υλικού της συσκευασίας τόσο για τα λιπάσματα όσο και για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, θεωρήθηκε ότι αντιστοιχούσαν 2,0g υλικού / kg συσκευασμένου προϊόντος [38]. Όπως και για τις αντλίες άρδευσης, έτσι και για τη δοσομετρική αντλία τροφοδοσίας διαλύματος φυτοπροστατευτικού προϊόντος, η διάρκεια ζωής λήφθηκε ίση με 25years. Σχετικά με τις εκπομπές δραστικών ουσιών από την εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων, έγινε η υπόθεση ότι όλη ποσότητα των δραστικών ουσιών που εξέρχεται από τις θερμοκηπιακές κατασκευές μέσω αερίων μαζών, καταλήγει σε εδαφικά σώματα σε κοντινή από το θερμοκήπιο απόσταση [50]. Για την εκτίμηση της ποσότητας αυτής χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία που αρχικά προτάθηκε από τους Hauschild (2004) όπως τροποποιήθηκε από τους Antón et al. [50]. Επιπλέον, η διάρκεια ζωής του εξοπλισμού ψεκασμού φυτοπροστατευτικών προϊόντων θεωρήθηκε ίση με 8000h. Για την εκτίμηση των εκπομπών σε αέρα από την καύση της βενζίνης για τη λειτουργία του δεύτερου μηχανήματος ψεκασμού, χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές εκπομπής Tier 1 από αγροτικά μηχανήματα [45] και μέση πυκνότητα της βενζίνης ίση με 0,755 kg/l.

Ο υπολογισμός των καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας στον καυστήρα, τον κυκλοφορητή και τις τερματικές μονάδες της εγκατάστασης θέρμανσης των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων, βασίστηκε στον υπολογισμό της χρονικής διάρκειας λειτουργίας του εξοπλισμού αυτού. Η καθαρή θερμογόνος δύναμη του μαζούτ λήφθηκε ίση με 40,17MJ/kg ενώ ο εξωτερικός βαθμός απόδοσης θέρμανσης 0,736 (Πίν. 4.2β & 4.2γ, TOTEE 20701-1/2017). Επιπλέον, η χρονική διάρκεια λειτουργίας του καυστήρα προσδιορίστηκε ως ο λόγος της αποδοθείσας θερμικής ενέργειας ως προς τη συνολική ονομαστική ισχύ των τερματικών μονάδων Fan-Coil. Η χρονική διάρκεια λειτουργίας του κυκλοφορητή και των τερματικών μονάδων Fan-Coil θεωρήθηκε ίση με το 250% της χρονικής διάρκειας λειτουργίας του καυστήρα (DIN 4701/83). Επομένως, η καταναλωθείσα ηλεκτρική ενέργεια στον καυστήρα, τον κυκλοφορητή και τις τερματικές μονάδες Fan-Coil, εκτιμήθηκε πολλαπλασιάζοντας την ονομαστική ισχύ αυτών και το χρόνο λειτουργίας τους στην ισχύ αυτή. Τα παραπάνω μεγέθη για τα 3 συστήματα που μελετώνται παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.6.

Πίνακας 5.6 Χρόνος λειτουργίας και καταναλωθείσα ηλεκτρική ενέργεια εξοπλισμού εγκαταστάσεων θέρμανσης των θερμοκηπιακών κατασκευών.

Σύστημα	Αποδοθείσα θερμική ενέργεια (kWh)	Χρόνος λειτουργίας καυστήρα στην ονομαστική του ισχύ (h)	Χρόνος λειτουργίας κυκλοφορητή ή και τερματικών μονάδων Fan-Coil στην ονομαστική τους ισχύ (h)	Καταναλωθείσα ηλεκτρική ενέργεια στον καυστήρα (kWh)	Καταναλωθείσα ηλεκτρική ενέργεια στον κυκλοφορητή (kWh)	Καταναλωθείσα ηλεκτρική ενέργεια στις τερματικές μονάδες Fan-Coil (kWh)
---------	-----------------------------------	--	--	--	---	---

EP3G	32849,8	97,8	244,4	879,9	134,4	544,1
EP0.68P	27895,6	104,7	261,9	942,8	65,5	356,2
PZ2.2P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Οι εκπομπές σε αέρα από την καύση του μαζούτ στο λεβητοστάσιο του φυτωρίου εκτιμήθηκαν χρησιμοποιώντας τους σχετικούς IPCC Tier 1 συντελεστές εκπομπής για αέρια του θερμοκηπίου [51] και τους σχετικούς EMEP/EEA Tier 2 συντελεστές εκπομπής για τους λοιπούς αέριους ρυπαντές [52].

Τέλος, για τη μεταφορά των προϊόντων από το φυτώριο στο σημείο πώλησης, θεωρήθηκε ότι η διάρκεια ζωής των φορτηγών είναι 540000km. Οι εκπομπές κατά τη μεταφορά αυτή (καύση ντίζελ) εκτιμήθηκαν χρησιμοποιώντας τους σχετικούς EMEP/EEA Tier 1 συντελεστές εκπομπής [53].

5.5 Εκτίμηση ή ανάλυση επιπτώσεων (Life Cycle Impact Assessment- LCIA)

Οι πίνακες 5.7- 5.17 δίνουν τις εκτιμήσεις για τους EICIs ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας που φτάνει στο σημείο πώλησης για τις αλυσίδες τροφοδοσίας των τριών προϊόντων που μελετήθηκαν. Επιπλέον παρουσιάζουν τις αντίστοιχες εκτιμήσεις για τους EICIs για τα επιμέρους υποσυστήματα τα οποία έχουν οριστεί στην ενότητα 5.3.1.3.

Πίνακας 5.7 Εκτιμήσεις δείκτη οξίνισης ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Οξίνιση / EICI: Συσσώρευση πλεοναζόντων εναποθέσεων (AEa) (mol H+ eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	0,00172661	0,0019235	0,00034121
Inputs for Potting	0,00164627	0,0015786	0,00175536
Inputs for Greenhouse Structure	0,00293453	0,00099475	0,00027307
Inputs for Irrigation	0,0001481	0,00016057	$8,7062 \times 10^{-5}$
Inputs for Fertilization	0,00010349	0,0001099	$8,7501 \times 10^{-5}$
Inputs for plant protection	$3,6276 \times 10^{-5}$	$7,3757 \times 10^{-5}$	$5,6684 \times 10^{-6}$
Inputs for greenhouse climate control	0,00392231	0,00510078	0,00013419
Inputs for Transport of Product to the location of sale	$9,8588 \times 10^{-5}$	$6,4853 \times 10^{-5}$	$5,9522 \times 10^{-5}$
Solid Waste Outputs for Management	0,00010926	$1,8622 \times 10^{-5}$	$5,2554 \times 10^{-6}$
Σύνολο	0,01072544	0,01002533	0,00274884

Πίνακας 5.8 Εκτιμήσεις δείκτη εξάντλησης πόρων – αποθεμάτων μεταλλευμάτων ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Εξάντληση πόρων - μεταλλεύματα / EICI: Δυναμικό εξάντλησης πόρων (αποθέματα μεταλλευμάτων) (ADPUR) (kg Sb eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	0,0	0,0	0,0
Inputs for Potting	$1,0034 \times 10^{-7}$	$2,7386 \times 10^{-7}$	$7,9048 \times 10^{-8}$
Inputs for Greenhouse Structure	$2,119 \times 10^{-5}$	$8,156 \times 10^{-6}$	$2,239 \times 10^{-6}$
Inputs for Irrigation	$1,988 \times 10^{-8}$	$2,1366 \times 10^{-8}$	$1,1756 \times 10^{-8}$
Inputs for Fertilization	$1,8522 \times 10^{-8}$	$1,9829 \times 10^{-8}$	$1,1605 \times 10^{-8}$
Inputs for plant protection	$4,7258 \times 10^{-7}$	$1,0396 \times 10^{-6}$	$6,1276 \times 10^{-8}$
Inputs for greenhouse climate control	$3,3096 \times 10^{-7}$	$4,438 \times 10^{-7}$	$1,8335 \times 10^{-8}$
Inputs for Transport of Product to the location of sale	$1,3372 \times 10^{-7}$	$8,7963 \times 10^{-8}$	$8,0733 \times 10^{-8}$
Solid Waste Outputs for Management	$1,9003 \times 10^{-6}$	$7,2891 \times 10^{-10}$	$1,9798 \times 10^{-10}$
Σύνολο	$2,41615 \times 10^{-5}$	$1,00434 \times 10^{-5}$	$2,50196 \times 10^{-6}$

Πίνακας 5.9 Εκτιμήσεις δείκτη εξάντλησης πόρων – ορυκτά καύσιμα ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Εξάντληση πόρων - ορυκτά καύσιμα / EICI: Δυναμικό εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) (ADPF) (MJ / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	0,0	0,0	0,0
Inputs for Potting	3,75458259	3,64606159	4,0988165
Inputs for Greenhouse Structure	2,94076155	1,01746088	0,27930676
Inputs for Irrigation	0,29770213	1,01746088	0,17110407
Inputs for Fertilization	0,630735	0,6677305	0,39747661
Inputs for plant protection	0,05635945	0,10902744	0,00909739
Inputs for greenhouse climate control	24,2789985	30,0892558	0,25101481
Inputs for Transport of Product to the location of sale	0,6515404	0,42859128	0,3933616
Solid Waste Outputs for Management	0,14921721	0,02892297	0,00807104
Σύνολο	32,7598968	36,3202539	5,60824877

Πίνακας 5.10 Εκτιμήσεις δείκτη ευτροφισμού – υδάτινου (γλυκό νερό) ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Ευτροφισμός – υδάτινος (γλυκό νερό) / EICI: Κλάσμα θρεπτικών που φθάνει στο διαμέρισμα γλυκού νερού (FNFWP) (kg P eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	$1,05388 \times 10^{-5}$	$9,8709 \times 10^{-6}$	$2,33111 \times 10^{-6}$
Inputs for Potting	$2,3012 \times 10^{-6}$	$3,9582 \times 10^{-6}$	$2,471 \times 10^{-6}$
Inputs for Greenhouse Structure	$4,5251 \times 10^{-5}$	$1,417 \times 10^{-5}$	$3,8892 \times 10^{-6}$
Inputs for Irrigation	$5,908 \times 10^{-6}$	$6,3364 \times 10^{-6}$	$3,4989 \times 10^{-6}$
Inputs for Fertilization	$2,0515 \times 10^{-6}$	$2,1992 \times 10^{-6}$	$1,3367 \times 10^{-6}$
Inputs for plant protection	$9,3021 \times 10^{-7}$	$1,8293 \times 10^{-6}$	$1,6019 \times 10^{-7}$
Inputs for greenhouse climate control	$6,2999 \times 10^{-5}$	$9,0491 \times 10^{-5}$	$5,477 \times 10^{-6}$
Inputs for Transport of Product to the location of sale	$6,1994 \times 10^{-7}$	$4,078 \times 10^{-7}$	$3,7428 \times 10^{-7}$
Solid Waste Outputs for Management	$2,9897 \times 10^{-6}$	$2,2466 \times 10^{-8}$	$6,3451 \times 10^{-9}$
Σύνολο	0,00013359	0,00012928	1,95447 $\times 10^{-5}$

Πίνακας 5.11 Εκτιμήσεις δείκτη κλιματικής αλλαγής (συνολικής) ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Κλιματική Αλλαγή, Συνολική / EICI: Δυναμικό Υπερθέρμανσης Πλανήτη σε χρονικό ορίζοντα 100 ετών (GWP100) (kg CO₂ eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	1,63306175	1,9176833	0,25540736
Inputs for Potting	0,59378944	0,55518156	0,63726819
Inputs for Greenhouse Structure	0,28175529	0,08588764	0,02357732
Inputs for Irrigation	0,02154971	0,0235428	0,01260123
Inputs for Fertilization	0,0248644	0,02639479	0,01725283
Inputs for plant protection	0,00378502	0,00748722	0,00063003
Inputs for greenhouse climate control	0,40221266	0,53679033	0,01920516
Inputs for Transport of Product to the location of sale	0,01035265	0,0068101	0,00625032
Solid Waste Outputs for Management	0,01283137	0,00191193	0,00055068

Σύνολο	2,9842023	3,16168967	0,972743111
---------------	------------------	-------------------	--------------------

Πίνακας 5.12 Εκτιμήσεις δείκτη ιοντίζουσας ακτινοβολίας ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Ιοντίζουσα ακτινοβολία - επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου / EICI: Αποδοτικότητα στην ανθρώπινη έκθεση σε ουσίες σχετικές με το U²³⁵ (HEE) (kBq U²³⁵ eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	0,0	0,0	0,0
Inputs for Potting	0,00196493	0,00303691	0,00190884
Inputs for Greenhouse Structure	0,00807449	0,0016035	0,00044018
Inputs for Irrigation	0,00035343	0,00038012	0,00020891
Inputs for Fertilization	0,00048835	0,00052292	0,00030651
Inputs for plant protection	0,000133	0,0002573	1,9609 × 10 ⁻⁵
Inputs for greenhouse climate control	0,09935008	0,12132147	0,00032573
Inputs for Transport of Product to the location of sale	0,00280178	0,001843	0,00169155
Solid Waste Outputs for Management	0,0004284	0,00010427	2,7992 × 10 ⁻⁵
Σύνολο	0,11359448	0,12906956	0,00492932

Πίνακας 5.13 Εκτιμήσεις δείκτη χρήσης γης ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Χρήση γης / EICI: Δείκτης χρήσης γης (LU) (m²y crop eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	0,06604368	0,04665275	0,01280681
Inputs for Potting	0,07870122	0,07532341	0,08331918
Inputs for Greenhouse Structure	0,007491	0,001142	0,000314
Inputs for Irrigation	7,48 × 10 ⁻⁵	8,11 × 10 ⁻⁵	4,4 × 10 ⁻⁵
Inputs for Fertilization	0,00021137	0,00022609	0,00012473
Inputs for plant protection	6,52E-05	0,000136	8,55 × 10 ⁻⁶
Inputs for greenhouse climate control	0,00341223	0,00428644	6,7758 × 10 ⁻⁵
Inputs for Transport of Product to the location of sale	0,000182	0,00012	0,00011
Solid Waste Outputs for Management	0,00038285	4,114 × 10 ⁻⁵	1,0856 × 10 ⁻⁵
Σύνολο	0,15656521	0,12800917	0,09680555

Πίνακας 5.14 Εκτιμήσεις δείκτη ευτροφισμού-υδάτινου (θαλασσινού νερού) ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Ευτροφισμός – υδάτινος (θαλασσινό νερό) / EICI: Κλάσμα θρεπτικών που φθάνει στο διαμέρισμα θαλασσινού νερού (FNMN) (kg N eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	0,00264486	0,00285573	0,00149155
Inputs for Potting	0,00073921	0,0006827	0,00078296
Inputs for Greenhouse Structure	0,00034723	9,5007 × 10 ⁻⁵	2,6081 × 10 ⁻⁵
Inputs for Irrigation	1,0706 × 10 ⁻⁵	1,1788 × 10 ⁻⁵	6,2259 × 10 ⁻⁶
Inputs for Fertilization	2,9235 × 10 ⁻⁵	3,116 × 10 ⁻⁵	1,8319 × 10 ⁻⁵
Inputs for plant protection	6,0162 × 10 ⁻⁶	1,2776 × 10 ⁻⁵	8,454 × 10 ⁻⁷
Inputs for greenhouse climate control	0,00036498	0,00046644	9,3759 × 10 ⁻⁶
Inputs for Transport of Product to the location of sale	1,1267 × 10 ⁻⁵	7,4117 × 10 ⁻⁶	6,8025 × 10 ⁻⁶
Solid Waste Outputs for Management	2,765 × 10 ⁻⁵	8,2096 × 10 ⁻⁶	2,3399 × 10 ⁻⁶
Σύνολο	0,00418116	0,00417122	0,0023445

Πίνακας 5.15 Εκτιμήσεις δείκτη φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Φωτοχημικός σχηματισμός όζοντος / EICI: Αύξηση στη συγκέντρωση του όζοντος της τροπόσφαιρας (TOCI) (kg NMVOC eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	0,0021553	0,00240771	0,000253006
Inputs for Potting	0,00199593	0,00184775	0,002127329
Inputs for Greenhouse Structure	0,00113942	0,00029378	8,06478 × 10 ⁻⁵
Inputs for Irrigation	3,8675 × 10 ⁻⁵	4,3268 × 10 ⁻⁵	2,22354 × 10 ⁻⁵
Inputs for Fertilization	9,5071 × 10 ⁻⁵	0,00010084	5,68103 × 10 ⁻⁵
Inputs for plant protection	1,2534 × 10 ⁻⁵	2,5862 × 10 ⁻⁵	1,86173 × 10 ⁻⁶
Inputs for greenhouse climate control	0,00159789	0,00202094	3,26425 × 10 ⁻⁵
Inputs for Transport of Product to the location of sale	5,1747 × 10 ⁻⁵	3,404 × 10 ⁻⁵	3,12421 × 10 ⁻⁵
Solid Waste Outputs for Management	8,3291 × 10 ⁻⁵	2,3511 × 10 ⁻⁵	6,65163 × 10 ⁻⁶
Σύνολο	0,00716986	0,00679772	0,002612426

Πίνακας 5.16 Εκτιμήσεις δείκτη επίγειου ευτροφισμού ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

EIC: Ευτροφισμός - επίγειος / EICI: Συσσώρευση πλεοναζόντων εναποθέσεων (AEte) (mol N eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	0,00965835	0,01077455	0,00175183
Inputs for Potting	0,00808899	0,00742699	0,00858349
Inputs for Greenhouse Structure	0,00777466	0,00331053	0,00090879
Inputs for Irrigation	0,00011999	0,00013203	6,9812 × 10 ⁻⁵
Inputs for Fertilization	0,00032088	0,00034202	0,00030386
Inputs for plant protection	4,0701 × 10 ⁻⁵	8,4355 × 10 ⁻⁵	6,0205 × 10 ⁻⁶
Inputs for greenhouse climate control	0,00405137	0,00518122	0,00010524
Inputs for Transport of Product to the location of sale	0,00012558	8,2607 × 10 ⁻⁵	7,5816 × 10 ⁻⁵
Solid Waste Outputs for Management	0,00031249	8,7328 × 10 ⁻⁵	2,4805 × 10 ⁻⁵
Σύνολο	0,03049301	0,02742163	0,01182966

Πίνακας 5.17 Εκτιμήσεις δείκτη χρήσης ύδατος ως προς τη μελετώμενη ροή αναφοράς για τα συστήματα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P και τα υποσυστήματά τους

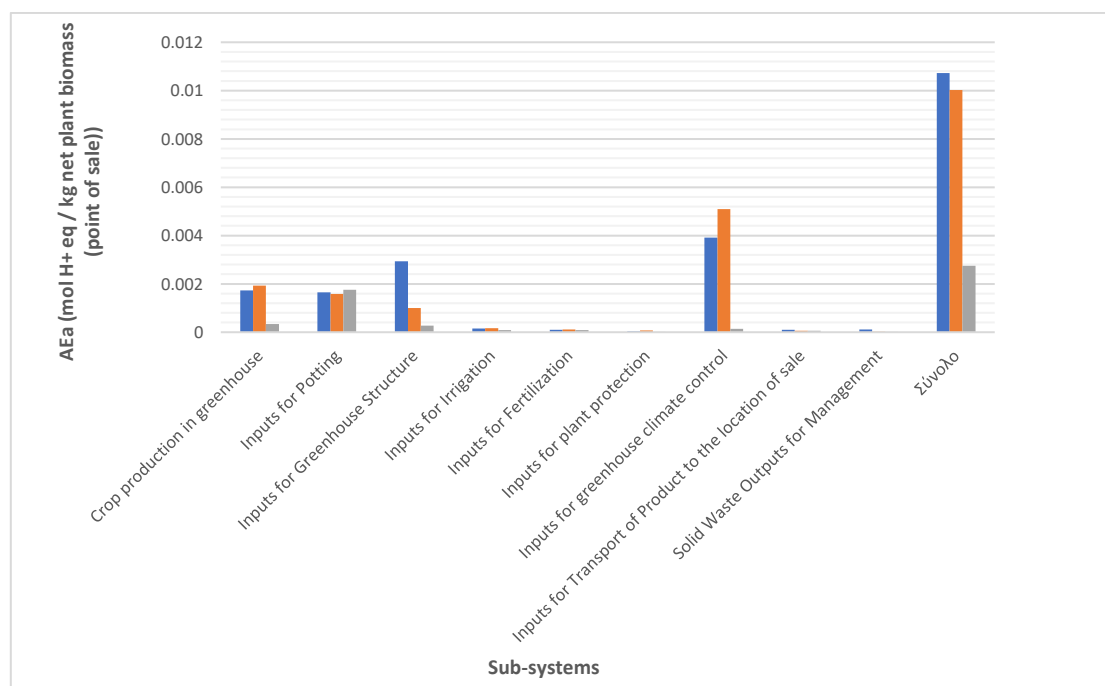
EIC: Χρήση ύδατος / EICI: Δυναμικό αποστέρησης χρήστη (αποστέρηση - σταθμισμένη κατανάλωση ύδατος) (UDPW) (m³ world eq / kg net biomass at point of sale)			
Υποσυστήματα	EP3G	EP0.68P	PZ2.2P
Crop production in greenhouse	2,12464902	2,27483123	1,25681706
Inputs for Potting	0,007456124	0,011715686	0,00854499
Inputs for Greenhouse Structure	0,0712373	0,02492776	0,00684301
Inputs for Irrigation	0,00730809	0,00794471	0,00428811
Inputs for Fertilization	0,002098594	0,002184279	0,00124238
Inputs for plant protection	0,00069741	0,0012515	0,00013867
Inputs for greenhouse climate control	0,127683295	0,170897159	0,00658355
Inputs for Transport of Product to the location of sale	0,00251431	0,00165394	0,00151799
Solid Waste Outputs for Management	0,00700563	0,000317417	8,0379E-05
Σύνολο	2,350649759	2,495723691	1,28605613

5.6 Ερμηνεία του κύκλου ζωής

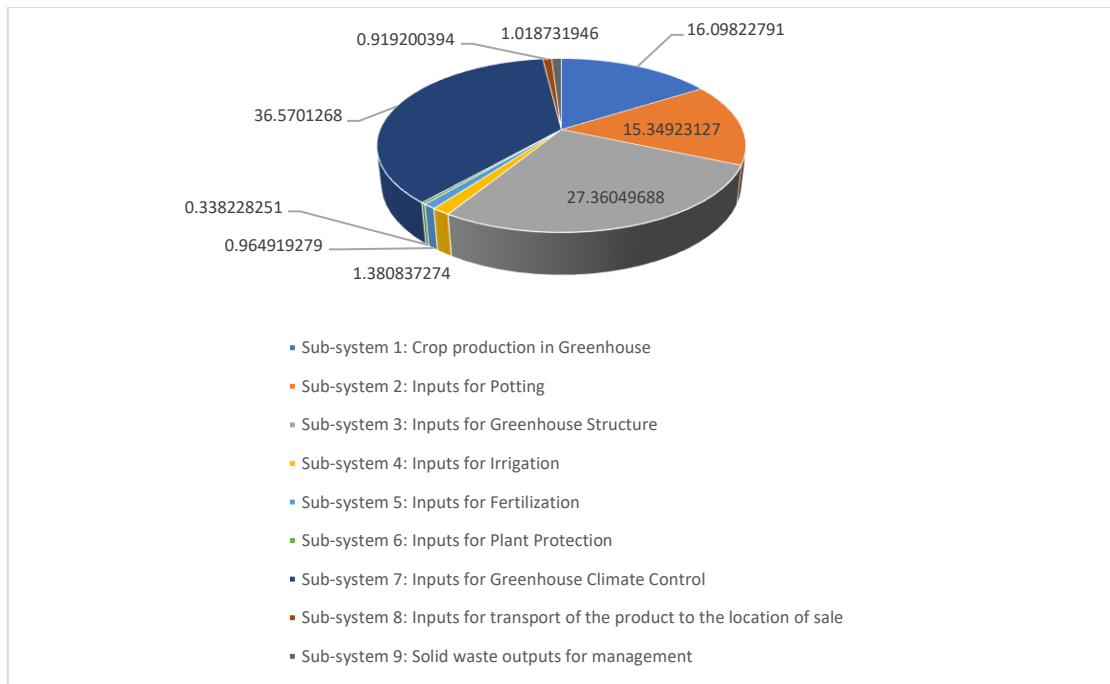
Σε αυτό το στάδιο παρουσιάζονται σε διαγράμματα τα αποτελέσματα της ανάλυσης και ερμηνεύονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον (οξίνιση, εξάντληση φυσικών πόρων, ευτροφισμός γλυκών υδάτων, κλιματική αλλαγή, ιοντίζουσα ακτινοβολία, χρήση γης, ευτροφισμός θαλάσσιων υδάτων, φωτοχημικό νέφος, ευτροφισμός του εδάφους, χρήση ύδατος), από τα διάφορα υποσυστήματα κατά τις μελετώμενες αλυσίδες τροφοδοσίας των προϊόντων ενδιαφέροντος.

5.6.1 Οξίνιση

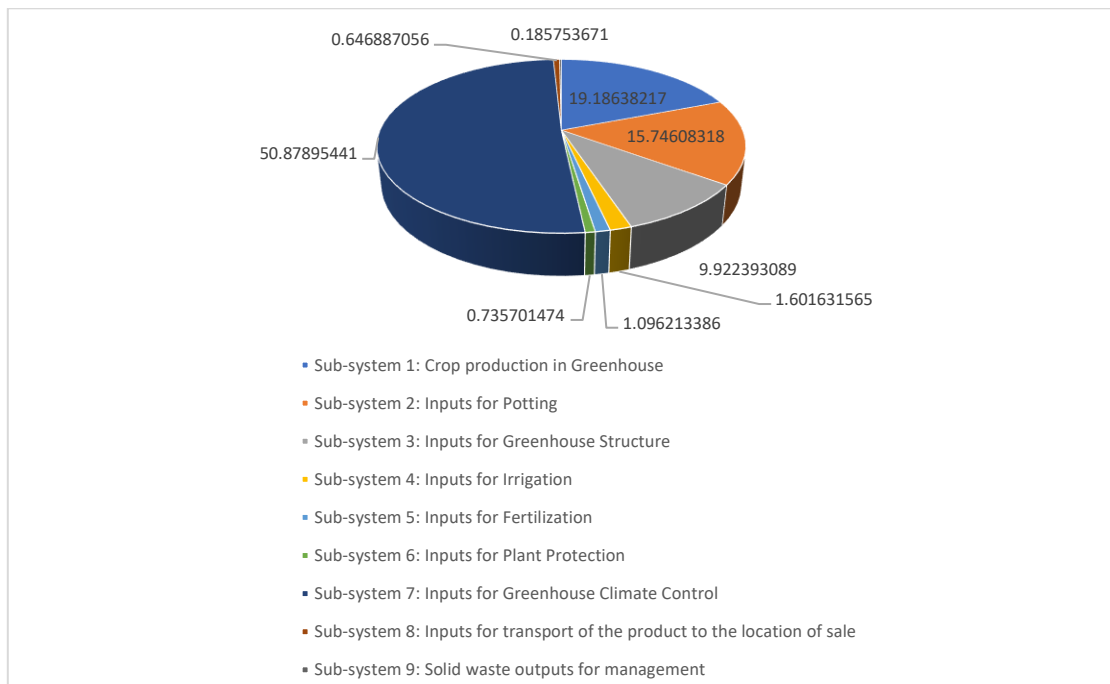
Οι συνολικές εκτιμήσεις για τον δείκτη οξίνισης ΑΕα για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με 0,011 molc H+ eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 0,010 molc H+ eq για το προϊόν EP0.68P και 0,0027 molc H+ eq για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.2 – 5.5) παρατηρείται ότι το υποσύστημα εισροών ελέγχου κλίματος στο θερμοκήπιο έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη ΑΕα για τα προϊόντα EP3G και EP0.68P (0,0039 molc H+ eq και 0,0051 molc H+ eq αντίστοιχα) και το υποσύστημα των εισροών φύτευσης για το προϊόν PZ2.2P (0,0018 molc H+ eq). Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα εισροών ελέγχου κλίματος θερμοκηπίου συμβάλει στην οξίνιση κατά 36,57% και 50,88% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G) και το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) αντίστοιχα, ενώ το υποσύστημα εισροών φύτευσης συμβάλει στην οξίνιση κατά 63,86% για την παραγωγή ενός κιλού καθαρής βιομάζας και τροφοδοσίας της στο σημείο πώλησης από το τρίτο προϊόν (PZ2.2P). Από τα Σχήματα 5.2, 5.3, 5.4 και 5.5 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην οξίνιση από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το πρώτο προϊόν (EP3G) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη οξίνισης ΑΕα ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το δεύτερο (EP0.68P) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



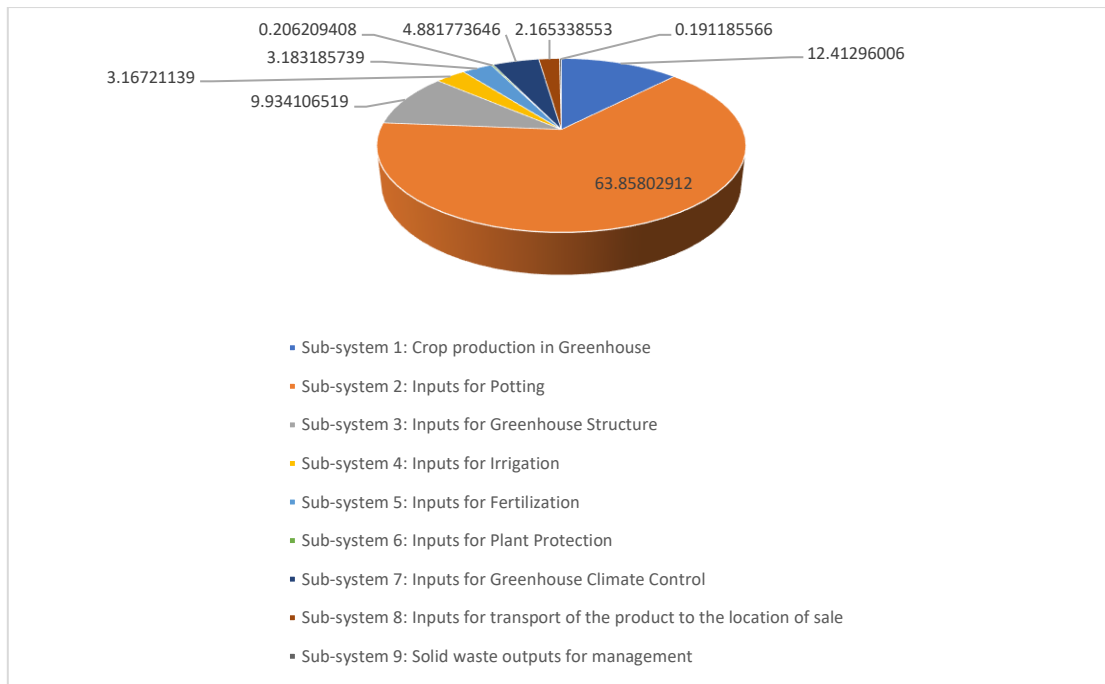
Σχήμα 5.2 Εκτιμήσεις του δείκτη οξίνισης ΑΕα για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.3 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη οξίνισης ΑΕα για το προϊόν EP3G



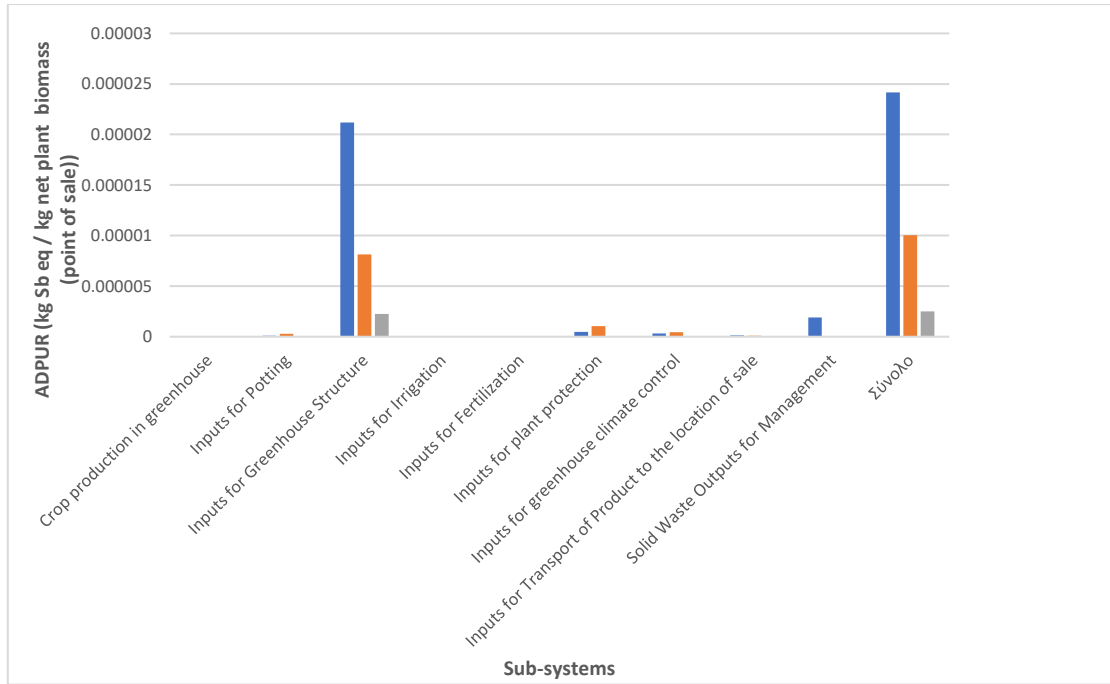
Σχήμα 5.4 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη οξίνισης ΑΕα για το προϊόν EPO.68P



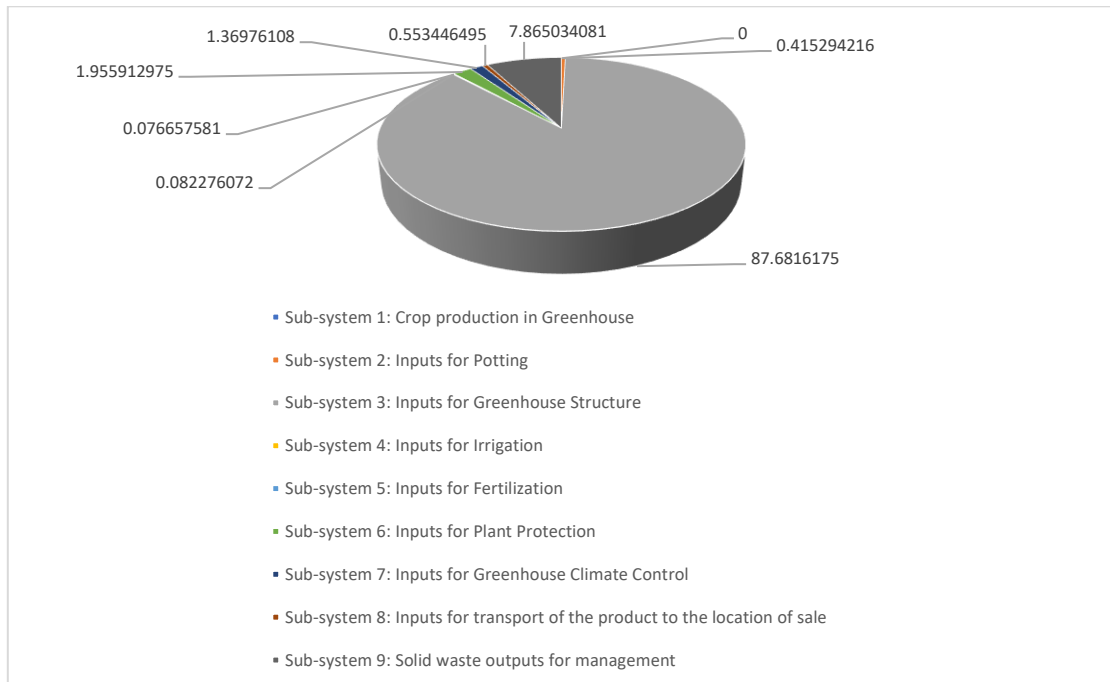
Σχήμα 5.5 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη οξίνισης ΑΕα για το προϊόν PZ2.2P

5.6.2 Εξάντληση πόρων - μεταλλεύματα

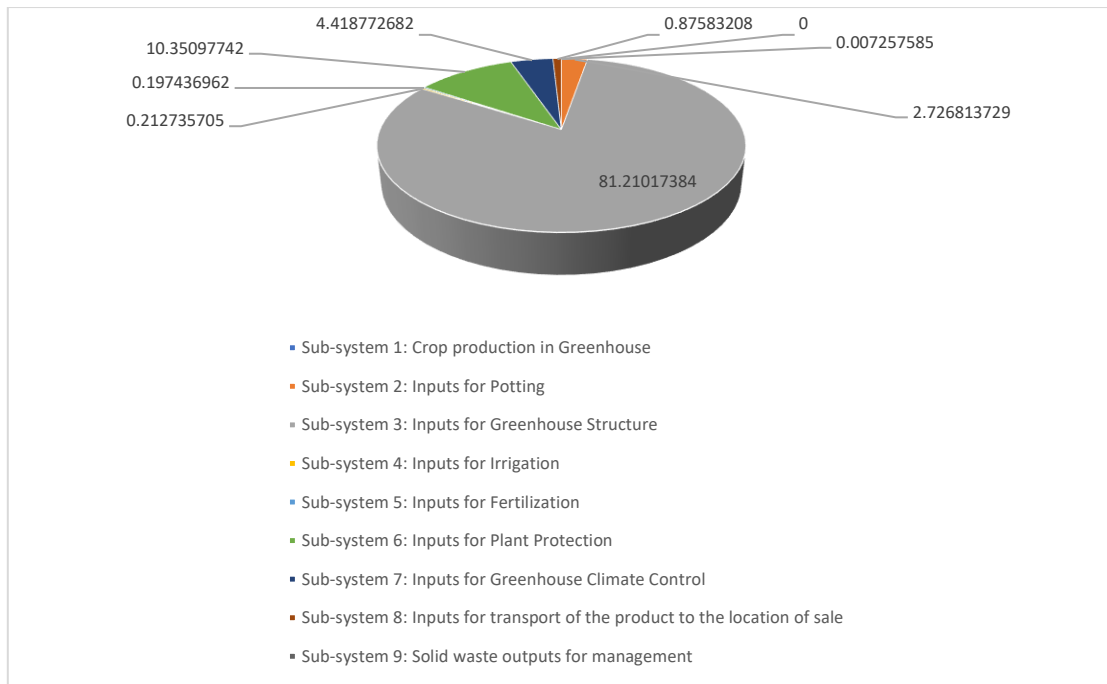
Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη εξάντλησης πόρων (μεταλλεύματα) ADPUR για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με $2,42 \cdot 10^{-5}$ kg Sb eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, $1,0 \cdot 10^{-5}$ kg Sb eq για το προϊόν EP0.68P και $2,5 \cdot 10^{-6}$ kg Sb eq για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.6 – 5.9) παρατηρείται ότι το υποσύστημα εισροών δόμησης του θερμοκηπίου έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη ADPUR για τα προϊόντα EP3G, EP0,68P και PZ2,2P με $2,12 \cdot 10^{-5}$ kg Sb eq, $8,16 \cdot 10^{-6}$ kg Sb eq και $2,24 \cdot 10^{-6}$ kg Sb eq, αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα εισροών δόμησης θερμοκηπίου συμβάλει στην κατηγορία εξάντλησης πόρων (μεταλλεύματα) κατά 89,49%, 81,21% και 89,49% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G), το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) και το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), αντίστοιχα.. Από τα Σχήματα 5.6, 5.7, 5.8, και 5.9 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία εξάντλησης πόρων (μεταλλεύματα) από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το πρώτο προϊόν (EP3G) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη εξάντλησης πόρων ADPUR ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το δεύτερο (EP0.68P) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



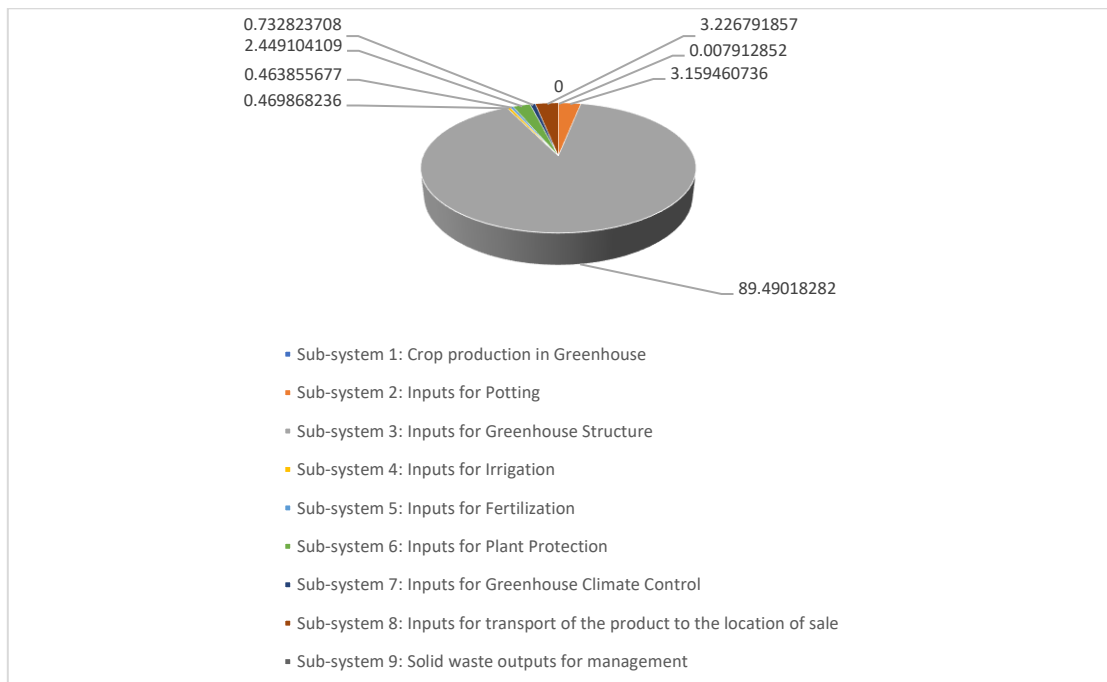
Σχήμα 5.6 Εκτιμήσεις του δείκτη εξάντλησης πόρων (μεταλλεύματα) ADPUR για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.7 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη εξάντλησης πόρων (μεταλλεύματα) ADPUR για το προϊόν EP3G



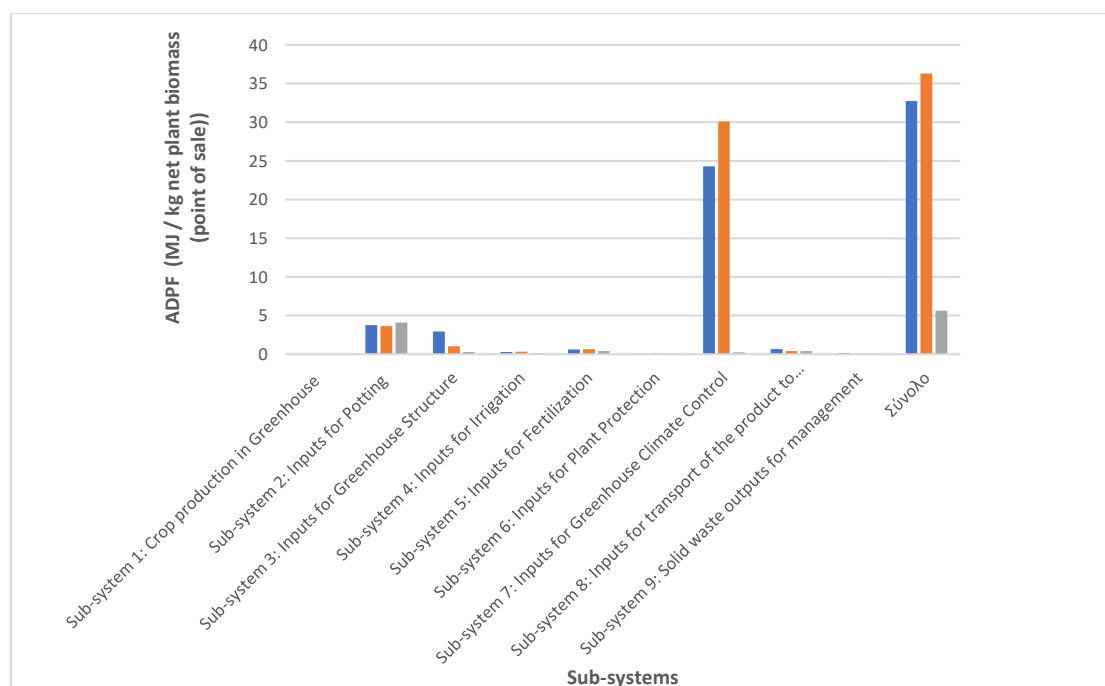
Σχήμα 5.8 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη εξάντλησης πόρων (μεταλλεύματα) ADPUR για το προϊόν EPO.68P



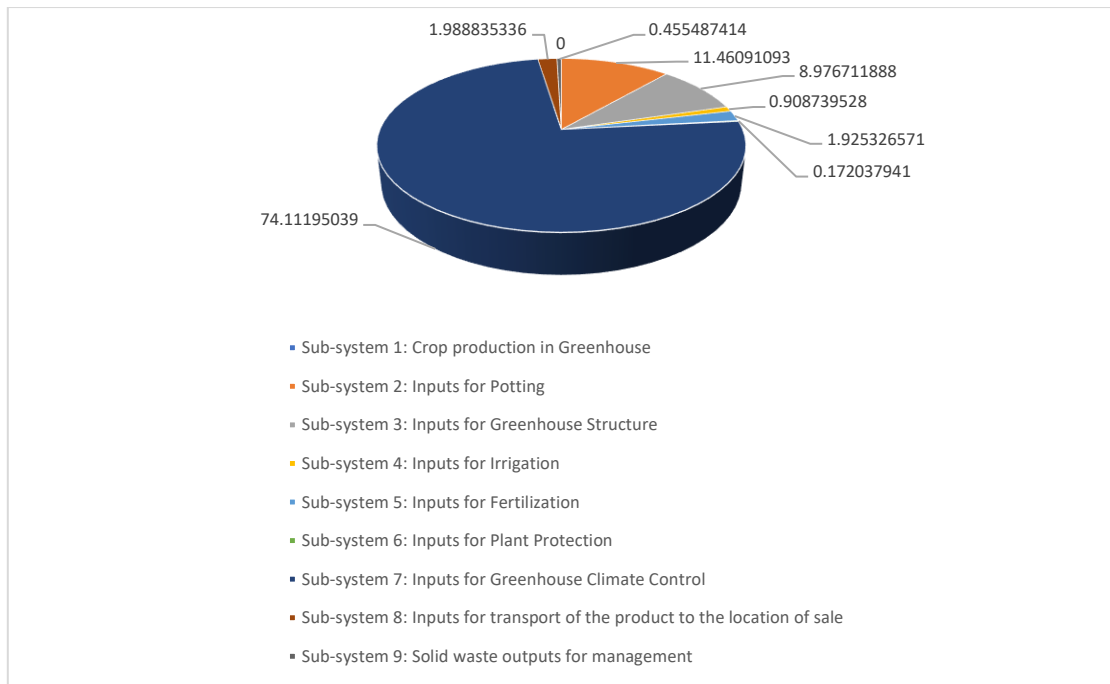
Σχήμα 5.9 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη εξάντλησης πόρων (μεταλλεύματα) ADPUR για το προϊόν PZ2.2P

5.6.3 Εξάντληση πόρων - ορυκτά καύσιμα

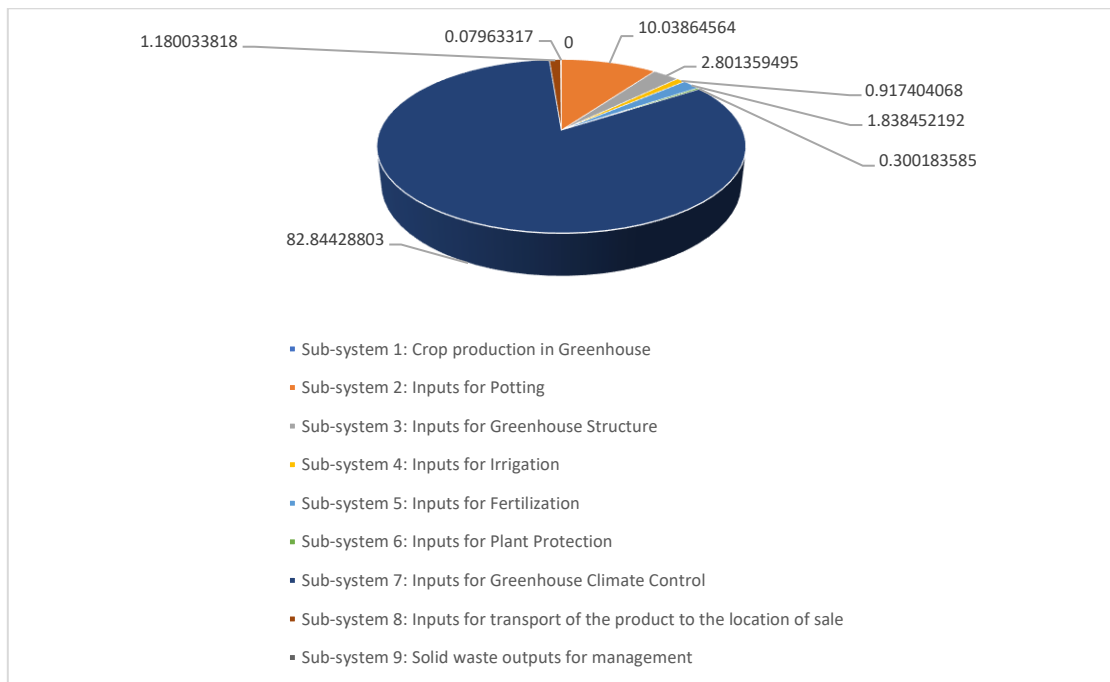
Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) ADPF για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες 32,76 MJ ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 36,32 MJ για το προϊόν EP0.68P και 5,61 MJ για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.10 – 5.13) παρατηρείται ότι το υποσύστημα εισροών ελέγχου κλίματος του θερμοκηπίου έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη ADPF για τα προϊόντα EP3G και EP0.68P με 24,28 MJ και 30,09 MJ αντίστοιχα, ενώ για το προϊόν PZ2.2P το υποσύστημα εισροών φύτευσης, με 4,1 MJ. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα εισροών ελέγχου κλίματος του θερμοκηπίου συμβάλει στην κατηγορία εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) κατά 74,11% και 82,84% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G) και το δεύτερο προϊόν (EP0.68P), αντίστοιχα, ενώ για το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), το υποσύστημα εισροών φύτευσης κατά 73,09%. Από τα Σχήματα 5.10, 5.11, 5.12, και 5.13 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη εξάντλησης πόρων ADPF ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το πρώτο (EP3G) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



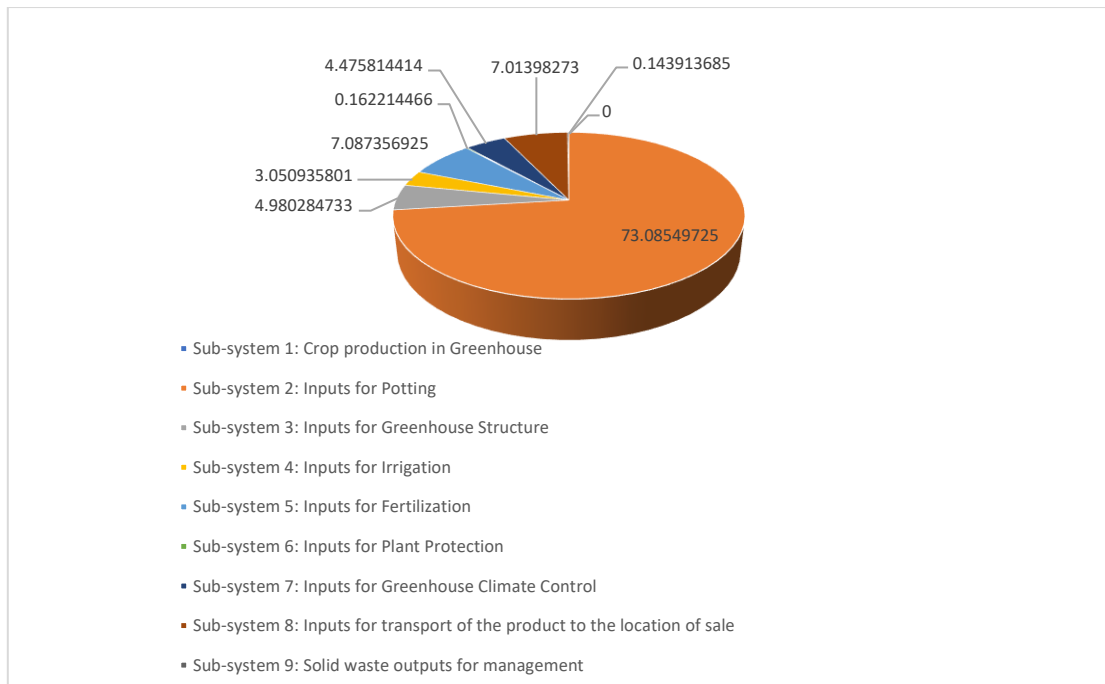
Σχήμα 5.10 Εκτιμήσεις του δείκτη εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) ADPF για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.11 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) ADFP για το προϊόν EP3G



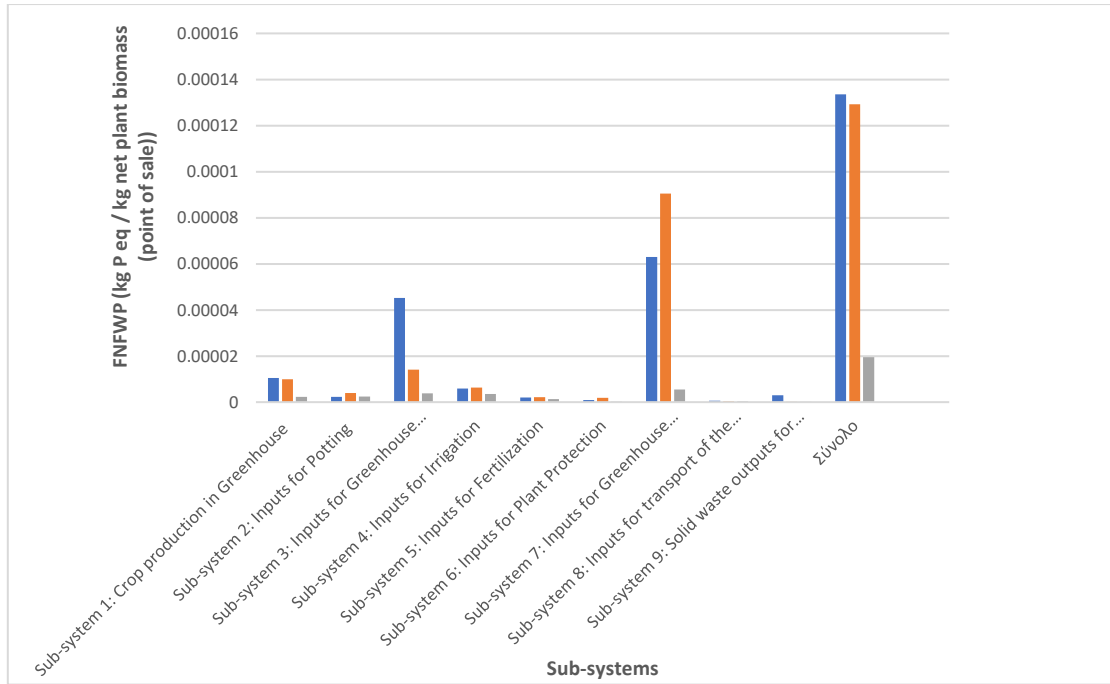
Σχήμα 5.12 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) ADFP για το προϊόν EP0.68P



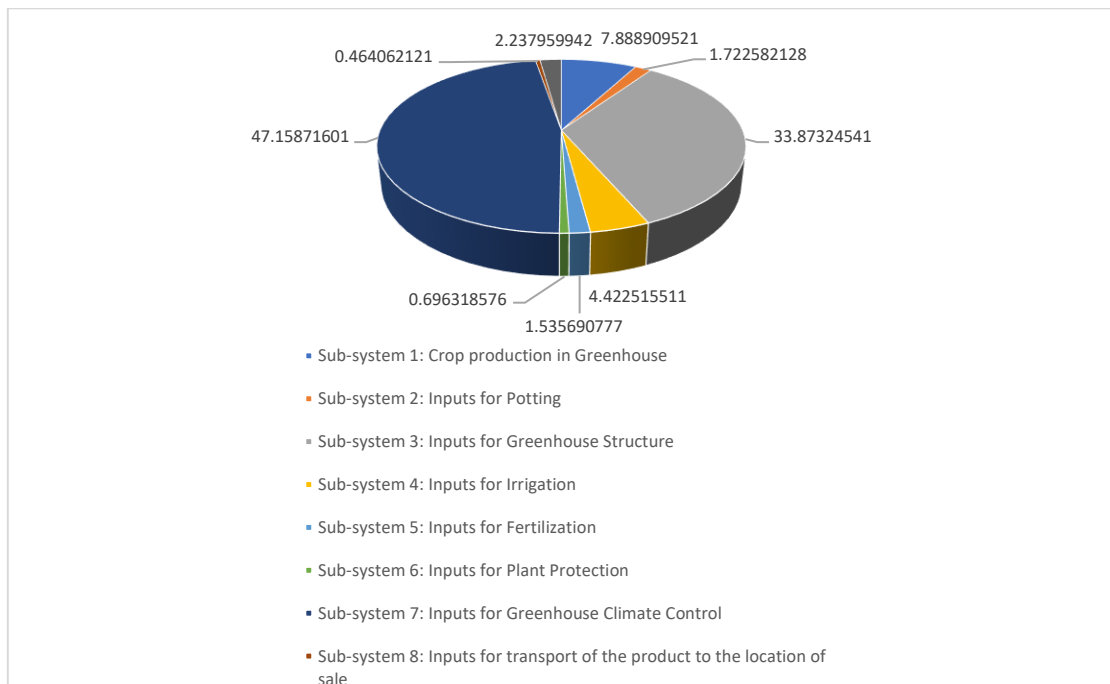
Σχήμα 5.13 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη εξάντλησης πόρων (ορυκτά καύσιμα) ADPF για το προϊόν PZ2.2P

5.6.4 Ευτροφισμός – υδάτινος (γλυκό νερό)

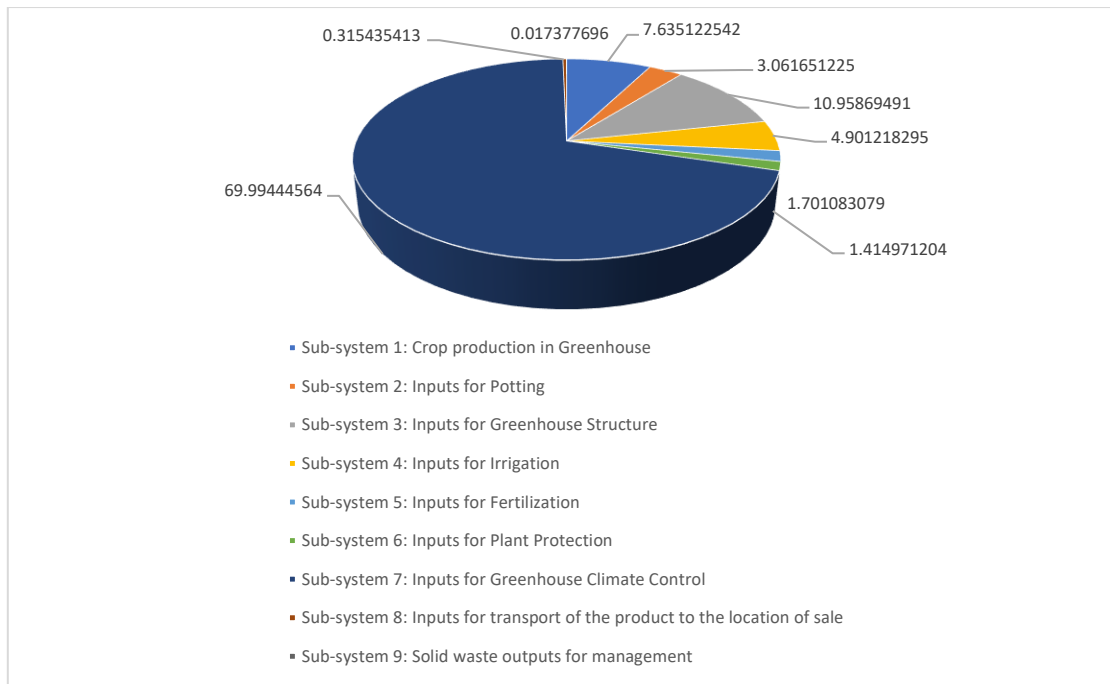
Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (γλυκό νερό) FNFWP για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με 0,000134 kg P eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 0,00013 kg P eq για το προϊόν EP0.68P και $1,95 \cdot 10^{-5}$ kg P eq για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.14 – 5.17) παρατηρείται ότι το υποσύστημα εισροών ελέγχου κλίματος του θερμοκηπίου έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη FNFWP για τα προϊόντα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P με $6,30 \cdot 10^{-5}$ kg P eq, $9,05 \cdot 10^{-5}$ kg P eq και $5,48 \cdot 10^{-6}$ kg P eq, αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα εισροών ελέγχου κλίματος του θερμοκηπίου συμβάλει στην κατηγορία υδάτινου ευτροφισμού (γλυκό νερό) κατά 47,16%, 69,99% και 28,02% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G), το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) και το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), αντίστοιχα. Από τα Σχήματα 5.14, 5.15, 5.16, και 5.17 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία υδάτινου ευτροφισμού (γλυκό νερό) από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το πρώτο προϊόν (EP3G) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη υδάτινου ευτροφισμού FNFWP ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το δεύτερο (EP0.68P) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



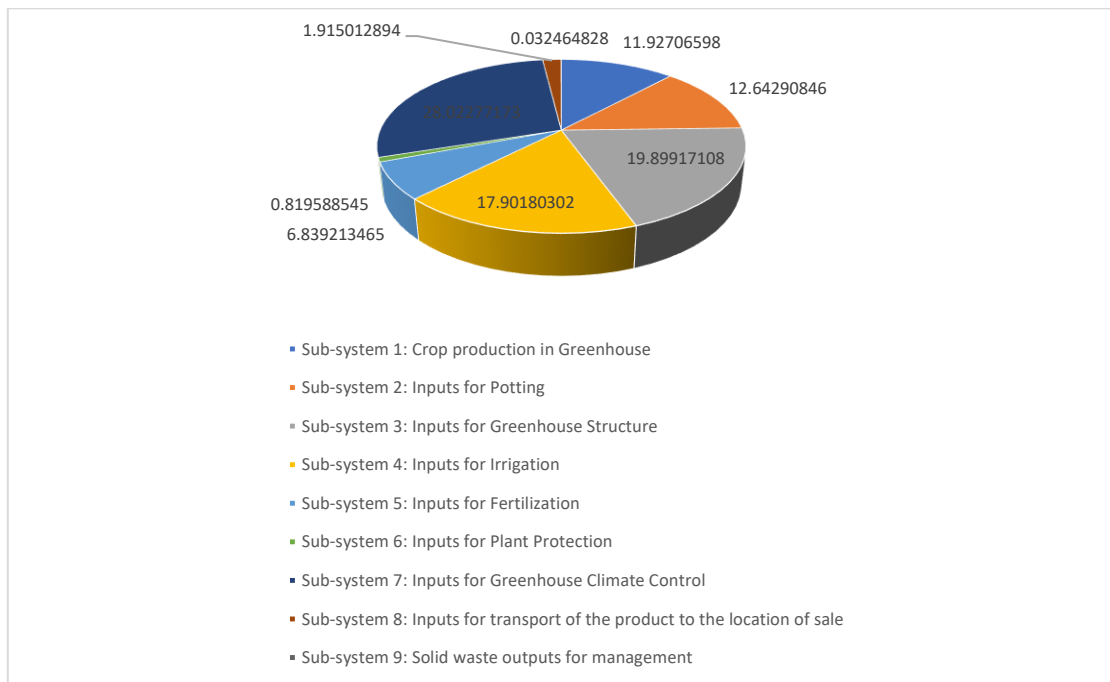
Σχήμα 5.14 Εκτιμήσεις του δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (γλυκό νερό) FFWP για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.15 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (γλυκό νερό) FFWP για το προϊόν EP3G



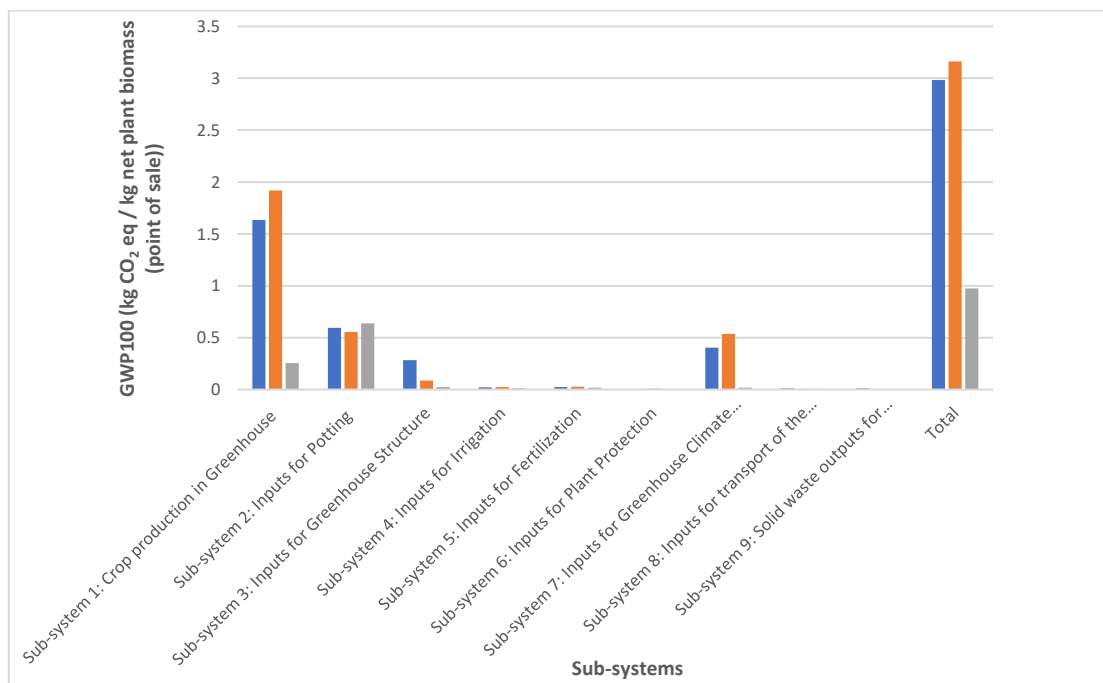
Σχήμα 5.16 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (γλυκό νερό) FNFWP για το προϊόν EPO.68P



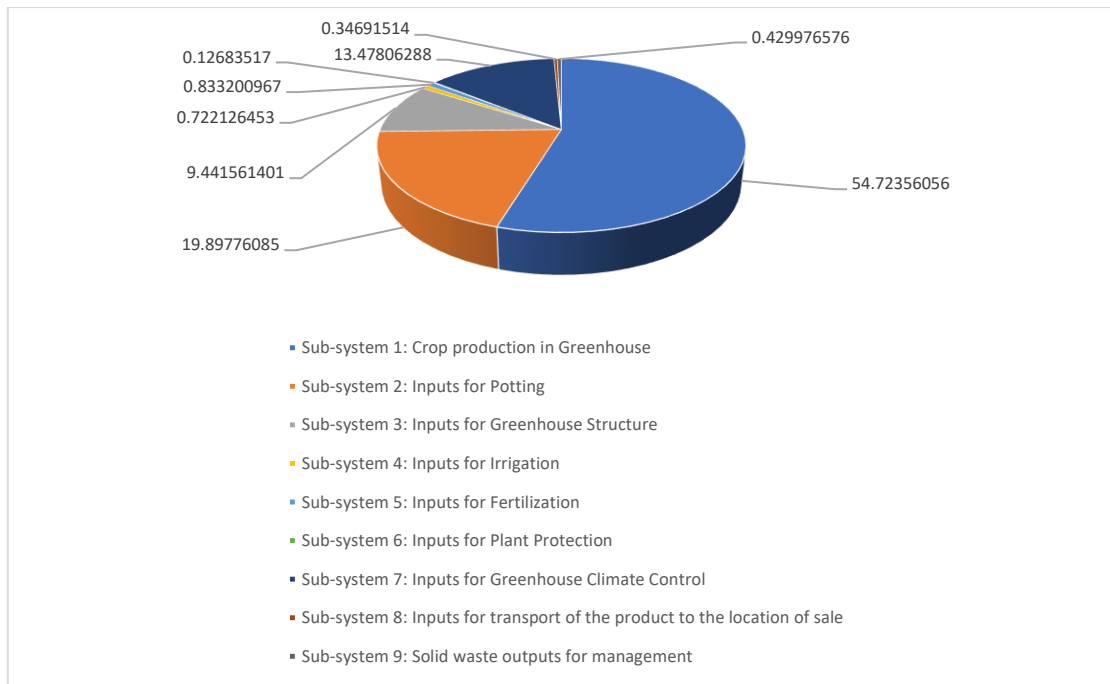
Σχήμα 5.17 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (γλυκό νερό) FNFWP για το προϊόν PZ2.2P

5.6.5 Κλιματική Αλλαγή, Συνολική

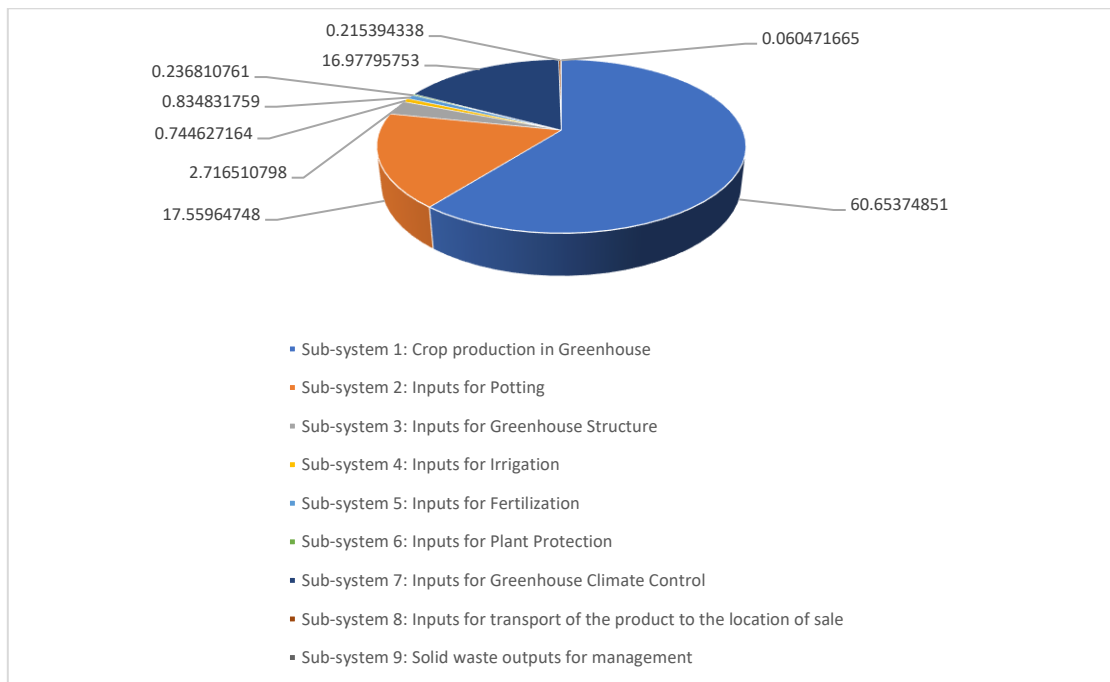
Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη κλιματικής αλλαγής (συνολικής) GWP100 για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με 2,98 kg CO₂ eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 3,16 kg CO₂ eq για το προϊόν EP0.68P και 0,97 kg CO₂ eq για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.18 – 5.21) παρατηρείται ότι οι διεργασίες φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο έχουν τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη GWP100 για τα προϊόντα EP3G και EP0.68P με 1,63 kg CO₂ eq και 1,92 kg CO₂ eq, αντίστοιχα, ενώ για το προϊόν PZ2.2P το υποσύστημα εισροών φύτευσης με 0,64 kg CO₂ eq. Πιο συγκεκριμένα, οι διεργασίες φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο συμβάλουν στην κατηγορία κλιματικής αλλαγής (συνολική) κατά 54,72% και 60,65% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G) και το δεύτερο προϊόν (EP0.68P), αντίστοιχα. Για το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), το υποσύστημα εισροών φύτευσης συμβάλει περισσότερο από τα άλλα υποσυστήματα και μάλιστα κατά 65,51%. Από τα Σχήματα 5.18, 5.19, 5.20, και 5.21 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία κλιματικής αλλαγής (συνολική) από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη κλιματικής αλλαγής (συνολικής) GWP100 ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το πρώτο (EP3G) και μετά το τρίτο (PZ2.2P). Το μέγεθος του δείκτη GWP100 φαίνεται να επηρεάζεται κυρίως από τις εκπομπές λόγω καύσης ορυκτών καυσίμων (και κυρίως μαζούτ για τη θέρμανση του θερμοκηπίου) στις περιπτώσεις των πρώτων δύο προϊόντων (EP3G και EP0.68P).



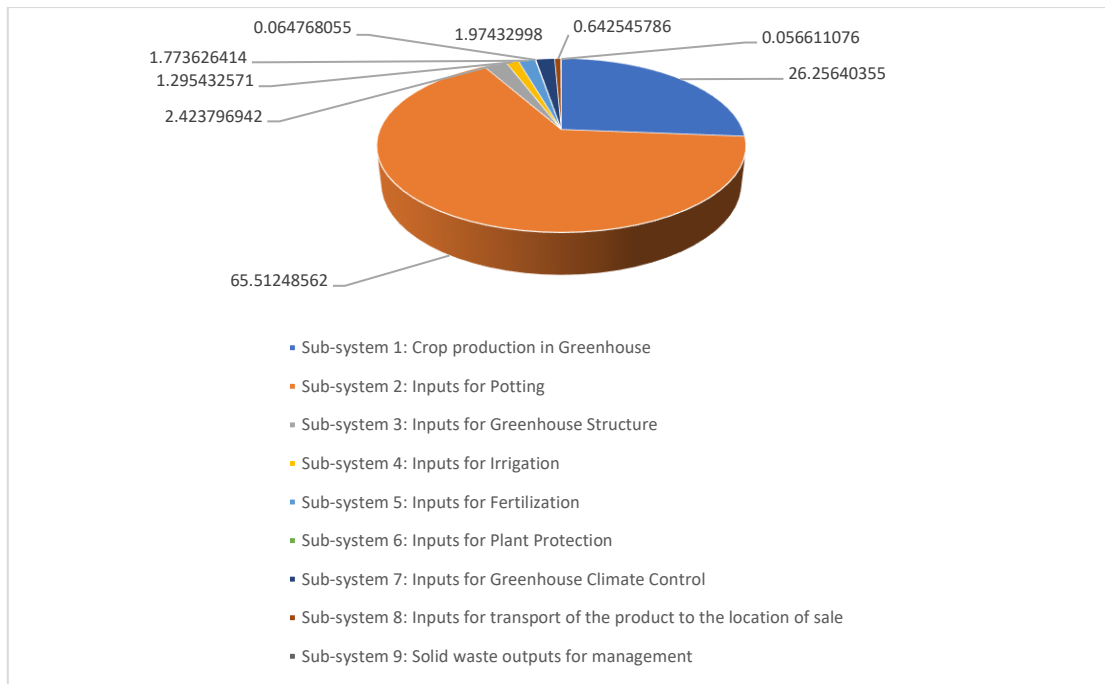
Σχήμα 5.18 Εκτιμήσεις του δείκτη κλιματικής αλλαγής (συνολική) GWP100 για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.19 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη κλιματικής αλλαγής (συνολική) GWP100 για το προϊόν EP3G



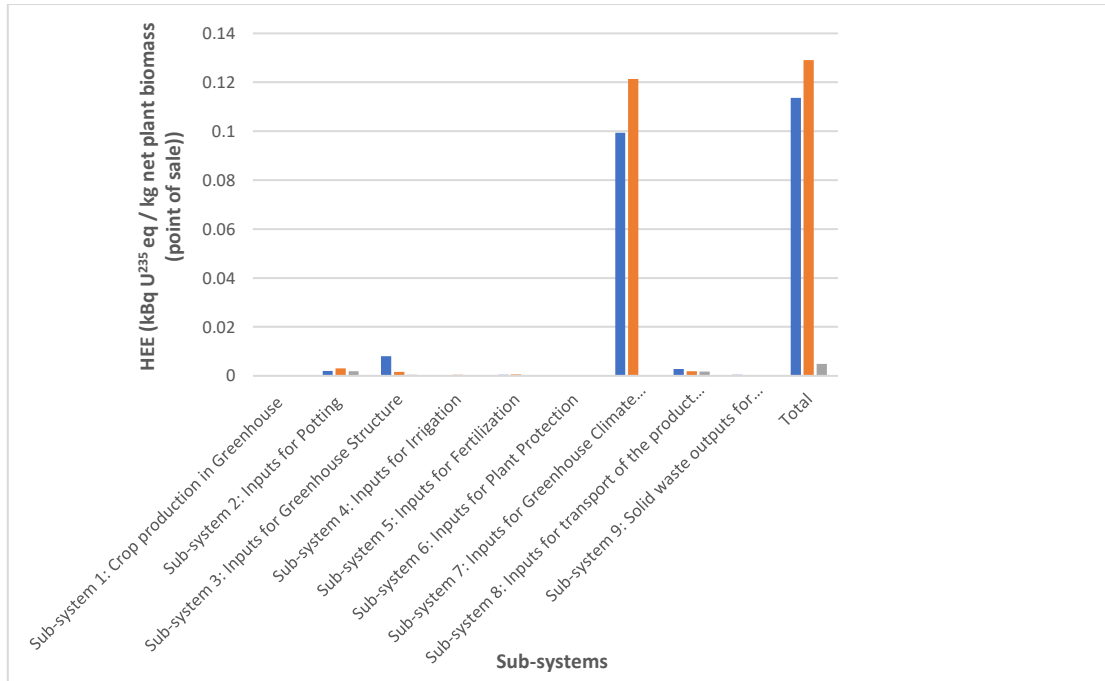
Σχήμα 5.20 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη κλιματικής αλλαγής (συνολική) GWP100 για το προϊόν EP0.68P



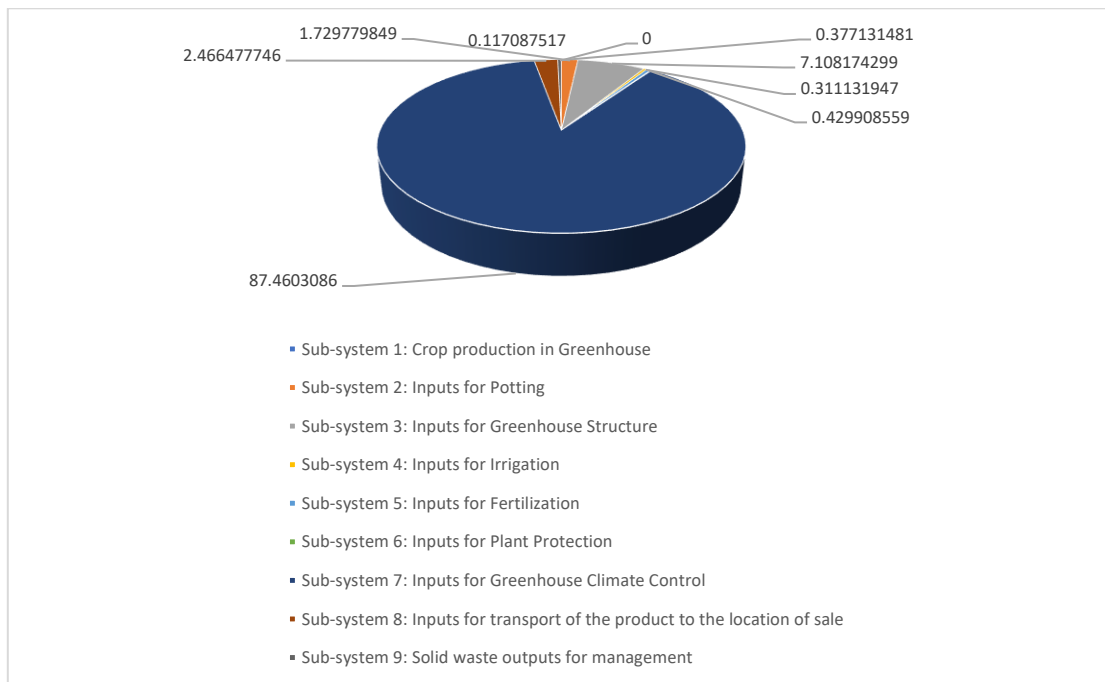
Σχήμα 5.21 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη κλιματικής αλλαγής (συνολική) GWP100 για το προϊόν PZ2.2P

5.6.6 Ιοντίζουσα ακτινοβολία - επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου

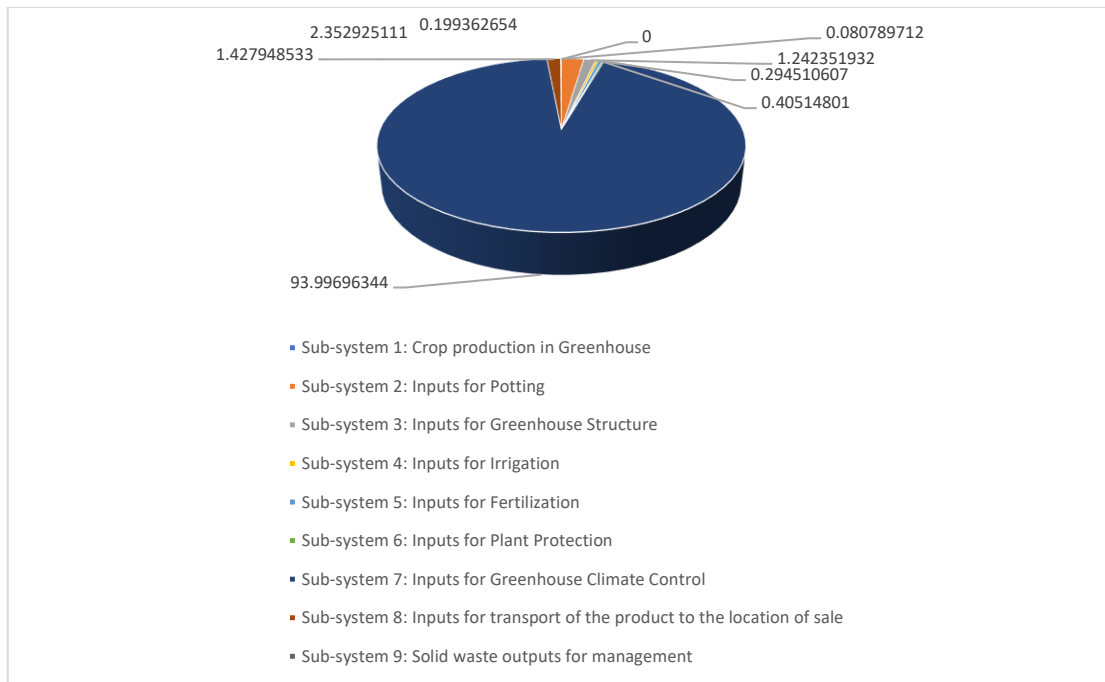
Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη ιοντίζουσας ακτινοβολίας ΗΕΕ για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με 0,11 kBq U²³⁵ eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 0,13 kBq U²³⁵ eq για το προϊόν EP0.68P και 0,005 kBq U²³⁵ eq για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.22 – 5.25) παρατηρείται ότι το υποσύστημα εισροών ελέγχου κλίματος έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη ΗΕΕ για τα προϊόντα EP3G και EP0.68P με 0,099 kBq U²³⁵ eq και 0,121 kBq U²³⁵ eq, αντίστοιχα, ενώ για το προϊόν PZ2.2P το υποσύστημα εισροών φύτευσης με 0,002 kBq U²³⁵ eq. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα εισροών ελέγχου κλίματος στο θερμοκήπιο συμβάλει στην κατηγορία ιοντίζουσας ακτινοβολίας κατά 87,46% και 94% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G) και το δεύτερο προϊόν (EP0.68P), αντίστοιχα. Για το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), το υποσύστημα εισροών φύτευσης συμβάλει κατά 38,72%. Από τα Σχήματα 5.22, 5.23, 5.24, και 5.25 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία ιοντίζουσας ακτινοβολίας από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη ιοντίζουσας ακτινοβολίας ΗΕΕ ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το πρώτο (EP3G) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



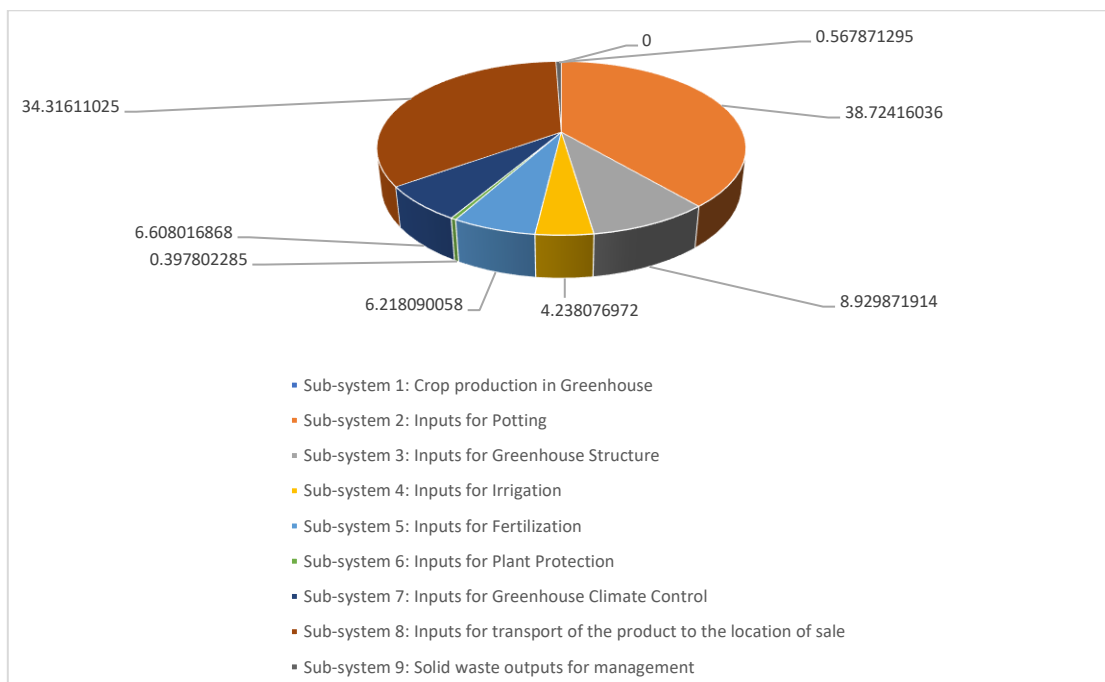
Σχήμα 5.22 Εκτιμήσεις του δείκτη ιοντίζουσας ακτινοβολίας HEE για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EPO.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.23 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη ιοντίζουσας ακτινοβολίας HEE για το προϊόν EP3G



Σχήμα 5.24 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη ιοντίζουσας ακτινοβολίας HEE για το προϊόν EP0.68P

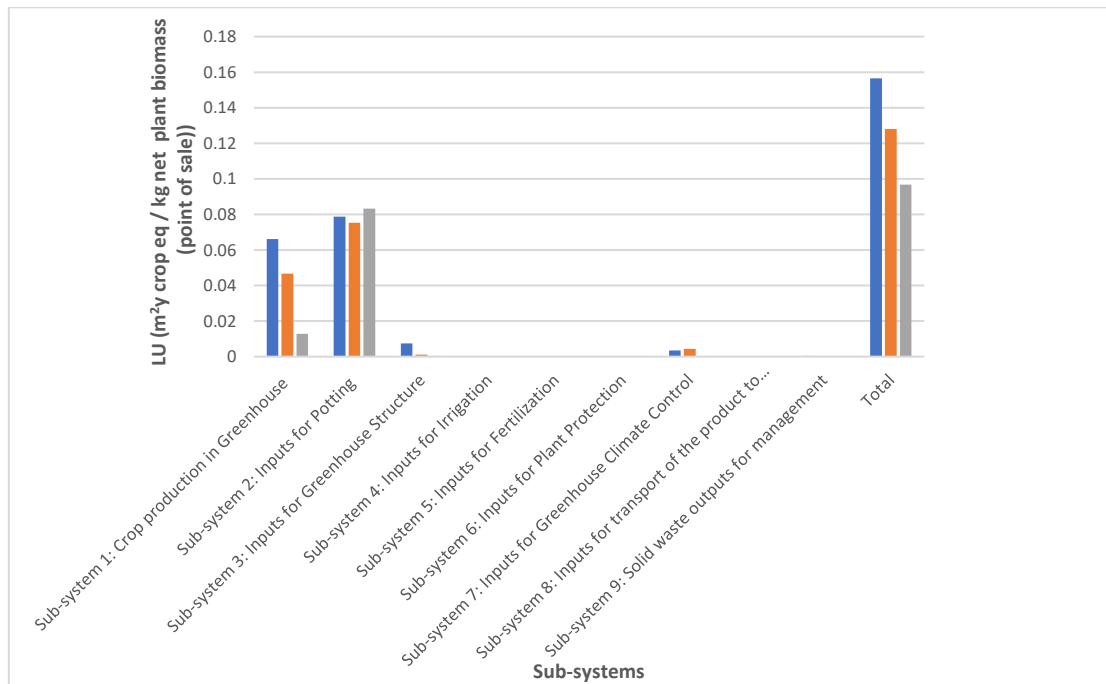


Σχήμα 5.25 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη ιοντίζουσας ακτινοβολίας HEE για το προϊόν PZ2.2P

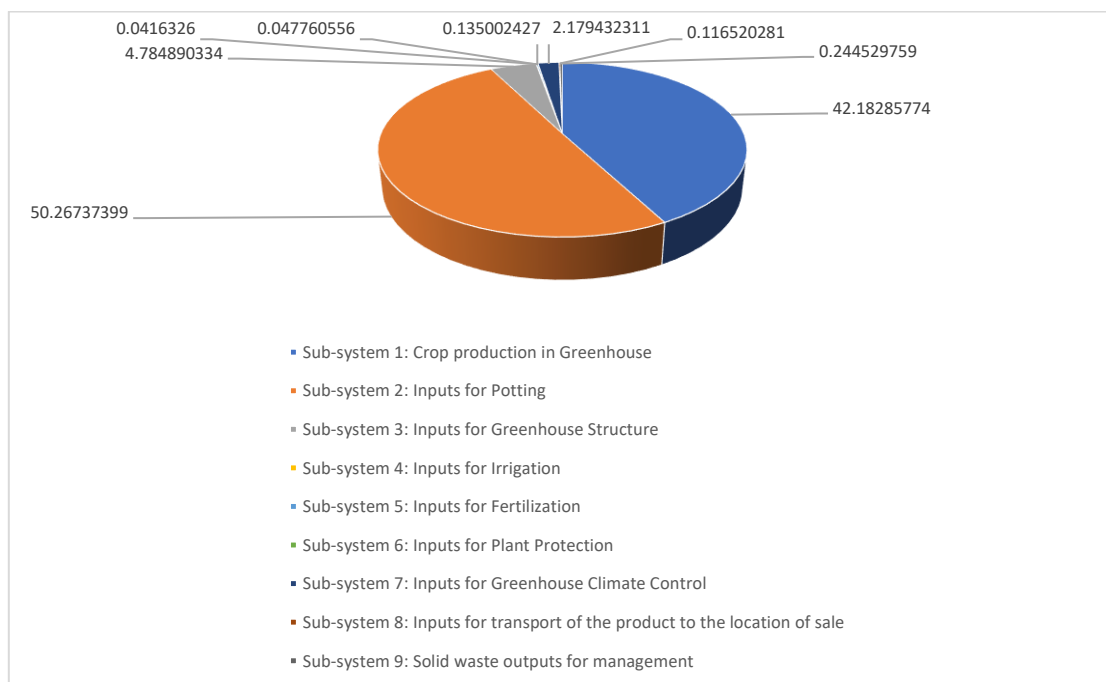
5.6.7 Χρήση γης

Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη χρήσης γης LU για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με 0,16 m²g crop eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 0,04 m²g crop eq για το προϊόν EP0.68P και 0,1 m²g crop eq για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.26 – 5.29) παρατηρείται ότι το υποσύστημα εισροών φύτευσης έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη LU για τα προϊόντα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P με 0,079 m²g crop eq, 0,022 m²g crop eq και

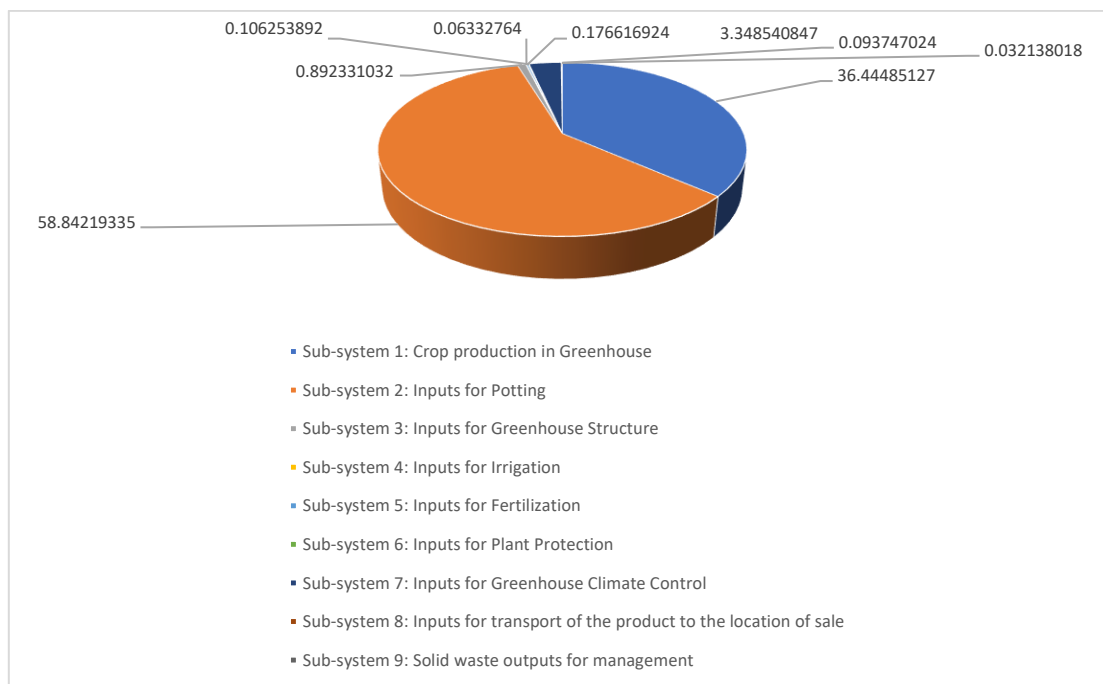
0,083 m² crop eq, αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα εισροών φύτευσης συμβάλει στην κατηγορία χρήσης γης κατά 50,27%, 58,84% και 86,09% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G), το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) και το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), αντίστοιχα. Από τα Σχήματα 5.26, 5.27, 5.28, και 5.29 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία χρήσης γης από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το πρώτο προϊόν (EP3G) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη χρήσης γης LU ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το δεύτερο (EP0.68P) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



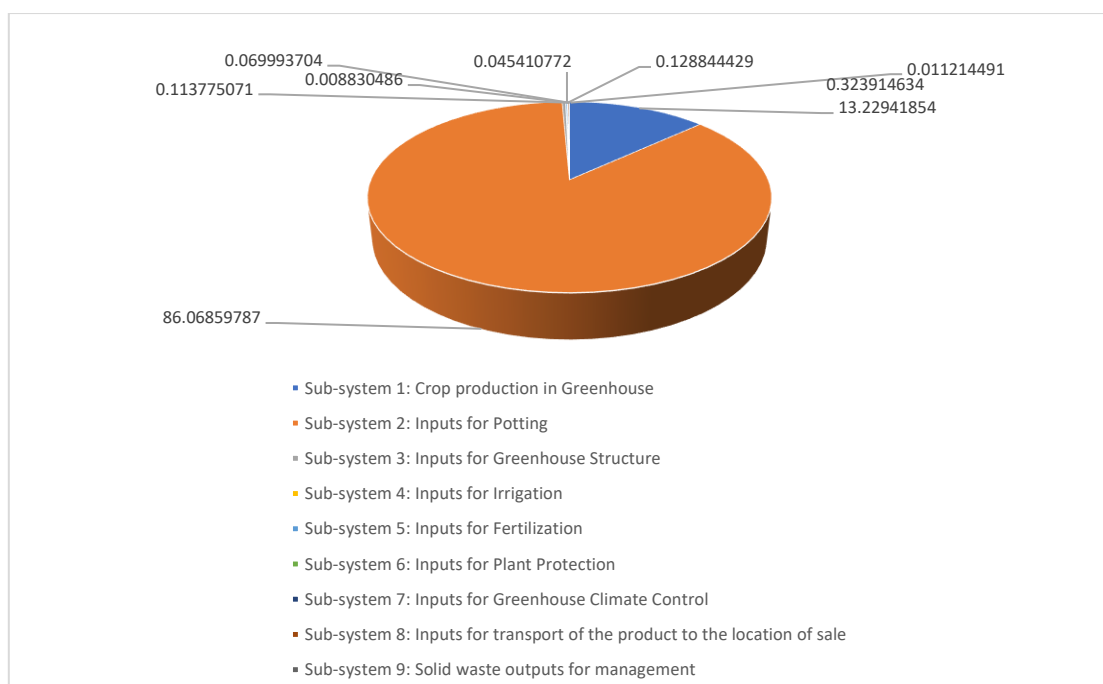
Σχήμα 5.26 Εκτιμήσεις του δείκτη χρήσης γης LU για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.27 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη χρήσης γης LU για το προϊόν EP3G



Σχήμα 5.28 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη χρήσης γης LU για το προϊόν EP0.68P

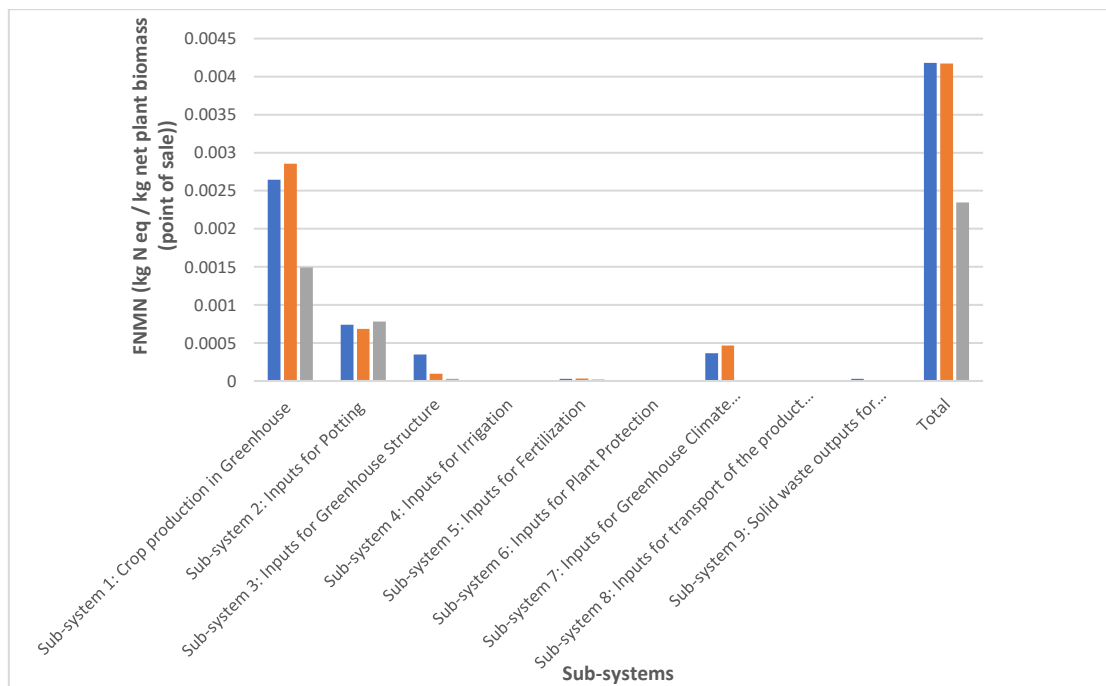


Σχήμα 5.29 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη χρήσης γης LU για το προϊόν PZ2.2P

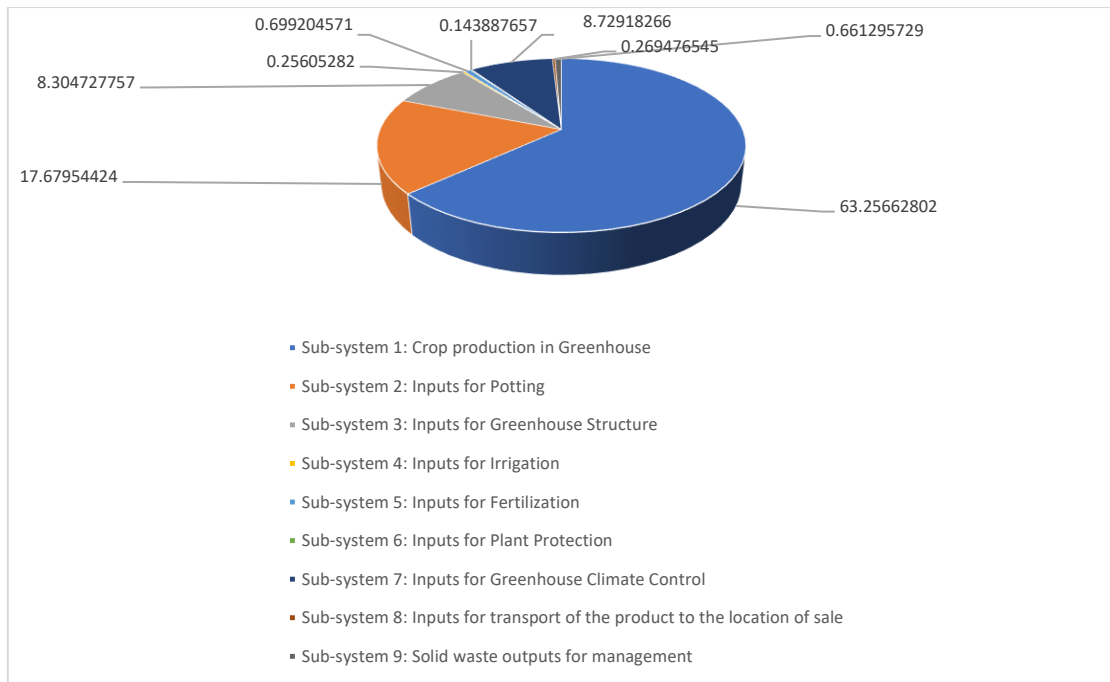
5.6.8 Ευτροφισμός – υδάτινος (θαλασσινό νερό)

Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (θαλασσινό νερό) FNMN για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με

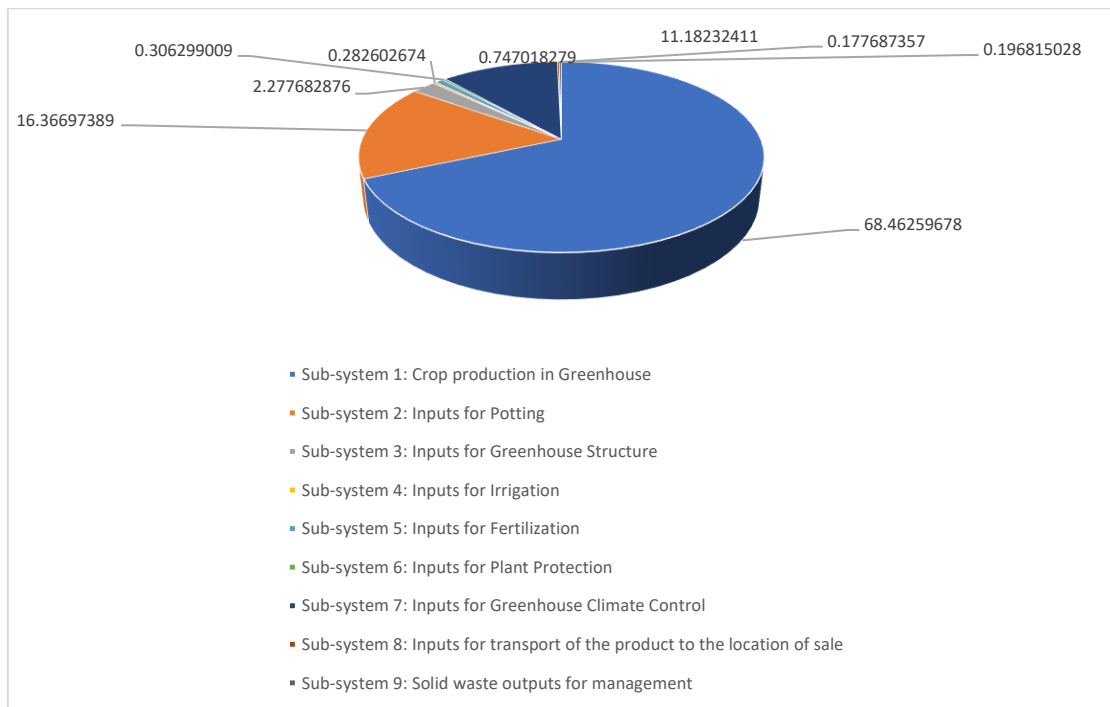
0,00418 kg N eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 0,00417 kg N eq για το προϊόν EP0.68P και 0,00234 kg N eq για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.30 – 5.33) παρατηρείται ότι το υποσύστημα διεργασιών φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη FNMN για τα προϊόντα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P με 0,00264 kg N eq, 0,00286 kg N eq και 0,00149 kg N eq, αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα διεργασιών φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο συμβάλει στην κατηγορία υδάτινου ευτροφισμού (θαλασσινό νερό) κατά 63,26%, 68,46% και 63,62% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G), το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) και το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), αντίστοιχα. Από τα Σχήματα 5.30, 5.31, 5.32, και 5.33 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία υδάτινου ευτροφισμού (θαλασσινό νερό) από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το πρώτο προϊόν (EP3G) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (θαλασσινό νερό) FNMN ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το δεύτερο (EP0.68P) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



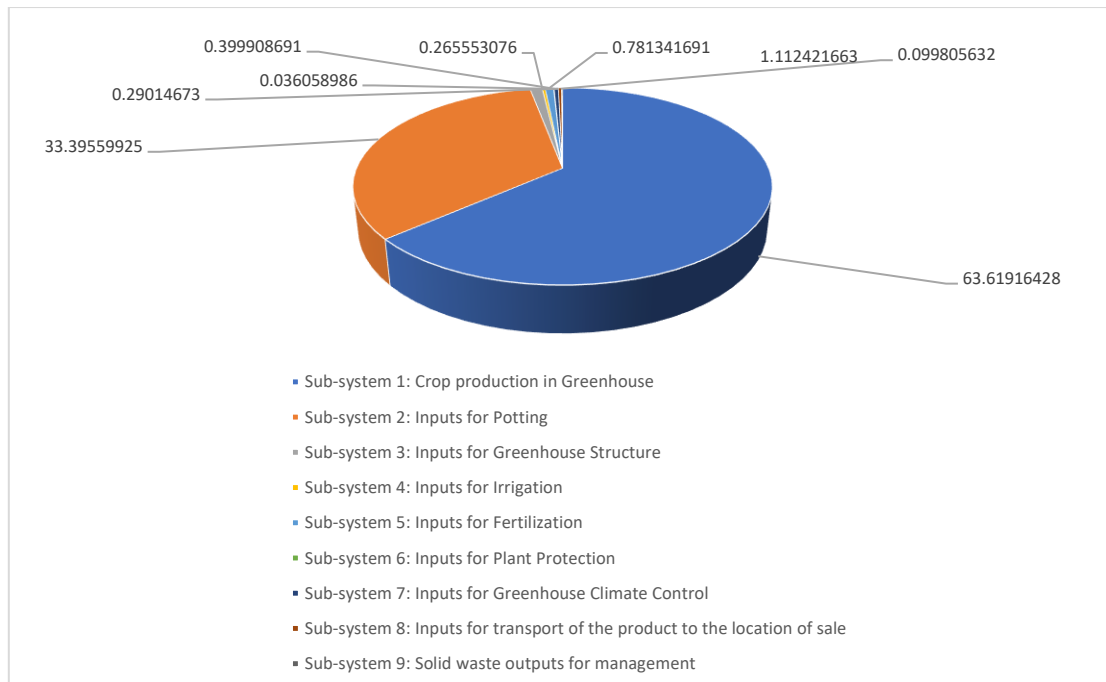
Σχήμα 5.30 Εκτιμήσεις του δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (θαλασσινό νερό) FNMN για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.31 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (θαλασσινό νερό) FNMN για το προϊόν EP3G



Σχήμα 5.32 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (θαλασσινό νερό) FNMN για το προϊόν EP0.68P

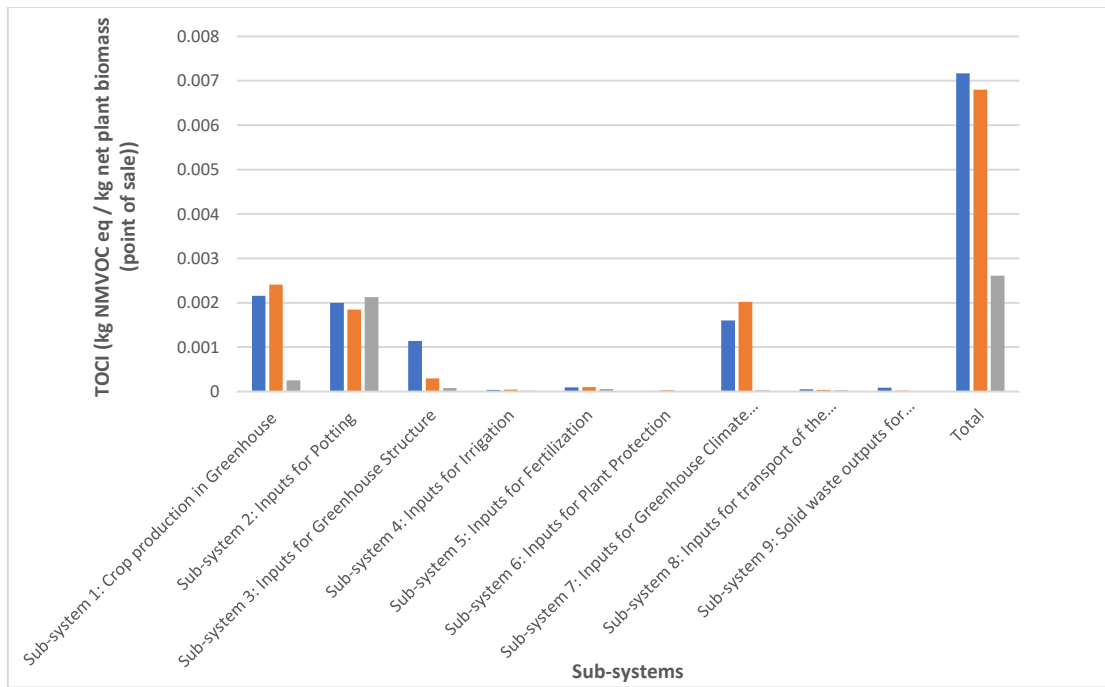


Σχήμα 5.33 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη υδάτινου ευτροφισμού (θαλασσινό νερό) FNMN για το προϊόν PZ2.2P

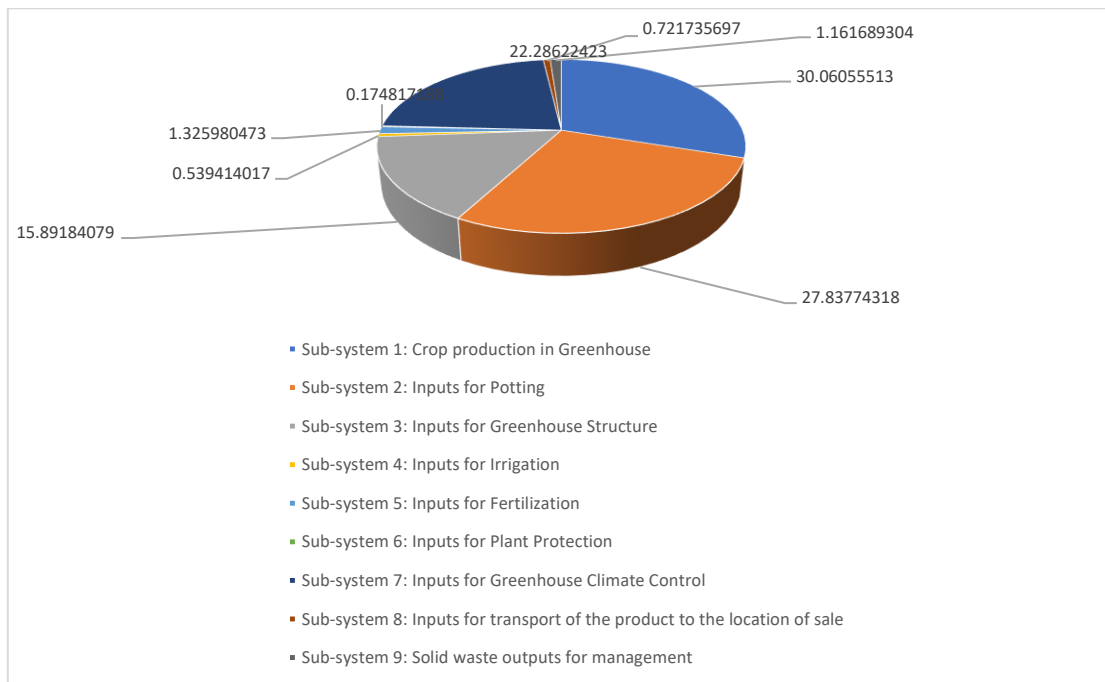
5.6.9 Φωτοχημικός σχηματισμός όζοντος

Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος TOCI για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με 0,0072 kg NMVOC eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 0,0068 kg NMVOC eq για το προϊόν EP0.68P και 0,0026 kg NMVOC eq για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.34 – 5.37) παρατηρείται ότι το υποσύστημα διεργασιών φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη TOCI για τα προϊόντα EP3G και EP0.68P με 0,0022 kg NMVOC eq και 0,0024 kg NMVOC eq, αντίστοιχα ενώ για το PZ2.2P το υποσύστημα εισροών φύτευσης με 0,0021 kg NMVOC eq. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα διεργασιών φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο συμβάλει στην κατηγορία φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος κατά 30,06% και 35,42% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G) και το δεύτερο προϊόν (EP0.68P), αντίστοιχα. Για το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), το υποσύστημα εισροών φύτευσης συμβάλει κατά 81,43%. Από τα Σχήματα 5.34, 5.35, 5.36, και 5.37 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το πρώτο προϊόν (EP3G) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος TOCI ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το δεύτερο (EP0.68P) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).

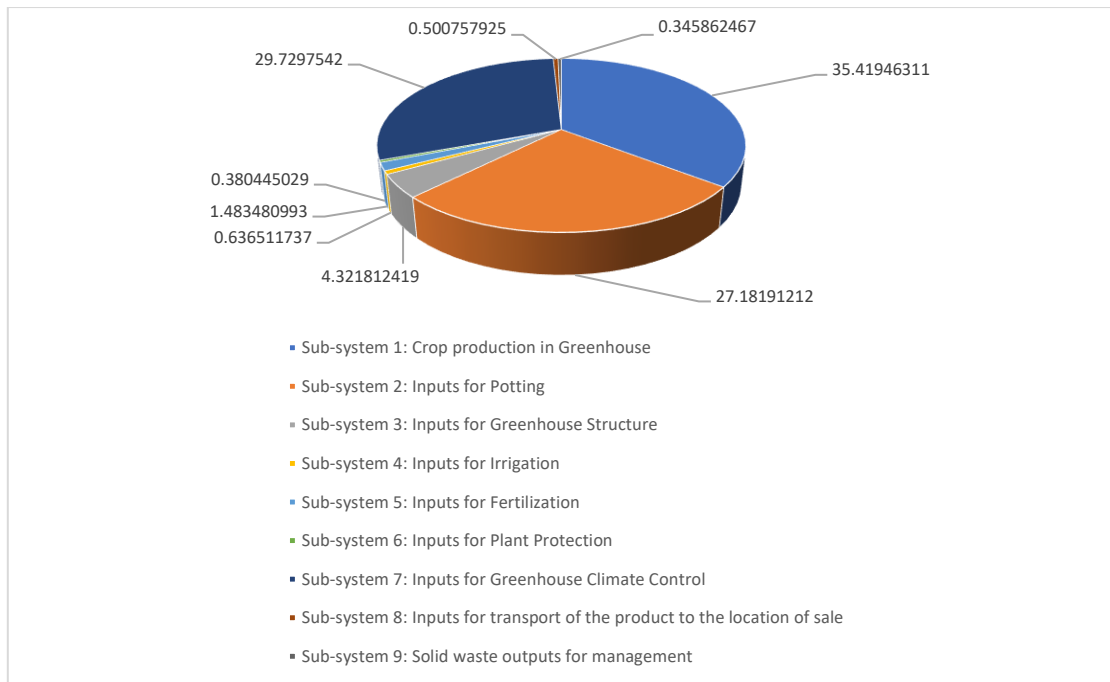
Τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας επιδρούν στο φωτοχημικό νέφος με αέριες εκπομπές όπως το μονοξείδιο του άνθρακα CO, το μεθάνιο CH₄ και οι μη μεθανιούχες πτητικές οργανικές ενώσεις NMVOC.



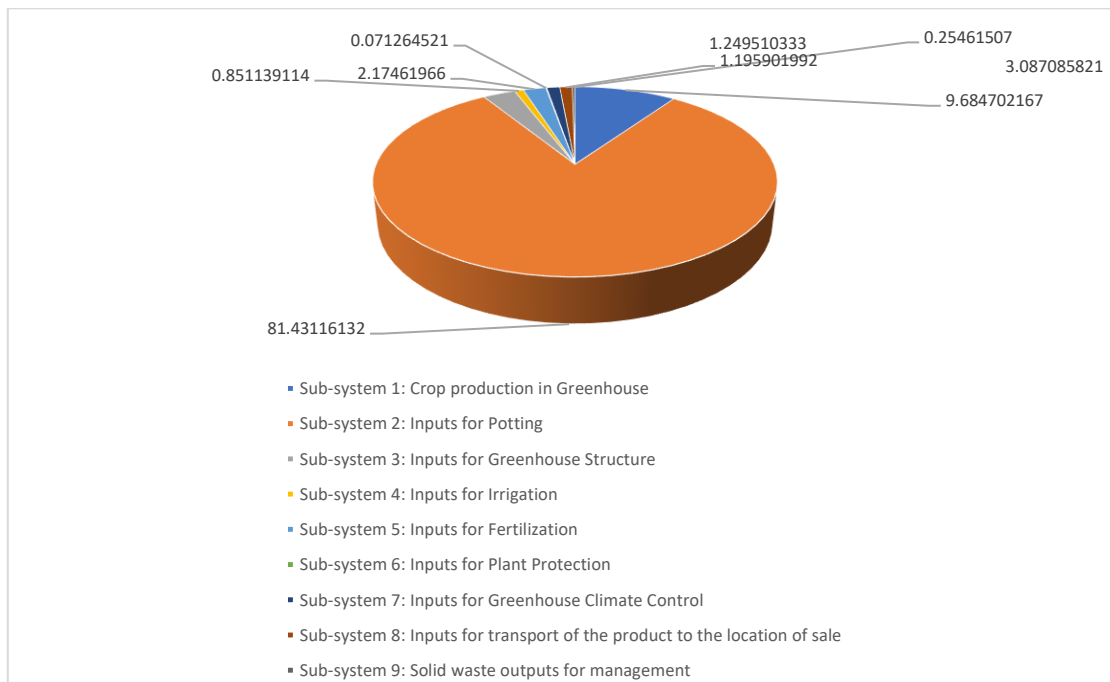
Σχήμα 5.34 Εκτιμήσεις του δείκτη φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος TOCI για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: P22.2P)



Σχήμα 5.35 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος TOCI για το προϊόν EP3G



Σχήμα 5.36 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος TOCI για το προϊόν EP0.68P

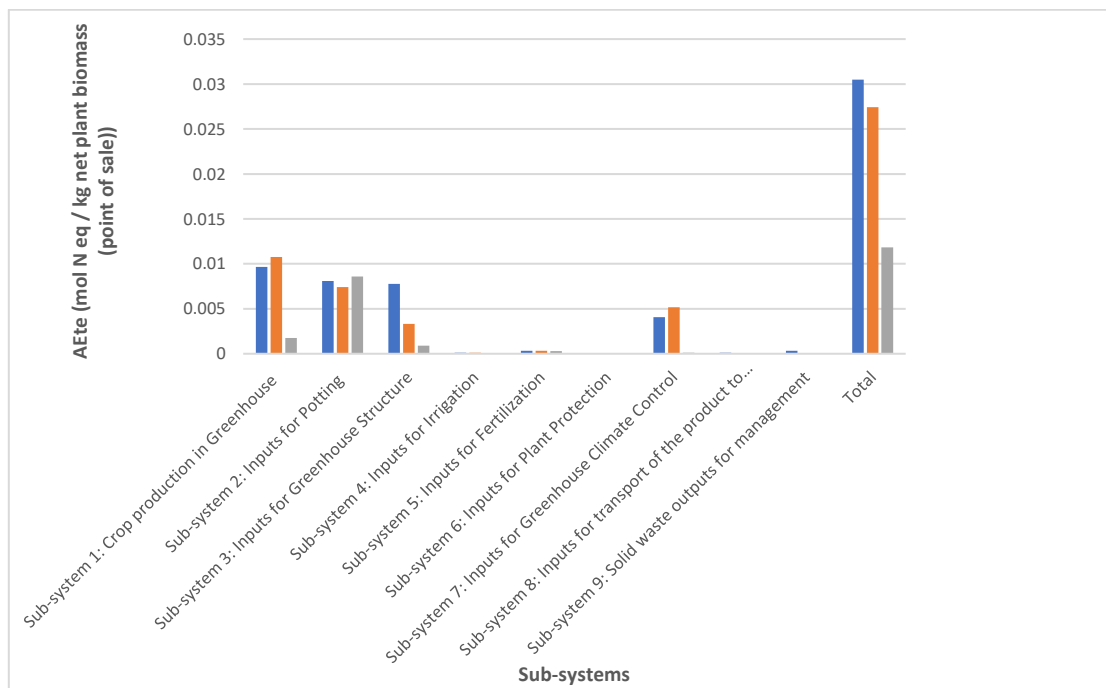


Σχήμα 5.37 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος TOCI για το προϊόν P22.2P

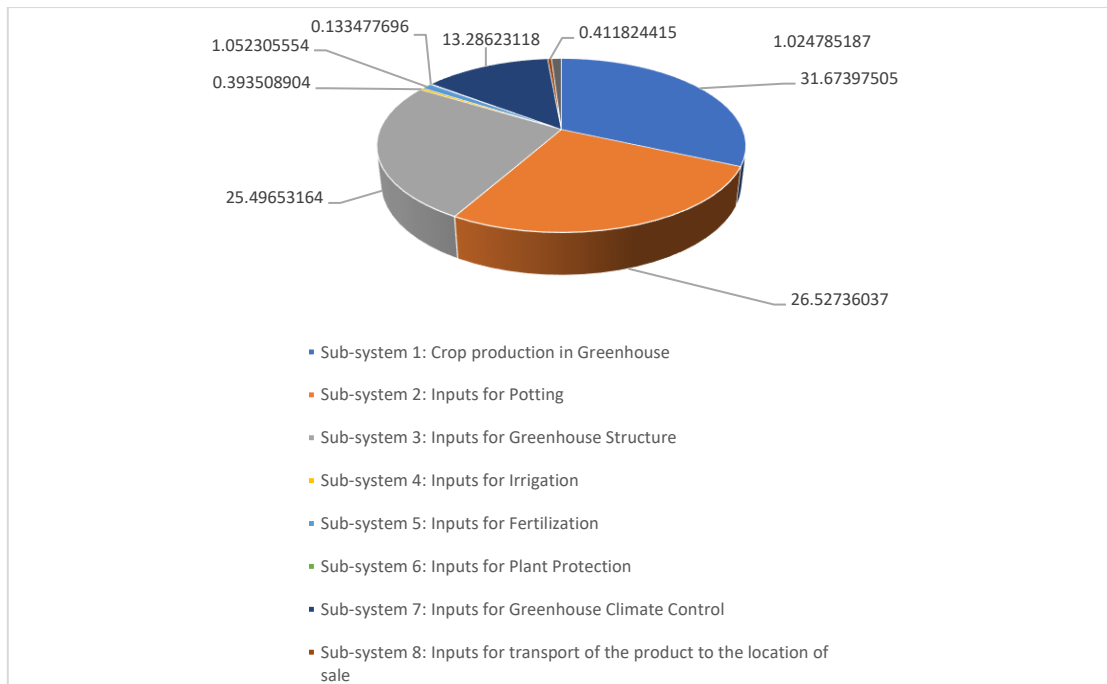
5.6.10 Ευτροφισμός - επίγειος

Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη επίγειου ευτροφισμού ΑΕτε για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με 0,030 molc N eq ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 0,027 molc N eq για το προϊόν EP0.68P και 0,012 molc N eq για το προϊόν P22.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.38 – 5.41) παρατηρείται ότι το υποσύστημα διεργασιών φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη ΑΕτε για τα προϊόντα EP3G και EP0.68P

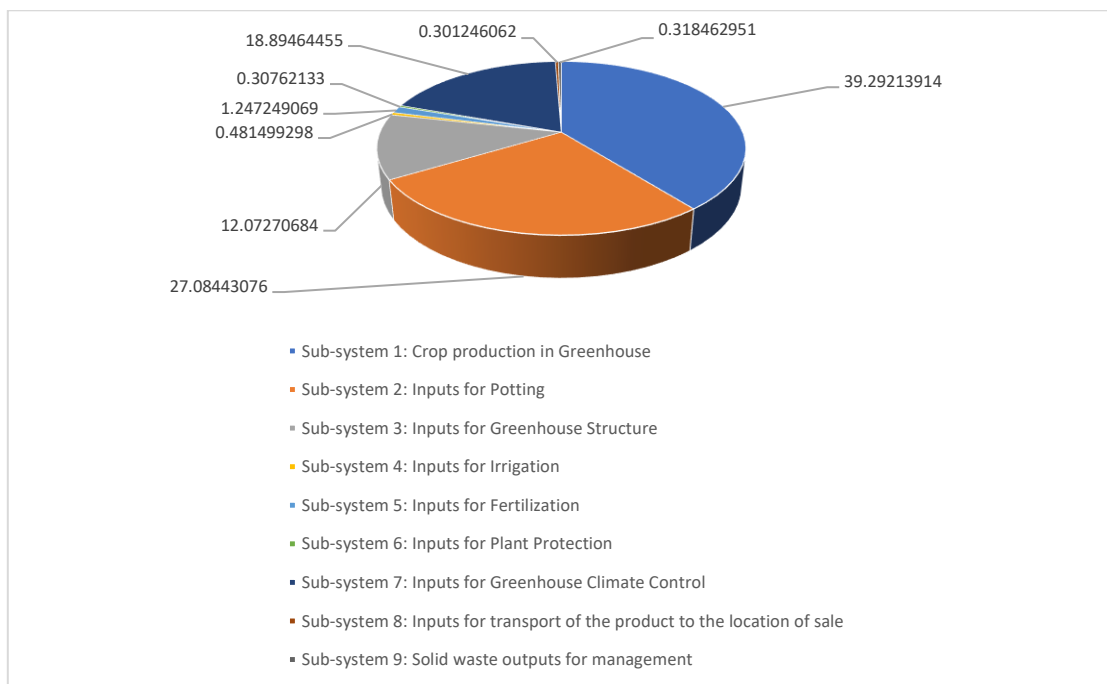
με 0,0097 molc N eq και 0,0108 molc N eq, αντίστοιχα, ενώ για το PZ2.2P το υποσύστημα εισροών φύτευσης με 0,0086 molc N eq. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα διεργασιών φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο συμβάλει στην κατηγορία επίγειου ευτροφισμού κατά 31,67% και 39,29% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G) και το δεύτερο προϊόν (EP0.68P), αντίστοιχα. Για το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), το υποσύστημα εισροών φύτευσης συμβάλει κατά 72,56%. Από τα Σχήματα 5.38, 5.39, 5.40, και 5.41 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία επίγειου ευτροφισμού από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το πρώτο προϊόν (EP3G) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη επίγειου ευτροφισμού ATe ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το δεύτερο (EP0.68P) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



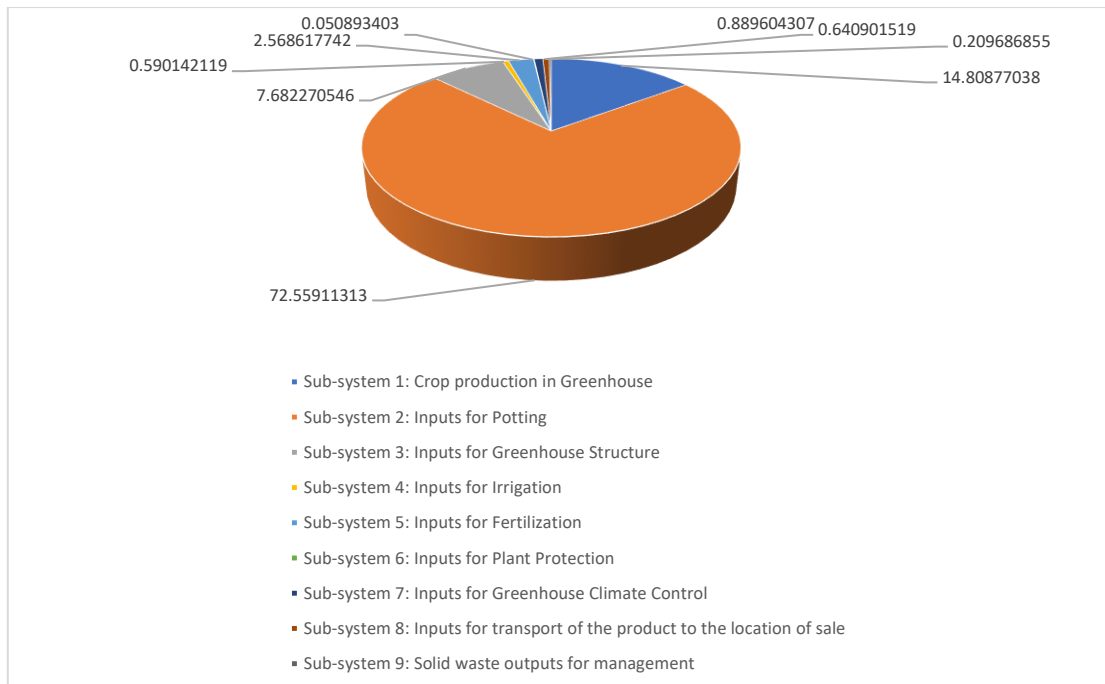
Σχήμα 5.38 Εκτιμήσεις του δείκτη επίγειου ευτροφισμού ATe για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.39 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη επίγειου ευτροφισμού ΑΕτε για το προϊόν EP3G



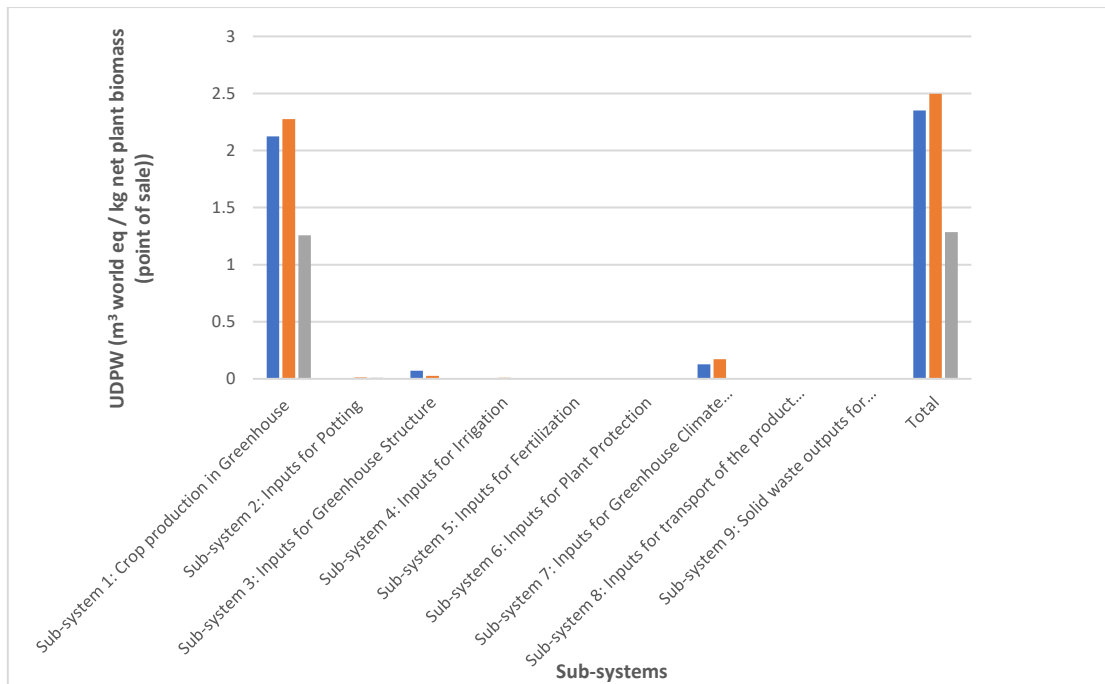
Σχήμα 5.40 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη επίγειου ευτροφισμού ΑΕτε για το προϊόν EPO.68P



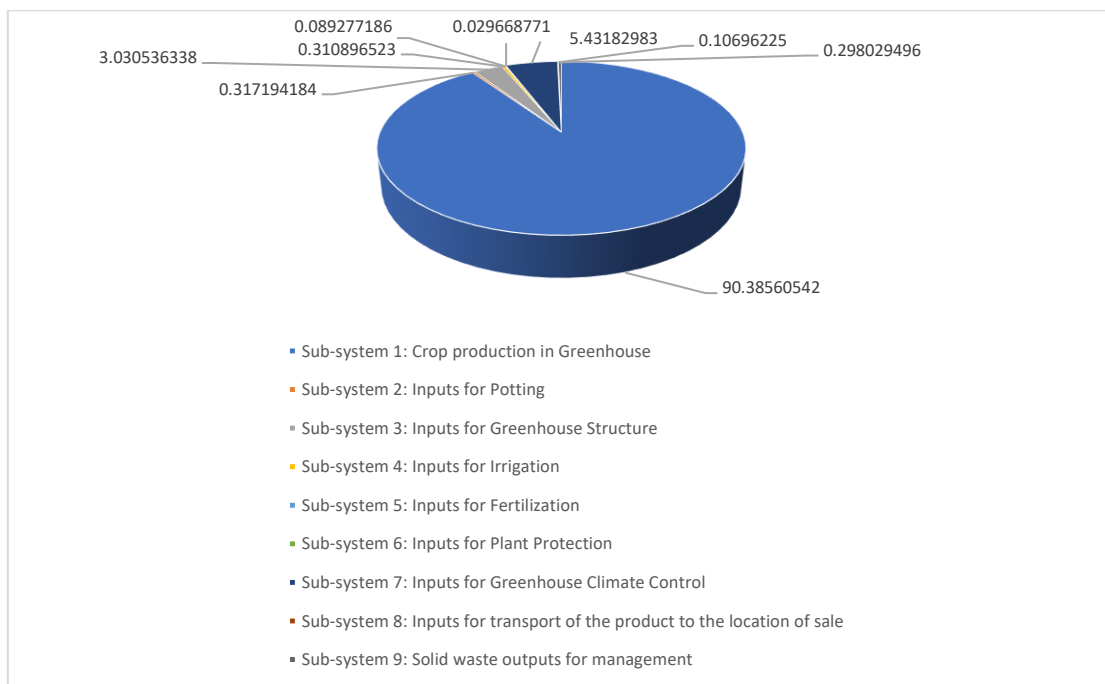
Σχήμα 5.41 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη επίγειου ευτροφισμού ΑΕτε για το προϊόν PZ2.2P

5.6.11 Χρήση ύδατος

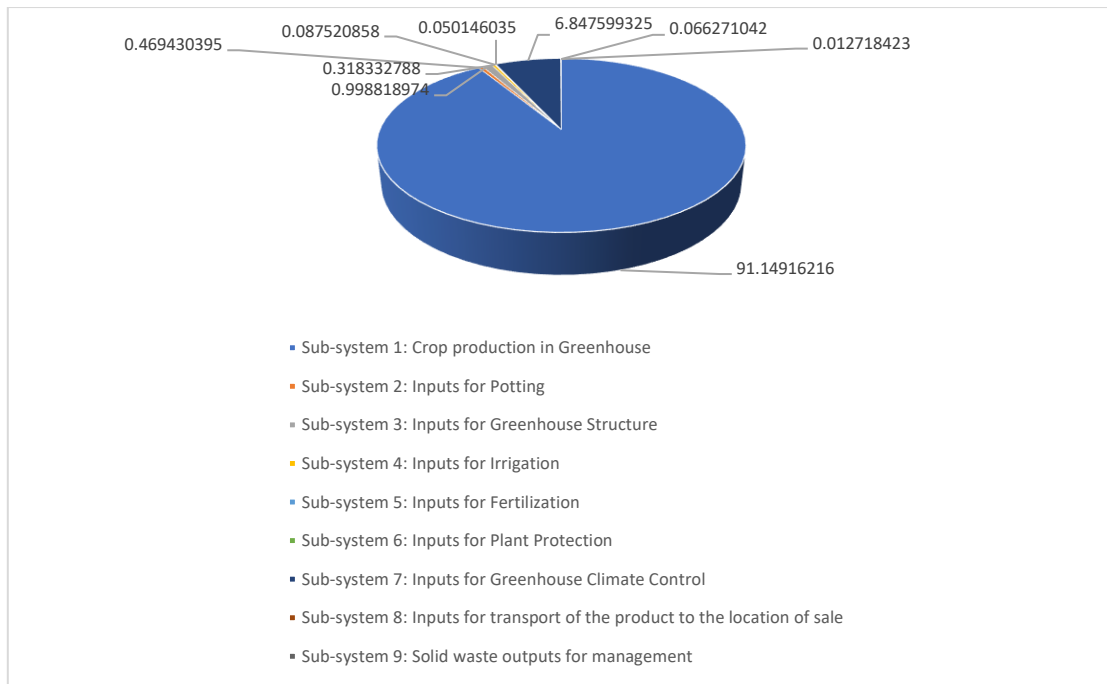
Οι συνολικές εκτιμήσεις για το δείκτη χρήσης ύδατος UDPW για τα συστήματα αλυσίδων τροφοδοσίας ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν ήταν ίσες με 2,35 m³ ανά kg καθαρής φυτικής βιομάζας (στο σημείο πώλησης) για το προϊόν EP3G, 2,50 m³ για το προϊόν EP0.68P και 1,29 m³ για το προϊόν PZ2.2P. Από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήματα 5.42 – 5.45) παρατηρείται ότι το υποσύστημα διεργασιών φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στον ολικό δείκτη UDPW για τα προϊόντα EP3G, EP0.68P και PZ2.2P με 2,12 m³, 2,27 m³ και 1,26 m³, αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα διεργασιών φυτικής παραγωγής στο θερμοκήπιο συμβάλει στην κατηγορία χρήσης ύδατος κατά 90,39%, 91,15% και 97,73% για την παραγωγή και τροφοδοσία στο σημείο πώλησης ενός κιλού καθαρής φυτικής βιομάζας από το πρώτο προϊόν (EP3G), το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) και το τρίτο προϊόν (PZ2.2P), αντίστοιχα. Από τα Σχήματα 5.42, 5.43, 5.44, και 5.45 φαίνεται επίσης η συμβολή των διάφορων υποσυστημάτων στην κατηγορία χρήσης ύδατος από την παραγωγή και διακίνηση των τριών προϊόντων, σε σημειακές εκτιμήσεις αριθμητικών μεγεθών και ποσοστών καθώς επίσης και ότι το δεύτερο προϊόν (EP0.68P) έχει δυνητικά χειρότερη επίδοση στο δείκτη χρήσης ύδατος UDPW ανά κιλό καθαρής φυτικής βιομάζας στο σημείο πώλησης σε σύγκριση με τα άλλα δύο προϊόντα και ακολουθούν το πρώτο (EP3G) και μετά το τρίτο (PZ2.2P).



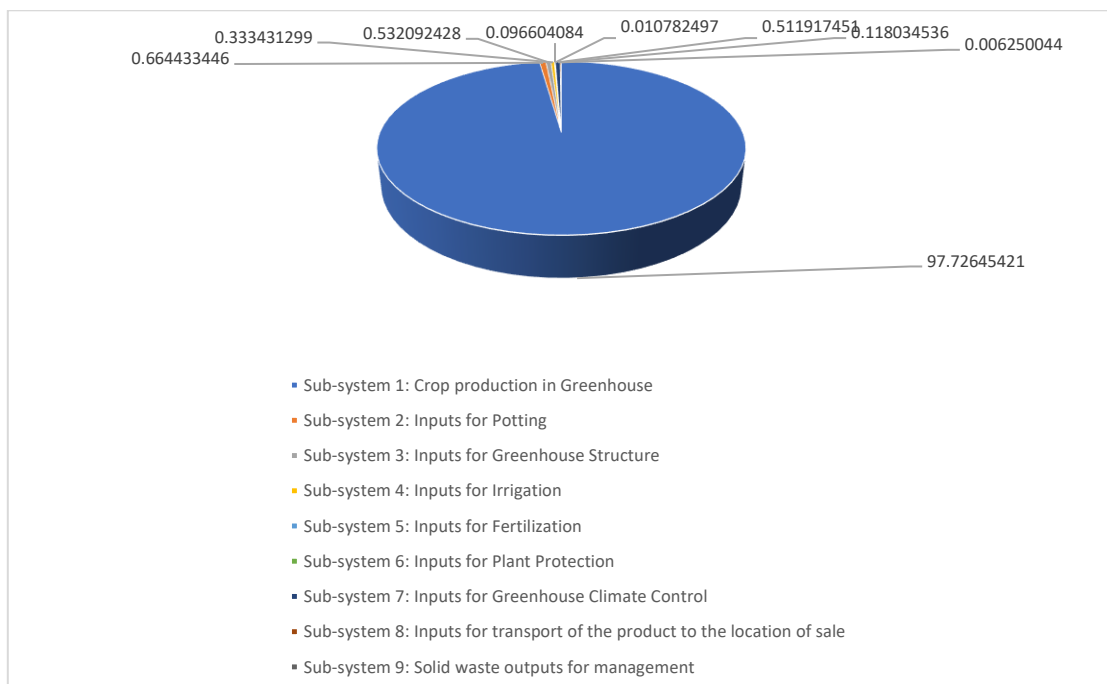
Σχήμα 5.42 Εκτιμήσεις του δείκτη χρήσης ύδατος UDPW για τα υποσυστήματα των μελετώμενων αλυσίδων τροφοδοσίας (μπλε: EP3G, πορτοκαλί: EP0.68P, γκρι: PZ2.2P)



Σχήμα 5.43 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη χρήσης ύδατος UDPW για το προϊόν EP3G



Σχήμα 5.44 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη χρήσης ύδατος UDPW για το προϊόν EPO.68P



Σχήμα 5.45 Συμβολή (κλάσμα) των μελετώμενων υποσυστημάτων στο συνολικό δείκτη χρήσης ύδατος UDPW για το προϊόν PZ2.2P

ΕΝΟΤΗΤΑ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δεδομένου ότι η ανθοκομία αφορά κυρίως σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες, αποτελεί πλέον έναν από τους πιο εντατικούς κλάδους της Φυτικής Παραγωγής. Παγκοσμίως και σε ετήσια βάση παράγονται ανθοκομικά προϊόντα σε αρκετά μεγάλες ποσότητες οι οποίες διατίθενται στην αγορά με τελικό αποδέκτη το ευρύ κοινό των καταναλωτών.

Με την εφαρμογή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στις παραγωγικές μονάδες ανθοκομικών προϊόντων, φαίνεται ότι το πρόβλημα είναι σοβαρό σε ότι αφορά την επιβάρυνση του περιβάλλοντος λόγω της χρήσης υλικών, πόρων και διαδικασιών που στοχεύουν σε υψηλές αποδόσεις.

Ωστόσο, στα περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν από την διαδικασία παραγωγής αυτής της κατηγορίας προϊόντων, δεν έχει δοθεί η κατάλληλη προσοχή. Υπάρχουν πολλές δυσκολίες για να πραγματοποιηθεί μία ολοκληρωμένη ανάλυση κύκλου ζωής σε θερμοκηπιακές ανθοκομικές καλλιέργειες με σημαντικότερο εκείνο της έλλειψης βάσεων δεδομένων με συνέπεια την δυσκολία συλλογής των κατάλληλων στοιχείων.

Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί αναλύσεις κύκλου ζωής οι οποίες αφορούν τον αγροδιατροφικό τομέα αλλά δεν έχει πραγματοποιηθεί παρόμοια εργασία για την ανάλυση κύκλου ζωής θερμοκηπιακών ανθοκομικών προϊόντων και ειδικότερα για το *Pelargonium zonale* (γεράνι) και την *Euphorbia pulcherrima* (ποϊνσέττια).

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε πρωτογενής έρευνα σε μονάδα παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων της περιοχής του Μαραθώνα Αττικής στην Ελλάδα. Κύριος σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι η εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από την διαδικασία παραγωγής και διακίνησης τριών ανθοκομικών προϊόντων, ένα κιλό ζώσας φυτικής βιομάζας ποϊνσέττιας καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου τριών λίτρων (EP3G), ένα κιλό ζώσας φυτικής βιομάζας ποϊνσέττιας καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου 0.68 λίτρων (EP0.68P) και ένα κιλό ζώσας φυτικής βιομάζας γερανιού καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου 2,2 λίτρων (PZ2.2P). Η παρούσα μελέτη ανέπτυξε τον κύκλο ζωής των τριών προϊόντων καθ' όλη τη διαδικασία παραγωγής μέχρι και την μεταφορά τους στην κεντρική ανθαγορά στερεάς Ελλάδος από όπου διατίθενται προς πώληση.

Από τα αποτελέσματα της εργασίας συμπεραίνουμε ότι ο κύκλος ζωής των τριών ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν αποτελείται από πολλές διεργασίες που επιδρούν στο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα η παρούσα μελέτη ανέπτυξε εννιά υποσυστήματα (κατανάλωσης φυσικών πόρων, δόμησης θερμοκηπίου, φύτευσης, άρδευσης, λίπανσης, φυτοπροστασίας, ελέγχου κλίματος, μεταφοράς των προϊόντων, διαχείρισης αποβλήτων), ενώ οι κατηγορίες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που μελετήθηκαν είναι η οξίνιση, η εξάντληση πόρων (μεταλλευμάτων και ορυκτών καυσίμων), ο ευτροφισμός των γλυκών υδάτων, η κλιματική αλλαγή, η ιοντίζουσα ακτινοβολία, η χρήση γης, ο ευτροφισμός των θαλάσσιων υδάτων, το φωτοχημικό νέφος, ο επίγειος ευτροφισμός και η κατανάλωση υδάτων.

Από την εφαρμογή της ΑΚΖ, παρατηρούμε ότι ο έλεγχος κλίματος για τη παραγωγή 1kg ζώσας φυτικής βιομάζας στις δύο καλλιέργειες ποϊνσέττιας που μελετήθηκαν συμβάλλει κατά πολύ μεγάλο ποσοστό στην οξίνιση, την αβιοτική εξάντληση των ορυκτών καυσίμων, στον ευτροφισμό των υπόγειων υδάτων και την ιοντίζουσα ακτινοβολία, ενώ συμβάλλει επίσης και στο φωτοχημικό νέφος χωρίς όμως να έχει την μεγαλύτερη συμβολή σε αυτό. Αυτό οφείλεται κυρίως στη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως είναι τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του θερμοκηπίου. Το σύστημα ελέγχου κλίματος επίσης συμβάλλει κατά αρκετά μεγάλο ποσοστό στον ευτροφισμό των υπόγειων υδάτων στην περίπτωση της καλλιέργειας του γερανιού. Δεδομένου ότι σε αυτή την περίπτωση δεν έχουμε κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για των έλεγχος

του κλίματος, αυτό οφείλεται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τον δυναμικό και φυσικό αερισμό του θερμοκηπίου.

Η διαδικασία φύτευσης στην περίπτωση της καλλιέργειας γερανιού που μελετήθηκε συμβάλει σημαντικά στην οξίνιση, στην αβιοτική εξάντληση από την έμμεση χρήση ορυκτών καυσίμων, στην κλιματική αλλαγή, τη χρήση γης, στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους, και στον ευτροφισμό των υδάτων. Επίσης για τις δύο καλλιέργειες ποϊνσέττίας που μελετήθηκαν η διαδικασία της φύτευσης συμβάλει σημαντικά στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους και στον ευτροφισμό του εδάφους. Η συμβολή αυτή οφείλεται κυρίως στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από την μηχανή φύτευσης, τη λειτουργία του γεωργικού ελκυστήρα, την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές ρύπων, καθώς επίσης και η χρήση γλαστρών από πλαστικό.

Στην περίπτωση της καλλιέργειας της ποϊνσέττίας σε όγκο γλάστρας τριών λίτρων που μελετήθηκε για τη παραγωγή 1kg ζώσας φυτικής βιομάζας, η κατασκευή του θερμοκηπίου συμβάλει σημαντικά στην οξίνιση, ενώ και οι τρεις καλλιέργειες που μελετήθηκαν με την κατασκευή του θερμοκηπίου συμβάλλουν σε έναν βαθμό και στον ευτροφισμό των υπόγειων υδάτων και του εδάφους και στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους.

Σε ότι αφορά τη θερμοκηπιακή καλλιέργεια αυτή προκαλεί τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στους φυσικούς πόρους για την παραγωγή ενός κιλού ζώσας φυτικής βιομάζας των καλλιεργειών που μελετήθηκαν με αποτέλεσμα να έχουμε σημαντική συμβολή στον ευτροφισμό των θαλάσσιων υδάτων, τον ευτροφισμό του εδάφους και στη δημιουργία φωτοχημικού νέφους, ενώ έχουμε συμβολή σε έναν βαθμό και στη χρήση γης, την οξίνιση, τον ευτροφισμό των υπόγειων υδάτων καθώς επίσης και στην κλιματική αλλαγή.

Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις της παραγωγής στην περίπτωση των δύο καλλιεργειών ποϊνσέττίας προκαλούνται κατά κύριο λόγο από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων για τον έλεγχο του κλίματος του θερμοκηπίου και κατά τη διαδικασία φύτευσης με αποτέλεσμα να προκύπτει ζημιά στους πόρους. Η χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα και τα υλικά για την κατασκευή του θερμοκηπίου (σκελετός και κάλυψη) και η εξάντληση των φυσικών πόρων φαίνεται να αποτελεί το πρόβλημα που προκαλεί κυρίως τις αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

Για να επιτευχθεί χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα και να προστατευθεί το οικοσύστημα και το περιβάλλον, θα πρέπει να εξεταστεί η χρήση φιλικών προς το περιβάλλον καυσίμων, όπως η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η επιλογή καθαρότερων μορφών ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική, και η γεωθερμική ενέργεια, το φυσικό αέριο αποτελούν απλές και εφικτές αλλαγές οι οποίες μπορούν να συμβάλλουν στην κατεύθυνση μείωσης αέριων εκπομπών. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και έχουν συνήθως χαμηλότερο λειτουργικό κόστος.

Με τον εκσυγχρονισμό του μηχανολογικού εξοπλισμού στο σύστημα φύτευσης, αντικαθιστώντας τον γεωργικό ελκυστήρα με ένα σύγχρονο μηχάνημα για την τροφοδοσία της το οποίο θα λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια, θα ήταν εφικτό να επιτευχθούν καλύτερες αποδόσεις, λιγότερες απώλειες κατά την παραγωγική διαδικασία σε ενέργεια και πολύ χαμηλότερες εκπομπές ρύπων.

Στην παρούσα μελέτη και στις τρεις περιπτώσεις για την καλλιέργεια των φυτών εφαρμόστηκε ανοιχτό σύστημα υδροπονικής καλλιέργειας. Σε αυτές τις περιπτώσεις το θρεπτικό διάλυμα που παρέχεται στις καλλιέργειες είναι περισσότερο από αυτό που απορροφούν τα φυτά, για να διασφαλιστεί επαρκής παροχή διαλύματος στα φυτά των οποίων οι σταλάκτες έχουν μικρότερη παροχή αλλά και για να δημιουργείται απορροή για να ξεπλένονται τα άλατα [33]. Το επιπλέον

θρεπτικό διάλυμα που δεν συγκρατείται από το υπόστρωμα απορρέει και απομακρύνεται από τον χώρο των ριζών λόγω βαρύτητας, δεν συλλέγεται και απορρίπτεται στο περιβάλλον. Με την αντικατάσταση του ανοιχτού συστήματος υδροπονικής καλλιέργειας με κλειστό, θα είναι δυνατή η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει από τον χώρο των ριζών ώστε αυτό να επαναχρησιμοποιηθεί. Με την ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος αποφεύγεται η διαφυγή υπολειμμάτων λιπασμάτων στο περιβάλλον, οπότε δεν ρυπαίνονται οι υδάτινοι πόροι με νιτρικά και φωσφορικά ιόντα και παράλληλα γίνεται εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων [33].

Ως υπόστρωμα στις καλλιέργειες που μελετήθηκαν, χρησιμοποιήθηκε τύρφη. Ένα φυσικό μεν υλικό το οποίο όμως απαιτεί εξόρυξη και εισάγεται από χώρες της βόρειας Ευρώπης. Θα μπορούσε λοιπόν να εξεταστεί η αντικατάσταση της με κάποιο άλλο υπόστρωμα όπως κάποιο κομπόστ που παράγεται στην Ελλάδα [54], [55], [56], ή το κομπόστ από φλοιούς ινδικής καρύδας το οποίο είναι γνωστό και ως κόκο ή κοκόχωμα το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμες φυσικές πρώτες ύλες και μετά τη χρήση του απορρίπτεται χωρίς περιβαλλοντικούς περιορισμούς και βιοαποδομείται πλήρως χωρίς να απελευθερώνει βλαπτικά υπολείμματα [33].

Εν κατακλείδι, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η παραγωγή και των τριών ανθοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν επηρεάζουν το περιβάλλον σε συγκεκριμένες φάσεις της διαδικασίας παραγωγής, οι οποίες όμως επιδέχονται βελτίωσης με στόχο τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της ίδιας της παραγωγής.

Η εργασία αυτή έχει τη δυναμική να αποτελέσει κίνητρο για μελέτη και από άλλους ερευνητές καθώς η μέθοδος έρευνας της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής σε θερμοκηπιακές ανθοκομικές καλλιέργειες για τον προσδιορισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματός τους βρίσκεται ακόμα στα αρχικά στάδια εφαρμογής της.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 - ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΙΚΟΝΩΝ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ



Εικόνα 7.1 Υπόστρωμα ξανθιάς τύρφης (πηγή: Φυτόρια Ανδρή)



Εικόνα 7.2 Ημιαυτόματη φυτευτική μηχανή Java Ecobasic (πηγή: Φυτόρια Ανδρή).



Εικόνα 7.3 Γεωργικός ελκυστήρας Lamborghini μοντέλο RF 65 trend (πηγή: Φυτόρια Ανδρή).



Εικόνα 7.4 Θερμοκουρτίνα σε πλήρη έκταση (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.5 Κινητήρας και μηχανισμός μετάδοσης κίνησης για το άνοιγμα και το κλείσιμο της θερμοκουρτίνας. (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.6 Κινητήρας και μηχανισμός μετάδοσης κίνησης για το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων. (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



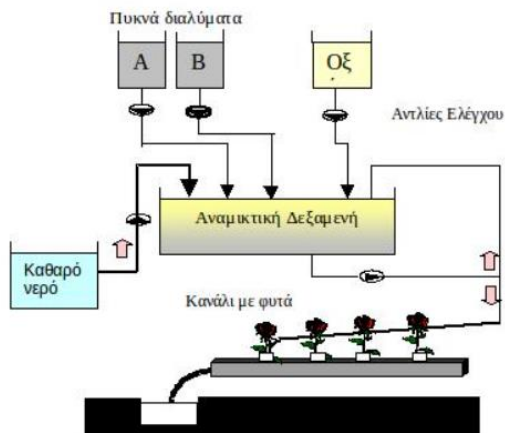
Εικόνα 7.7 Ανεμιστήρας που χρησιμοποιείται για τον δυναμικό αερισμό του θερμοκηπίου (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.8 Κεντρική μονάδα θέρμανσης (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.9 Τερματικές μονάδες fan-coil που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του θερμοκηπίου (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.10 Ανοιχτό σύστημα υδροπονικής καλλιέργειας (πηγή: <http://www.alagro.gr/anoixta-systhmata/>)



Εικόνα 7.11 Κεφαλή υδρολίπανσης (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.12 Κάδος ανάμιξης λιπασμάτων για την παρασκευή των πυκνών διαλυμάτων (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.13 Δεξαμενές αποθήκευσης πυκνών διαλυμάτων (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.14 Δοσομετρική αντλία (πηγή: <https://www.dosatron.com/fr/d30g/l/d30gl1>)



Εικόνα 7.15 Νεφελοψεκαστήρας μοντέλο *Wan Jet F30* (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.16 Ψεκαστικό μηχάνημα (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.17 Φορτηγά μεταφοράς ανθοκομικών προϊόντων (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.18 Ετοιμο φυτό ποϊνσέτιας καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου 3lt (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.19 Καλλιέργεια ποϊνσέττίας σε γλάστρα όγκου 3lt (πηγή: Φυτώρια Ανδρή)



Εικόνα 7.20 Έρριζα μοσχεύματα ποϊνσέττίας (πηγή: Φυτώρια Νταλιάνη).



Εικόνα 7.21 Γλάστρα από πολυπροπυλένιο όγκου 3lt (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.22 Terpeki 50 WG (πηγή: <https://www.efthymiadis.gr/default.aspx?lang=el-GR&page=447&prodid=781>).



Εικόνα 7.23 Movento 150 OD
(πηγή: Φυτώρια Ανδρή)



Εικόνα 7.24 Serenade Aso (SC)
(πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.25 Cycocel (πηγή: Φυτώρια Ανδρή)



Εικόνα 7.26 Καρτελακια με τα οφέλιμα παρασιτοειδή (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.27 Έτοιμα φυτά ποινοσέττίας καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου 0,68lt (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.28 Εγκατάσταση καλλιέργειας ποϊνσέττια γλάστρα 12cm (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.29 Έρριζα μοσχεύματα ποϊνσέττιας (πηγή: Φυτώρια Νταλιάνη).



Εικόνα 7.30 Ετοιμο φυτό γερανιού καλλιεργημένο σε γλάστρα όγκου 2,2lt (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).



Εικόνα 7.31 Έρριζα μοσχεύματα γερανιού έτοιμα για φύτεμα. (πηγή: Φυτώρια Ανδρή).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 – ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ & ΘΕΩΡΟΥΜΕΝΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ

Πίνακας 8.1 Θεωρούμενες αποστάσεις των προμηθευτών για τις μεταφορές στο φυτώριο

Προϊόν	Προμηθευόμενη ροή	Απόσταση (km)	Μεταφορά
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Έρριζα μοσχεύματα ποϊνσέττίας και γερανιού	1,8	Οδικώς
EP3G	Γλάστρες PP 3lt	490,0	Οδικώς
EP0.68P	Γλάστρες PP 0.68lt	52,4	Οδικώς
PZ2.2P	Γλάστρες PP 2.2lt	54,2	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Τύρφη	3057,5	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Μηχανή ημιαυτόματης φύτευσης	34,5	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Ελκυστήρας φόρτωσης τύρφης	34,5	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Υλικά και εξοπλισμός δόμησης θερμοκηπίων GS1, GS2	51,0	Οδικώς
EP0.68P, PZ2.2P	Πλαστικό (PE) οροφής θερμοκηπίου GS2	394,1	Οδικώς: 64,1km Μέσω θαλάσσης: 330 km
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Υλικό εδαφοκάλυψης από πολυπροπυλένιο (PP)	692,0	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Σωληνώσεις και σταλάκτες πολυαιθυλενίου (HDPE)	51,0	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Δεξαμενές πυκνών διαλυμάτων πολυαιθυλενίου (HDPE)	36,8	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Συνθετικά λιπάσματα	490,0	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Φυτοπροστατευτικά χημικά	9,5	Οδικώς
EP3G, EP0.68P	Ωφέλιμα έντομα - Encarline mix	34,0	Οδικώς
EP3G, EP0.68P, PZ2.2P	Καύσιμα (ντίζελ, βενζίνη)	2,0	Οδικώς

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Uexkull, Jakob Von, 1921: Umwelt und Innenwelt der Tiere, 2nd ed. Berlin.
2. Θεοχάρης Ρ. Δ., 2010. Νεολιθικός Πολιτισμός, σύντομη επισκόπηση της νεολιθικής εποχής στον ελληνικό χώρο. Εκδόσεις ΜΙΕΤ (Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης). Αθήνα.
3. Αυλωνίτης Δ. Α., Αυλωνίτης Σ. Α., 2013. Προστασία Περιβάλλοντος. Εκδόσεις Ίων., Αθήνα.
4. Cuff, David J, and Andrew Goudie., (2009). The Oxford Companion to Global Change. New York: Oxford University Press.
5. Τσάκνης Γ., 2018. Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων και Ποτών. Εκδόσεις Τζιόλα., Αθήνα.
6. Matten, D., Moon, J., 2008. “Implicit” and “explicit” CSR: a conceptual framework for a comparative understanding of corporative understanding social responsibility. Academy of management review 33, 404- 424.
7. Sturn A., ISO14001 – Implementing an Environmental Management System, Version, 1998, Ellipson AG
8. Wenk, Michael S., (2005). The European Union's Eco-Management and Audit Scheme (EMAS), The Netherlands: Springer.
9. Μουσιόπουλος, Ν., Ντζιαχρήστος, Λ., Σλίνη, Θ. 2015. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ. [Κεφάλαιο Συγγραμματος]. Στο Μουσιόπουλος, Ν., Ντζιαχρήστος, Λ., Σλίνη, Θ. 2015. Τεχνική προστασία περιβάλλοντος. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ. 11. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/1022>
10. Μπεσέρης, Γ. (2008). Ειδικά θέματα για την Ποιότητα Συστήματα Περιβαλλοντικής διαχείρισης Τόμος Α΄. Πάτρα : Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Ευμορφόπουλος, Ε., 2020. HACCP Η Ποιοτική Προσέγγιση. Εκδόσεις Έμβρυο., Αιγάλεω.
11. Kobayashi Hideki, 2005, “Strategic evolution of eco-products: a product life cycle planning methodology”, Journal of Research in Engineering Design, vol 16, pp. 1-16.
12. Brentrup F, Kusters J, Lammel J, et al., 2004. Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems. European Journal of Agronomy (2004) 20(3) 265-279.
13. Γεωργακέλλος Α. Δημήτριος, 2000, «Ανάλυση Κύκλου Ζωής: Ένα συστηματικό όργανο στη διαχείριση του περιβάλλοντος», Σπουδαί, τόμος 49, Τεύχος 1ο -4 ο .
14. Μεγαλόφωνος, Σ., Τρίλιζας, Ν., Κυριακίδης Δ., Μπακούρος Ι., (2001). ISO 1440 Ειδικά θέματα για την ποιότητα- Ποιότητα και Περιβάλλον. Τόμος Α΄. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
15. Pennington, D.W., Potting J., Finnveden G., Lindeiger E., Jolliet O., Rydberg T., Rebitzer G., (2004). Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice Vol. 30.
16. Taylor Judith M., Lopez Roberto G., Currey, Christopher J., Jan Jules (2011). “The Poinsettia: History and Transformation” (PDF). *Chronica Horticulturae*. 51 (3): 23-27
17. Anderson, C. and Fischer, T. 1997. Poinsettias: Myth & Legend. Waters Edge Press, Tiburon, California. Anderson, C. and Tischer, T. 1997. Poinsettias: Myth & Legend. Waters Edge Press, Tiburon, California.
18. https://en.wikipedia.org/wiki/Poinsettia#cite_ref-1
19. Britton, N.L., and A. Brown. 1913. *An illustrated flora of the northern United States, Canada and the British Possessions. 3 vols.* Charles Scribner's Sons, New York. Vol. 2: 477.
20. Vic Ball, 1997: Ball Redbook Greenhouse Growing (Ball Redbook, 16th ed.) Batavia, Illinois, U.S.A., Ball Publishing.
21. Τζανακάκης Μ.Ε., Κατσόγιαννος Β.Ι., 1998. Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
22. Diaz-Montano J., Fuchs M., Nault B.A., Fail and Shelton A.M., (2011). Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae): A Global Pest of Increasing Concern in Onion. *Journal of Economic Entomology*, Volume 104, Issue 1, 1 February 2011, Pages 1–13.
23. Ναβροζίδης Ι.Ε., Ανδρεάδης Σ.Σ., 2012. Ειδική Γεωργική Εντομολογία. Εκδόσεις Copy City., Θεσσαλονίκη.

24. Charles C. Powell, Richard K. Lindquist, 1997. Ball Pest and Disease Manual 2nd edition, Batavia, Illinois, U.S.A., Ball Publishing.
25. Παναγόπουλος Χ.Γ., 2003. Ασθένειες Καλλωπιστικών Φυτών. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
26. Szczech M., and Shoda M., 2004. Biocontrol of *Rhizoctonia* Damping-off of Tomato by *Bacillus subtilis* Combined with *Burkholderia cepacia*. Tokyo Institute of Technology, Yokohama, Japan.
27. [https://en.wikipedia.org/wiki/Pelargonium#cite_note-FOOTNOTEDillenius1732\[httpbibdigitalrjbcscicesingLibrophpLibro1386Pagina280_De_Geranium_Differentiis\]-8](https://en.wikipedia.org/wiki/Pelargonium#cite_note-FOOTNOTEDillenius1732[httpbibdigitalrjbcscicesingLibrophpLibro1386Pagina280_De_Geranium_Differentiis]-8)
28. Stearn WT, 1992. Stearns dictionary of plant names for gardeners: A handbook on the origin and meaning of the botanical names of some cultivated plants. London, UK: Cassell.
29. J. C. van Lenteren, Y. C. Drost, H. J. W. van Roermund and C. J. A. M. Posthuma-Doodeman 1997. Aphelinid parasitoids as sustainable biological control agents in greenhouses. Department of Entomology, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
30. Marble, S., Prior, S. A., Runion, G., Torbert, H., Gilliam, C. H., & Fain, G. B. (2011). The Importance of Determining Carbon Sequestration and Greenhouse Gas Mitigation Potential in Ornamental Horticulture, HortScience horts, 46(2), 240-244.
31. Lazzarini, G., Lucchetti, S. and Nicese, F.P., 2016. Green House Gases (GHG) emissions from the ornamental plant nursery industry: a Life Cycle Assessment (LCA) approach in a nursery district in central Italy. Journal of Cleaner Production, 112, pp.4022-4030.
32. Σάββας, Δ., 2011. Καλλιέργειες εκτός Εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
33. Σάββας, Δ., 2016. Γενική Λαχανοκομία. Εκδόσεις Πεδίο, Αθήνα.
34. Soode, E., Weber-Blaschke, G., Richter, K., 2013. Comparison of product carbon footprint standards with a case study on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*). Int. J. Life Cycle Assess. 18, 1280–1290. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0575-3>
35. Zampori, L. and Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959
36. Vatsanidou A., Kavalari C., Fountas S., Katsoulas N., Gemtos T., Volos, Greece, 2020. A Life Cycle Assessment of Biomass Production from Energy Crops in Crop Rotation Using Different Tillage System. Sustainability Switzerland, (2020), 12(17). <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/17/6978>.
37. Torrellas, M., Antón, A., Montero, J.I., 2013. An environmental impact calculator for greenhouse production systems. J. Environ. Manage. 118, 186–195. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.011>
38. Ecoinvent, 2018. Ecoinvent version 3.4 [WWW Document]. URL <https://v34.ecoquery.ecoinvent.org/Home/Index>
39. European Union, 2013. 2013/179/EU: Commission Recommendation of 9 April 2013 on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations Text with EEA relevance
40. Pré, 2017. Simapro [WWW Document]. URL <https://simapro.com>
41. Google, n.d. Retrieved February 15, 2021, from <https://www.google.com/maps/dir//38.1724606,24.0179988/@38.172461,24.017999,14z?hl=en-GB>
42. Durlinger, B., Koukouma, E., Broekema, R., van Paasen, M., Scholten, J., 2017. Agri-footprint 4.0 - Part 2: Description of data. Blonk Consultants, Gouda, The Netherlands.
43. Koch, P., Salou, T., 2016. AGRIBALYSE®: METHODOLOGY - Version 1.3. November 2016. Angers, France.
44. Nemecek, T., Kägi, T., 2007. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. Data v.2.0 (2007) - Ecoinvent Report No. 15. Zurich and Dubendorf, Switzerland.

45. EMEP/EEA 2019a. Non-road mobile sources and machinery (land-based emissions), EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. European Environment Agency, Luxembourg.
46. Antón, A., Torrellas, M., Raya, V., Montero, J.I., 2014. Modelling the amount of materials to improve inventory datasets of greenhouse infrastructures. *Int. J. Life Cycle Assess.* 19, 29–41. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0607-z>
47. Gruda, N., Bisbis, M., Tanny, J., 2019. Impacts of protected vegetable cultivation on climate change and adaptation strategies for cleaner production – A review. *J. Clean. Prod.* 225, 324–339. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.295>
48. Boulard, T., Raeppe, C., Brun, R., Lecompte, F., Hayer, F., Carmassi, G., Gaillard, G., 2011. Environmental impact of greenhouse tomato production in France. *Agron. Sustain. Dev.* 31. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0031-3>
49. Brentrup, F., Küsters, J., Lammel, J., Kuhlmann, H., 2000. Methods to estimate on-field nitrogen emissions from crop production as an input to LCA studies in the agricultural sector. *Int. J. Life Cycle Assess.* 5, 349–357.
50. Antón, A., Castells, F., Montero, J.I., Huijbregts, M., 2004. Comparison of toxicological impacts of integrated and chemical pest management in Mediterranean greenhouses. *Chemosphere* 54, 1225–1235. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2003.10.018>
51. Gómez, D.R., Watterson, J.D., Americano, B.B., Ha, C., Marland, G., Matsika, E., Nenge Namayanga, L., Osman-Elasha, B., Kalenga Saka, J.D., Treanton, K., Quadrelli, R., (IGES), I. for G.E.S., 2006. Chapter 2: Stationary Combustion, in: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Vol.2 Energy. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Hayama, Japan, pp. 49p.-49p.
52. EMEP/EEA, 2019b. Small Combustion, EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019. Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories. European Environment Agency, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
53. EMEP/EEA, 2019c. 1.A.3.b.i-iv Road transport 2019, in: EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019. Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
54. Papafotiou M., V. Asimakopoulou, P. Kouvari, I. Kovaeou, M. Phsyhalou, I. Lytra and G. Kargas (2001a). Cotton gin trash compost as growing medium ingredient for the production of pot ornamentals. *Gartenbauwissenschaft*, 66(5), 229-232.
55. Papafotiou M., J. Chronopoulos, G. Kargas, M. Voreakou, N. Leodaritis, Ou. Lagogiani and S. Gazi (2001b). Cotton gin trash compost and rice hulls as growing medium components for ornamentals. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 76(4), 431-435.
56. Papafotiou M., M. Phsyhalou, G. Kargas, I. Chatzipavlidis and J. Chronopoulos (2004). Olive-mill wastes compost as growing medium component for the production of poinsettia. *Scientia Horticulturae*, 102(2), 167-175.