

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΘΕΜΑ: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΠΠΕΡΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ
ΜΕΘΟΔΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ»
ΤΣΑΚΙΡΙΔΗ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ (Α.Μ. 27203)



ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

κ. ΑΜΠΕΛΙΩΤΗΣ Κ., Επίκ. καθηγητής (Επιβλέπων)

κ. ΛΑΖΑΡΙΔΗ Κ., Επικ. καθηγήτρια

Κ. ΔΕΤΣΗΣ Β., Λέκτορας

ΑΘΗΝΑ 2010

**Περιβαλλοντική αξιολόγηση της καλλιέργειας πιπεριάς και σύγκριση
καλλιεργητικών τεχνικών με τη μέθοδο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής**

*Στην οικογένειά μου,
το στήριγμά μου*

Πρόλογος

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας διαπιστώνω ότι πέρασε μια περίοδος ιδιαίτερα εποικοδομητική και σημαντική για μένα, που συνέβαλε σημαντικά στη διεύρυνση των πνευματικών μου οριζόντων φέρνοντάς με σε επαφή με τις σύγχρονες επιστημονικές εξελίξεις.

Το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο είναι ο χώρος με τον οποίο έχω δεθεί καθώς βρίσκομαι εκεί από το 2003 με την εισαγωγή μου στο Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, παρακολουθώντας το αντικείμενο που είχα επιλέξει και που συνέβαλε στον καθορισμό της κατεύθυνσης του επαγγελματικού μου τομέα, προσφέροντάς μου ένα διευρυμένο πεδίο γνώσεων αλλά και αρχών.

Η παρούσα μελέτη με τίτλο «Περιβαλλοντική αξιολόγηση της καλλιέργειας πιπεριάς και σύγκριση καλλιεργητικών τεχνικών με τη μέθοδο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής» εκπονείται στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των υποχρεώσεών μου στο ΠΜΣ «Βιώσιμη Ανάπτυξη» με κατεύθυνση τη Διαχείριση Περιβάλλοντος.

Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές Αναλύσεις Κύκλου Ζωής για διάφορα προϊόντα, ωστόσο δεν έχουν επεκταθεί τόσο στον τομέα των αγροτικών προϊόντων τα οποία μάλιστα αποτελούν βασικό τμήμα της παραγωγής της χώρας.

Στα πλαίσια της εργασίας πραγματοποιήθηκε πρωτογενής έρευνα στον Αγροτικό Συνεταιρισμό Τυμπακίου, όπου με τη μέθοδο της συνέντευξης από γεωπόνους και αγρότες συλλέχθηκαν και καταγράφηκαν τα απαραίτητα στοιχεία.

Στο σημείο αυτό νιώθω την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον άνθρωπο που μέσα από τις παρακολουθήσεις των μαθημάτων του στο προπτυχιακό στάδιο μου έδωσε την ώθηση να ασχοληθώ με τον τομέα του περιβάλλοντος, τον κ. Κωνσταντίνο Αμπελιώτη, επιβλέποντα καθηγητή, για την υποδειγματική καθοδήγησή του, το συνεχές ενδιαφέρον και την κατανόηση του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω και στα άλλα δύο μέλη της επιτροπής, κ. Βασίλη Δέτση και κ. Κάτια Λαζαρίδη, καθώς και στο Διευθυντή του ΠΜΣ κ. Κωνσταντίνο Αποστολόπουλο που με έφερε σε επαφή με την επιστήμη της Βιώσιμης Ανάπτυξης και με παρακίνησε να συνεχίσω τις σπουδές μου σε μεταπτυχιακό επίπεδο.

Ευχαριστώ τους γεωπόνους κ. Μιχάλη Μαράκη και κ. Κωνσταντίνο Νικολούδη, το συνάδελφο κ. Νίκο Βούλγαρη, όπως και όλους τους αγρότες που μου παρείχαν τις απαραίτητες πληροφορίες, δίχως την βοήθεια των οποίων δεν θα ήταν εφικτή η ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ τους φίλους και συναδέλφους, την Έφη, την Αρετή, τη Γωγώ, τη Μαρία, την Κρυσταλλία που ήταν δίπλα μου, τους μαθητές μου που με εμπνυχώνανε και πιστεύανε σε μένα κι ακόμα περισσότερο τους γονείς μου που μου συμπαραστέκονται τόσα χρόνια, σε κάθε προσπάθεια.

Ελπίζω αυτή η εργασία να αποτελέσει έναυσμα για περαιτέρω διερεύνηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την αγροτική παραγωγή.

Περίληψη

Η γεωργική παραγωγή μέσω των διεργασιών που επιτελούνται σε αυτήν συντελεί στην κλιματική αλλαγή η οποία αναμένεται να επηρεάσει τον αγροτικό τομέα καθώς τόσο η άνοδος της θερμοκρασίας όσο και η μείωση των βροχοπτώσεων αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες για την παραγωγικότητα.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εξέταση του κύκλου ζωής της καλλιέργειας της πιπεριάς βάσει της καλλιεργητικής τεχνικής που χρησιμοποιείται, με απώτερο στόχο την περιβαλλοντική αξιολόγησή της με τη χρήση της μεθόδου της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής. Η AKZ αναπτύχθηκε με σκοπό την εξέταση του κύκλου ζωής των προϊόντων έτσι ώστε να εντοπιστούν τα στάδια που συμβάλουν στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να επιδιορθωθούν. Το αντικείμενο της έρευνας περιλαμβάνει τις διεργασίες που απαιτούνται για την παραγωγή της πιπεριάς σε θερμοκήπιο και σε υπαίθρια καλλιέργεια από την προετοιμασία του εδάφους μέχρι και τον καθαρισμό της καλλιεργήσιμης έκτασης μετά την συγκομιδή. Η επεξεργασία και η ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος Sima Pro 5.

Το βασικό συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι κατά την παραγωγή της πιπεριάς και στις δύο καλλιεργητικές τεχνικές η πιο σημαντική επίπτωση σημειώνεται στην κατηγορία των φυσικών πόρων στην οποία συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό η χρήση νάιλον στην καλλιέργεια θερμοκηπίου και η κατανάλωση πετρελαίου για τις γεωργικές εργασίες στην υπαίθρια καλλιέργεια. Αξιοσημείωτες είναι και οι επιπτώσεις που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα του οικοσυστήματος λόγω της χρήσης φυτοφαρμάκων.

Abstract

The agricultural production through the process that occur contribute to the climate change which is expected to influence the agricultural sector as both the temperature increase and the reduction of rainfall are restrictive factors for the productivity.

The purpose of the study is to examine the life cycle of the pepper cultivation according to the cultivation technique used, targeting its environmental evaluation by using the Life Cycle Assessment method. LCA was developed in order to examine the products' life cycle so as to localize the stages that contribute to the climatological consequences and to be corrected. The object of the research includes the process that are required for the production of pepper in a greenhouse and in an open space cultivation from the soil's preparation until the cleaning of the cultivated land after the harvest. The processing and the analysis of the survey results occurred with the use of SimaPro5 software.

The main conclusion of this study is that during the pepper production in both cultivation techniques, the most important consequence appears in the category of natural resources to which contribute to a great extent the use of nylon in the greenhouse cultivation and the petrol consumption for the agricultural tasks in an open space cultivation. The consequences that are related to human health and the quality of the eco-system due to the use of pesticides are remarkable.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	4
Περίληψη.....	6
Abstract.....	7
Εισαγωγή.....	12
1. Κλιματική αλλαγή και γεωργία.....	14
1.1 Κλιματική αλλαγή: κύριες απόψεις (από IPCC «Κλιματική αλλαγή 2007»)	14
1.2 Κλιματικές προβλέψεις για τη Μεσόγειο	15
1.3 Η συμβολή της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή	17
1.4 Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών.	19
1.4.1 Η επίπτωση της κλιματικής αλλαγής στην αγροτική δραστηριότητα.	19
1.4.2 Οι επιπτώσεις από τη χαμηλή διαθεσιμότητα του νερού	22
1.5 Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα φυτά	24
1.6 Προσαρμογή της γεωργίας στις κλιματικές αλλαγές.....	32
2. Συστήματα γεωργικής ανάπτυξης.....	37
2.1 Η εντατική γεωργία και τα αδιέξοδά της.....	37
2.1.1 Η Συμβατική γεωργία.....	38
2.2 Σύγχρονες τάσεις γεωργικής ανάπτυξης.....	41
2.2.1 Αειφόρος γεωργία.....	41
2.2.2 Βιολογική γεωργία	41
2.2.3 Ολοκληρωμένη διαχείριση γεωργικής παραγωγής.....	45
2.2.4 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής σύμφωνα με τα πρότυπα AGRO 2.1 και AGRO 2.2	49
2.3 Η καλλιέργεια των κηπευτικών.....	76
2.3.1 Καλλιέργεια & χρηστικότητα προϊόντων κηπευτικών	77
2.3.2 Καλλιέργεια - παραγωγή κηπευτικών.....	77

2.3.3 Κατανάλωση και σπουδαιότητα προϊόντων κηπευτικών.....	79
2.4 Η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο.....	79
2.4.1 Ιστορική αναδρομή για τα θερμοκήπια.....	80
2.5 Η παραγωγή αγροτικών προϊόντων στο νομό Ηρακλείου.....	83
2.6 Η παραγωγή αγροτικών προϊόντων στο Τυμπάκι.....	91
2.6.1 Οι καλλιέργειες σε θερμοκήπιο στο Τυμπάκι.....	91
2.6.2 Καλλιεργούμενα είδη και εκτάσεις θερμοκηπίων.....	92
3. Η μέθοδος της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA).....	93
3.1 Ορισμός της ΑΚΖ.....	95
3.2 Σκοπός και επιμέρους στόχοι της ΑΚΖ	96
3.3 Ιστορική αναδρομή	97
3.4 Ολοκληρωμένη θεώρηση.....	99
3.5 Η Μεθοδολογία της ΑΚΖ	101
3.5.1 Ορισμός σκοπού και πλαισίου μελέτης.....	102
3.5.2. Ανάλυση απογραφών.....	109
3.5.3 Εκτίμηση επιπτώσεων.....	110
3.5.4. Ερμηνεία.....	113
3.6 Εφαρμογές της ΑΚΖ	114
3.6.1 ΑΚΖ στη Βιομηχανία	115
3.6.2 ΑΚΖ και Οικολογικός Σχεδιασμός (Eco-Design /Ecomaterials).....	116
3.6.3 ΑΚΖ ως Εργαλείο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.....	116
3.6.4 ΑΚΖ ως Εργαλείο Εκτίμησης Κόστους	116
3.7 Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής στον τομέα των τροφίμων	116
3.7.1 Λόγοι ένταξης της ΑΚΖ στον σχεδιασμό της παραγωγής τροφίμων.....	116
3.8 Περιπτώσιολογικές μελέτες.....	119
3.8.1 ΑΚΖ κατά την παραγωγή καφέ.....	119

3.8.2 AKZ κατά την παραγωγή γάλακτος στην Σουηδία	125
3.8.3 AKZ κατά την παραγωγή γάλακτος στην Ισπανία	128
3.8.4 AKZ κατά την παραγωγή κέτσαπ τομάτας	131
3.8.5 AKZ κατά την καλλιέργεια μήλων	139
3.8.6 AKZ κατά την παρασκευή ψωμιού	147
3.8.7 AKZ κατά την παραγωγή σιταριού	152
3.8.8 AKZ κατά την παραγωγή μύρας.....	156
4. Περιβαλλοντική Αξιολόγηση της καλλιέργειας της πιπεριάς.	160
4.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης.	160
4.2 Καθορισμός ορίων συστήματος.....	160
4.3 Διάγραμμα ροής.....	161
4.4 Λειτουργική μονάδα.	162
4.5 Πηγές δεδομένων.....	162
4.5 Περιγραφή του συστήματος: Παραδοχές- Αναλυτική Περιγραφή των διαδικασιών.	162
4.5.1 Αναλυτική περιγραφή της καλλιέργειας πιπεριάς	168
4.5.2 Καλλιέργεια σε θερμοκήπιο.....	173
4.5.3 Υπαίθρια καλλιέργεια	175
4.6. Sima Pro & Eco-indicator 99.....	178
4.7 Αποτελέσματα Ανάλυσης.....	184
4.7.1 Αποτελέσματα Ανάλυσης καλλιέργειας σε θερμοκήπιο	184
4.7.2 Αποτελέσματα Ανάλυσης υπαίθριας καλλιέργειας.....	199
4.7.3 Αποτελέσματα Σύγκρισης	211
5. Συμπεράσματα.....	224
Βιβλιογραφία.....	228
Παράρτημα	244
i) Πίνακας απογραφής δεδομένων από την καλλιέργεια σε θερμοκήπιο	244

ii) Πίνακας Απογραφής δεδομένων υπαίθριας καλλιέργειας	252
iii) Πίνακας απογραφής δεδομένων σύγκρισης καλλιεργητικών τεχνικών	260

Εισαγωγή

Οι καλλιέργειες διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της επιφάνειας της γης και της ατμόσφαιρας, και με αυτόν τον τρόπο συνήθως επηρεάζουν τον καιρό και το κλίμα. Οι επιπτώσεις της φυτοκάλυψης μπορούν να ενισχύσουν τη μεταβλητότητα του κλίματος αυξάνοντας ή/και διευρύνοντας τα ακραία φαινόμενα όπως πλημμύρες και ξηρασίες.

Κατά την εξέταση των αλληλεπιδράσεων με το κλίμα, παρατηρείται έντονη ανησυχία για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από γεωργικές εργασίες, τα οποία συνδέονται με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας της γης.

Από τη μεριά της η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει την παραγωγή τροφίμων στις αγροτικές κοινότητες και την άσκηση της γεωργίας μέσα από τις μακροπρόθεσμες αλλαγές στα οικοσυστήματα καθώς τόσο η άνοδος της θερμοκρασίας όσο και η μείωση των βροχοπτώσεων αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες για την παραγωγικότητα.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εξέταση του κύκλου ζωής της καλλιέργειας της πιπεριάς βάσει της καλλιεργητικής τεχνικής που χρησιμοποιείται, με απώτερο στόχο την περιβαλλοντική αξιολόγησή της με τη χρήση της μεθόδου της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.

Στο πρώτο κεφάλαιο συνοψίζονται οι απόψεις του IPCC «Κλιματική Αλλαγή 2007» που αφορά στην μεταβλητότητα του κλίματος. Μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση σχολιάστηκαν αφενός οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών, οι επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στα φυτά, και αφετέρου η συμβολή της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή. Επίσης προτάθηκαν μέτρα προσαρμογής της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάστηκε η πορεία της γεωργίας και η συμβολή της εντατικής γεωργίας στην αδιέξοδη κατάσταση που βρίσκεται τώρα το περιβάλλον. Λύση αποτελεί η βιώσιμη ανάπτυξη και για τον λόγο αυτό παρουσιάστηκαν τα συστήματα της ολοκληρωμένης διαχείρισης καλλιεργειών και της βιολογικής γεωργίας τα οποία αποτελούν τμήματα της. Κρίθηκε σκόπιμο να αναπτυχθεί εκτενέστερα η ολοκληρωμένη διαχείριση καθώς το σύστημα καλλιέργειας που μελετήθηκε για τη διενέργεια της AKZ (κεφάλαιο 4) εφαρμόζει την ολοκληρωμένη διαχείριση. Στην συνέχεια, παρουσιάστηκαν στοιχεία σχετικά με την καλλιέργεια των κηπευτικών, τις τεχνικές της υπαίθριας καλλιέργειας και της καλλιέργειας σε θερμοκήπιο, όπως και στοιχεία που αφορούν τον αγροτικό τομέα στο Ηράκλειο και στο Τυμπάκι.

Στο τρίτο κεφάλαιο η βιβλιογραφική ανασκόπηση εστιάζει στην αξιολόγηση του κύκλου ζωής στον τομέα των τροφίμων. Για την ολοκληρωμένη παρουσίαση του ζητήματος στην αρχή

του κεφαλαίου επεξηγείται η ΑΚΖ ως μέθοδος, η δομή, τα στοιχεία της και τα στάδια από τα οποία αποτελείται.

Η Ανάλυση κύκλου Ζωής είναι μια τυποποιημένη μέθοδος η οποία επιτρέπει την ολοκληρωμένη καταγραφή, ποσοτικοποίηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μια υπηρεσία στο πλαίσιο μιας δεδομένης αναζήτησης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η περιβαλλοντική αξιολόγηση της καλλιέργειας της πιπεριάς ορίζοντας αρχικά τον σκοπό, τα όρια του συστήματος, τη λειτουργική μονάδα, περιγράφοντας αναλυτικά την καλλιέργεια της πιπεριάς, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από καλλιέργεια πιπεριάς σε θερμοκήπιο και από υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς και τέλος συγκρίνονται οι δύο καλλιεργητικές τεχνικές.

Κλείνοντας παρατίθενται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη καθώς και κάποιες προτάσεις για περαιτέρω μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής αγροτικών προϊόντων στη χώρα μας.

1. Κλιματική αλλαγή και γεωργία

1.1 Κλιματική αλλαγή: κύριες απόψεις (από IPCC «Κλιματική αλλαγή 2007»)

Σχεδόν όλες οι ευρωπαϊκές περιοχές αναμένονται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις από κάποιες μελλοντικές επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής και αυτές θα θέσουν προκλήσεις σε πολλούς οικονομικούς τομείς. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να μεγεθύνει τις τοπικές διαφορές της Ευρώπης σε φυσικούς πόρους και κεφάλαια.

Οι αρνητικές επιδράσεις θα περιλαμβάνουν αυξημένο κίνδυνο ξαφνικών πλημμυρών στην ενδοχώρα, συχνότερες παράκτιες πλημμύρες και αυξημένη διάβρωση λόγω των θυελλών και της ανόδου του επιπέδου της θάλασσας. Η μεγάλη πλειοψηφία των οργανισμών και των οικοσυστημάτων θα έχει δυσκολίες προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Οι ορεινές περιοχές θα αντιμετωπίσουν υποχώρηση παγετώνων, μειωμένη κάλυψη χιονιού και εκτενείς εξαφανίσεις ειδών (σε ορισμένες περιοχές μέχρι 60% υπό τα σενάρια υψηλών εκπομπών μέχρι το 2080).

Στη Νότια Ευρώπη, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επιδεινώσει τις συνθήκες (υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία) σε μια περιοχή ήδη τρωτή στη μεταβλητότητα του κλίματος, και να μειώσει τη διαθεσιμότητα σε νερό, το υδροδυναμικό, το θερινό τουρισμό και, γενικά, την παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Επίσης προβλέπεται να αυξηθούν οι κίνδυνοι υγείας λόγω των καυσώνων και της συχνότητας των πυρκαγιών.

Στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη, η θερινή βροχόπτωση αναμένεται να μειωθεί, προκαλώντας μεγαλύτερη έλλειψη νερού. Οι κίνδυνοι υγείας λόγω των καυσώνων αναμένονται να αυξηθούν.

Η δασική παραγωγικότητα αναμένεται να μειωθεί και η συχνότητα των πυρκαγιών σε περιοχές τύρφης να αυξηθεί.

Στη Βόρεια Ευρώπη, η κλιματική αλλαγή εκτιμάται αρχικά να φέρει ανάμεικτες επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένων μερικών οφελών όπως μειωμένη ζήτηση για θέρμανση, αυξημένες παραγωγές καλλιεργειών και αυξημένη δασική ανάπτυξη. Εντούτοις, καθώς η κλιματική αλλαγή θα συνεχίζεται, οι αρνητικές της επιδράσεις (συμπεριλαμβανομένων των συχνότερων χειμερινών πλημμυρών, των υπό εξαφάνιση οικοσυστημάτων και της αυξανόμενης αστάθειας του εδάφους) είναι πιθανό να αντισταθμίσουν τα οφέλη της.

Η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να αξιοποιήσει την εμπειρία που αποκτιέται από ακραία κλιματικά φαινόμενα, και συγκεκριμένα εφαρμόζοντας σχέδια προσαρμογής προληπτικής διαχείρισης κινδύνου κλιματικής αλλαγής.

1.2 Κλιματικές προβλέψεις για τη Μεσόγειο

Η 3η έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC 2001) του Παγκόσμιου Οργανισμού Μετεωρολογίας (WMO) και του προγράμματος περιβάλλοντος του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (UNEP) προβλέπει ότι κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα η υπερθέρμανση του πλανήτη θα έχει, γενικά, ως αποτέλεσμα την αύξηση των βροχοπτώσεων στις τροπικές ζώνες και στα μεσαία έως μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, ενώ για τις υποτροπικές ζώνες αναμένεται μείωσή τους.

Οι προβλεπόμενες αυτές αλλαγές γίνονται πιο εμφανείς προς το τέλος του 21^{ου} αιώνα, στο σενάριο A2 εκπομπής αερίων του «θερμοκηπίου» της Ειδικής Έκθεσης για τα Σενάρια Εκπομπής τέτοιων αερίων (Special Report on Emission Scenarios, SRES). Σύμφωνα, λοιπόν, με αυτό το σενάριο προβλέπεται την περίοδο 2071-2100 μείωση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στη Μεσόγειο από 10% και σε μερικές περιοχές της έως και περισσότερο από 20%. σε σχέση με την περίοδο 1961-1990. Αντίθετα, την ίδια περίοδο προβλέπεται αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας 3 έως 4 °C και για ορισμένες περιοχές της στα ΝΔ. επιπλέον αύξηση 1 °C.

Το πιο πάνω σενάριο ενισχύεται από μια προγενέστερη έρευνα των Hulme et al. (2000), οι οποίοι στηριζόμενοι σε 23 παγκόσμια κλιματικά μοντέλα δοκιμασμένα από το 1983 έως το 1998 είχαν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι υπάρχει συμφωνία μεταξύ των παγκόσμιων κλιματικών μοντέλων για ένα ξηρότερο κλίμα στα νότια και περισσότερη υγρασία στα βόρεια της Ευρώπης, καθώς θα αυξάνεται η παγκόσμια θερμοκρασία λόγω του φαινομένου του «θερμοκηπίου». Αντίστοιχες εκτιμήσεις έχουν γίνει και για το μελλοντικό κλίμα της Ελλάδας.

Ειδικότερα, οι Mitchell et al (2002) προβλέπουν για τη χώρα μας μείωση των βροχοπτώσεων περίπου 10% για το χειμώνα (Δεκ.-Φεβρ.) και περίπου 40% για το καλοκαίρι (Ιούν.-Αύγ.) με βάση και πάλι το πιο πάνω σενάριο A2-SRES. Επίσης, εκτιμούν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι περίπου 3,5 °C και 4,5 °C για τις ίδιες εποχές αντίστοιχα.

Επίσης σε έρευνα που αφορά την Ελλάδα αναφέρεται πως το 2080 η μείωση των βροχοπτώσεων μπορεί να φτάσει το 33%. Στη λεκάνη του Αλιάκμονα π.χ. η μέση ετήσια απορροή θα μειωθεί κατά 30% μέχρι το 2080 (κυρίως τη θερινή περίοδο) και η υγρή περίοδος θα μετατοπιστεί προς το Δεκέμβριο με αποτέλεσμα τη σημαντική επιμήκυνση της ξηρής περιόδου και τη μείωση της ετήσιας βροχόπτωσης (Mimikou et al., 1999).

Η 4η έκθεση* της IPCC (2007) επαναβεβαιώνει τις παραπάνω προβλέψεις. Σε αυτήν, τα παγκόσμια κλιματικά μοντέλα με βάση το σενάριο A1B-SRES δείχνουν πως η βροχόπτωση θα αυξηθεί, με πιθανότητα πάνω από 90%, στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη του πλανήτη, ενώ αναμένεται, με πιθανότητα πάνω από 66%, να μειωθεί στις περισσότερες υποτροπικές χερσαίες περιοχές.

Η Μεσόγειος εμφανίζεται να ανήκει στις περιοχές του πλανήτη με τη μεγαλύτερη πιθανότητα μείωσης της βροχόπτωσης, αφού η μείωση αυτή αναμένεται «πολύ πιθανή» ($P > 90\%$) για την ετήσια βροχόπτωση, με «πιθανή» ($P > 66\%$) αύξηση του κινδύνου ξηρασίας ιδιαίτερα το καλοκαίρι.

Επίσης, σύμφωνα με αυτό το σενάριο την περίοδο 2090-2099 (σε σχέση με την περίοδο 1980-1999) η αντίστοιχη αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης θα κυμανθεί μεταξύ $1,7^{\circ}\text{C}$ έως $4,4^{\circ}\text{C}$, με την καλύτερη εκτίμηση αύξησης τους $2,8^{\circ}\text{C}$. Σύμφωνα με το σενάριο A2 η αύξηση αυτή θα κυμανθεί μεταξύ $2,0^{\circ}\text{C}$ έως $5,4^{\circ}\text{C}$, με την καλύτερη εκτίμηση αύξησης τους $3,4^{\circ}\text{C}$ κατά τις ίδιες χρονικές περιόδους. Και στα δύο αυτά σενάρια, η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας, παγκόσμια, προβλέπεται στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη του Βόρειου Ημισφαιρίου, όπου μπορεί να ξεπεράσει ακόμη και τους 6°C .

Για την Ευρώπη η παραπάνω έκθεση, με βάση το σενάριο A1B-SRES και συμφωνία μεταξύ των κλιματικών μοντέλων πάνω από 90% , προβλέπει για την περίοδο 2090-2099 αύξηση των βροχοπτώσεων το χειμώνα έως και πάνω από 30% στα βόρεια της και μείωσή τους έως και 30% στα νότια της σε σχέση με την περίοδο 1980-1999

Για το καλοκαίρι στα βορειοανατολικά της Ευρώπης η αύξηση της βροχόπτωσης αναμένεται να περιοριστεί στο 20% , να μειωθεί δε και η γεωγραφική της κατανομή, ενώ στα νότια της η βροχόπτωση αναμένεται να μειωθεί έως και 50% και μάλιστα επεκτείνεται γεωγραφικά προς τα βόρεια της Μεσογείου. Για την ετήσια βροχόπτωση η πρόβλεψη είναι σχεδόν παρόμοια με αυτή του χειμώνα μόνο που η μείωση αναμένεται να επεκταθεί ακόμη πιο βόρεια στη Μεσόγειο ακολουθώντας την παραπάνω τάση του καλοκαιριού, η αύξησή της, δε, στη βόρεια Ευρώπη προβλέπεται λιγότερο έντονη.

Επίσης, η μέση ετήσια θερμοκρασία αναμένεται να έχει τη μεγαλύτερη αύξηση το χειμώνα στη βόρεια (άνω των 4°C) και το καλοκαίρι στη νότια Ευρώπη (έως 4°C).

Ειδικότερα, για την περιοχή της Α. Μεσογείου και τον ελλαδικό χώρο, σύμφωνα με το πιο πάνω σενάριο, προβλέπεται μείωση της βροχόπτωσης έως 30% σε ετήσια βάση (έως 30% το χειμώνα, μεγαλύτερη προς τα νότια της χώρας και πάνω από 30% το καλοκαίρι). Επίσης, προβλέπεται ότι η αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας θα κυμανθεί μεταξύ $2,5^{\circ}\text{C}$ και $3,5^{\circ}\text{C}$ και της μέσης θερμοκρασίας της χειμερινής περιόδου μεταξύ 2°C και 3°C . Το καλοκαίρι, όμως, η αύξηση προβλέπεται να κυμανθεί σε ακόμη υψηλότερα επίπεδα και να φτάσει τους 4°C .

Κατά συνέπεια, τα στοιχεία των παραπάνω ερευνών για τις επιπτώσεις των ανθρωπογενών επιδράσεων στο μελλοντικό κλίμα δείχνουν ότι για την περιοχή της Α. Μεσογείου η μείωση της βροχόπτωσης μπορεί να αγγίξει ένα από τα υψηλότερα επίπεδα

παγκόσμια. Αυτό σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας (και επομένως αύξηση της εξάτμισης, ιδιαίτερα το καλοκαίρι), τη μείωση των ημερών βροχόπτωσης και την αύξηση των συνεχόμενων ημερών χωρίς βροχόπτωση είναι «πιθανόν» να εντείνει τα φαινόμενα ξηρασίας στην περιοχή.

Το γεγονός αυτό φαίνεται ως πολύ πιθανό και για αρκετές περιοχές του ελλαδικού χώρου, ιδιαίτερα στα νότια. Έτσι, τέτοιες περιοχές θα οδηγηθούν πολύ πιθανώς σε μειωμένη εδαφική υγρασία το καλοκαίρι, γεγονός που αναμένεται και σε άλλες περιοχές της Μεσογείου και της κεντρικής Ευρώπης (Douville et al. 2002, Wang 2005).

1.3 Η συμβολή της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή

Η γεωργία επιδρά στον καιρό και στο κλίμα σε τοπική, περιφερειακή και παγκόσμια κλίμακα. Μέσω της γεωργίας ο άνθρωπος έχει αλλάξει, και διαχειρίζεται σε διάφορους βαθμούς, τη βλάστηση (δηλ. τις φυσιολογικές και φυσικές ιδιότητες της φυτοκάλυψης), και άμεσα (μέσω της άρδευσης) ή έμμεσα την υγρασία του εδάφους πάνω από μεγάλες εκτάσεις γης.

Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη και η φυσιολογική δραστηριότητα των καλλιεργούμενων φυτών, καθώς και η επίδραση της φυτοκάλυψης στα επίπεδα διαθέσιμης υγρασίας εδάφους, έχουν επιπτώσεις στον καιρό και στο κλίμα επηρεάζοντας τη μεταφορά θερμότητας, υγρασίας και ορμής ανόδου από την επιφάνεια του εδάφους στον υπερκείμενο αέρα.



Οι καλλιέργειες και τα βοσκοτόπια διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της επιφάνειας της γης και της ατμόσφαιρας, και με αυτόν τον τρόπο συνήθως επηρεάζουν τον καιρό και το κλίμα. Οι επιπτώσεις της φυτοκάλυψης μπορούν να ενισχύσουν τη μεταβλητότητα του κλίματος αυξάνοντας ή/και διευρύνοντας τα ακραία φαινόμενα όπως πλημμύρες και ξηρασίες.

Η γεωργία επηρεάζει τη διαθεσιμότητα της ενέργειας και της μάζας υδρατμών με την μεταφορά σε τοπική και περιφερειακή κλίμακα.

Κατά την εξέταση των αλληλεπιδράσεων με το κλίμα, παρατηρείται έντονη ανησυχία για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από γεωργικές εργασίες, τα οποία συνδέονται

με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας της γης. Αν και στην Ευρώπη η γεωργία ευθύνεται μόνο για το 10% των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, είναι η κύρια πηγή μεθανίου (CH₄) (από εντερικές ζυμώσεις, την αποσύνθεση του λιπάσματος, την καλλιέργεια ρυζιού) και νιτρώδους οξειδίου (N₂O) (λίπασμα ζωικού κεφαλαίου και χημικά λιπάσματα).

Οι αγροτικές δραστηριότητες, πολλές από τις οποίες συνδέονται με υψηλή κατανάλωση ενέργειας (χημικές ουσίες, καύσιμα, μηχανές κ.λπ.) είναι υπεύθυνες για την απελευθέρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα, ενώ ένα ποσοστό αυτού του αερίου απελευθερώνεται και από την αποδόμηση της οργανικής ύλης στα γεωργικά εδάφη.

Γενικότερα, οι εκπομπές από τη γεωργία θεωρούνται διάχυτες πηγές ρύπανσης, και προέρχονται κυρίως από τις εξής δραστηριότητες:

- ο καύσεις στη γεωργία ,αλιεία και δασοπονία
- ο διαχείριση της κοπριάς
- ο καλλιέργειες
- ο γεωργικά εδάφη
- ο καύση των αγροτικών αποβλήτων στους αγρούς.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία από την Ευρωπαϊκή Ένωση η Ελλάδα κατά το 2003 μεταξύ άλλων είχε εκπομπές από τις γεωργικές δραστηριότητες περί τους 160.000 τόνους Μεθανίου (CH₄) σε ένα σύνολο 9.460.000 τόνων όλης της Ευρωπαϊκής Ένωσης και 3.130.000 τόνους CO₂ σε ένα σύνολο 62.400.000 τόνων της ΕΕ (E-PRTR, 2008).

Επίσης προβλήματα ρύπανσης στην ατμόσφαιρα από τη γεωργική δραστηριότητα ενδέχεται να παρουσιαστούν στις περιοχές όπου παρατηρείται αυξημένη χρήση παρασιτοκτόνων, με την έκλυση ή τη διάχυση του ψεκαστικού διαλύματος και τη μεταφορά από τον άνεμο σε απομακρυσμένες περιοχές.

1.4 Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών.

1.4.1 Η επίπτωση της κλιματικής αλλαγής στην αγροτική δραστηριότητα.

Η παραγωγικότητα στη γεωργία και η ανάπτυξη των φυτών εξαρτάται κατά πολύ από τις καιρικές συνθήκες παρόλα τα τεχνολογικά επιτεύγματα όπως οι βελτιωμένες ποικιλίες καλλιεργούμενων φυτών και τα συστήματα άρδευσης. Η εποχική διακύμανση που σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει την ανάπτυξη των καλλιεργειών και των βοσκοτόπων και τις τοπικές κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες με την αλλαγή της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων, των δύο μεγαλύτερων περιοριστικών παραγόντων για την αγροτική παραγωγή. Αυτά θα πρέπει να εξεταστούν συνυπολογίζοντας την επίδραση της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα στην ανάπτυξη των φυτών δηλαδή την αύξηση του ρυθμού της φωτοσύνθεσης και της αποτελεσματικότερης χρήσης του νερού από τα φυτά.

Επομένως η αλλαγή του κλίματος θα επηρεάσει την παραγωγή τροφίμων στις αγροτικές κοινότητες και την άσκηση της γεωργίας μέσα από τις μακροπρόθεσμες αλλαγές στα οικοσυστήματα και από την αυξημένη συχνότητα και ένταση των ακραίων φαινομένων όπως καύσωνες, ξηρασίες, πλημμύρες, κυκλώνες, κατολισθήσεις και εξάρσεις ασθενειών.

Όλα αυτά θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε περιορισμό των καλλιεργούμενων εκτάσεων και του νερού για άρδευση, σε διάβρωση εδαφών, περιορισμό της ανταπόκρισης των φυτών στη λίπανση, σε προβλήματα που σχετίζονται με τα γνωστά μέχρι σήμερα φυτοπαράσιτα αλλά και την εμφάνιση άγνωστων φυτοπαρασίτων, περιορισμό της γενετικής ποικιλότητας των καλλιεργειών, απώλεια παραγωγής και καταστροφές από την άνοδο της θερμοκρασίας (Bi and Parton, 2008).

Όσον αφορά στη γενετική ποικιλότητα η κλιματική αλλαγή θα μπορούσε να απειλήσει άγρια συγγενικά είδη που αποτελούν σημαντική πηγή της γενετικής ποικιλότητας για τη βελτίωση των καλλιεργειών. Σύμφωνα με κλιματικά μοντέλα π.χ. το 2055 καλλιέργειες φυτών τα μαυρομάτικα φασόλια και η πατάτα θα παρουσιάσουν πιθανή μείωση 24-31%, 50% και 7-13% αντίστοιχα (Jarvis *et al.* 2008)

Η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει όλο και περισσότερο αρνητικά την ένταση των βροχοπτώσεων. Με την αλλαγή της διακύμανσης των βροχοπτώσεων η γεωργία τείνει να αντιμετωπίσει μεγάλα εμπόδια έως ότου μπορέσουν να προσαρμοστούν στην αλλαγή του κλίματος και στην προβλεπόμενη μελλοντική αύξηση της κλιματικής μεταβλητότητας (Cooper *et al.*, 2008).

Ωστόσο, η ελάττωση της συχνότητας και της έντασης, τις τελευταίες δεκαετίες, φαίνεται να είναι όλο και πιο εμφανείς όπως παρουσιάζεται από μια πρόσφατη μελέτη (Pelfini, Santilli, 2008), που δείχνει παρόμοια μείωση στη νότια Ιταλία και στις Ελβετικές Άλπεις.

Παγκοσμίως, η δυνατότητα παραγωγής τροφίμων προβλέπεται να αυξηθεί όταν αυξηθεί η μέση τοπική θερμοκρασία μέσα σε ένα εύρος 1-3°C, αλλά πέρα από αυτό το εύρος αναμένεται να μειωθεί. Η παραγωγικότητα των καλλιεργειών προβλέπεται να αυξηθεί ελαφρώς στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη για αυξήσεις της τοπικής μέσης θερμοκρασίας μέχρι 1-3°C ανάλογα με την καλλιέργεια, και έπειτα, πέραν αυτών των αυξήσεων, να μειωθεί σε μερικές περιοχές.

Στα μικρότερα γεωγραφικά πλάτη, ιδιαίτερα σε εποχιακά ξηρές και τροπικές περιοχές, η παραγωγικότητα των καλλιεργειών προβλέπεται να μειωθεί ακόμη και για μικρές τοπικές αυξήσεις θερμοκρασίας (1-2°C). Η αύξηση της συχνότητας των ξηρασιών και των πλημμυρών αναμένεται να επηρεάσει αρνητικά την τοπική παραγωγή των καλλιεργειών, ειδικά στον τομέα επιβίωσης στα μικρά γεωγραφικά πλάτη.

Οι προσαρμογές όπως οι αλλαγμένες ποικιλίες και οι χρόνοι φύτευσης επιτρέπουν τις παραγωγές δημητριακών σε μικρά και μέσα έως μεγάλα γεωγραφικά πλάτη να διατηρηθούν σε ή επάνω από τα βασικά επίπεδα παραγωγής, για μέτρια θέρμανση. Αναμένονται τοπικές αλλαγές στη διανομή και την παραγωγή ιδιαίτερων ειδών ψαριών λόγω της συνεχούς θέρμανσης, με δυσμενή αποτελέσματα που θα εμφανιστούν στις υδατοκαλλιέργειες και την αλιεία.

Το κλίμα είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν την παραγωγικότητα των συστημάτων γεωργικής παραγωγής. Η κατάλληλη επιλογή του βαθμού εναρμόνισης μεταξύ της γενετικής των φυτών, των πρακτικών καλλιέργειας και του τοπικού κλίματος και περιβάλλοντος αποτελεί το θεμέλιο στην ποσότητα και την ποιότητα της παραγωγής.

Οι σημαντικότερες αλλαγές στη θερμοκρασία είναι όχι μόνο η αύξηση της μέσης τιμής της θερμοκρασίας αλλά και η αύξηση στη συχνότητα των μέγιστων και ελάχιστων τιμών, επηρεάζοντας καθοριστικά το βιολογικό κύκλο του φυτού.

Η μεταβολή αυτών των τιμών επηρεάζει άμεσα την εδαφική υγρασία, το ατμοσφαιρικό CO₂ και το τροποσφαιρικό όζον (O₃). Επιπλέον πιθανά οι μεταβολές αυτές της θερμοκρασίας να οδηγήσουν σε αύξηση του πληθυσμού των εντομολογικών εχθρών των καλλιεργειών και να ευνοήσει τα C4 ζιζάνια που αναπτύσσονται σε C3 καλλιεργούμενα είδη (Fuhrer, 2003).

Μελέτες έχουν δείξει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας επιδρά στα φαινολογικά χαρακτηριστικά των καλλιεργούμενων φυτών, όπως στο χρόνο άνθισης και ωρίμανσης των φρούτων.

Ειδικότερα ο Schröder και οι συνεργάτες του (2006) συσχέτισαν την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας την περίοδο 1991-1999 σε σχέση με την περίοδο 1961-1990 σε ένα αριθμό φαινολογικών χαρακτηριστικών στα είδη *Corylus avellana* (Φουντουκιά), *Galanthus*

nivalis (Γάλανθος, καλλωπιστικό), *Forsythia suspensa* (Φορσύθια.), *Malus domestica* (Μηλιά), *Quercus sp.* (Βελανιδιά), *Sambucus nigra* (Σαμπούκος), *Tilia sp.* (Φλαμουριά), *Sorbus aucuparia*, (Σορβιά), *Sambucus nigra* (Μελανός Σαμπούκος), *Aesculus hippocastanum* (Άσπρη Αγριοκαστανιά), *Triticum aestivum* (Μαλακό σιτάρι). Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 640 θέσεις στη Γερμανία. Στα είδη αυτά διερευνήθηκε η επίδραση στην έναρξη των εξής σταδίων: άνθιση, καρπός, έκπτυξη φύλλων, αλλαγή χρώματος φύλλων και νεαρής βλάστησης, τα οποία αποτελούν ενδείξεις για την επίδραση της αλλαγής του κλίματος σε τοπικό επίπεδο. Το συμπέρασμα της μελέτης ήταν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας την περίοδο 1991-1999 σε σχέση με την περίοδο 1961-1990 συσχετίζεται με την προώθηση των προαναφερόμενων σταδίων την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο.

Όσον αφορά στις αγροτικές καλλιέργειες το ενδιαφέρον, και δικαιολογημένα, συγκεντρώνεται στην παγκόσμια παραγωγή σιταριού. Το 21% περίπου της τροφής παγκόσμια στηρίζεται στην καλλιέργεια σιταριού που καλύπτει 200 εκατομμύρια εκτάρια (FAOSTAT, 2009).

Αν και τα αναπτυσσόμενα κράτη είναι οι κύριοι εισαγωγείς στο παγκόσμιο εμπόριο σιταριού η πραγματικότητα είναι ότι το 81% της παγκόσμιας κατανάλωσης παράγεται και χρησιμοποιείται από το ίδιο κράτος (Ortiz *et al.*, 2008). Σε αυτές τις συνθήκες πολλά φτωχά νοικοκυριά εξαρτώνται από την αυξημένη παραγωγή σιταριού από τις καλλιέργειες του για να βελτιώσουν την εξασφάλιση τροφίμων. Μέχρι το 2020 η ζήτηση σιταριού για ανθρώπινη κατανάλωση αναμένεται να είναι αυξημένη κατά 1,6% ανά έτος και για τροφή ζώων κατά 2,6% ανά έτος. Η παγκόσμια παραγωγή λοιπόν ανά στρέμμα θα πρέπει να αυξηθεί για να ικανοποιηθούν αυτές οι ανάγκες τα επόμενα 25 χρόνια από 2,6 σε 3,5 τόνους ανά εκτάριο. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος θα πρέπει να βελτιωθεί το γενετικό υλικό και να διαφοροποιηθούν οι αγρονομικές πρακτικές.

Από την άλλη μεριά αναμένεται η άνοδος της θερμοκρασίας που συνοδεύει την κλιματική αλλαγή να συμβάλλει στη μείωση της στρεμματικής απόδοσης. Δυνητικά αυτό θα αυξήσει την ανασφάλεια στη διάθεση τροφίμων και την πείνα στον πλανήτη. Οι προβλέψιμες επιδράσεις στην καλλιέργεια σιταριού αφορούν στο γέμισμα του κόκκου.

Σε μελέτη που εκπονήθηκε από τον Anwar και τους συνεργάτες του (2007) όσον αφορά στην επίδραση της κλιματικής αλλαγής, με βάση τα σενάρια της IPCC, στην παραγωγή μη αρδευόμενων καλλιεργειών σιταριού στην νοτιο-ανατολική Αυστραλία,δείχθηκε ότι τα επόμενα χρόνια θα υπάρξει μείωση 25%. Ειδικότερα βρέθηκε ότι η μείωση που θα προκύψει ως αποτέλεσμα από την αύξηση της θερμοκρασίας ως μέσος όρος θα είναι 29%. Η αύξηση του CO₂ υπολογίστηκε ότι θα μετριάσει αυτή την απώλεια παραγωγής κατά 4%. Οι ερευνητές

καταλήγουν ότι προκειμένου η παραγωγή να κρατηθεί στα σημερινά επίπεδα η βελτίωση του γενετικού υλικού και των αγρονομικών πρακτικών θα πρέπει να συντελέσουν στην αύξηση της παραγωγής κατά 25% τις επόμενες δεκαετίες.

Ο Qaderi και οι συνεργάτες του (2006) διερεύνησαν την επίδραση των τριών δεικτών της κλιματικής αλλαγής δηλαδή, την αύξηση της θερμοκρασίας, του CO₂ και της ξηρασίας στην ανάπτυξη της ελαιοκράμβης. Οι ερευνητές ανέπτυξαν τα φυτά σε θαλάμους ελεγχόμενων συνθηκών σε συνθήκες χαμηλότερης θερμοκρασίας (22/18°C) και υψηλότερης (28/24°C) σε συγκέντρωση CO₂ ίση με τη σημερινή στον αέρα (370 μmol mol⁻¹) και σε αρκετά υψηλή συγκέντρωση (740 μmol mol⁻¹). Τα μισά φυτά ποτίζονταν σύμφωνα με την κοινή αγρονομική πρακτική και στα υπόλοιπα μισά δίδονταν τόσο νερό ώστε τα φυτά να συγκρατηθούν λίγο πριν τη μάρανση. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες ξηρασίας σε υψηλή θερμοκρασία και στα σημερινά επίπεδα CO₂ είχαν μειωμένο ύψος και διάμετρο στελεχών, μειωμένο αριθμό φύλλων και φυλλική επιφάνεια, ξηρή μάζα, μειωμένη αναλογία ξηρού βάρους βλαστών/ρίζες, μειωμένη καθαρή φωτοσύνθεση και ενεργό χλωροφύλλη. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν στα υψηλά επίπεδα CO₂ έδειξαν μερική αναστροφή της αρνητικής επίδρασης της υψηλής θερμοκρασίας και της ξηρασίας.

1.4.2 Οι επιπτώσεις από τη χαμηλή διαθεσιμότητα του νερού

Ο συνολικός όγκος του νερού στη γη είναι τεράστιος~ 1,4 δισ. Km³, όμως το ποσοστό που είναι καθαρό και προσβάσιμο είναι μόνο το 1% αυτής της ποσότητας περίπου 11 εκατ. Km³ (Batchelor, 1999). Το πρόβλημα λοιπόν με τη διαθεσιμότητα του νερού στον πλανήτη είναι μάλλον η αδυναμία πρόσβασης σε καθαρό νερό σε μερικά μέρη σε κάποιες περιόδους. Η αγροτική παραγωγή είναι ο μεγαλύτερος χρήστης φρέσκου νερού και χρησιμοποιεί περίπου τα 3/4 της παγκόσμιας κατανάλωσης.

Η αγροτική παραγωγή βέβαια δεν καταναλώνει νερό με τη συμβατική έννοια της κατανάλωσης, δεδομένου ότι ασήμαντες ποσότητες νερού δεσμεύονται στα προϊόντα που παράγονται. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού που χρησιμοποιείται στην αγροτική παραγωγή εξατμίζεται και πρακτικά επιστρέφει στην επιφάνεια της γης με τις βροχοπτώσεις. Η χρήση ανακυκλωμένου νερού για την αγροτική παραγωγή είναι περιορισμένη γιατί η υποβάθμιση του χρησιμοποιημένου νερού καθιστά την επαναχρησιμοποίηση του δύσκολη λόγω του υψηλού κόστους της διαδικασίας καθαρισμού των υγρών λυμάτων.

Όταν το διαθέσιμο νερό είναι περιορισμένο τότε η διαθεσιμότητα για την αγροτική παραγωγή περιορίζεται έναντι της οικιακής ή της βιομηχανικής χρήσης. Αναμένεται λοιπόν ότι τα επόμενα χρόνια λόγω της κλιματικής αλλαγής οι χώρες που απειλούνται από ξηρασία θα

διαθέτουν για αγροτική παραγωγή πολύ περιορισμένες ποσότητες νερού (Wallace, 2000). Υπάρχει λοιπόν πολύ μεγάλη ανάγκη για βελτίωση της αποτελεσματικής χρήσης του νερού για αγροτική χρήση, ιδιαίτερα στις περιοχές όπου η διάθεση είναι περιορισμένη.

Σήμερα η αναζήτηση στρατηγικών σε πλανητικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο για ορθολογική διαχείριση του νερού συνοψίζονται ως εξής (Qadir *et al.*, 2003):

- ❖ Κατανόηση της έννοιας του «πραγματικού νερού» (virtual water) και την πιθανή χρήση του νερού σαν πλανητική λύση σε τοπικό επίπεδο δηλαδή, οι χώρες που αντιμετωπίζουν πρόβλημα έλλειψης νερού θα μπορούσαν να εισάγουν μέρος των τροφίμων ή άλλων αγαθών που απαιτούν για την παραγωγή τους περισσότερο νερό και να εξάγουν αυτά που απαιτούν λιγότερο νερό

- ❖ Βελτίωση της αποτελεσματικής χρήσης του νερού και στις αρδευόμενες καλλιέργειες αλλά και σε αυτές που οι ανάγκες για παραγωγή ικανοποιούνται από τις βροχοπτώσεις.
- ❖ Χρήση αποτελεσματικών, οικονομικών και περιβαλλοντικά αποδεκτών μεθόδων για τη βελτίωση του μολυσμένου νερού και των υποβαθμισμένων εδαφών.
- ❖ Αφαλάτωση του νερού όπου αυτό είναι δυνατό και πραγματοποιήσιμο.

Η αλλαγή στη διαθεσιμότητα του νερού αναμένεται να επηρεάσει εκτός από την ποσότητα και τη διατροφική αξία των παραγόμενων προϊόντων.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε με φρούτα ροδακινιάς από την Buendía και την ομάδα της (2008), η μείωση του νερού άρδευσης είχε ως αποτέλεσμα όχι μόνο τη μείωση στο βάρος αλλά και την υποβάθμιση των θρεπτικών συστατικών του φρούτου. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο στρατηγικές άρδευσης, η πλήρης άρδευση (fully irrigated, FI) και η μειωμένη άρδευση (regulated deficit irrigation RDI), που συγκρίθηκαν σε δύο επίπεδα φορτίου, στο εμπορικό (commercial crop load) και στο μισό του εμπορικού φορτίου (low crop load) των καλλιεργειών (Γράφημα 9). Η μειωμένη άρδευση μείωσε στη συγκεκριμένη μελέτη την περιεκτικότητα σε βιταμίνη C και σε καροτενοειδή στο φλοιό των φρούτων και τα καροτενοειδή στη σάρκα των φρούτων. Αντίθετα η περιεκτικότητα σε φαινόλες αυξήθηκε με τη μειωμένη άρδευση στο φλοιό των φρούτων.

1.5 Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα φυτά

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα στοιχεία έρχονται να αποδείξουν ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών και τη βιοποικιλότητα. Η αρνητική επίδραση των ρύπων στα φυτά προκύπτει είτε από την εναπόθεση των ρύπων πάνω στα φυτά είτε κυρίως από την είσοδο των ρύπων στο εσωτερικό των φύλλων και την επίδραση στη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων των φυτών.

Αποτελέσματα αυτών των επιδράσεων μπορεί να είναι ορατά συμπτώματα, χλωρώσεις και ξηράνσεις στα φύλλα ή ανάσχεση της ανάπτυξης και της παραγωγής, επιταχυνόμενη γήρανση ή ακόμη και θάνατος. Οι αέριοι ρύποι περνούν στο εσωτερικό του φύλλου από τα στομάτια.

Μελέτες έχουν δείξει ότι το μέγεθος και η συχνότητα του ανοίγματος των στοματίων επηρεάζεται επιπλέον από τη μόλυνση της ατμόσφαιρας (Verma and Singh, 2006). Οι ερευνητές ανέπτυξαν φυτά των ειδών *Ficus religiosa* L. και *Thevetia nerifolia* L., σε περιοχές με

υψηλότερα και σε περιοχές με χαμηλότερα επίπεδα ρύπανσης. Το μέγεθος των στοματίων στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε περιοχές με υψηλή μόλυνση μειώθηκε κατά 70% περίπου ενώ κατά 50% αυξήθηκε η πυκνότητα των στοματίων στην επιφάνεια των φύλλων. Εμφανίστηκαν επίσης αλλαγές στα κύτταρα, οι οποίες αποδόθηκαν στην υψηλότερη μόλυνση της περιοχής. Επιπτώσεις όμως των ατμοσφαιρικών ρύπων στα φυτά αναφέρονται και σχετικά με τη θρεπτική αξία των παραγόμενων προϊόντων.

Σε μελέτη που έγινε σε τρεις ποικιλίες σιταριού στο Πακιστάν ερευνήθηκε η επίδραση των ατμοσφαιρικών ρύπων στη γεωργία των αναπτυσσόμενων χωρών. Το πειραματικό μέρος της μελέτης περιελάμβανε δύο εφαρμογές, μία με φίλτρο αέρα με φίλτρα κάρβουνου και η άλλη χωρίς φίλτρο αέρα κάρβουνου. Τα αποτελέσματα έδειξαν μετά τη συγκομιδή και ανάλυση των καρπών τη διαφοροποίηση της θρεπτικής αξίας στις δύο εφαρμογές. Η εφαρμογή με τον αφιλτράριστο αέρα είχε τη μεγαλύτερη μείωση σε θρεπτική αξία όσον αφορά στο άμυλο (Wahid 2006).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ινδία αναφέρεται η επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης όχι μόνο όσον αφορά την μείωση της θρεπτικής αξίας των παραγόμενων αγαθών αλλά και στη μείωση της παραγωγής (Poole et al., 2002).

Επιδράσεις του όζοντος

Το τροποσφαιρικό όζον είναι ο πλέον τοξικός ατμοσφαιρικός ρύπος για τα φυτά. Σύμφωνα με τον Ashmore και τους συνεργάτες του (2005), τα επίπεδα του όζοντος στην τροπόσφαιρα είναι αρκετά υψηλά ώστε να προκαλέσουν μείωση στην αγροτική παραγωγή και να οδηγήσουν αλλαγές στη βιοποικιλότητα. Οι πρώτες ζημιές από το όζον στα φυτά καταγράφηκαν τη δεκαετία του 1950 στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ.

Σήμερα ζημιές από όζον έχουν καταγραφεί στην Ευρώπη, στην Αμερική και στην Ασία. Η εκτίμηση της ζημιάς των καλλιεργούμενων φυτών από το όζον απαιτεί το συνδυασμό των συγκεντρώσεων του όζοντος με τις σχέσεις μεταξύ της έκθεσης στο όζον και τη μείωση της παραγωγής και στη συνέχεια υπολογισμό της οικονομικής ζημιάς. Στη Βόρεια Αμερική και στην Ευρώπη έχουν υπολογισθεί οι σχέσεις έκθεσης- παραγωγής από επιστημονικές μελέτες για μια σειρά ετήσιες καλλιέργειες.

Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών έχουν χρησιμοποιηθεί αφενός για την τεκμηρίωση κρίσιμων επιπέδων και σταθερών ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και αφετέρου για την εκτίμηση της οικονομικής ζημιάς που προκαλείται από την έκθεση στο ρύπο (Goumenaki *et al.*, 2007). Η εκτίμηση της ζημιάς στις καλλιέργειες έχει δώσει για τις ΗΠΑ ζημιές του ύψους των 2-4 δισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως και 4 δισεκατομμύρια ευρώ στην Ευρώπη. Σε παγκόσμιο

επίπεδο έχει υπολογισθεί ότι η ζημιά στην παραγωγή δημητριακών έφθασε από 9-35% το 1985 και ότι θα φθάσει το 30-75% το 2025 αν οι εκπομπές ρύπων συνεχισθούν με τους σημερινούς ρυθμούς.

Η Ασία βρίσκεται σε κίνδυνο περισσότερο από κάθε άλλη περιοχή του κόσμου λόγω της δραματικής αύξησης των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων (Ashmore, 2005).

Τα φυτικά είδη και ακόμη οι ποικιλίες επιδεικνύουν μεγάλες διαφορές ευαισθησίας στην έκθεση τους στο όζον της τροπόσφαιρας. Οι διαφορές αυτές οφείλονται πιθανότατα σε διαφορές αντίδρασης βιοχημικών και μοριακών μηχανισμών (Fiscus *et al.*, 2005).

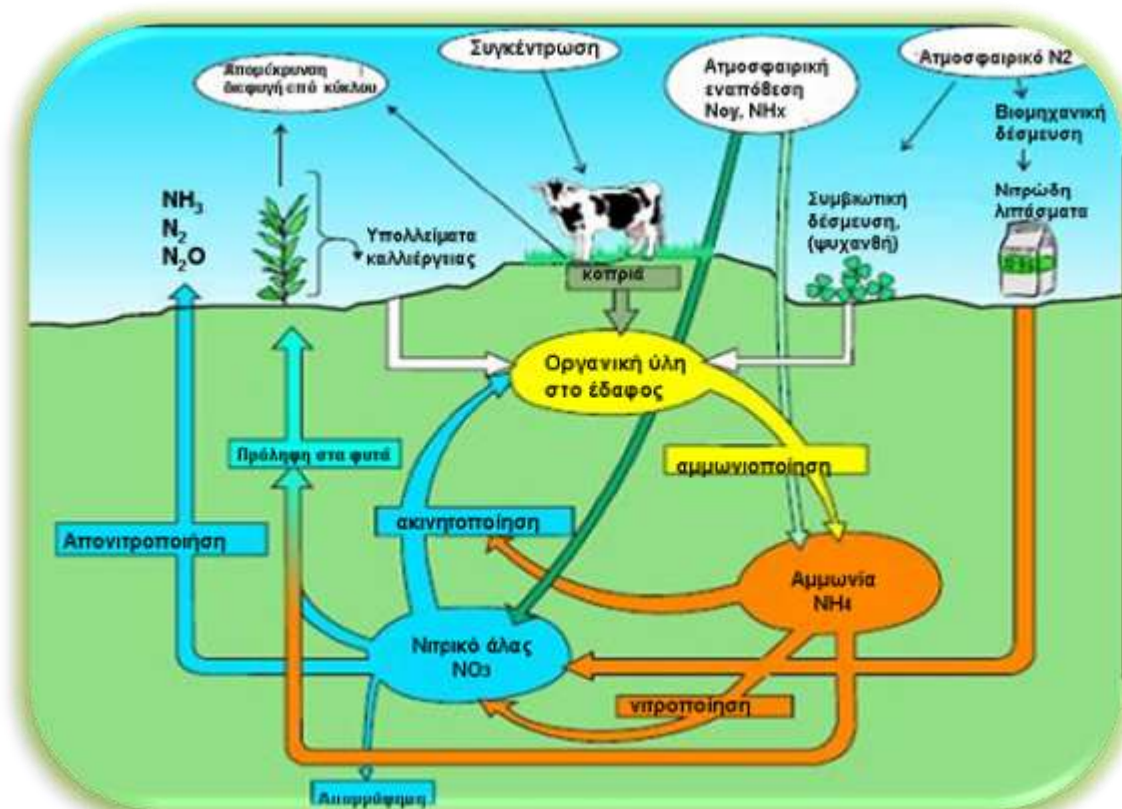
Σε πρόσφατες έρευνες αποδεικνύεται ότι πέραν από τις άμεσες ζημιές του όζοντος στα καλλιεργούμενα φυτά ο ρύπος επίσης μειώνει την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (Fagnano and Maggio, 2008).

Επίσης, η διαβάθμιση της ποσότητας του όζοντος στην ατμόσφαιρα έχει επιδράσεις και στην θρεπτική αξία των φρούτων και λαχανικών. Σε πείραμα μελετήθηκε η επίδραση του όζοντος στο σπανάκι και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μειώθηκε η φωτοσυνθετική ικανότητα. (Calatayud *et al.*, 2004).

Οι επιπτώσεις από τα οξείδια του αζώτου

Η γεωργία αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών NO_x. Παρότι οι μηχανές (εξαιρουμένων των αυτοκινήτων) που χρησιμοποιούνται στη γεωργία εκλύουν μικρό ποσοστό των συνολικών NO_x (στις ΗΠΑ π.χ. έχει υπολογισθεί στο 4%) εντούτοις η συμμετοχή τους στις αρνητικές επιπτώσεις στα φυτά θεωρείται μεγάλη γιατί εκλύονται στο χώρο αύξησης των φυτών. Επιπλέον η χρήση λιπασμάτων αυξάνει τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου από το έδαφος. Η γεωργία λοιπόν συνολικά συμμετέχει σημαντικά στο ισοζύγιο των NO_x και επομένως και στο πρόβλημα του τροποσφαιρικού όζοντος (Davison and Cape, 2003).

Τα οξείδια του αζώτου (NO_x) είναι μίγματα NO και NO₂ που η αναλογία τους διαφέρει ανάμεσα σε διαφορετικές θέσεις και χρόνους (Erisman *et al.* 2007). Η εναπόθεση αζώτου φθάνει τα 20-60 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ σε μη δασικές εκτάσεις σε Ευρώπη και ΗΠΑ ενώ στις αρχές του προηγούμενου αιώνα υπολογιζόταν σε 1-3 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ (Bobbink and Lamers, 2002).



Σχήμα 1.1: Ο κύκλος του Αζώτου (Erisman et al, 2007)

Η σοβαρότητα των επιδράσεων της αύξησης των αζωτούχων ρύπων εξαρτάται (1) από τη διάρκεια έκθεσης και τη συνολική ποσότητα εναπόθεσης, (2) από τη μορφή των ενώσεων του N, (3) την ευαισθησία των φυτικών ειδών, (4) τις επικρατούσες αβιοτικές συνθήκες στο οικοσύστημα. Τα δύο τελευταία σημεία επηρεάζονται από την χρήση γης και από τη διαχείριση (Erisman et al. 2007).

Συνεπώς η ευαισθησία των οικοσυστημάτων στην εναπόθεση του N διαφέρει. Παρόλα αυτά οι συνέπειες θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν στις ακόλουθες σημαντικές συνέπειες:

- Άμεση τοξικότητα των ενώσεων του N στα διάφορα φυτικά είδη.
- Συγκέντρωση των ενώσεων του N που οδηγεί σε αλλαγές στη σύνθεση των ειδών.
- Διαδικασίες οξύνισης στο έδαφος.
- Αύξηση της ευαισθησίας σε άλλους παράγοντες καταπόνησης όπως ξηρασία, παγετός, φυτοπαράσιτα ή φυτοφάγα.

Επιδράσεις του διοξειδίου του θείου

Όπως και στην περίπτωση των NO_x, υψηλότερες συγκεντρώσεις από τις απαιτήσεις των φυτών προς θρέψη προκαλούν μη αντιστρεπτές τοξικές επιδράσεις στα φυτά. Η τοξική επίδραση του SO₂ στα φυτά εμφανίζεται όταν οι καιρικές συνθήκες ευνοούν την αργή διάχυση του αερίου. Τέτοιες τοξικότητες εμφανίζονται όταν η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του SO₂ ξεπεράσει τα 0.5 ως 0.7 mg SO₂.m⁻³ αέρα. Οι επιδράσεις αυτές συνοψίζονται σε ορατά συμπτώματα και σε μικρότερο βαθμό σε μείωση της παραγωγής.

Οι πρώτες διαπιστώσεις για ζημιές στα φυτά έγιναν αργά το 18ο αιώνα ως επίδραση σε δάση στη Βόρεια Ευρώπη – γύρω από περιοχές βιομηχανιών επεξεργασίας μετάλλων. Σήμερα, το SO₂ αποτελεί κυρίως πρόβλημα στα αναπτυσσόμενα κράτη όπου η παραγωγή ενέργειας στηρίζεται ακόμη στην καύση του κάρβουνου και λιγότερο στα αναπτυγμένα κράτη όπου οι εκπομπές SO₂ ελέγχονται (Legge and Krupa, 2002).

Επιδράσεις του φθορίου

Το φθόριο είναι στοιχείο που αποτελεί συνήθως ατμοσφαιρικό ρύπο που περιορίζεται σε βιομηχανικές περιοχές. Οι βιομηχανικές εκπομπές περιέχουν πτητικές μορφές και μικροσωματίδια φθορίου. (Γη) Οι πτητικές μορφές περνούν στο εσωτερικό των φυτικών κυττάρων από τα στομάτια ενώ τα μικροσωματίδια μένουν πάνω στην επιφάνεια των φύλλων και η είσοδος στο εσωτερικό είναι αργή και εξαρτάται από τη διαλυτότητα και το μέγεθος του σωματιδίου και τη σχετική υγρασία. Στο εσωτερικό των κυττάρων έχει βρεθεί ότι επηρεάζεται αρνητικά η φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Επιπλέον επηρεάζει τη δομή και τον αριθμό των χλωροπλαστών, αλλάζει τη δομή των μιτοχονδρίων, προκαλεί καταστροφή των κυττάρων του μεσοφύλλου και των επιδερμικών κυττάρων (McCune and Weinstein, 2002).

Επιπτώσεις των πτητικών οργανικών ενώσεων

Στις ημέρες μας η παραγωγή μερικών συνθετικών VOCs και το ενδεχόμενο να προκαλεί υποβάθμιση στα δάση απασχολεί την ερευνητική κοινότητα (Collins and Bell, 2002).

Επιπτώσεις των μικροσωματιδίων

Μικροσωματίδια υπάρχουν στην ατμόσφαιρα σε πολλές μορφές που κυμαίνονται από τα μικροαιωρήματα μέχρι τους ορατούς κόκκους σκόνης.(γη) Οι επιδράσεις στα φυτά μπορεί να είναι σε φυσιολογικό επίπεδο που προκαλείται από το φράξιμο των στομάτων ή από την αύξηση της θερμοκρασίας των φύλλων που με τη σειρά τους επηρεάζουν τις μεταβολικές λειτουργίες (Farmer, 2002).

Η επίδραση των μικροσωματιδίων στα οικοσυστήματα σε τοπική κλίμακα συνδέεται με την κλιματική αλλαγή. Αύξηση των μικροσωματιδίων μπορεί να μειώσει την απορρόφηση ακτινοβολίας από την κόμη των φυτών και να μειώσει τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα μέσα από ένα πλήθος φυσικών επιδράσεων (Grantz *et al.*, 2003).

Επιπτώσεις από τα βαρέα μέταλλα

Τα βαρέα μέταλλα αποτελούν ατμοσφαιρικούς ρύπους που προέρχονται από φυσικές και ανθρωπογενείς διαδικασίες. (Γη) Με την εισπνοή ή την πτώση τους στο έδαφος, προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στους οργανισμούς. Υπάρχει ένας πλούτος επιστημονικών δημοσιεύσεων που συσχετίζουν τα βαρέα μέταλλα με πολύ σοβαρά νοσήματα όπως καρκίνος, καρδιακές-αναπαραγωγικές τοξικότητες, τερατογένεση και γενοτοξικότητα (Dickey, 2000)..

Επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στο βιοτικό stress των φυτών

Άμεσες επιδράσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στα φυτοπαράσιτα προκύπτουν από τοξικότητα στο παράσιτο ή αλλαγή της συμπεριφοράς ή του μεταβολισμού. Έμμεσες επιδράσεις αποτελούν οι αλλαγές στη διαθεσιμότητα του φυτού-τροφής, αλλαγές στην επιφάνεια των φύλλων ή στην ποιότητα όπως επίσης οι μεταβολές σε αρπακτικά και παράσιτα των παθογόνων (Flückiger *et al.*, 2002).

Επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων σε διάφορες καλλιέργειες

Διάφορες έρευνες έχουν διεξαχθεί από την επιστημονική κοινότητα με σκοπό τη μελέτη των επιπτώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων σε διάφορες καλλιέργειες. Ο Thompson και οι

συνεργάτες του (1971) αναφέρουν πιθανή αρνητική επίδραση στην παραγωγή και πρόωρη πτώση φύλλων σε καλλιέργεια πορτοκαλιάς που αποδίδεται σε υψηλά επίπεδα NOX.

Ο Calatayud και οι συνεργάτες του (2006) αναφέρουν επιπτώσεις στη φωτοσυνθετική ικανότητα φυτών μανταρινιάς μετά από 12 μήνες έκθεση σε όζον. Πειράματα των Iglesias *et al.*, 2006 σε φυτά κλημεντίνης έδειξαν μείωση της χλωροφύλλης, των καροτενοειδών και αύξηση των υδατανθράκων μετά από 6 μήνες έκθεση σε όζον. Όσον αφορά στην επίδραση των βαρέων μετάλλων στα αποτελέσματα της μελέτης που διεξήχθη από τον Crescimanno και τους συνεργάτες του (2000) καταγράφεται η συσσώρευση μολύβδου, μαγγανίου και χαλκού στα φύλλα και στους καρπούς σε φυτά πορτοκαλιάς και grapefruit που αναπτύχθηκαν κοντά σε αυτοκινητόδρομο υψηλής κυκλοφορίας.

Ο Fumagalli *et al.*, (2001) διαπιστώνει στη μελέτη του ότι το αμπέλι θεωρείται ευαίσθητο είδος όσον αφορά στις επιπτώσεις από την έκθεση στο όζον της τροπόσφαιρας. Ο Marisa και οι συνεργάτες του (2003) σε πειράματα που έγιναν στην Πορτογαλία αναφέρουν σαν πιθανή πηγή του μολύβδου, που μπορεί να υπάρχει σε άσπρο και κόκκινο κρασί, την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Ο Soja και οι συνεργάτες του (2004) σε ένα πείραμα που διήρκησε 4 χρόνια μελέτησαν τις επιπτώσεις του όζοντος στην παραγωγή φρούτων και στη συγκέντρωση σακχάρων στο χυμό του σταφυλιού. Τα αποτελέσματα έδειξαν αρνητικές επιδράσεις τόσο στο χυμό όσο και στην παραγωγή σταφυλιού. Παρατηρήθηκαν επίσης επιδράσεις στη φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων.

Στα φυτά της πατάτας παρατηρήθηκε ότι με την αύξηση του τροποσφαιρικού O₃ προκαλούνται αρνητικές επιδράσεις στη φωτοσύνθεση, στην ανάπτυξη και στην παραγωγικότητα, και στην ποιότητα της παραγωγής (Vandermeiren *et al.*, 2005). Επιπλέον, αναλύσεις έδειξαν ότι η υψηλή συγκέντρωση O₃ επιδρά αρνητικά στην ποιότητα του βολβού ως αποτέλεσμα της μεταβολής των υδατανθράκων που απαιτούνται για τη λειτουργία των φυτών.

Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης και η θρεπτική σύσταση φυτών σπανάκι επηρεάστηκαν σε διάφορες συγκεντρώσεις CO₂ (Jain *et al.*, 2007) Τα φυτά που εκτέθηκαν σε υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ (600±50 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) παρουσίασαν μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα αυξάνοντας την ανάπτυξή τους, όπως επίσης μείωση της περιεκτικότητας σε N, Mg, και Fe και αύξηση σε C και Ca.

Η τομάτα θεωρείται ευαίσθητο είδος όσον αφορά στις επιπτώσεις του τροποσφαιρικού όζοντος στην ανάπτυξη των φυτών και στην παραγωγή και η ζημιά μπορεί να κυμανθεί από 30-49% (Mills *et al.*, 2003), με μερικές ποικιλίες περισσότερο ευαίσθητες από άλλες (Calvo *et al.*, 2007). Αυξημένα επίπεδα όζοντος μπορεί να προκαλέσουν επίσης ορατά συμπτώματα που

εμφανίζονται σε υπαίθριες καλοκαιρινές καλλιέργειες (Fumagalli *et al.*, 2001). Έχει παρατηρηθεί μείωση της πρώιμης παραγωγής σε ποικιλίες τομάτας (Calvo *et al.*, 2007) όπως επίσης σε καρπούζι (Gimeno *et al.*, 1999), σε φασόλια (Ribas and Peñuelas, 2000) και σε αγγούρι (Khan and Khan, 1999).

Από μελέτη σε τρεις ποικιλίες λαχανοκομικών (μαρούλι, παντζάρι, φασολιά), βρέθηκε η μετακίνηση των βαρέων μετάλλων (ραδιενεργού νικελίου και καδμίου) στο σύστημα των φυτών (Fismes *et al.*, 2005)

1.6 Προσαρμογή της γεωργίας στις κλιματικές αλλαγές

Η ιστορία της γεωργίας απεικονίζει μια συνεχή σειρά προσαρμογών σε ένα ευρύ φάσμα παραγόντων τόσο μέσα όσο και έξω από τα γεωργικά συστήματα. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που σχετίζονται με το έδαφος, το νερό, το ανάγλυφο της γης και το κλίμα παρέχουν περιορισμούς και ευκαιρίες για τη γεωργική παραγωγή. Επίσης, οι τεχνολογικές εξελίξεις οδηγούν σε τροποποιήσεις στη δομή και στις διαδικασίες των αγροτικών εργασιών.

Οι επιπτώσεις του καιρού και του κλίματος στη γεωργία είναι τόσο πολλαπλές που η βελτίωση των αποφάσεων και η μείωση της έκθεσης σε κλιματικό κίνδυνο είναι θεμελιώδεις για να διατηρηθούν επαρκή πρότυπα παραγωγής και να ενισχυθεί η βιώσιμη γεωργία.

Η μεταβλητότητα του κλίματος και η κλιματική αλλαγή πρέπει πλέον να ληφθούν υπόψη στη βάση των ημερήσιων αγροτικών δραστηριοτήτων, και αυτό μπορεί να γίνει θεσπίζοντας μέτρα ανακούφισης και υιοθετώντας στρατηγικές προσαρμογής. Στις 29 Ιουνίου 2007, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε το πρώτο της πολιτικό έγγραφο σχετικά με την προσαρμογή στις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής.

Η Πράσινη Βίβλος "Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή στην Ευρώπη - επιλογές για τη δράση της ΕΕ", βασίστηκε στις μελέτες και τα συμπεράσματα του Ευρωπαϊκού Προγράμματος για την Κλιματική Αλλαγή. Η Βίβλος υποστηρίζει ότι τώρα πια βρισκόμαστε αντιμέτωποι με μια διπλή πρόκληση: μαζί με τις μεγάλες μειώσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου πρέπει και να προσαρμοστούμε στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες, και περιγράφει πιθανούς τρόπους για δράση σε επίπεδο ΕΕ.

Οι αναλύσεις σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης έχουν δείξει ότι όταν η προσαρμογή εφαρμόζεται πλήρως, είναι δυνατόν να γίνουν μεγάλες μειώσεις των δυσμενών επιδράσεων από την κλιματική αλλαγή. Πέρα από τις μακροπρόθεσμες προσαρμογές (που είναι σημαντικές δομικές αλλαγές για την αντιμετώπιση των δυσμενών επιδράσεων, όπως αλλαγές στη χρήση γης για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση κάτω από νέες συνθήκες, εφαρμογή νέων τεχνολογιών), είναι και η βραχυπρόθεσμη, αυτόνομη προσαρμογή. Σαν γενική θεώρηση, η βιοποικιλότητα σε όλο της το εύρος (π.χ. γονίδια, είδη, οικοσυστήματα) αυξάνει την ανθεκτικότητα σε μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι γενετικά διαφορετικοί πληθυσμοί και τα πλούσια οικοσυστήματα έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα να προσαρμοστούν στο κλίμα.

Επίσης, μπορεί να ωφελήσει η επιλογή των καλλιεργειών και των ποικιλιών ανάλογα με την ανοχή στις αβιοτικές πιέσεις (π.χ. υψηλή θερμοκρασία, ξηρασία, πλημμύρα, υψηλή περιεκτικότητα άλατος στο έδαφος, ανθεκτικότητα στα παράσιτα και στις ασθένειες), παρ' όλα αυτά η επιλογή επαρκών καλλιεργειών δεν μπορεί να διαχωριστεί από άλλες επιλογές διαχείρισης των αγροοικοσυστημάτων.

Η οργανική ύλη του εδάφους πρέπει να διατηρηθεί και να αυξηθεί, αφού σταθεροποιεί την εδαφολογική δομή έτσι ώστε να γίνεται απορρόφηση μεγαλύτερων ποσών νερού χωρίς να προκαλείται επιφανειακή απορροή, και επίσης βελτιώνει την ικανότητα απορρόφησης νερού του εδάφους κατά τη διάρκεια εκτεταμένης ξηρασίας.

Η κλιματική αλλαγή επιτείνει την πολυπλοκότητα του γεωργικού περιβάλλοντος που χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητες στη αγορά, στις πηγές των πόρων, στην τεχνολογία και στις μεταβαλλόμενες κοινοτικές τιμές. Απαντώντας στην κλιματική αλλαγή, η καινοτομία και οι στρατηγικές προσαρμογής θα έπρεπε να συμπληρώσουν τις προσπάθειες μετριασμού των εκπομπών και να δημιουργήσουν ευκαιρίες για να ρυθμιστούν οι πρακτικές διαχείρισης των πόρων και να υποστηριχθεί η βιωσιμότητα της γεωργίας.

Οι στρατηγικές για τις γεωργικές δραστηριότητες που βοηθούν τους αγρότες να παράγουν καλύτερα και με λιγότερο κίνδυνο κάτω από σενάρια κλιματικής αλλαγής έχουν ενδεχομένως μεγάλη σημασία για τη γεωργία. Συγχρόνως, η υιοθέτηση σωστών και περιβαλλοντικά βιώσιμων πρακτικών στον τομέα αυτό μπορεί να έχει θετική επιρροή στο κλίμα, επιτρέποντας την ίδια τη γεωργία να ενεργήσει θετικά για να αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή.

Η ευπάθεια είναι συνάρτηση της έκθεσης σε κλιματικούς παράγοντες, της ευαισθησίας στην αλλαγή και της ικανότητας προσαρμογής σε αυτήν την αλλαγή. Τα συστήματα που εκτίθενται πολύ, είναι ευαίσθητα και λιγότερο ικανά να προσαρμοστούν είναι ευπαθή οπότε οι στρατηγικές προσαρμογής αυξάνουν τις ικανότητες των γεωργικών συστημάτων να αντιμετωπίσουν το μεταβαλλόμενο κλίμα.

Είναι διαθέσιμες ευρείας κλίμακας πρακτικές διαχείρισης νερού για καλλιέργειες καθώς και τεχνολογίες για την κάλυψη και την ανάσχεση των κινδύνων παραγωγής. Οι αγρονομικές πρακτικές που προτείνονται στην τέταρτη έκθεση της IPCC (Smith *et al.*, 2007) και που σχετίζονται με τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου αναφέρονται στα ακόλουθα:

Σχεδιασμός συστημάτων καλλιέργειας:

- Βελτίωση ποικιλιών
- Χρησιμοποίηση πολυετών φυτών στην αμεινισπορά
- Κάλυψη με φυτά μεταξύ διαδοχικών καλλιεργειών ή μεταξύ των γραμμών καλλιέργειας

- Υιοθέτηση αγροτικών συστημάτων με μειωμένες εισροές.
- Βελτίωση παραγωγικότητας και αποτελεσματικότητας φυτών και ζώων.

Η εντατική άσκηση της γεωργίας, η οποία βασίζεται σε μονοκαλλιέργειες με υψηλή στρεμματική απόδοση, εξαρτάται από μεγάλες εξωτερικές εισροές όπως τα συνθετικά λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα. Πρακτικές της αειφόρου γεωργίας που συντελούν στη μείωση των εισροών είναι:

- Χουμοποίηση των υπολειμμάτων και η χρήση φυτών που δεσμεύουν άζωτο.
- Αποφυγή της χρήσης συνθετικών παρασιτοκτόνων και η εφαρμογή ολοκληρωμένης αντιμετώπισης.
- Εκτροφή ζώων ως μέρος της αγροτικής δραστηριότητας και η καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών και ταυτόχρονα η αποφυγή συνθετικών συμπυκνωμένων ζωοτροφών.

Η παραγωγικότητα στην αειφόρο γεωργία μπορεί να ενθαρρυνθεί με πολλά έμμεσα μέτρα που βασίζονται στη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους με υποκίνηση του ρόλου των φυτών και των μικροοργανισμών στις φυσικές διαδικασίες των εδαφικών οικοσυστημάτων. Αυτό βασίζεται κύρια στην αζωτοδέσμευση και αποτελεσματικότερη χρήση του φωσφόρου και του νερού από τη συμβίωση μυκοριζών. Ο ρόλος του εδαφικού άνθρακα είναι σημαντικός όχι μόνον για την εδαφική υγρασία αλλά συνεισφέρει στην αντιμετώπιση των αερίων του θερμοκηπίου.

Η χρήση των ψυχανθών είναι μια διαφορετική προσέγγιση για την αύξηση της παραγωγικότητας και αξιοποίησης των θρεπτικών στοιχείων.

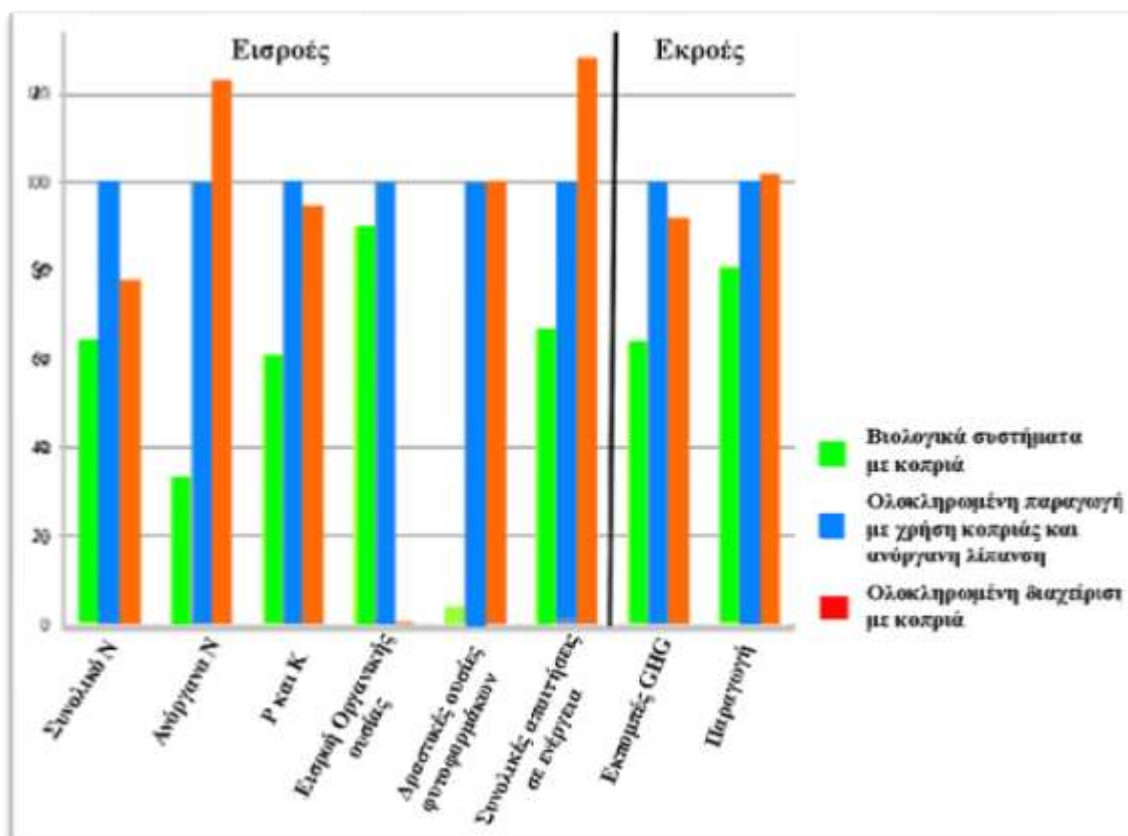
Η εκτροφή ζώων ως μέρος της γεωργικής μονάδας ή της ομάδας παραγωγών προσθέτει ακόμη μεγαλύτερες δυνατότητες κάλυψης του εδάφους με χορτοδοτικές ή σανοδοτικές καλλιέργειες και αύξηση της στρεμματικής απόδοσης.

Η παγκόσμια δυνατότητα για διάθεση αζώτου μέσα από τη χουμοποίηση ή την αζωτοδέσμευση είναι μεγαλύτερη της σημερινής παραγωγής συνθετικού αζώτου (Badgley, *et*

al., 2007; Niggli, *et al.*, 2007). Η πρακτική της χρήσης νωπής ζωικής κοπριάς εκτρεφόμενων ζώων ίσως χρειάζεται αναθεώρηση με τα νέα δεδομένα της κλιματικής αλλαγής. Ο διασκορπισμός νωπής κοπριάς συντελεί στην απόπλυση θρεπτικών στοιχείων και στη μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα και επιπλέον συντελεί σε υψηλές εκπομπές CO₂, NO₂ και CH₄. Η χουμοποιημένη οργανική ουσία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την εξασφάλιση της απαραίτητης οργανικής ουσίας και ταυτόχρονα μειώνει την έκπλυση θρεπτικών στοιχείων σε σύγκριση είτε με τη χρήση φρέσκιας κοπριάς είτε συνθετικών λιπασμάτων.

Μια σειρά συγκριτικών μελετών έχουν δημοσιευθεί μέχρι σήμερα όσον αφορά στο μέγεθος των εισροών σε σχέση με τις αποδόσεις των καλλιεργειών σε διάφορα συστήματα καλλιέργειας.

Ο Piementel και οι συνεργάτες του (2005) αναφέρουν ότι η παραγωγή σε βιολογικό καλαμπόκι και σόγια είναι συγκρίσιμη με αυτή συμβατικών καλλιεργειών. Ο Nemecsek και οι συνεργάτες του (2005) έδειξαν ότι η εκπομπή αερίων θερμοκηπίου ανά μονάδα καλλιεργούμενης έκτασης σε βιολογικά συστήματα μπορεί να είναι 36% μικρότερη από ότι στη συμβατική γεωργία. Ανά μονάδα βάρους προϊόντων, η εκπομπή αερίων θερμοκηπίου ήταν 18% λιγότερη εξαιτίας του 22% λιγότερης ξηρής μάζας. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της διαφοράς ήταν εξαιτίας των εκπομπών CO₂ και N₂O που και τα δύο σχετίζονται με τα ανόργανα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στη συμβατική γεωργία. Επιπλέον σε βιολογική καλλιέργεια πατάτας, τομάτας και άλλων λαχανικών (Öko-Institut, 2007) υπολογίστηκαν μικρότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου συγκριτικά με συμβατικές καλλιέργειες.



Σχήμα 1.2: Οι σχετικές εισροές και εκροές τριών καλλιεργητικών συστημάτων (Mader et al, 2002)

2. Συστήματα γεωργικής ανάπτυξης

Στο παρόν κεφάλαιο, περιγράφεται η εξέλιξη των συστημάτων γεωργικής ανάπτυξης από τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο έως σήμερα, εστιάζοντας στην Ολοκληρωμένη διαχείριση. Επίσης, παρατίθενται στοιχεία για την καλλιέργεια των κηπευτικών, τις τεχνικές της υπαίθριας καλλιέργειας και της καλλιέργειας σε θερμοκήπιο, όπως και στοιχεία που αφορούν τον αγροτικό τομέα στο Ηράκλειο και στο Τυμπάκι.

2.1 Η εντατική γεωργία και τα αδιέξοδά της

Μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο επικράτησε ένα μοντέλο αγροτικής ανάπτυξης που βασίστηκε στην εντατική καλλιέργεια της γης. Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτού του μοντέλου, σύμφωνα με το οποίο εγκαταλειφθήκαν οι παραδοσιακοί τρόποι καλλιέργειας, είναι η χρησιμοποίηση μηχανημάτων (π.χ. τρακτέρ κ.τ.λ.), η ενσωμάτωση χημικών λιπασμάτων στο έδαφος και η χρήση των φυτοφάρμακων. Η ανάπτυξη της βιομηχανίας των φυτοφαρμάκων μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο και η εκτεταμένη χρήση τους αποτελεί μια από τις κύριες πτυχές αυτού του μοντέλου και της λεγόμενης «Πράσινης Επανάστασης» (Wright, 2005).

Το πρώτο οργανικό φυτοφάρμακο DDT (διχλωροδιφαινυλοτριχλωροαιθάνιο) που παρασκευάστηκε από ένα Γερμανό Χημικό το 1874, ανακαλύφθηκε η ιδιότητα του ως εντομοκτόνο το 1939 από τον Ελβετό P. Muller. Η ανακάλυψη αυτή δεν έγινε τυχαία, αφού τα έντομα χρησιμοποιούνταν πειραματικά για την τοξικότητα ορισμένων χημικών ενώσεων που προοριζόταν για τον άνθρωπο (Αγροχημικά και περιβάλλον).

Η χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων πήρε ανεξέλεγκτες διαστάσεις κυρίως τη δεκαετία του 1950. Παρά τις θετικές τους επιπτώσεις όσον αφορά την αύξηση της γεωργικής παραγωγής, οι πρώτες αρνητικές επιδράσεις δεν άργησαν να εμφανιστούν τη δεκαετία του 1960. Οι επιπτώσεις αυτές δεν αφορούσαν μόνο το φυσικό περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία αλλά και τον ευρύτερο τομέα της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης. Η εκτεταμένη χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων οδήγησε σε αύξηση του κόστους της παραγωγής και σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες σε οικονομική και κοινωνική κατάρρευση των αγροτών. Οδήγησε επιπλέον σε έντονη κινητοποίηση των κυρίως οικολογικών οργανώσεων αλλά και επιστημονικών ομάδων (Χατζημπίρος, 2001).

Τα τελευταία χρόνια καθώς έχουν αποδειχτεί οι επιπτώσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, πολλοί φορείς και διεθνείς οργανισμοί όπως FAO, UNEP, WHO, ILO, εκδίδουν ενημερωτικά φυλλάδια, δελτία, κώδικες και ανώτερα όρια συγκέντρωσης επικίνδυνων ουσιών για την ενημέρωση και την αφύπνιση κοινού και αρμόδιων υπηρεσιών, με σκοπό τη δημιουργία φραγμών στην ανεξέλεγκτη εφαρμογή των

επικίνδυνων σκευασμάτων και την πρόληψη των δυσάρεστων συνεπειών τους (www.agroplan.gr).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ανεξέλεγκτη χρήση των οργανοχλωριωμένων ενώσεων (π.χ. του DDT). Όταν διαπιστώθηκαν οι επιπτώσεις των ουσιών αυτών (Κεφ. 3), οδήγησαν στην απαγόρευση της κυκλοφορίας τους (η χρήση των χλωριωμένων υδρογονανθράκων απαγορεύτηκε το 1969 στις Η.Π.Α. ενώ στην Ελλάδα και στις υπόλοιπες χώρες τις Ε.Ε. γύρω στο 1972) (www.agroplan.gr).

Τα παραπάνω αδιέξοδα του μοντέλου εντατικής γεωργίας, το οποίο αποτελούσε μια πτυχή του ευρύτερου μοντέλου ανάπτυξης που εφαρμόστηκε και ήταν προσανατολισμένο στην οικονομική μεγέθυνση, οδήγησε στην εισαγωγή της έννοιας της αειφορίας ή βιωσιμότητας (sustainability). Κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφορες ερμηνείες του όρου αειφόρος ανάπτυξη και των παράγωγων όρων, οι οποίες διαφοροποιούνταν ανάλογα με τις συνθήκες της εποχής. Το 1990 τα Ηνωμένα Έθνη όρισαν ως αειφόρο ανάπτυξη: “την κάλυψη των αναγκών του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους.” Γενικότερα ως βιώσιμη ή αειφόρος ανάπτυξη μπορεί να ορισθεί η συμβατή ή φιλική προς το περιβάλλον ανάπτυξη, αυτή που δεν εξαντλεί τους φυσικούς πόρους αλλά τους διαφυλάσσει όχι μόνο για τις παρούσες αλλά και για τις μελλοντικές γενιές. Η αειφόρος ανάπτυξη έχει τρεις διαστάσεις: την οικονομική, η οποία στοχεύει στην αποτελεσματική διαχείριση της οικονομίας, την κοινωνική διάσταση η οποία στοχεύει στην κοινωνική ισότητα και δικαιοσύνη και την οικολογική διάσταση η οποία στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος. Ο εξισορροπημένος συνδυασμός των τριών αυτών στόχων αποτελεί τη στρατηγική της εφαρμογής της αειφόρου ανάπτυξης (Πολυράκης, 2003)

Έτσι πέρα από τη συμβατική γεωργία και στο πλαίσιο μιας αειφόρου ανάπτυξης, προωθείται τόσο σε εθνικό, ευρωπαϊκό αλλά και διεθνές επίπεδο, η αειφόρος γεωργία (Sustainable Agriculture), της οποίας μορφές αποτελούν: η Βιολογική Γεωργία και η Ολοκληρωμένη διαχείριση.

2.1.1 Η Συμβατική γεωργία

Με τον όρο συμβατική γεωργία χαρακτηρίζουμε τη μορφή γεωργίας που είχε επικρατήσει από την πράσινη επανάσταση μέχρι τις ημέρες μας. Στα πλεονεκτήματά της συγκαταλέγονται η αύξηση της παραγωγής και ίσως της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων.

Όμως συχνά η εκτεταμένη, αλόγιστη και χωρίς κανένα έλεγχο χρήση αγροχημικών οδηγεί στην παραγωγή τροφίμων που εμπεριέχουν κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, έκθεση

των χρηστών και των παρευρισκομένων σε ιδιαίτερα τοξικές ουσίες και υποβάθμιση του περιβάλλοντος (Glass et al., 1996, Machera et al., 2001).

Στη συμβατική γεωργία τα προϊόντα παράγονται με ανεξέλεγκτη χρήση χημικών λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, ορμονών και καλλιεργητικών τεχνικών που μερικές φορές δεν είναι τόσο φιλικές προς το περιβάλλον. Αυτή η μορφή γεωργίας δίνει έμφαση στην αυξημένη στρεμματική απόδοση και στην εμφάνιση των προϊόντων (Βακαλουνάκης, 2007).

Ο μεγαλύτερος όγκος των γεωργικών προϊόντων στις ανεπτυγμένες χώρες παγκοσμίως και στη χώρα μας παράγονται με τη συμβατική γεωργία. Στόχος της είναι η μέγιστη απόδοση ενώ το ενδιαφέρον για την ποιότητα των προϊόντων και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος είναι μειωμένο.

Η συμβατική γεωργία στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στις ακόλουθες πρακτικές

- εντατική εδαφοκατεργασία
- μονοκαλλιέργεια
- υπέρμετρη άρδευση
- ανεξέλεγκτη χρήση ανόργανων λιπασμάτων
- χημικός έλεγχος των εχθρών
- γενετικός έλεγχος των καλλιεργούμενων ειδών

Τα μειονεκτήματα των πρακτικών αυτών είναι τα εξής (Καμπουράκης και Βασιλείου, 2005).:

Εντατική εδαφοκατεργασία

- μείωση της οργανικής ουσίας του εδάφους
- μείωση της ικανότητας του εδάφους να παρέχει θρεπτικά στοιχεία (μειωμένη εδαφική γονιμότητα)
- αποδόμηση της εδαφικής δομής
- αύξηση της αιολικής και εδαφικής διάβρωσης
- αύξηση της συμπίεσης του εδάφους.

Μονοκαλλιέργεια

- αυξάνει την ευπάθεια σε καταστροφικές επιδημίες από εξειδικευμένους εχθρούς
- απαιτεί προστασία με εντομοκτόνα.

Συνθετικά λιπάσματα

- αγνοούν την μακροπρόθεσμη εδαφική γονιμότητα και τις διαδικασίες που την στηρίζουν
- τα υδατοδιαλυτά συνθετικά λιπάσματα απορρέουν εύκολα από το έδαφος
- μεγάλες ποσότητες καταλήγουν στα ρυάκια, στις λίμνες, τους ποταμούς και την θάλασσα και προκαλούν ευτροφισμό

- η απορροή θρεπτικών στοιχείων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά περιέχει κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία
- το κόστος των λιπασμάτων και η διαθεσιμότητα τους εξαρτάται από την διαθεσιμότητα και το κόστος της ενέργειας.

Υπέρμετρη Άρδευση

- τα υπόγεια νερά συχνά αντλούνται με ρυθμό μεγαλύτερο από αυτόν της ανανέωσης τους.
- οι αντλούμενες ποσότητες συχνά ανταγωνίζονται αυτές την πανίδα και την χλωρίδα που εξαρτάται από αυτές καθώς και τις αστικές περιοχές
- αρνητικές επιδράσεις στην οικολογία των ποταμών
- αυξημένες πιθανότητες απορροής των λιπασμάτων
- αυξημένος ρυθμός διάβρωσης του εδάφους.

Χημική φυτοπροστασία

- εξάλειψη των φυσικών εχθρών των καλλιεργειών
- αυξημένη ανθεκτικότητα των εχθρών
- αύξηση κόστους παραγωγής
- αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία με είσοδο μεταβολιτών τους στην τροφική αλυσίδα

Τα τελευταία χρόνια η αποτελεσματικότητα της συμβατικής γεωργίας αμφισβητείται επειδή αφενός έχει δημιουργήσει τεχνικά αδιέξοδα όπως π.χ. η υποβάθμιση του εδάφους από την αλόγιστη χρήση και η μόλυνση του περιβάλλοντος, αφετέρου επειδή η παραγωγή τροφίμων οδηγείται από την απαίτηση των καταναλωτών για υγιεινά και ασφαλή τρόφιμα που παράγονται με σεβασμό στο περιβάλλον, στα ζώα και στους εργαζόμενους.

Κάτω από την πίεση των παραπάνω η συμβατική γεωργία έχει αρχίσει να υιοθετεί τεχνικές της βιολογικής γεωργίας όπως η αμειψισπορά που βοηθά στην καλύτερη θρέψη των φυτών και στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, η ηλιοαπολύμανση που βοηθάει στην αντιμετώπιση ζιζανίων και διαφόρων ασθενειών εδάφους και εχθρών των καλλιεργειών, η χρήση κοπριάς από ζώα ή οργανικής ουσίας από χουμοποίηση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών ως μέρος της βασικής λίπανσης και επίσης η αγρανάπωση, η τοποθέτηση εντόμων επικονιαστών στις καλλιέργειες που σε κάποιες περιπτώσεις μπορούν να αντικαταστήσουν τους ρυθμιστές ανάπτυξης, ο εμβολιασμός, και η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία.

2.2 Σύγχρονες τάσεις γεωργικής ανάπτυξης

2.2.1 Αειφόρος γεωργία

Στις μέρες μας η αειφορική διαχείριση στον τομέα της γεωργίας συγκεντρώνει αυξανόμενο ενδιαφέρον και αποδοχή ακόμη και εντός του πλαισίου της συμβατικής Γεωργίας. Ο αειφορικός τρόπος γεωργίας δεν αφορά μόνο στην περιβαλλοντική και κοινωνική ανησυχία, αλλά μπορεί επίσης να προσφέρει καινοτόμες και οικονομικά βιώσιμες ευκαιρίες στους αγρότες, και στους εργαζόμενους στον τομέα αυτό καθώς επίσης στοχεύει και στην παραγωγή καλύτερης ποιότητας προϊόντων για τους καταναλωτές. Γενικότερα προσφέρει μια νέα βάση στους διαμορφωτές της πολιτικής.

Έτσι ως αειφόρος γεωργία (sustainable agriculture) ορίζεται η παραγωγή γεωργικών προϊόντων μέσω ενός συστήματος που αυξάνει την έμφυτη ικανότητα των φυσικών και βιολογικών πηγών, σε πρόοδο με τη ζήτηση. Ταυτόχρονα επιτρέπει στους καλλιεργητές να απολαμβάνουν μια ικανοποιητική πρόσοδο και εφοδιάζει τους καταναλωτές με ασφαλή και υγιεινά προϊόντα ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον (Πολυράκης, 2003).

Επομένως για μια αειφορική ανάπτυξη στον τομέα της γεωργίας, πρωταρχική σημασία έχει η διαχείριση των φυσικών πόρων και του ανθρώπινου δυναμικού. Η διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού επιβάλλεται σύμφωνα με τα παραπάνω να συμπεριλαμβάνει την εκτίμηση των συνθηκών εργασίας και διαβίωσης των εργαζομένων, τις ανάγκες των αγροτικών κοινοτήτων, και την υγεία και ασφάλεια των καταναλωτών στο παρόν και στο μέλλον. Όσον αφορά τη διαχείριση των φυσικών πόρων και του εδάφους, συμπεριλαμβάνεται η διατήρηση και ο εμπλουτισμός των ζωτικών αυτών πόρων μακροπρόθεσμα (Μαρούλης, 2004).

Εν κατακλείδι η αειφόρος γεωργία ενσωματώνει τρεις κύριους στόχους: υγιές περιβάλλον, οικονομική αποδοτικότητα, κοινωνική και οικονομική ισότητα. Για την επίτευξη αυτών των στόχων είναι απαραίτητη η συμβολή όχι μόνο αγροτών αλλά και διαμορφωτών στρατηγικής, ανθρώπων διαφορετικών ιδιοτήτων που εμπλέκονται στον τομέα της γεωργίας, φορέων, καταναλωτών, πολιτικών κ.τ.λ. Στα πλαίσια λοιπόν μιας αειφόρου ανάπτυξης της γεωργίας έχουν διαμορφωθεί διάφορες μορφές όπως η βιολογική γεωργία, η ολοκληρωμένη διαχείριση, η βιοδυναμική γεωργία και η φυσική καλλιέργεια οι οποίες αναλύονται παρακάτω δίνοντας έμφαση στη φυτοπροστασία (Πολυράκης, 2003).

2.2.2 Βιολογική γεωργία

Τα πρώτα βήματα προς τη βιολογική γεωργία εμφανίστηκαν στις αρχές του 20ου αιώνα κυρίως στη Βόρεια Ευρώπη, με την ανάπτυξη τριών κινημάτων (το πρώτο κίνημα στη Γερμανία

γύρω στο 1913 όπου αναπτύχθηκε η έννοια της βιοδυναμικής γεωργίας, το δεύτερο στην Αγγλία μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, με τη θεωρία της οργανικής γεωργίας και ένα τρίτο στην Ελβετία κατά τη δεκαετία του 1940 όπου γίνεται λόγος για βιολογική γεωργία). Το νέο όμως αυτό σύστημα καλλιέργειας δεν κατάφερε να εξαπλωθεί πριν από το 1980, αφού μετά τη λήξη του Β΄ Πολέμου διαδόθηκε ευρέως η χρήση των φυτοφαρμάκων. Έτσι κατά την δεκαετία του 1980 άρχισε να αναπτύσσεται η βιολογική γεωργία τις Ευρωπαϊκές χώρες αλλά και στις Η.Π.Α., ενώ επίσημη καθιέρωση της από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα έγινε το 1991 με τον κανονισμό **2092/91** του Συμβουλίου «Περί του βιολογικού τρόπου παραγωγής γεωργικών προϊόντων και των σχετικών ενδείξεων στα γεωργικά προϊόντα και στα είδη διατροφής» (Πολυράκης, 2003).

Γενικότερα αισιόδοξα είναι τα στοιχεία για την εξάπλωση αυτού του τύπου καλλιέργειας στη χώρα μας. παρά το γεγονός ότι υπάρχουν αρκετές δυσκολίες από τεχνικής και οικονομικής άποψης. Θεωρείται ότι η βιολογική γεωργία έχει υψηλότερο κόστος από τη συμβατική γεωργία πράγμα το οποίο βασίζεται κυρίως στο γεγονός ότι είναι μεγαλύτερες οι ανάγκες σε εργατικό δυναμικό εξαιτίας του εξαιτίας των καλλιεργητικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται. Σημαντικό πάντως είναι το γεγονός ότι η Ε.Ε. προωθεί την οικονομική στήριξη (επιδότησεις) καλλιεργητών για τη μετατροπή συμβατικών καλλιεργειών σε βιολογικές, και δίνει ένα παραπάνω κίνητρο ιδιαίτερα στους νέους αγρότες (www.agroplan.gr).

Έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για τη βιολογική γεωργία. Σύμφωνα όμως με την Ευρωπαϊκή Ένωση η βιολογική γεωργία ορίζεται ως «σύστημα διαχείρισης της γεωργικής εκμετάλλευσης που συνεπάγεται σημαντικούς περιορισμούς ως προς τη χρησιμοποίηση λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων. Αυτή η μέθοδος παραγωγής συνιστάται σε διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές και αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση μιας αειφόρου ανάπτυξης στη γεωργία. Επιδιώκει ταυτόχρονα διάφορους στόχους, όπως είναι η παραγωγή γεωργικών προϊόντων ποιότητας χωρίς κατάλοιπα χημικών προϊόντων, η ανάπτυξη μεθόδων παραγωγής φιλικών προς το περιβάλλον χωρίς τη χρησιμοποίηση χημικών φαρμάκων και συνθετικών χημικών λιπασμάτων καθώς και η εφαρμογή καλλιεργητικών μεθόδων που αποκαθιστούν και διατηρούν τη γονιμότητα του εδάφους. Εξασφαλίζεται ο έλεγχος σε όλα τα στάδια της παραγωγής και της εμπορίας, εφόσον όλοι οι επιχειρηματίες υπόκεινται υποχρεωτικά σε σύστημα τακτικών ελέγχων που είναι επίσημα αναγνωρισμένο και επιβλέπεται από τα κράτη μέλη. Ο εντοπισμός των βιολογικών προϊόντων πραγματοποιείται χάρη σε ακριβείς κανόνες επισήμανσης που αποσκοπούν στο να έχει ο καταναλωτής τη μεγαλύτερη δυνατή εγγύηση όσον αφορά την προέλευση, την παρασκευή, τη μεταποίηση και συσκευασία τους» (Πολυράκης, 2003)

Η βιολογική γεωργία αναφέρεται σε ένα σύστημα γεωργικής παραγωγής, φυτικών και ζωικών προϊόντων. Ακολουθεί πρακτικές παρόμοιες με της φύσης, οι οποίες βασίζονται στην ανακύκλωση των υλικών. Έτσι όλα όσα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή και βγαίνουν σαν προϊόντα και υπολείμματα από τη διαδικασία της παραγωγής και της χρήσης των προϊόντων, επιστρέφονται στο αγροοικοσύστημα (www.agroplan.gr).

Στη βιολογική γεωργία δεν χρησιμοποιούνται χημικά γεωργικά φάρμακα και ανόργανα χημικά λιπάσματα. Η διαχείριση βασίζεται κυρίως στην αμειψισπορά των καλλιεργειών (εναλλαγή των καλλιεργειών), την ανακύκλωση των φυτικών υπολειμμάτων και της ζωικής κοπριάς, τη χλωρή λίπανση, τη λογική χρήση των γεωργικών μηχανημάτων και τις βιολογικές μορφές καταπολέμησης (Μαρούλης, 2004).

Η Φυτοπροστασία στη Βιολογική γεωργία

Η βιολογική γεωργία δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην πρόληψη των προσβολών και όχι στην καταστολή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με την αποκατάσταση και διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας (Πατεράκη, 2007)].

Η φυτοπροστασία στις βιολογικές καλλιέργειες ακολουθεί κυρίως φυσικές μεθόδους. Έτσι χρησιμοποιεί τρόπους όπως είναι οι συγκαλλιέργειες φυτών με αποτέλεσμα μέσω των αλληλεπιδράσεων των φυτών (π.χ. μυρωδιές και φυτικές ουσίες που παράγονται από τα φυτά) να εξασφαλίζεται η προστασία από έντομα και ασθένειες. Έτσι είναι δυνατόν να εκμεταλλευτούν οι ιδιότητες πολλών αρωματικών και άλλων φυτών και να χρησιμοποιηθούν ως τρόποι φυτοπροστασίας. Λόγω της μυρωδιάς το κρεμμύδι και το σκόρδο αποτρέπουν μυρμήγκια, μελίγκρες και μύκητες, ο δυόσμος αποτρέπει τους αρουραίους κ.τ.λ.) . Ακόμη διάφορα εκχυλίσματα βοτάνων αποτελούν αποτελεσματική μέθοδο εντομοπροστασίας των καλλιεργειών (Μολασιώτης, 2005).

Συγκεκριμένα σύμφωνα με τον Κανονισμό 2092/91 της Ε.Ο.Κ., η καταπολέμηση των παρασίτων, των ασθενειών και των ζιζανίων στη βιολογική γεωργία πρέπει να γίνεται με την εφαρμογή των ακόλουθων μέτρων ή μέσων (www.agrotypos.gr):

- Επιλογή κατάλληλων ειδών και ποικιλιών φυτών
- Καλλιεργητικές μεθόδους αντιμετώπισης των ασθενειών και των εχθρών των φυτών
- Μηχανικές μεθόδους αντιμετώπισης
- Βιολογικές μεθόδους καταπολέμησης

Η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων, αλλά φιλικών προς το περιβάλλον, επιτρέπεται μόνο σε περίπτωση που η καλλιέργεια κινδυνεύει άμεσα και εφόσον η ανάγκη χρήσης τους αναγνωρίζεται από τον οργανισμό ή την αρχή ελέγχου. Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένες δραστικές ουσίες και σκευάσματα από αυτά που είναι εγκεκριμένα στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται στη βιολογική γεωργία α)εντομοκτόνα: αζαδιραχτίνη φυτικά έλαια, πυρεθρινοειδή κ.α., β) μυκητοκτόνα: χαλκός, θείο κ.α.) (www.agrotypos.gr).

Κάνοντας την κατάλληλη επιλογή του είδους και της ποικιλίας των φυτών έχουμε καλλιέργειες ανθεκτικότερες στα έντομα και στις ασθένειες με αποτέλεσμα να μειώνονται οι χημικές επεμβάσεις για τη φυτοπροστασία και κατά συνέπεια μειώνονται και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία. Η μέθοδος αυτή έχει πολλαπλά ωφέλει αφού αφενός δεν απαιτεί μεγάλες δαπάνες για τους καλλιεργητές αφετέρου τα έντομα καθίστανται ευπαθέστερα στα εντομοκτόνα.(Πατεράκη, 2007)

Ο περιορισμός των ασθενειών των φυτών μπορεί να γίνει με διάφορες καλλιεργητικές μεθόδους φυτοπροστασίας. Την κυριότερη μέθοδο αποτελεί το σύστημα αμειψισποράς (εναλλαγή καλλιεργειών crop rotation) με την κατάλληλη εφαρμογή του οποίου, θεωρητικά μπορούν όχι μόνο να περιοριστούν κάποιες ασθένειες, αλλά και να εξαφανιστούν κάποια μονοφάγα έντομα που τρέφονται με ένα συγκεκριμένο φυτό λόγω της εναλλαγής καλλιεργειών. Άλλες καλλιεργητικές μέθοδοι, είναι η εναλλαγή χρόνου φύτευσης, η χρήση φυτοπαγίδων, η καλλιέργεια του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, σκάψιμο), η καταστροφή φυτικών υπολειμμάτων τα οποία μπορεί να περιέχουν επιβλαβή έντομα κ.α.(Μολασιώτης, 2005)

Όσον αφορά την αντιμετώπιση των ζιζανίων καλό θα είναι να μελετάται ο ρόλος τους αφού μπορεί μεν να συμπεριφέρονται ανταγωνιστικά ως προς τα θρεπτικά συστατικά για τα φυτά, αλλά ,μερικές φορές μπορεί να αποτελέσουν εναλλακτική τροφή για μονοφάγα επιβλαβή έντομα και με αυτόν τον τρόπο να λειτουργήσουν θετικά. Η καταστροφή των ζιζανίων συνίσταται να καταστρέφονται με καύση (Μολασιώτης, 2005).

Οι μηχανικές μέθοδοι που εφαρμόζονται για τη φυτοπροστασία των φυτών, έχουν ως στόχο την αντιμετώπιση επιζήμιων εντόμων, ενώ είναι απαραίτητη η χρήση ειδικών εργαλείων και μηχανημάτων τα οποία μπορεί να είναι αρκετά δαπανηρά. Τέτοιες μέθοδοι μπορεί να είναι οι παγίδες (νερού, τροφής, φερομονικές, χρωματικές κ.α.), η απολύμανση του εδάφους με ηλιοαπολύμανση κ.α. (Πολυράκης, 2003).

Ο βιολογικός τρόπος καταπολέμησης των εχθρών των φυτών, αφορά στη χρήση ζωντανών οργανισμών ωφέλιμων οργανισμών (παρασίτων)οι οποίοι αποτελούν φυσικούς εχθρούς των επιβλαβών για τις καλλιέργειες εντόμων. Η μέθοδος αυτή είναι ακίνδυνη για την

υγεία και το περιβάλλον, εντούτοις όμως έχει περιορισμένη αποτελεσματικότητα (Πατεράκη, 2007).

2.2.3 Ολοκληρωμένη διαχείριση γεωργικής παραγωγής

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Γεωργικής Παραγωγής (Ο.Δ.Γ.Π.) (Integrated Crop Production Management), αποτελεί ένα σύστημα, το οποίο στα πλαίσια της αειφόρου γεωργίας, σκοπεύει στη διαχείριση της αγροτικής εκμετάλλευσης με τρόπο που να οδηγεί στην παραγωγή ποιοτικών και οικονομικά αποδεκτών προϊόντων, ενώ παράλληλα διατηρείται και αναβαθμίζεται το περιβάλλον. Συνδυάζει ολιστικά βιολογικές, χημικές, φυσικές, τεχνολογικές μεθόδους, ενώ χαρακτηριστικό της αποτελεί η ενσωμάτωση των νέων μέσων στα ήδη υπάρχοντα συστήματα και όχι η αντικατάσταση κάποιου από αυτά.

Έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση όπως αυτός που υιοθετεί ο Ο.ΠΕ.ΓΕ.Π (Οργανισμός Πιστοποίησης & Επίβλεψης Γεωργικών Προϊόντων), σύμφωνα με τον οποίο «Ολοκληρωμένη Διαχείριση είναι η συνδυασμένη χρήση όλων των διαθέσιμων μέσων, με μείωση των εισροών και σκοπό τη επίτευξη του καλύτερου δυνατού οικονομικού αποτελέσματος, με την ελάχιστη δυνατή διατάραξη του περιβάλλοντος» (Πολυράκης, 2003).

Ένα σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης της γεωργικής εκμετάλλευσης απαιτεί οργανωμένο σχεδιασμό και έλεγχο των εργασιών από εξειδικευμένα άτομα τα οποία θα επιβλέπουν τις διαδικασίες και σε συνεργασία με τους επικεφαλές της εκμετάλλευσης θα κάνουν τις κατάλληλες βελτιώσεις στο σύστημα. Η Ο.Δ.Γ.Π. ακολουθεί γενικά τις κατευθυντήριες γραμμές της Ορθής Γεωργικής πρακτικής, σύμφωνα με την οποία έχουμε ορθολογική εκμετάλλευση των πόρων, ορθή χρήση των εισροών, με σκοπό την οικονομική βιωσιμότητα της γεωργικής εκμετάλλευσης, την παραγωγή υψηλής ποιότητας τρόφιμα και την αειφορία. Για την απόδειξη της εφαρμογής της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής και της πιστοποίησης των προϊόντων τους, οι καλλιεργητές είναι υποχρεωμένοι να καταγράφουν όλες τις δραστηριότητές τους (Πολυράκης, 2003)

2.2.3.1 Προϋποθέσεις στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής

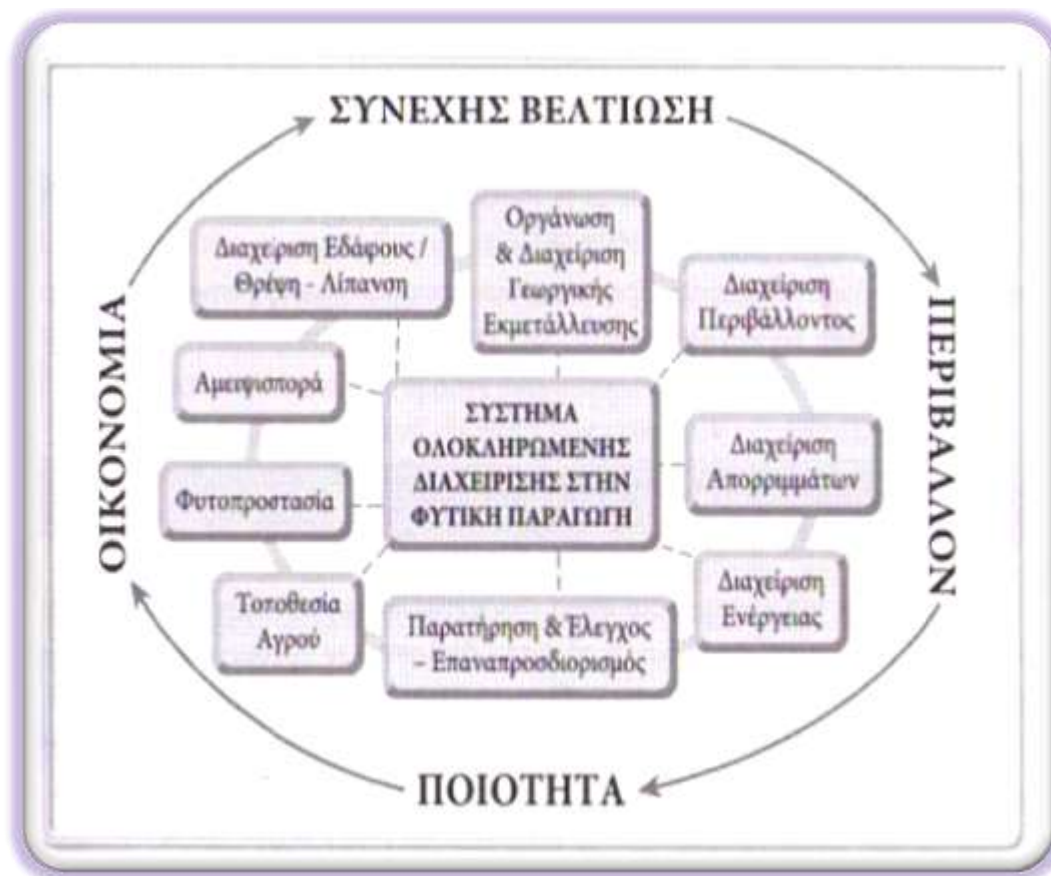
Στην Ολοκληρωμένη διαχείριση η παραγωγή των γεωργικών προϊόντων στηρίζεται στην ορθολογικότερη διαχείριση των φυσικών πόρων (Εδαφος, νερό) στην ορθότερη χρήση των εισροών (ενέργεια, νερό, λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά προϊόντα). Ειδικότερα, θέτει ως βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων στη φυτική παραγωγή τη

συμμόρφωση προς την ισχύουσα νομοθεσία όπως σε θέματα περιβάλλοντος (διαχείριση φυσικών πόρων)

και χρήσης εισροών, αλλά και συμμόρφωση ως προς τις αρχές της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (GAP, Good Agricultural Practice).

Συγκεκριμένα η εφαρμογή συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης της παραγωγής προϋποθέτει συμμορφώσεις που έχουν σχέση με:

1. Την επιλογή του πολλαπλασιαστικού υλικού
2. Τη διαχείριση του εδάφους
3. Την άρδευση
4. Τη θρέψη του φυτού (λίπανση)
5. Τη φυτοπροστασία
6. Τις καλλιεργητικές φροντίδες
7. Τον εξοπλισμό και την ενέργεια
8. Τη συγκομιδή και τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς
9. Το περιβάλλον και τη βιοποικιλότητα
10. Τη διαχείριση των ρύπων και
11. Την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων.



Σχήμα 2.1: Σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης

2.2.3.2 Πιστοποίηση- ΟΠΕΓΕΠ

Το 1998 δημιουργήθηκε ο Οργανισμός Πιστοποίησης και Ελέγχου Γεωργικών Προϊόντων (Ο.Π.Ε.ΓΕ.Π.) - AGROCERT ως φυσικό επακόλουθο μιας σειράς εξελίξεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όπου καθορίστηκαν πανευρωπαϊκά στόχοι, όπως η προώθηση κανόνων Ορθής Γεωργικής Πρακτικής στην παραγωγή, η αειφορία του περιβάλλοντος και η προστασία και ασφάλεια του ανθρώπου.

Στο πλαίσιο αυτό ο Ο.Π.Ε.ΓΕ.Π. μέσα στο 1999, προχώρησε στην σύνταξη του προτύπου Agro (Agro 2.1 & Agro 2.2) το οποίο αποτελεί ένα συνδυασμό των κανόνων Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (GAP), των διεθνών πρότυπων ISO 14001 και ISO 9001.

Η πιστοποίηση στην γεωργία είναι η διαβεβαίωση που έχει ένας αγοραστής ότι ένας παραγωγός προσφέρει ένα γεωργικό προϊόν το οποίο έχει παραχθεί σύμφωνα με ορισμένους κανόνες. Αυτήν τη διαβεβαίωση την παρέχει ένας φορέας πιστοποίησης που είναι ουδέτερος και ανεξάρτητος, δηλαδή δεν εξυπηρετεί συμφέροντα ούτε του παραγωγού αλλά ούτε και του αγοραστή. Σκοπός του φορέα είναι να κάνει επιθεωρήσεις και ελέγχους στον παραγωγό αλλά και στο τελικό γεωργικό προϊόν που παράγει, και εφόσον υπάρξει συμμόρφωση σύμφωνα με τις

απαιτήσεις του προτύπου δίνεται η πιστοποίηση. Το πιο ισχυρό κίνητρο για την πιστοποίηση είναι η ταυτότητα του προϊόντος που συνδέεται άμεσα με την ασφάλεια του προϊόντος.

Με την εφαρμογή και την πιστοποίηση του συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης, σύμφωνα με το πρότυπο **AGRO 2.1** και **AGRO 2.2** επιτυγχάνεται:

- ✓ Συνολικός ελεγχόμενος σχεδιασμός της αγροτικής εκμετάλλευσης και επίβλεψη από ειδικευμένους γεωτεχνικούς.
- ✓ Εφαρμογή των νομικών απαιτήσεων και των κανόνων Ορθής Γεωργικής Πρακτικής.
- ✓ Ορθολογική και σχεδιασμένη χρήση νερού, λιπασμάτων, φυτοπροστατευτικών κ.λπ. και εκτέλεση των απαιτούμενων εργαστηριακών ελέγχων
- ✓ Ανάπτυξη του συστήματος ιχνηλασιμότητας του προϊόντος, από το χωράφι έως το ράφι του καταναλωτή.
- ✓ Εκπαίδευση των παραγωγών στις σύγχρονες καλλιεργητικές μεθόδους.
- ✓ Προστασία και ασφάλεια των παραγωγών με εφαρμογή προγραμμάτων που αφορούν ορθή χρήση φυτοπροστατευτικών, διαχείριση κινδύνων, ιατρική παρακολούθηση κ.λπ.
- ✓ Προστασία του καταναλωτή
- ✓ Προστασία του περιβάλλοντος με κατεύθυνση την αειφόρο γεωργία.

2.2.4 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής σύμφωνα με τα πρότυπα AGRO 2.1 και AGRO 2.2

Το πρότυπο AGRO 2.1 και AGRO 2.2 αποτελούν έναν συνδυασμό μιας μη τυπικής εφαρμογής των προτύπων της σειράς ISO και ειδικότερα του ISO 14001 σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις του ISO 9001. Η ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πρότυπου αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης της γεωργικής εκμετάλλευσης. Στοχεύει στη δημιουργία της βάσης για αποτελεσματική και οικονομικά βιώσιμη γεωργική επιχείρηση μέσα από μια ισόρροπη περιβαλλοντική μέριμνα. Ενσωματώνει τις καλλιεργητικές πρακτικές χρησιμοποιώντας όλα τα δυνατά απαραίτητα μέσα με στόχο την παραγωγή ασφαλών προϊόντων μέσα από την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών κινδύνων.

2.2.4.1 AGRO 2.1 – Προδιαγραφή

Το πρότυπο AGRO 2.1 αποτελεί μη τυπική εφαρμογή του προτύπου ISO 14001: 1996 Environmental management systems - Specification with guidance for use (αφορά τα συστήματα διαχείρισης του περιβάλλοντος) καθώς και στοιχείων του προτύπου ISO 9001: 1994. Περιλαμβάνει γενικές απαιτήσεις στο σύνολο της γεωργίας που μπορούν να επιθεωρηθούν αντικειμενικά. Αποτελεί το σύνολο των αρχών για την πιστοποίηση του συστήματος της ολοκληρωμένης διαχείρισης που είναι εφαρμόσιμο σε κάθε γεωργική εκμετάλλευση ανεξάρτητα από το είδος της παραγωγικής της κατεύθυνσης. Η βάση εκκίνησης είναι η ικανοποίηση των νομικών απαιτήσεων. Οι λοιπές απαιτήσεις μπορούν να αποτελέσουν στόχους για τη συνεχή βελτίωση, με βαθμιαία μάλιστα προσέγγιση σε πολλές περιπτώσεις, σύμφωνα με τον προγραμματισμό της κάθε εκμετάλλευσης.

Ένα σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης βασίζεται στα επόμενα κύρια βήματα (ΟΠΕΓΕΠ, 2009).

-  **Απόφαση σύστασης** της γεωργικής εκμετάλλευσης και εφαρμογής του συστήματος της ολοκληρωμένης διαχείρισης.
-  **Καθορισμός της πολιτικής της γεωργικής εκμετάλλευσης.** Περιλαμβάνει μια σύντομη περιγραφή που δείχνει πως η διοίκηση παράγει την πολιτική, ποια είναι αυτή η πολιτική και σε ποιον την κοινοποιεί.
-  **Προγραμματισμός,** ο οποίος περιλαμβάνει:

α) Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης. Αποτελεί το σημαντικότερο κεφάλαιο για την επιτυχημένη εφαρμογή ενός συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης. Ουσιαστικά καταγράφουμε τις ήδη εφαρμοζόμενες γεωργικές πρακτικές της γεωργικής εκμετάλλευσης στη

χρήση του πολλαπλασιαστικού υλικού, στη διαχείριση του εδάφους, στη θρέψη, στην άρδευση, στη φυτοπροστασία κ.λπ.

β) Περιβαλλοντικά θέματα. Γίνεται μια καταγραφή των δραστηριοτήτων της γεωργικής εκμετάλλευσης που μπορεί να έχουν αλληλεπίδραση με το περιβάλλον (έδαφος, νερό, εργασιακό περιβάλλον, βιοποικιλότητα, τοπίο, ρύποι). Επίσης καταγράφονται θέματα που αφορούν την ποιότητα του προϊόντος (κλιματολογικοί και άλλοι αβιοτικοί παράγοντες, εισροές κ.α.).

γ) Νομικές ή άλλες απαιτήσεις. Γίνεται καταγραφή και συλλογή όλων των απαιτούμενων νομικών απαιτήσεων που επηρεάζουν τη γεωργική εκμετάλλευση (MRL, κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής, προδιαγραφές ποιότητας του προϊόντος κ.λπ.)

δ) Πρόγραμμα βελτίωσης. Με την εφαρμογή ενός συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης διαπιστώνουμε πως είναι πολλά τα ζητήματα της παραγωγής που η βελτίωση τους συμβάλλει στην αύξηση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων καθώς και την ανταγωνιστικότητα τους στις αγορές.

Οι σκοποί και οι στόχοι που θα τεθούν από τη διοίκηση της γεωργικής εκμετάλλευσης προκύπτουν από την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης, των περιβαλλοντικών θεμάτων και των νομικών απαιτήσεων.

Εκτέλεση.

 **Έλεγχος.** Περιλαμβάνει την παρακολούθηση του τρόπου που λειτουργεί η γεωργική εκμετάλλευση και του βαθμού ικανοποίησης των απαιτήσεων των προτύπων. Αυτό γίνεται με την εφαρμογή διαδικασιών εσωτερικών και εξωτερικών επιθεωρήσεων, καταγραφής και χειρισμού των ενδεχόμενων μη συμμορφώσεων.

 **Ανασκόπηση.** Προβλέπεται μια διαδικασία για την ανασκόπηση του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης από την διοίκηση, για να διαπιστωθεί κατά πόσο το εφαρμοζόμενο σύστημα εκφράζει σωστά και εξυπηρετεί αποτελεσματικά την πολιτική της γεωργικής εκμετάλλευσης.

Συνεχής βελτίωση.

Απαιτήσεις του συστήματος Ολοκληρωμένης Διαχείρισης στη Γεωργική Παραγωγή (ΟΠΕΓΕΠ, 2009).

Γενικές απαιτήσεις

Οι γενικές απαιτήσεις του συστήματος της ολοκληρωμένης διαχείρισης σύμφωνα με το πρότυπο AGRO 2.1 θα πρέπει να έχουν ως βάση:

- Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να εισάγει και να συντηρεί το σύστημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης.
- Το σύστημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης πρέπει να είναι δομημένο σύμφωνα με τις απαιτήσεις του AGRO 2.1.
- Το σύστημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης πρέπει να είναι κατάλληλο για να προωθήσει σκοπούς και στόχους επικεντρωμένους στο περιβάλλον και να εξασφαλίζει συνεχή βελτίωση.

❖ Πολιτική

Η διοίκηση της γεωργικής εκμετάλλευσης πρέπει να καθορίζει και να τεκμηριώνει μια πολιτική για την ολοκληρωμένη διαχείριση. Θα πρέπει να υπάρχει δέσμευση της γεωργικής εκμετάλλευσης για:

1. Κάλυψη των νομικών απαιτήσεων όσον αφορά το περιβάλλον και τα παραγόμενα γεωργικά προϊόντα ως προς τον τρόπο παραγωγής και τις προδιαγραφές τους.
2. Τη συνεχή βελτίωση της διαχείρισης ως προς το περιβάλλον και την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων.

Ακόμα η πολιτική θα πρέπει να είναι κατάλληλη σε σχέση με τη φύση, το μέγεθος και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων της γεωργικής εκμετάλλευσης, ενώ παράλληλα θα πρέπει να είναι κατανοητή από τους ενδιαφερόμενους εντός και εκτός της γεωργικής εκμετάλλευσης. Επίσης η πολιτική θα πρέπει να παρακολουθείται, να εφαρμόζεται σε όλο το εύρος της, να έχει κοινοποιηθεί και να έχει γίνει αποδεκτή από τους συμμετέχοντες στη γεωργική εκμετάλλευση.

❖ Προγραμματισμός

▪ Περιβαλλοντικά θέματα

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να αναπτύξει και να διατηρεί διαδικασίες για τον εντοπισμό των περιβαλλοντικών θεμάτων που την αφορούν. Οι πληροφορίες για το θέμα αυτό θα πρέπει να τεκμηριώνονται και να ενημερώνονται συνεχώς. Με ερωτηματολόγια θα πρέπει να αξιολογούνται (όπου είναι δυνατόν να ποσοτικοποιούνται) έτσι ώστε να δίνεται απαιτούμενη προσοχή εκεί που χρειάζεται. Τέτοια προβλήματα μπορεί να έχουν σχέση με:

- Την αειφορία του εδάφους (διάβρωση, συμπίεση, μείωση της οργανικής ουσίας μέσω ανοργανοποίησης).
- Το νερό (αλάτωση, εξάντληση πηγών, χημική ρύπανση)
- Το εργασιακό περιβάλλον (υγεία αγροτών)
- Την βιοποικιλότητα (μείωση, διαταραχή της τροφικής αλυσίδας, εξάρση πληθυσμών, επικράτηση ανθεκτικών στελεχών)
- Τους φυσικούς πόρους (σπατάλη, χρήση μη ανανεώσιμων - εξάντληση πηγών ενέργειας).
- Το τοπίο (ρύπανση, αισθητική υποβάθμιση)

▪ **Νομικές και άλλες απαιτήσεις.**

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να καθιερώσει και να διατηρεί διαδικασίες για τη συνεχή ενημέρωση της σχετικά με τις νομικές απαιτήσεις. Επίσης θα πρέπει να είναι διαθέσιμα τα έγγραφα που ορίζουν τις προδιαγραφές για την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων.

▪ **Σκοποί και στόχοι**

Στα πλαίσια του προγραμματισμού για την υλοποίηση της πολιτικής πρέπει να καθοριστούν σκοποί και στόχοι οι οποίοι να περιγράφονται με σαφήνεια, να είναι ρεαλιστικοί και μετρήσιμοι. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη για τον καθορισμό τους τα κύρια περιβαλλοντικά θέματα που αφορούν τη γεωργική εκμετάλλευση καθώς και τις απαιτήσεις που ορίζει η νομοθεσία σχετικά με το περιβάλλον και τις προδιαγραφές των γεωργικών προϊόντων.

Ως σκοπός ορίζεται ένα γενικότερο επιδιωκόμενο αποτέλεσμα ενώ ως στόχος μια συγκεκριμένη απαίτηση που απορρέει από τους σκοπούς που έχουν τεθεί.

Η αρχική επιλογή των σκοπών και στόχων μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης της γεωργικής εκμετάλλευσης και των δραστηριοτήτων της και στη συνέχεια την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων για τον καθορισμό των επιμέρους στόχων. Η χρήση ειδικού ερωτηματολογίου, η συζήτηση με τους απασχολούμενους στην γεωργική εκμετάλλευση μπορεί να βοηθήσει στη αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης. Επίσης οι σκοποί και οι στόχοι θα πρέπει να ανταποκρίνονται στις επιθυμίες των άμεσα ενδιαφερομένων (π.χ. πελάτες).

▪ **Πρόγραμμα βελτίωσης**

Ο επιβλέπων δημιουργεί και διατηρεί για λογαριασμό της γεωργικής εκμετάλλευσης ένα πρόγραμμα βελτίωσης για την επίτευξη των σκοπών και στόχων. Το πρόγραμμα βελτίωσης πρέπει να περιλαμβάνει τον καταμερισμό των αρμοδιοτήτων για κάθε μέλος της γεωργικής εκμετάλλευσης όπως επίσης τα απαιτούμενα μέσα και το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης αυτών των προγραμμάτων.

❖ Εφαρμογή του προγράμματος βελτίωσης.

▪ Οργάνωση και αρμοδιότητες

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να ορίσει τον επικεφαλής, ο οποίος πρέπει να επιλέξει τον επιβλέποντα. Ο επικεφαλής είναι αυτός που ασκεί χρέη διοίκησης της εκμετάλλευσης κυρίως όσον αφορά τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του προτύπου. Οι αρμοδιότητες του επικεφαλής είναι:

- Ορίσει τον επιβλέποντα της γεωργικής εκμετάλλευσης, ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την ομαλή λειτουργία της εκμετάλλευσης.
- Θα είναι αυτός που θα παίρνει τις τελικές αποφάσεις
- Και θα ελέγχει τον επιβλέποντα αν τηρεί τις υποχρεώσεις του.

Ο επιβλέπων είναι ο υπεύθυνος του συστήματος της ολοκληρωμένης διαχείρισης. Οι αρμοδιότητες του επιβλέποντος είναι να:

- Συντάσσει το πρόγραμμα βελτίωσης της γεωργικής εκμετάλλευσης με όλα τα επιμέρους περιλαμβανόμενα σχέδια διαχείρισης.
- Να εξασφαλίζει την τήρηση των απαιτήσεων του συστήματος της ολοκληρωμένης διαχείρισης σύμφωνα με τα πρότυπα AGRO 2.1 και AGRO 2.
- Να ενημερώνει τον επικεφαλής της γεωργικής εκμετάλλευσης για την καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης ως ανασκόπηση, αλλά και για να χρησιμεύσει ως βάση για τη βελτίωση του συστήματος.
- Να ενημερώνεται, να καταγράφει και να αξιολογεί τα περιβαλλοντικά θέματα καθώς και τις επιπτώσεις που προέρχονται από την εκμετάλλευση.
- Ακόμα ο επιβλέπων είναι υπεύθυνος για το πρόγραμμα φυτοπροστασίας καθώς και για την έκδοση όλων των οδηγιών που απορρέουν από τα σχέδια διαχείρισης.

Από την διοίκηση της γεωργικής εκμετάλλευσης θα πρέπει να διατίθενται για τη σωστή εφαρμογή και τον έλεγχο του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης:

- Το απαιτούμενο προσωπικό
- Προσωπικό με ειδικές δεξιότητες
- Κατάλληλη τεχνολογία
- Απαιτούμενοι πόροι

▪ **Κατάρτιση απασχολουμένων**

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να εντοπίζει τις ανάγκες για κατάρτιση – επιμόρφωση των απασχολούμενων σε αυτήν και να προνοεί για την ικανοποίηση των αναγκών αυτών. Οι καταρτίσεις πρέπει να γίνονται βάση προγράμματος, να καταγράφονται όπως επίσης πρέπει να τηρούνται τα αρχεία της εκπαίδευσης – κατάρτισης – επιμόρφωσης.

▪ **Επικοινωνία**

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να καθιερώνει και να τηρεί διαδικασίες για:

- Την εσωτερική επικοινωνία μέσα στην ίδια τη γεωργική εκμετάλλευση έτσι ώστε:
 - να γίνεται εύκολα η διακίνηση των πληροφοριών ανάμεσα στους απασχολούμενους στη γεωργική εκμετάλλευση
 - μέσα από τη πλήρη και συνεχή ροή των πληροφοριών να είναι εύκολη η ανταλλαγή απόψεων με στόχο τη συνεχή βελτίωση.
- Την εξωτερική επικοινωνία της γεωργικής εκμετάλλευσης με τους πελάτες, τις αρμόδιες αρχές, τον πιστοποιητικό φορέα ή άλλα ενδιαφερόμενα μέρη έτσι ώστε:
 - να είναι εύκολη η πληροφόρηση του καταναλωτικού κοινού για την περιβαλλοντική πολιτική της γεωργικής εκμετάλλευσης.
 - να υπάρχει συνεχή ροή πληροφοριών για όλα τα θέματα που απασχολούν τη γεωργική εκμετάλλευση με στόχο τη συνεχή βελτίωση του συστήματος.

▪ **Τεκμηρίωση**

Πρέπει να τηρούνται αρχεία σε έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή έτσι ώστε:

- Να περιγράφουν τα σημαντικότερα στοιχεία του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης και να καθοδηγούν στην παρακολούθηση της λειτουργίας της γεωργικής εκμετάλλευσης.

- Να περιγράφεται σαφώς το πώς διασυνδέονται μεταξύ τους και το που μπορούν να αναζητηθούν.
- Τα αρχεία τεκμηρίωσης πρέπει να τηρούνται από τον επικεφαλής της γεωργικής εκμετάλλευσης.

▪ **Καθεστώς χειρισμού των εγγράφων**

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να καθιερώνει και να διατηρεί συνεχώς μια διαδικασία για το χειρισμό των εγγράφων η οποία θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι:

- Τα έγγραφα βρίσκονται εκεί όπου απαιτείται να είναι για τη σωστή λειτουργία του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης και να είναι άμεσα διαθέσιμα.
- Τα έγγραφα μπορούν να διαβαστούν εύκολα.
- Τα έγγραφα είναι κωδικοποιημένα και εύκολα ταξινομούνται.
- Τα έγγραφα συντάσσονται, ελέγχονται και εγκρίνονται από τη Διοίκηση.
- Κυκλοφορούν μόνο οι ισχύουσες εκδόσεις.
- Τα έγγραφα θα αναθεωρούνται σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα εκτός και συντρέχει εξωγενής λόγος που να επιβάλλει την αναθεώρηση κάποιων εγγράφων.
- Τα έγγραφα που δεν είναι πλέον σε ισχύ αποσύρονται και τηρούνται σε αρχείο για ορισμένο χρονικό διάστημα.

▪ **Αρχές λειτουργίας της γεωργικής εκμετάλλευσης.**

Πρέπει να αναζητηθούν οι δραστηριότητες της γεωργικής εκμετάλλευσης που σχετίζονται με τα σημαντικά περιβαλλοντικά θέματα και την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων, στα πλαίσια της πολιτικής της γεωργικής εκμετάλλευσης. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι:

- Στα σχέδια διαχείρισης ενσωματώνονται συνεχώς τεκμηριωμένες διαδικασίες λειτουργίας οι οποίες εξασφαλίζουν τη διεξαγωγή όλων αυτών των δραστηριοτήτων κάτω από καθορισμένους όρους και να υπάρχουν διαδικασίες που προβλέπουν τις περιπτώσεις απόκλισης από τα καθορισμένα, ώστε να μπορούν να εντοπίζονται και να επανορθώνουν κάθε κατάσταση.
- Η γεωργική εκμετάλλευση καθιερώνει και τηρεί διαδικασίες για την αξιολόγηση των εισροών και των υπηρεσιών που χρησιμοποιεί. Επιπλέον θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι διαδικασίες αυτές και οι σχετικές απαιτήσεις κοινοποιούνται προς τους προμηθευτές.

- Η γεωργική εκμετάλλευση διενεργεί όλους τους απαραίτητους ελέγχους και δοκιμές του τελικού προϊόντος, ώστε να αποδεικνύεται η συμμόρφωση τους με τις προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις.

▪ Πρόληψη και αντιμετώπιση κρίσεων.

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να καθιερώνει και να διατηρεί διαδικασίες για:

- Τον εντοπισμό πιθανών πηγών ατυχημάτων που είναι δυνατόν να συμβούν κατά τη λειτουργία της, καθώς και έκτακτων καταστάσεων που μπορεί να οφείλονται σε βιοτικούς παράγοντες (επιδημίες) και σε αβιοτικούς (καταστρεπτικά καιρικά φαινόμενα, πυρκαγιά).
- Την αποφυγή ή τον περιορισμό των επιπτώσεων τέτοιων καταστάσεων στο περιβάλλον και στο γεωργικό προϊόν.

Οι διαδικασίες αυτές πρέπει να ελέγχονται, δοκιμάζονται και ενδεχομένως να επανεξετάζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ιδίως μετά από μια τέτοια κρίση, για την αποτελεσματικότητά τους. Οπουδήποτε είναι πρακτικά εφαρμόσιμο πρέπει να γίνονται περιοδικές ασκήσεις ετοιμότητας.

▪ Ιχνηλασιμότητα γεωργικού προϊόντος.

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να καθιερώνει και να διατηρεί συνεχώς τεκμηριωμένες διαδικασίες για τον εντοπισμό της προέλευσης του γεωργικού προϊόντος σε οποιαδήποτε στάδιο της διακίνησης (από τη μονάδα αρχικής παραγωγής μέχρι την παράδοση του στον πελάτη) βρίσκονται αυτά. Ο βαθμός λεπτομέρειας της ιχνηλασιμότητας είναι συνάρτηση των νομικών απαιτήσεων, των συμβάσεων με τους πελάτες καθώς και από τις απαιτήσεις που έχει ορίσει η γεωργική εκμετάλλευση μέσω της πολιτικής της.

❖ Έλεγχος του συστήματος, διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες.

▪ Παρακολούθηση και μετρήσεις

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να καθιερώνει και να διατηρεί συνεχώς τεκμηριωμένες διαδικασίες για:

- Παρακολούθηση, μέτρηση και εκτίμηση των λειτουργιών της που έχουν σημαντική επίδραση στο περιβάλλον και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, ιδιαίτερα αυτών που έχουν μετρήσιμες επιπτώσεις, έτσι ώστε να μπορεί να τεκμηριωθεί η βελτίωση των επιδόσεων της γεωργικής εκμετάλλευσης καθώς και του βαθμού συμμόρφωσης προς τους σκοπούς και στόχους. Οι διαδικασίες αυτές πρέπει να περιλαμβάνουν:

I. Καταγραφές για τον βαθμό υλοποίησης των στόχων του συστήματος

II. Καταγραφές για τον βαθμό συμμόρφωσης με τις νομικές απαιτήσεις και τις προδιαγραφές των παραγόμενων προϊόντων.

▪ **Χειρισμός μη συμμορφώσεων – διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες.**

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να καθιερώνει και να διατηρεί διαδικασίες για τον εντοπισμό και την διόρθωση των μη συμμορφώσεων και την εφαρμογή των προληπτικών ενεργειών για την αποφυγή ίδιων ή παρόμοιων μη συμμορφώσεων.

Οι διαδικασίες πρέπει να περιλαμβάνουν δεδομένα για:

- Την διαπίστωση της αιτίας και τον εντοπισμό της απόκλισης.
- Την εφαρμογή μέτρων για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της υποβάθμισης της ποιότητας των προϊόντων.
- Την εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών.
- την εφαρμογή μηχανισμών αποφυγής επανάληψης των αποκλίσεων.
- Την καταγραφή των αλλαγών που προέκυψαν από τις διορθωτικές ενέργειες στις γραπτές διαδικασίες.
- Τον τρόπο χειρισμού του μη συμμορφούμενου προϊόντος. (Ως μη συμμορφούμενο προϊόν ορίζεται το τελικό προϊόν που δεν συμμορφώνεται με τις προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις).

▪ **Καταγραφές – αρχεία.**

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να καθιερώνει και να τηρεί συνεχώς μια διαδικασία, η οποία θα αναθεωρείται όποτε κρίνεται απαραίτητο, για την καλή διατήρηση όλων των εγγράφων (εσωτερικών και εξωτερικών) και των άλλων δεδομένων που κατά τον έλεγχο αποδεικνύουν την καλή λειτουργία και τη συμμόρφωση της γεωργικής εκμετάλλευσης με το σύστημα και τις απαιτήσεις του προτύπου. Στη διαδικασία αυτή θα πρέπει να περιγράφεται σαφώς ποια έγγραφα διατηρούνται στο αρχείο του επικεφαλής, ποια στο αρχείο του επιβλέποντος και ποια στο αρχείο του παραγωγού. Στα έγγραφα αυτά περιλαμβάνονται η αλληλογραφία με τις διάφορες

υπηρεσίες, νομικά έγγραφα, τοπογραφικά, αρχεία εκπαίδευσης, ανασκοπήσεις από τη διοίκηση κ.α.

▪ **Επιθεώρηση του συστήματος.**

Ο επιβλέπων της γεωργικής εκμετάλλευσης πρέπει να καθιερώνει και να διατηρεί συνεχώς μια διαδικασία στο πρόγραμμα βελτίωσης για την περιοδική επιθεώρηση του συστήματος έτσι ώστε να προσδιορίζεται αν το σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης έχει υιοθετηθεί και τηρείται συνεχώς, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου, και με το πρόγραμμα βελτίωσης της γεωργικής εκμετάλλευσης. Ο επιβλέπων υποχρεούται να ενημερώνει τη διοίκηση της γεωργικής εκμετάλλευσης για τα ευρήματα των εσωτερικών επιθεωρήσεων, καθώς και για την αρχειοθέτηση των εγγράφων που προκύπτουν από την επιθεώρηση.

❖ **Ανασκόπηση από τη διοίκηση.**

Η διοίκηση της γεωργικής εκμετάλλευσης πρέπει κατά διαστήματα που η ίδια έχει ορίσει να ελέγχει και να αξιολογεί το σύστημα ως προς την καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα του. Η διοίκηση πρέπει να λαμβάνει υπόψη της:

- Τα αποτελέσματα των επιθεωρήσεων
- Τον βαθμό επίτευξης των στόχων
- Την κατάσταση των διορθωτικών και προληπτικών ενεργειών
- Την δέσμευση της για συνεχή βελτίωση
- ανασκόπηση πρέπει να τεκμηριώνεται.

2.2.4.2 AGRO 2.2 – Απαιτήσεις για την εφαρμογή στη φυτική παραγωγή (ΟΠΕΓΕΠ, 2009).

Το πρότυπο AGRO 2.2 περιγράφει τις τεχνικές και νομικές απαιτήσεις του συστήματος της ολοκληρωμένης διαχείρισης στη φυτική παραγωγή που συνοδεύουν το πρότυπο AGRO 2.1. με τρόπο γενικό (δηλαδή παρέχει την ευχέρεια εφαρμογής του προτύπου σε πολύ διαφορετικά περιβάλλοντα). Περιλαμβάνει τους γενικούς κανόνες της ορθής γεωργικής πρακτικής και τα φιλοπεριβαλλοντικά μέτρα που συνοδεύουν την άσκηση της γεωργίας, ώστε να παράγονται ασφαλή και ποιοτικά προϊόντα και να επιτυγχάνεται η άριστη διαχείριση του περιβάλλοντος. Η αλληλεπίδραση της άσκησης γεωργίας με το περιβάλλον είναι μεγάλη και σύνθετη. Στα πλαίσια βελτιστοποίησης αυτής της αλληλεπίδρασης οι γεωργικές δραστηριότητες (θρέψη, φυτοπροστασία, άρδευση κ.λπ.) πρέπει να γίνονται με κανόνες, οι οποίοι συνιστούν τις τεχνικές απαιτήσεις του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης στη φυτική παραγωγή).

Πολλαπλασιαστικό υλικό

Η επιλογή του κατάλληλου για κάθε περίπτωση πολλαπλασιαστικού υλικού είναι καθοριστικής σημασίας και πρέπει να συνυπολογίζονται όλοι αυτοί οι παράγοντες που θέτει η ομάδα στα πλαίσια εφαρμογής του προτύπου. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες όπως η εμπορικότητα του κάθε υβριδίου, η καλλιεργητική του συμπεριφορά, η προσαρμοστικότητα του στην περιοχή όπως και οι τυχόν ειδικές απαιτήσεις που έχουν διαμορφωθεί από τη διοίκηση της γεωργικής εκμετάλλευσης.

Η σωστή επιλογή πολλαπλασιαστικού υλικού θα επιτρέψει την παραγωγή ποιοτικών και ανταγωνιστικών προϊόντων με αποτέλεσμα την οικονομική απόδοση της καλλιέργειας και κατά συνέπεια τη βιωσιμότητα της γεωργικής εκμετάλλευσης.

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να χρησιμοποιεί ποικιλίες ή υβρίδια που να τεκμηριώνεται η πιστότητα της ποικιλίας, η απουσία παθογόνων οργανισμών, ζωικών εχθρών και σπόρων ζιζανίων, όπως επίσης και η καλή προσαρμοστικότητα στις τοπικές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Συνιστάται οι ποικιλίες ή τα υβρίδια που θα επιλεγούν να εξασφαλίζουν την επιθυμητή ποιότητα και την καλή εμπορική αξία του προϊόντος (καλά οργανοληπτικά, παραγωγικότητα την κατάλληλη στιγμή κ.λπ.). Βασικό είναι το υβρίδιο ή η ποικιλία που θα επιλεγεί να είναι ανθεκτικό ή ανεκτικό στις σημαντικότερες ασθένειες που εμφανίζονται στη περιοχή. Οι σπόροι θα πρέπει να έχουν ανθεκτικότητα ή ανεκτικότητα σε κάποιες ασθένειες και ιώσεις. Σε κάθε περίπτωση η γεωργική εκμετάλλευση υποχρεούται να χρησιμοποιεί μόνο πιστοποιημένο σπόρο ποικιλιών που είναι καταχωρημένες στους κοινοτικούς καταλόγους.

Πάνω στο φάκελο θα πρέπει να αναγράφεται η ημερομηνία παραγωγής του σπόρου, ο αριθμός σπορομερίδας, το όνομα της παραγωγού εταιρείας, το όνομα της ποικιλίας καθώς επίσης πρέπει να αναγράφεται και το φυτοπροστατευτικό στο οποίο έχουν εμβαπτιστεί οι σπόροι.

Σε περίπτωση προμήθειας σποροφύτων το συνεργαζόμενο φυτώριο θα πρέπει να πληρεί όλες τις σχετικές νομοθετικές απαιτήσεις ή να εφαρμόζει σύστημα διασφάλισης ποιότητας. Η παραλαβή των φυταρίων από το φυτώριο συνοδεύεται με πιστοποιητικό φυτοϋγείας, τα παραστατικά αγοράς καθώς και σχετικά πιστοποιητικά ποιότητας.

Η γεωργική εκμετάλλευση πρέπει να τηρεί όλες τις απαιτήσεις της εθνικής και κοινοτικής νομοθεσίας για τη χρήση των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών. Το πολλαπλασιαστικό υλικό που έχει παραχθεί με τεχνικές γενετικής τροποποίησης πρέπει να συνοδεύεται από πιστοποιητικό εργαστηρίου ή από σαφή δήλωση της παραγωγού εταιρείας για

το ότι η συγκεκριμένη παρτίδα δεν προέρχεται από γενετική τροποποίηση. Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η βεβαίωση, το παρόν πρότυπο δεν μπορεί να εφαρμοστεί.

Υποχρέωση του παραγωγού πρέπει να τηρεί αρχείο με τα απαραίτητα στοιχεία όπως:

- Αριθμός παρτίδας
- Όνομα της παραγωγού εταιρείας
- Παραστατικά αγοράς
- Όνομα του υβριδίου κατά αγροτεμάχιο

Γενικές καλλιεργητικές φροντίδες

Οι καλλιεργητικές φροντίδες που δεν σχετίζονται άμεσα με το περιβάλλον αλλά έχουν καθοριστική σημασία για την ποιότητα του καρπού (αραιώμα, υποστύλωση κ.λπ.) πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, με απώτερο σκοπό την άριστη ποιότητα. Το **σχέδιο διαχείρισης καλλιεργητικών εργασιών** συντάσσεται από τον επιβλέποντα ο οποίος εντοπίζει και καταγράφει τις κρίσιμες καλλιεργητικές φροντίδες. Στη συνέχεια εκδίδονται και διανέμονται ελεγχόμενα σχετικές οδηγίες για τη διενέργεια κάθε καλλιεργητικής φροντίδας σε κάθε παραγωγό.

Διαχείριση εδάφους

Το **σχέδιο διαχείρισης του εδάφους** συντάσσεται από τον επιβλέποντα, σε συνεργασία με τους παραγωγούς. Το σχέδιο διαχείρισης πρέπει να περιλαμβάνει τα περιβαλλοντικά θέματα (πιθανές θετικές ή αρνητικές επιδράσεις) που σχετίζονται με τον τρόπο διαχείρισης του εδάφους στη συγκεκριμένη περιοχή.

Τοπογραφικό σκαρίφημα

Στα πλαίσια διαχείρισης του εδάφους της γεωργικής εκμετάλλευσης θα πρέπει να υπάρχει ένα αρχείο για κάθε αγροτεμάχιο το οποίο θα περιλαμβάνει:

1. Ένα τοπογραφικό σκαρίφημα που να αποτυπώνονται τα αγροτεμάχια (έστω και πρόχειρα). Με αυτό τον τρόπο διευκολύνεται η ελεγχόμενη συλλογή και καταγραφή στοιχείων τα οποία είναι απαραίτητα για το σχεδιασμό της καλλιέργειας (τρόπος καλλιέργειας, καλλιεργητικές επεμβάσεις κ.λπ.) αλλά και των πιθανών επιδράσεων τους στα ίδια ή σε γειτονικά αγροτεμάχια. Ακόμα το τοπογραφικό σκαρίφημα είναι αποτελεσματικό μέσο για τη σωστή εφαρμογή της διαδικασίας της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων.
2. Τα έγγραφα ιδιοκτησίας ή ενοικίασης του αγροτεμαχίου.

Καταλληλότητα και βελτίωση του αγρού

Προκειμένου να κριθεί η καταλληλότητα ενός αγροτεμαχίου και να σχεδιαστεί η βελτίωση του ώστε να έχουμε μέγιστες αποδόσεις πρέπει να γίνει πριν την νέα καλλιεργητική περίοδο μια ανάλυση εδάφους η οποία θα μας δείξει τη σύσταση του εδάφους, το ποσοστό της οργανικής ουσίας, την περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία, το pH καθώς και την συγκέντρωση των αλάτων. Η αξιολόγηση της ανάλυσης γίνεται από τον επιβλέποντα ή από το εργαστήριο που διενέργησε την ανάλυση και δίνονται οι σχετικές οδηγίες σε κάθε παραγωγό και σε κάθε αγροτεμάχιο χωριστά.

Οργανική ουσία

Είναι γνωστό ότι η οργανική ουσία είναι κλειδί της γονιμότητας του εδάφους. Παρόλο που η οργανική ουσία αποτελεί συνήθως ένα μικρό ποσοστό του εδάφους (1%-3%), εντούτοις αποτελεί έναν από τους σημαντικούς συντελεστές της παραγωγικότητας. Η οργανική ουσία βελτιώνει τη γονιμότητα του εδάφους επιδρώντας θετικά στις φυσικές, χημικές και βιολογικές του ιδιότητες. Γι' αυτόν το λόγο συνιστάται να παίρνονται μέτρα με στόχο τη διατήρηση και αύξηση της οργανικής ουσίας καθώς και της βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους. Η επιλογή της μεθόδου προσθήκης οργανικής ουσίας σχεδιάζεται από τον επιβλέποντα σε συνεργασία με κάθε παραγωγό χωριστά.

Μηχανική κατεργασία, συμπίεση, διάβρωση του εδάφους

Η μηχανική κατεργασία του εδάφους είναι μια πρακτική απαραίτητη για την καλλιέργεια. Πραγματοποιείται μια φορά στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου αμέσως μετά την αφαίρεση της καλλιέργειας. Συνιστάται το είδος και ο τύπος των μηχανημάτων να επιλέγονται με βάση τη μικρότερη αρνητική επίδραση στη δομή του εδάφους. Η κατεργασία του εδάφους πρέπει να βρίσκεται όταν αυτό βρίσκεται στον ρόγο του.

Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά πρέπει να εφαρμόζεται όσο το δυνατόν περισσότερο εκτός αν αιτιολογούνται επαρκώς οι λόγοι μη εφαρμογής της. Ως ελάχιστη απαίτηση θεωρείται η εναλλαγή διαφορετικών βοτανικών οικογενειών τουλάχιστον κάθε δύο έτη.

Χημική απολύμανση

Η χημική απολύμανση των εδαφών πρέπει να αποφεύγεται. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, τότε πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εθνική πολιτική για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου του Montreal για τη σταδιακή απόσυρση του βρωμιούχου μεθυλίου. Ακόμα σε περίπτωση χημικής απολύμανσης με βρωμιούχο μεθύλιο θα πρέπει να χρησιμοποιείται ειδικό ναύλον ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο δυνατό οι απώλειες, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται και μειωμένη δόση. Εναλλακτικός τρόπος χημικής απολύμανσης εκτός του βρωμιούχου είναι άλλα σκευάσματα όπως το Condor με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα εναντίον των νηματωδών (πολύ μεγάλο πρόβλημα για την καλλιέργεια της τομάτας) και άλλων ασθeneιών του εδάφους. Σε περίπτωση που το θερμοκήπιο δεν είχε σημαντικά φυτοπαθολογικά προβλήματα συστήνεται να εφαρμόζεται η ηλιακή απολύμανση.

Θρέψη των φυτών (λίπανση)

Το **σχέδιο διαχείρισης λίπανσης** συντάσσεται από τον επιβλέποντα σε συνεργασία με τους παραγωγούς και πρέπει να περιλαμβάνει:

1. Απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία

Η εφαρμογή των λιπασμάτων πρέπει να βασίζεται στον υπολογισμό των απαιτήσεων της καλλιέργειας για θρεπτικά στοιχεία, μετά από προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Ο προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος πρέπει να γίνεται κάθε χρόνο στις ετήσιες καλλιέργειες. Η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος είναι καθοριστικής σημασίας για σωστά αποτελέσματα. Η μακροσκοπική παρατήρηση και το ιστορικό θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.

2. Συστάσεις για την ποσότητα και τον τύπο του λιπάσματος – χρόνος και συχνότητα της εφαρμογής των λιπασμάτων

Η λίπανση, προκειμένου να έχει τη μέγιστη θετική επίδραση στην καλλιέργεια αλλά και τις μικρότερες απώλειες, πρέπει να γίνεται και να τεκμηριώνεται σύμφωνα με τις ανάγκες της καλλιέργειας και τις κλιματολογικές συνθήκες. Συνιστάται να εξετάζονται από τον επιβλέποντα προσεκτικά οι παρακάτω παράμετροι:

- Η απαιτούμενη ποσότητα
- Ο κατάλληλος τύπος λιπάσματος
- Ο χρόνος εφαρμογής
- Ο τρόπος εφαρμογής

Συνεπώς μια οδηγία εφαρμογής λίπανσης πρέπει να δείχνει την ποσότητα και τον τύπο του λιπάσματος, καθώς και το χρόνο και τη μέθοδο εφαρμογής (στο έδαφος, διαφυλλική εφαρμογή, ριζοπότισμα) για κάθε αγροτεμάχιο χωριστά.

3. Επίπεδα νιτρικών και φωσφορικών αλάτων στα νερά

Η εκμετάλλευση υποχρεούται να συμβάλλει στη μη υπέρβαση των εθνικών ή των διεθνών ορίων ως προς τη συγκέντρωση φωσφορικών ή νιτρικών αλάτων στα υπόγεια και επιφανειακά νερά. Οι ποσότητες και οι τύποι των λιπασμάτων που θα επιλεγούν, καθώς ο χρόνος και η μέθοδος εφαρμογής τους πρέπει να μην ευνοούν την έκλυση νιτρικών. Επομένως ο σχεδιασμός αλλά και η υλοποίηση του σχεδίου λίπανσης πρέπει να εξασφαλίζει την εφαρμογή των λιπασμάτων με βάση το ισοζύγιο θρεπτικών στοιχείων και το σημαντικό περιορισμό της μετακίνησης νιτρικών στους υδροφόρους ορίζοντες.

Για να μειωθεί η έκπλυση των νιτρικών προς τα υπόγεια νερά πρέπει στο σχέδιο λίπανσης να έχει ληφθεί υπόψη ο ρυθμός ανοργανοποίησης των οργανικών λιπασμάτων, της οργανικής ουσίας του εδάφους, αλλά και η δυνατότητα των επιφανειακών νερών να απομακρύνουν τα πλεονάσματα των θρεπτικών συστατικών.

4. Λιπασματοδιανομείς

Η χορήγηση του λιπάσματος γίνεται μέσα από το σύστημα άρδευσης (στάγδην), αφού το λίπασμα διαλυθεί είτε μέσα σε υδρολιπαντήρες τύπου venturi είτε σε δοχεία μεγάλα με τη μορφή πυκνού διαλύματος. Η σωστή ρύθμιση λειτουργίας του συστήματος άρδευσης καθώς και των υδρολιπαντήρων είναι καθοριστικής σημασίας. Πρέπει να εξασφαλίζεται η ακρίβεια και η ομοιομορφία της εφαρμοζόμενης ποσότητας του λιπάσματος.

5. Αποθήκευση λιπάσματος

Για την αποθήκευση των λιπασμάτων θα πρέπει να λαμβάνονται όλα εκείνα τα μέτρα ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης των υδατικών πηγών. Ειδικότερα τα λιπάσματα θα πρέπει να καλύπτονται με πλαστικό και να αποθηκεύονται σε καθαρούς και κλειστούς χώρους. Επίσης η αποθήκευση των λιπασμάτων δεν πρέπει να γίνεται στους ίδιους χώρους που αποθηκεύονται τα φυτοφάρμακα, το πολλαπλασιαστικό υλικό, τα νωπά γεωργικά προϊόντα ή τα τρόφιμα. Στην περίπτωση όμως που η χωριστή αποθήκευση λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμη, πρέπει να αποθηκεύονται σε ξεχωριστά σημεία του χώρου, και να φέρουν ευδιάκριτη σήμανση τα φυτοπροστατευτικά και τα λιπάσματα.

6. Κοπριά και οργανική λίπανση

Η χρήση της κοπριάς συνιστάται μόνο όταν είναι γνωστής προέλευσης, διαφορετικά απαιτείται ανάλυση για την ανίχνευση τυχόν βαρέων μετάλλων και άλλων ρυπογόνων ουσιών. Η προσθήκη κοπριάς πρέπει να γίνεται μόνο εφόσον είναι καλά χωνεμένη. Ακόμα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η συνεισφορά της σε θρεπτικά συστατικά. Η προσθήκη της κοπριάς πρέπει να γίνεται με άμεση ενσωμάτωση στο έδαφος, σε χρόνο που καθορίζεται από τον επιβλέποντα στο

σχέδιο λίπανσης και σύμφωνα πάντα με την εθνική νομοθεσία. Η αποθήκευση της πρέπει να γίνεται με τρόπο που να μη δημιουργεί κίνδυνο για το περιβάλλον.

Η χρήση λάσπης από βιολογικούς σταθμούς επιτρέπεται μόνο στις περιπτώσεις που δεν ενέχει κίνδυνο μεταφοράς παθογόνων ή άλλων ουσιών επιβλαβών για την υγεία των ανθρώπων και των ζώων ή για το περιβάλλον. Η χρήση ανεπεξέργαστων λυμάτων ή υγρών αποβλήτων δεν επιτρέπεται σε καμία περίπτωση.

7. Αρχεία της εφαρμογής

Υποχρέωση του κάθε παραγωγού είναι να καταγράφει όλα τα στοιχεία σχετικά με τις εφαρμογές λιπασμάτων στο έδαφος ή στο φύλλωμα στα κατάλληλα έντυπα στο τετράδιο αγρού. Επίσης θα πρέπει να φυλλάει στο αρχείο του τις οδηγίες εφαρμογής λίπανσης που του έχουν δοθεί από τον επιβλέποντα. Στις καταγραφές περιλαμβάνονται στοιχεία για το αγροτεμάχιο, την ημερομηνία εφαρμογής, τον τύπο και την ποσότητα του λιπάσματος, τη μέθοδο εφαρμογής, το χειριστή και τις καιρικές συνθήκες που επικράτησαν μετά την εφαρμογή.

Άρδευση

Σχέδιο διαχείρισης νερού

Ο επιβλέπων πρέπει να συντάξει ένα **σχέδιο διαχείρισης νερού**, σε συνεργασία με τον επικεφαλής της γεωργικής εκμετάλλευσης. Ο επιβλέπων πρέπει να συμπεριλαμβάνει στο σχέδιο τις νόμιμες και ρυθμιστικές διαδικασίες για την άντληση και χρήση νερού, στις οποίες ο παραγωγός υποχρεούται να συμμορφώνεται. Στο σχέδιο διαχείρισης νερού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συνιστώμενες από το Υπουργείο Γεωργίας ποσότητες.

Υπολογισμός των απαιτήσεων σε νερό – μέθοδος άρδευσης

Η άρδευση είναι η μοναδική πηγή νερού στα θερμοκήπια και η εφαρμογή της σωστής ποσότητας νερού είναι πρωταρχικής σημασίας για την ανάπτυξη και οικονομική παραγωγή της καλλιέργειας. Η σχέση παραγωγής μιας καλλιέργειας και ποσότητας νερού άρδευσης εξαρτάται

από διάφορους παράγοντες όπως οι κλιματικές συνθήκες, το έδαφος και η εφαρμοζόμενη τεχνική καλλιέργειας.

Ποιότητα του αρδευτικού νερού

Στο σχέδιο διαχείρισης άρδευσης εκτιμούνται όλες οι πιθανότητες κινδύνου ως προς τις πηγές του νερού ή αν προέρχεται από επεξεργασμένες εκροές βιολογικών καθαρισμών θα πρέπει να ελέγχεται περιοδικά το μικροβιακό φορτίο του καθώς και οι συγκεντρώσεις των επιμέρους παραμέτρων ρύπανσης (αλατότητα, βαρέα μέταλλα, χημικοί – βιολογικοί ρυπαντές κ.λπ.). Έλεγχος της ποιότητας του νερού γίνεται περιοδικά και τα αποτελέσματα των αναλύσεων συγκρίνονται με τα αποδεκτά όρια. Νερό υπονόμων δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται ποτέ για άρδευση.

Παροχή του αρδευτικού νερού

Η γεωργική εκμετάλλευση οφείλει να μη χρησιμοποιεί νερό προερχόμενο από πηγές που δεν ανανεώνονται. Πρέπει να χρησιμοποιείται υδρόμετρο στις γεωτρήσεις για τον έλεγχο του νερού που καταναλώνεται.

Το σχέδιο διαχείρισης του νερού πρέπει να περιλαμβάνει ειδική μέριμνα για τα νερά των προστατευόμενων υδροτόπων. Επίσης θα πρέπει να εναρμονίζεται με το εθνικό σχέδιο δράσης για την καταπολέμηση της απερίημωσης στις ζώνες υφαλμύρωσης με αρνητικό υδατικό ισοζύγιο και στις ζώνες με υψηλό δυναμικό διάβρωσης.

Φυτοπροστασία

Σχέδιο διαχείρισης της φυτοπροστασίας

Η φυτοπροστασία στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης γίνεται μέσα από ένα σχέδιο διαχείρισης. Στην ουσία το σχέδιο διαχείρισης φυτοπροστασίας αποτελεί μια στρατηγική αντιμετώπισης των εχθρών, ασθενειών (μυκήτων, βακτηρίων, ιών) και ζιζανίων μιας καλλιέργειας που σκοπό έχει να:

- Περιορίσει κάτω από το οικονομικό όριο ζημιάς τα προβλήματα που οι εχθροί, οι ασθένειες και τα ζιζάνια δημιουργούν σε μια καλλιέργεια.
- Επιφέρει την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση των προϊόντων και του περιβάλλοντος με αγροχημικά, προστατεύοντας έτσι την υγεία του χρήστη και του καταναλωτή καθώς και το περιβάλλον.

- Προάγει την παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας με το χαμηλότερο κόστος.
- Διατηρήσει ή ακόμα και να επαναφέρει τη βιολογική ισορροπία στην περιοχή με την προστασία των ωφέλιμων οργανισμών.

Η κατάστρωση και η εφαρμογή ενός σχεδίου διαχείρισης της φυτοπροστασίας είναι μια πολύπλοκη και δύσκολη εργασία για τον επιβλέποντα. Το σχέδιο διαχείρισης είναι μια στρατηγική που πρέπει αφενός μεν να ακολουθηθεί πιστά, αφετέρου πρέπει να έχει τη δυνατότητα να ελίσσεται όπου και όταν το απαιτούν οι περιστάσεις.

Ραχοκοκαλιά της φυτοπροστασίας στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης αποτελούν τα μέτρα που δρουν προληπτικά για τους εχθρούς και τις ασθένειες των φυτών. Σημαντικό ρόλο προς αυτήν την κατεύθυνση διαδραματίζουν τα μέτρα υγιεινής και οι καλλιεργητικές τεχνικές. Επιπλέον συστατικά στοιχεία ενός σχεδίου διαχείρισης αποτελούν ο βιολογικός έλεγχος και ο χημικός έλεγχος. Ο χημικός έλεγχος θα πρέπει να χρησιμοποιείται κυρίως σαν διορθωτικό μέτρο.

Η φυτοπροστασία λοιπόν στην ολοκληρωμένη διαχείριση επιτυγχάνεται με το συνδυασμό:

- Καλλιεργητικών μέτρων
- Μέτρων υγιεινής
- Μηχανικών μέσων
- Μέτρων βιολογικής αντιμετώπισης
- Μέτρων φυσικού ελέγχου
- Χημικών μέσων αντιμετώπισης, καθώς και
- Με τη συνεχή παρακολούθηση

Καλλιεργητικά μέτρα

Είναι οι προληπτικές καλλιεργητικές ενέργειες που γίνονται με σκοπό την προστασία της παραγωγής από τους εχθρούς και τις ασθένειες. Σε αυτές περιλαμβάνονται:

- Χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού
- Χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών
- Αποφυγή πυκνών φυτεύσεων
- Ισορροπημένη ανάπτυξη φυτών.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αν ληφθούν τα σωστά μέτρα προς την κατεύθυνση:

- Της ρύθμισης των συνθηκών του θερμοκηπίου (θερμοκρασία, υγρασία, φως, CO₂)
- Της σωστής θρέψης

- Της βελτίωσης και διατήρησης της δομής του εδάφους
- Επιδίωξη κανονικού φορτίου (το υπερβολικό φορτίο κάνει τα φυτά πιο ευαίσθητα)

Μέτρα υγιεινής

Είναι μέτρα που αποβλέπουν στην αποτροπή ή εξάλειψη των εχθρών και ασθενειών. Με αυτά μειώνεται η παρουσία των επιζήμιων οργανισμών στα φυτά με αποτέλεσμα τη μείωση της χρήσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων γεγονός που αυξάνει τις πιθανότητες επιτυχούς βιολογικής καταπολέμησης.

Τα κυριότερα μέτρα υγιεινής είναι:

- Έγκαιρη απομάκρυνση και καταστροφή υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας
- Καταστροφή ζιζανίων μέσα και έξω από το θερμοκήπιο (πολλά από αυτά είναι ξενιστές των εχθρών και ασθενειών, και επομένως είναι πιθανόν να μολύνουν την καινούρια καλλιέργεια)
- Χρησιμοποίηση υγιών φυτών (φυτά χωρίς προσβολές από εχθρούς και ασθένειες)
- Απομάκρυνση γηρασμένου φυλλώματος
- Αποφυγή δημιουργίας πληγών
- Τακτικός έλεγχος της καλλιέργειας για τον έγκαιρο εντοπισμό τυχόν προσβολών
- Οι καλλιεργητικές εργασίες να γίνονται με κατεύθυνση από το καθαρό μέρος του θερμοκηπίου προς το μολυσμένο (αποτρέπει την εξάπλωση της ασθένειας)
- Αποφυγή μετάδοσης εχθρών και ασθενειών μέσω του ανθρώπου, των μηχανών και των εργαλείων (απολύμανση εργαλείων, μηχανημάτων, υποδημάτων, κ.λπ.)

Μηχανικά μέσα

Είναι τα μέσα εκείνα που αποβλέπουν στον έλεγχο των εχθρών και των ασθενειών με:

- Απολύμανση του εδάφους με τη μέθοδο της ηλιαπολύμανσης
- Χρησιμοποίηση εντομοστεγών διχτύων στα ανοίγματα του θερμοκηπίου
- Κάλυψη του εδάφους με πλαστικό για την παρεμπόδιση της νύμφωσης εχθρών που χρειάζονται το έδαφος για την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου (θρίπες, λιριόμυζες)
- Χρησιμοποίηση κίτρινων ή μπλε χρωμοπαγίδων ή φερομονικών για την παρακολούθηση και τη σύλληψη των εντόμων

Βιολογική αντιμετώπιση

Είναι η αντιμετώπιση των εχθρών και των ασθενειών με τη χρησιμοποίηση των φυσικών τους εχθρών. Στα πλαίσια εφαρμογής βιολογικού ελέγχου έχουμε τρεις ομάδες.

1. Αρπακτικά
2. Παράσιτα
3. Μικροοργανισμοί

Η χρήση των βιολογικών μέσων θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και γνώση για την καλύτερη αποτελεσματικότητά τους. Βασικό είναι να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στα παρακάτω:

- Κατά τη μεταφορά και αποθήκευση θα πρέπει να τηρούνται οι ενδεικνυόμενες θερμοκρασίες
- Τα μέσα συσκευασίας - φιάλες θα πρέπει να τοποθετούνται σε οριζόντια θέση και ποτέ σε όρθια
- Το υλικό να χρησιμοποιείται έγκαιρα
- Η χρησιμοποίηση των βιολογικών μέσων θα πρέπει να γίνεται με το σωστό τρόπο, τη σωστή ώρα της μέρας, την κατάλληλη εποχή και στη σωστή θέση στο θερμοκήπιο
- Οι χρήστες θα πρέπει να είναι ενημερωμένοι για το βιολογικό κύκλο των ωφέλιμων
- Θα πρέπει να διασφαλίζεται η διατροφή των ωφέλιμων (γύρη, μέλι, κ.λπ.) όταν χρειάζεται

Φυσικός έλεγχος

Είναι ο έλεγχος ο οποίος γίνεται από ιθαγενή παράσιτα και αρπακτικά, τα οποία τυχαία εισέρχονται στο χώρο του θερμοκηπίου. Θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για τη διευκόλυνση της εισαγωγής στο θερμοκήπιο ιθαγενών ωφελίμων και να διασφαλίζονται στη συνέχεια οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη τους.

Χημική αντιμετώπιση

Σ' ένα σχέδιο διαχείρισης φυτοπροστασίας η χημική καταπολέμηση θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως διορθωτικό μέτρο. Η απόφαση για επέμβαση με φυτοπροστατευτικά προϊόντα πρέπει να τεκμηριώνεται. Ως προς τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα πρέπει να τηρείται η νομοθεσία σχετικά με τη σωστή χρήση, μεταφορά, αποθήκευση, εφαρμογή, διαχείριση των μη χρησιμοποιηθέντων και καταστροφή των κενών μέσων συσκευασίας.

Η επιλογή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων πρέπει να γίνεται με βάση:

- Την αποτελεσματικότητα
- Τον τρόπο δράσης
- Το φάσμα δράσης
- Την εκλεκτικότητα για το καλλιεργούμενο φυτό
- Την ασθένεια ή τον εχθρό
- Τη συνδυαστικότητα με άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα
- Την υπολειμματική διάρκεια
- Τον αριθμό εφαρμογών με το ίδιο φυτοπροστατευτικό
- Τα υπολείμματα στο γεωργικό προϊόν
- Τον προορισμό του τελικού προϊόντος
- Και τέλος το κόστος

Στο σχέδιο διαχείρισης φυτοπροστασίας αναφέρεται και ο τρόπος που γίνεται η επιλογή των φυτοπροστατευτικών. Τα χρησιμοποιούμενα φυτοπροστατευτικά προϊόντα πρέπει να έχουν έγκριση κυκλοφορίας (εγκεκριμένα ΦΠ) στην καλλιέργεια της τομάτας. Η λίστα με τα εγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά πρέπει να ενημερώνεται συνεχώς με όλες τις τροποποιήσεις, ανακλήσεις που γίνονται. Επίσης στο σχέδιο διαχείρισης φυτοπροστασίας θα πρέπει να συνυπολογίζεται και η στρατηγική που θα ακολουθηθεί για την αποφυγή ανθεκτικότητας των εχθρών και των ασθενειών. Τέλος θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι τυχόν ειδικές απαιτήσεις που εκφράζει ο πελάτης (προμηθευτής τελικού προϊόντος).

Η χρησιμοποίηση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων σαν διορθωτικό μέτρο μπορεί να γίνει με το μικρότερο δυνατόν κόστος εφόσον ελαχιστοποιήσουμε τις αρνητικές επιπτώσεις που έχουν αυτά πάνω στους ωφέλιμους οργανισμούς. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω :

- Χρησιμοποίηση εκλεκτικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων τα οποία δεν σκοτώνουν τους ωφέλιμους οργανισμούς ούτε παρεμποδίζουν την ανάπτυξη ή τον πολλαπλασιασμό τους.
- Σωστός τρόπος εφαρμογής.

Υπάρχει περίπτωση να χρησιμοποιηθούν φυτοπροστατευτικά προϊόντα σχετικά επιζήμια για τους ωφέλιμους οργανισμούς αλλά να μειωθεί η επιζημιότητα τους με την αλλαγή χρήση μέσα στα πλαίσια της έγκρισής τους. Τέτοιες περιπτώσεις είναι:

I. Χρησιμοποίηση διασυστηματικών φυτοπροστατευτικών με ριζοπότισμα αντί για ψεκασμούς φυλλώματος.

II. Ψεκασμοί μέρους του φυτού π.χ. μόνο στις κορυφές

III. Τοπικοί ψεκασμοί. Επεμβαίνουμε μόνο στα φυτά που έχουν μεγάλη προσβολή.

Παρακολούθηση καλλιέργειας

Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχή εφαρμογή ενός προγράμματος ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας είναι η παρακολούθηση της καλλιέργειας η οποία κρίνεται αναγκαία λόγω της ταχείας ανάπτυξης των εχθρών και των ασθενειών. Αυτή μπορεί να γίνεται από τον επιβλέποντα γεωπόνο σε συνεργασία με τον παραγωγό.

Μια από τις πιο σημαντικές αρμοδιότητες του επιβλέποντος είναι ότι είναι υπεύθυνος για το σχέδιο διαχείρισης φυτοπροστασίας, αλλά και για την σωστή εφαρμογή του. Γι' αυτό θα πρέπει:

- Να παρακολουθεί την καλλιέργεια σε τακτά χρονικά διαστήματα
- Να ενεργεί βάσει παρατηρήσεων, που προϋποθέτουν καλή γνώση των εχθρών και των ασθενειών, των ωφελίμων και των λοιπών στοιχείων
- Να έχει πλήρη γνώση του βιολογικού κύκλου των εχθρών και των ασθενειών καθώς και των ωφελίμων
- Να έχει πλήρη γνώση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων
- Να γνωρίζει τη συνδυαστικότητα των χρησιμοποιούμενων φυτοπροστατευτικών προϊόντων
- Να γνωρίζει τις καλλιεργητικές πρακτικές που μπορούν να έχουν προληπτική εφαρμογή των εχθρών και των ασθενειών
- Να έχει τακτική επικοινωνία με ερευνητικούς σταθμούς και ινστιτούτα
- Να ενημερώνεται σχετικά με τα νέα δεδομένα και τη νομοθεσία στο πεδίο της φυτοπροστασίας

Συστάσεις για την ποσότητα, τύπο και χρόνο εφαρμογής του φυτοπροστατευτικού μέσου.

Οι παραγωγοί πρέπει να παίρνουν από τον επιβλέποντα συγκεκριμένες γραπτές οδηγίες φυτοπροστασίας για κάθε εφαρμογή σε κάθε αγροτεμάχιο. Πάνω στην οδηγία πρέπει να αναφέρεται το είδος του φυτοπροστατευτικού μέσου, ο χρόνος εφαρμογής, η δόση, η ποσότητα και η πυκνότητα του διαλύματος που θα χρησιμοποιηθεί. Επίσης θα πρέπει να δοθούν οδηγίες για τα μέσα ατομικής προστασίας, τον τρόπο ανάμιξης και εφαρμογής του φυτοπροστατευτικού μέσου.

Ο επιβλέπων συνιστάται να ενημερώνει τους παραγωγούς και τους χειριστές, μέσω καταρτίσεων για κάθε νέα χρήση ενός φυτοπροστατευτικού μέσου. Η κατάρτιση αυτή πρέπει να τεκμηριώνεται.

Καταγραφές εφαρμογών

Υποχρέωση του παραγωγού είναι η καταγραφή κάθε εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε κάθε αγροτεμάχιο χωριστά στο ένα ειδικό έντυπο που έχει παραλάβει ελεγχόμενα από τον επιβλέποντα, αφού προηγουμένως (μέσω καταρτίσεων) έχουν δοθεί η απαραίτητες οδηγίες για το πώς πρέπει να συμπληρώνεται το έντυπο. Στο έντυπο ο παραγωγός να καταγράφει:

- Το αγροτεμάχιο που έγινε η επέμβαση
- Την ημερομηνία και ώρα εφαρμογής
- Το στόχο
- Το είδος και τη συγκέντρωση του φυτοπροστατευτικού προϊόντος που χρησιμοποιήθηκε.
- Τον όγκο του διαλύματος που χρησιμοποιήθηκε
- Τον τρόπο εφαρμογής
- Και τον χρόνο αναμονής πριν τη συγκομιδή.

Μέσα ατομικής προστασίας

Οι χειριστές ψεκαστικών μηχανημάτων πρέπει να χρησιμοποιούν τα μέσα προσωπικής προστασίας (μάσκα, φόρμα, γάντια, μπότες) που προβλέπονται στις οδηγίες που δίνονται από τον επιβλέποντα. Κατά την ανάμειξη (διάλυση) των φυτοπροστατευτικών πρέπει να υπάρχουν τα απαραίτητα εργαλεία ώστε να ελαχιστοποιήσουμε τον κίνδυνο έκθεσης, αλλά και για να μπορούμε να παρασκευάσουμε το κατάλληλο ψεκαστικό υγρό. Τα μέσα προσωπικής προστασίας καθώς και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν πρέπει να πλένονται μενερό και σαπούνι ώστε να είναι πάντα καθαρά και η φύλαξη τους να γίνεται χωριστά από τα φυτοπροστατευτικά και τα λιπάσματα.

Χρόνος αναμονής πριν τη συγκομιδή

Οι παραγωγοί πρέπει να τηρούν τον προβλεπόμενο χρόνο αναμονής πριν τη συγκομιδή, ο οποίος αναγράφεται στην ετικέτα κάθε φυτοπροστατευτικού προϊόντος καθώς επίσης και στην οδηγία εφαρμογής φυτοπροστασίας που έχουν πάρει από τον επιβλέποντα πριν από κάθε

ενέργεια. Σε περίπτωση που έχουμε συνδυασμό φυτοφαρμάκων ο χρόνος αναμονής υπολογίζεται με βάση το σκεύασμα που απαιτεί τις περισσότερες μέρες.

Μέσα εφαρμογής των φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Η συντήρηση και η ρύθμιση των μέσων εφαρμογής των φυτοπροστατευτικών προϊόντων (ψεκαστικά μηχανήματα κ.λπ.) πρέπει να γίνεται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο από ειδικό συνεργείο. Τα ακροφύσια (μπεκ) και η πίεση ψεκασμού συνιστάται να επιλέγονται με βάση τις ανάγκες ομοιομορφίας κατανομής του ψεκαστικού υγρού κατόπιν ειδικής σύστασης του επιβλέποντα. Τα μπεκ πρέπει να ελέγχονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και σε περίπτωση που είναι βουλωμένα, αυτά πρέπει να αντικαθίστανται. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει η απόφραξη τους να γίνεται με φύσημα από το στόμα.

Η σειρά ανάμιξης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων καθώς και ο όγκος του ψεκαστικού υγρού πρέπει να γίνεται πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες της ετικέτας. Ο χώρος γεμίσματος του ψεκαστικού δοχείου πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ρύπανσης του περιβάλλοντος και των δικτύων άρδευσης και ύδρευσης.

Απόρριψη του πλεονάσματος του ψεκαστικού

Οι παραγωγοί πρέπει με την βοήθεια του επιβλέποντος να υπολογίζουν πάντα την ποσότητα του ψεκαστικού υγρού που χρειάζονται με ακρίβεια έτσι ώστε να μην περισσεύει. Σε περίπτωση όμως που είχε υπολογιστεί η δόση αλλά για κάποιο λόγο περίσσεψε ψεκαστικό υγρό τότε αυτό θα πρέπει να αραιώνεται τουλάχιστον 10 φορές και να ψεκάζεται στα γρήγορα ξανά όλο το αγροτεμάχιο. Ο τρόπος ξεπλύματος του ψεκαστικού δοχείου καθώς και ο χώρος απόρριψης των ξεπλυμάτων πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στο σχέδιο διαχείρισης φυτοπροστασίας όπως επίσης και ο χώρος γεμίσματος του ψεκαστικού δοχείου.

Αναλύσεις υπολειμμάτων των φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Οι αναλύσεις των υπολειμμάτων των φυτοπροστατευτικών προϊόντων πρέπει να γίνονται από διαπιστευμένα εργαστήρια και τα στοιχεία των μετρήσεων πρέπει να είναι διαθέσιμα για οποιονδήποτε έλεγχο. Η διαδικασία και η συχνότητα της δειγματοληψίας για έλεγχο υπολειμμάτων προσδιορίζεται από τον επιβλέποντα στο σχέδιο διαχείρισης της φυτοπροστασίας και καθορίζεται ανάλογα με την πιθανότητα να βρεθούν υπολείμματα σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από τα ανώτατα αποδεκτά όρια υπολειμμάτων (MRLs, maximum residue limits). Υπάρχουν περιπτώσεις που θα πρέπει μέσα στο σχέδιο διαχείρισης φυτοπροστασίας να γίνει

ανάλυση επικινδυνότητας για να προσδιοριστεί σαφώς το ποσοστό των αναλύσεων που θα πρέπει να διενεργηθούν ανά γεωργική εκμετάλλευση.

Φύλαξη των φυτοπροστατευτικών μέσων

Οι καλλιεργητές πρέπει να αποθηκεύουν τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα καθώς και τα βιολογικά σκευάσματα, σύμφωνα με τις υποδείξεις που αναγράφονται στην ετικέτα. Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα πρέπει να φυλάσσονται σε πυρασφαλή κατά δυνατόν χώρο, καλά αεριζόμενο, μακριά από τρόφιμα, σπόρους, λιπάσματα και ζωοτροφές. Η αποθήκη των φυτοπροστατευτικών προϊόντων συνιστάται να είναι έτσι κατασκευασμένη ώστε να συγκρατεί τα υγρά σε περίπτωση ατυχήματος με σκοπό την αποτροπή της ρύπανσης γειτονικών πηγών νερού κ.λπ.. γι' αυτό το λόγο συστήνεται στους παραγωγούς να τοποθετούν στο πάτωμα πριονίδι ή κάποιο άλλο υλικό το οποίο να συγκρατεί τα υγρά. Τα ράφια πρέπει να είναι κατασκευασμένα από μη απορροφητικά υλικά ώστε σε περίπτωση ατυχήματος να μην εμποτίζουν. Τα στερεάς μορφής σκευάσματα (σκόνες, βρέξιμοι κόκκοι) φυτοπροστατευτικών προϊόντων πρέπει να αποθηκεύονται πάνω από εκείνα που έχουν υγρή μορφή. Όλα τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα πρέπει να αποθηκεύονται στην αρχική τους συσκευασία.

Στην αποθήκη θα πρέπει να φυλάσσονται μόνο προϊόντα που είναι εγκεκριμένα για την καλλιέργεια της τομάτας. Τυχόν άλλα φυτοπροστατευτικά τα οποία έχει ο παραγωγός πρέπει να τοποθετούνται σε ένα κλειδωμένο ντουλάπι με ειδική σήμανση. Ακόμα ο παραγωγός πρέπει να κρατάει αρχείο της κίνησης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Μέσα στην αποθήκη και σε εμφανές σημείο πρέπει να υπάρχει ένας πίνακας με τα τηλέφωνα πρώτης ανάγκης (γιατρός, πυροσβεστική, κέντρο δηλητηριάσεων). Επίσης στο ίδιο σημείο πρέπει να υπάρχει ένας ευανάγνωστος πίνακας που να περιγράφει τις απαραίτητες πρώτες ενέργειες που πρέπει να γίνουν σε περίπτωση ατυχήματος, καθώς και ένα κουτί πρώτων βοηθειών.

Τέλος η είσοδος της αποθήκης πρέπει να έχει την κατάλληλη σήμανση που να προειδοποιεί ότι μέσα υπάρχουν επικίνδυνες χημικές ουσίες. Η πρόσβαση στην αποθήκη θα πρέπει να περιορίζεται μόνο στο προσωπικό που έχει εκπαιδευτεί στον χειρισμό τους.

Κενά συσκευασίας – ληγμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα

Η απόρριψη ή η καταστροφή των κενών συσκευασίας φυτοπροστατευτικών προϊόντων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο που να συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της έκθεσης των ανθρώπων σ' αυτά. Ο τρόπος απόρριψης ή καταστροφής των κενών συσκευασίας πρέπει να προβλέπεται στο σχέδιο διαχείρισης φυτοπροστασίας.

Η συσκευασία μετά το άδειασμα πρέπει να ξεπλένεται τουλάχιστον τρεις φορές και το ξέπλυμα να προστίθεται στο βαρέλι. Οι καλλιεργητές πρέπει να καταστρέφουν στη συνέχεια τα κενά συσκευασίας των φυτοπροστατευτικών προϊόντων σύμφωνα με την ετικέτα του σκευάσματος. Τα ληγμένα ή για οποιοδήποτε άλλο λόγο μη χρησιμοποιηθέντα φυτοπροστατευτικά προϊόντα πρέπει να καταστρέφονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τους ισχύοντες νόμους.

Συγκομιδή και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί

Χρόνος συγκομιδής

Ο τρόπος και ο χρόνος συγκομιδής πρέπει να εξασφαλίζουν την καλή ποιότητα του προϊόντος. Ελάχιστη προϋπόθεση είναι να τηρείται ο χρόνος αναμονής πριν τη συγκομιδή εφόσον έχει γίνει εφαρμογή με κάποιο φυτοπροστατευτικό προϊόν. Οι παραγωγοί της γεωργικής εκμετάλλευσης προχωράνε σε συγκομιδή μόνο μετά από γραπτή οδηγία του επιβλέποντα. Μετά από τη συγκομιδή και πριν γίνει η μεταφορά πρέπει να καταγράφεται η ποσότητα και το αγροτεμάχιο που έγινε η συγκομιδή, για τη διευκόλυνση της ιχνηλασιμότητας.

Υγιεινή των εργαζομένων

Πρέπει να εξασφαλίζεται η πρόσβαση των εργατών που βοηθούν τη συγκομιδή σε τουαλέτα ή σε κάποιο χώρο που μπορούν να πλυθούν. Όλοι οι εργάτες που ασχολούνται με τη συγκομιδή πρέπει να τους έχει γίνει βασική εκπαίδευση πάνω σε θέματα υγιεινής και να ενημερώνουν τον εργοδότη τους σε περίπτωση που είναι φορείς μεταδοτικών μολυσματικών ασθενειών.

Συσκευασία προϊόντων

Τα υλικά συσκευασίας πρέπει να πληρούν τη νομοθεσία περί ειδών συσκευασίας για τρόφιμα και να φυλάσσονται σε αποθήκες ώστε να μην μολύνονται από επιβλαβείς οργανισμούς. Σε περίπτωση που το υλικό συσκευασίας πρόκειται να ξαναχρησιμοποιηθεί συνιστάται να πλένεται ώστε να απομακρυνθούν οι τυχόν ξένες ύλες που μπορεί να έχουν δυσμενή επίδραση στο προϊόν ή ακόμα και στην υγεία των καταναλωτών και να μην παραμένουν εκτεθειμένα τη νύχτα.

Διαχείριση εξοπλισμού και ενέργειας

Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην προμήθεια του κατάλληλου εξοπλισμού (μηχανήματα, εργαλεία) και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η ορθή επιλογή του εξοπλισμού έχει σαν αποτέλεσμα να ελαχιστοποιεί την κατανάλωση πόρων. Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση μεγάλου μεγέθους μηχανημάτων που αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας και προκαλούν μεγαλύτερη συμπίεση στο έδαφος. Επίσης θα πρέπει οι παραγωγοί να συμβάλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, με τη σωστή συντήρηση των μηχανημάτων τους.

Η εξοικονόμηση ενέργειας λαμβάνεται υπόψη ως κριτήριο για την αγορά, μετατροπή, συντήρηση (έλεγχος φθορών) και χρήση (π.χ. πίεση των ψεκαστικών) του εξοπλισμού.

Διαχείριση ρύπων και ανακύκλωση.

Πρέπει να αποφεύγεται η κάθε μορφής ρύπανσης στην εκμετάλλευση (χαρτόνια, πλαστικά, κ.λπ.). Σε κάθε αγροτεμάχιο θα πρέπει να υπάρχουν κάδοι απορριμμάτων ώστε να συγκεντρώνονται εκεί τα σκουπίδια (εκτός από τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα). Τα φύλλα κάλυψης των θερμοκηπίων συλλέγονται και δίνονται για ανακύκλωση στον κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο.

Περιβάλλον – βιοποικιλότητα

Επιδράσεις της γεωργικής δραστηριότητας στο περιβάλλον.

Ο επιβλέπων σε συνεργασία με τον επικεφαλής συντάσσει το σχέδιο διαχείρισης του περιβάλλοντος στο οποίο περιλαμβάνεται ο τρόπος για την εκτίμηση ή τη μέτρηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τις δραστηριότητες της γεωργικής εκμετάλλευσης. Επίσης στο σχέδιο διαχείρισης περιβάλλοντος περιλαμβάνονται και τα προβλεπόμενα μέτρα για την πρόληψη και αντιμετώπιση των πιο σημαντικών επιπτώσεων.

Διατήρηση της άγριας ζωής και βιοποικιλότητα

Ο επιβλέπων σε συνεργασία με τους καλλιεργητές και τον επικεφαλής συνιστάται να συμπεριλάβει στο σχέδιο διαχείρισης του περιβάλλοντος την πολιτική της εκμετάλλευσης για τη διαχείριση και τη συντήρηση της άγριας ζωής. Στο σχέδιο διαχείρισης της βιοποικιλότητας συμπεριλαμβάνονται μέτρα για την διατήρηση της μετά από:

- Αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης και εντοπισμός καίριων σημείων
- Ενέργειες για την αποφυγή της καταστροφής της άγριας πανίδας
- Σχεδιασμό μέτρων για την αύξηση της βιοποικιλότητας.

Υγεία, ασφάλεια & κατάρτιση των εργαζομένων

Κανόνες υγιεινής

Για την αποφυγή ανάπτυξης επιβλαβών οργανισμών πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα σε κάθε περίπτωση μέτρα. Σε όλους τους χώρους στους οποίους γίνεται η συσκευασία ή η αποθήκευση των προϊόντων και άλλων διαφόρων υλικών, πρέπει να αποφεύγεται ο πολλαπλασιασμός ανεπιθύμητων οργανισμών. Ακόμα στα συσκευαστήρια πρέπει να υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από κάδους απορριμμάτων ώστε οι χώροι να διατηρούνται καθαροί.

Κατάρτιση

Κάθε εργαζόμενος της γεωργικής εκμετάλλευσης που χρησιμοποιεί φυτοπροστατευτικά προϊόντα και μηχανήματα θα πρέπει να έχει καταρτιστεί για τον ασφαλή χειρισμό τους. Η κατάρτιση των παραγωγών και των απασχολούμενων γίνεται από τον επιβλέποντα ή από άλλους αρμόδιους επιστήμονες σε συνεργασία με τον επιβλέποντα. Η κατάρτιση καταγράφεται και τηρείται αρχείο εκπαίδευσης. Για την αποφυγή ατυχημάτων οι παραγωγοί πρέπει να εφαρμόζουν το σχέδιο πρόληψης και αντιμετώπισης ατυχημάτων, το οποίο περιλαμβάνει οδηγίες για το ποιες ενέργειες απαιτούνται να γίνουν σε περίπτωση ατυχήματος.

Χειρισμός φυτοπροστατευτικών προϊόντων – εξοπλισμός και σήμανση χώρων.

Η υγεία των χειριστών των φυτοφαρμάκων πρέπει να παρακολουθείται σε μόνιμη βάση, βάσει σχεδίου διαχείρισης που συντάσσει ο επιβλέπων σε συνεργασία με τις τοπικές υγειονομικές αρχές (νοσοκομείο, αγροτικό ιατρείο).

Επίσης στα επικίνδυνα σημεία της γεωργικής εκμετάλλευσης (αποθήκες, γεωτρήσεις) συνιστάται να υπάρχουν προειδοποιητικές πινακίδες. Ακόμα πρέπει να υπάρχουν σε εμφανή και γνωστά σημεία της γεωργικής εκμετάλλευσης κουτιά πρώτων βοηθειών.

2.3 Η καλλιέργεια των κηπευτικών

Τα κηπευτικά είναι μια αρκετά μεγάλη κατηγορία ποωδών φυτών, κατά το πλείστον μονοετών αλλά και πολυετών.

Η καλλιέργεια των κηπευτικών πρέπει να αναζητηθεί σε βάθος χρόνου, τότε που ο άνθρωπος άρχισε να καλλιεργεί τη γη γύρω από τον τόπο διαμονής του, για να ικανοποιήσει μέρος των αναγκών του σε τροφή. Με τη βελτίωση των συνθηκών ζωής του, βελτιώθηκαν και οι μέθοδοι καλλιέργειας των λαχανικών. Ανασκαφές έφεραν στο φως υπολείμματα φυτών,

σπόρων, καθώς και παραστάσεις με κηπευτικά. Οι αρχαίοι συγγραφείς δίνουν λεπτομερείς περιγραφές, όχι μόνο των φυτών και ποικιλιών αλλά και των απαιτήσεων τους σε κλίμα και έδαφος, τη χρησιμότητα τους σαν είδη διατροφής καθώς επίσης και των φαρμακευτικών ιδιοτήτων τους. Από τέτοιες μαρτυρίες γνωρίζουμε ότι τα λαχανικά καλλιεργούνταν στην Ελλάδα από αρχαιοτάτων χρόνων.

Αρχικά, ο αριθμός των λαχανικών που καλλιεργούνταν ήταν περιορισμένος. Τα τελευταία 60 χρόνια τόσο η παραγωγή όσο και οι αποδόσεις των καλλιεργειών αυξήθηκαν σημαντικά. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στα βελτιωμένα μέσα παραγωγής (γεωργικά μηχανήματα, λιπάσματα κλπ.), διατήρησης και διακίνησης (μεταφοράς) καθώς επίσης και της γενετικής βελτίωσης των λαχανικών. Στα παραπάνω συνέβαλε ουσιαστικά η εκπαίδευση επιστημόνων γεωπόνων με τον καθοδηγητικό τους ρόλο καθώς επίσης και η ενημέρωση του πληθυσμού ως προς την σημασία των λαχανικών στη διαίτα του.

Η αύξηση των ειδών, του αριθμού των ποικιλιών που καλλιεργούνται αλλά και η παραγωγή των πιο βασικών κηπευτικών, καθ. όλη τη διάρκεια του έτους, με την παροχή προστασίας την περίοδο των δυσμενών καιρικών συνθηκών, οφείλεται κατά κόρον στην αυξημένη ζήτηση τους (ΥΠΑΑΤ, 2007).

2.3.1 Καλλιέργεια & χρηστικότητα προϊόντων κηπευτικών

Τα κηπευτικά κατέχουν εξέχουσα θέση αφενός γιατί διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην αγροτική οικονομία κι αφετέρου γιατί αποτελούν βασικό είδος στη διατροφή του ανθρώπου.

2.3.2 Καλλιέργεια - παραγωγή κηπευτικών

Τα κηπευτικά καλλιεργούνται είτε υπαίθρια (π.χ. σπαράγγι, παντζάρια κλπ), είτε σε θερμοκήπια (π.χ. κολοκυθάκια, τομάτες, αγγούρια κλπ.) είτε υπό χαμηλή κάλυψη (π.χ. μελιτζάνες, πιπεριές, μαρούλια, πεπόνια κλπ.). Η παγκόσμια παραγωγή οπωροκηπευτικών ανέρχεται, κατά μέσο όρο σε 1,1 δισεκατομμύρια τόνους. Τα φρούτα αντιπροσωπεύουν 530 και τα λαχανικά 470 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα. Η Ασία κατέχει την πρώτη θέση με παραγωγή που πλησιάζει το 56%, ακολουθούμενη από τη Λατινική Αμερική και την Καραϊβική με 12%, την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε) και την Ινδία με 10%, την Αφρική με 9% και τη Βόρεια Αμερική με 7%. Η Κίνα αποτελεί τη μεγαλύτερη παραγωγική χώρα σε παγκόσμιο επίπεδο (29%). Η συνολική παραγωγή οπωροκηπευτικών αντιπροσωπεύει το 3,1% του γεωργικού προϋπολογισμού της Ε.Ε και το 17% της συνολικής γεωργικής παραγωγής της, ενώ καταλαμβάνει το 3% των καλλιεργούμενων εκτάσεων της. Η Ε.Ε συγκαταλέγεται μεταξύ των

μεγαλύτερων παραγωγών οπωροκηπευτικών στον κόσμο, με μέση παραγωγή 108,6 εκατομμύρια τόνους, κατά την περίοδο 2003-2005, η οποία αντιστοιχεί στο 8,3% της παγκόσμιας παραγωγής². Στη χώρα μας παράγεται περίπου το 31% της συνολικής παραγωγής οπωροκηπευτικών (μέσος όρος 2003-2005) της Ε.Ε. Στην παραγωγή λαχανικών καταλαμβάνει την 5η θέση με παραγωγή (μέσος όρος 2003-2005) 4.000 εκατομμύρια τόνους, εκ των οποίων 0,9 εκατομμύρια τόνους τομάτας.

Στη χώρα μας, η συνολικά καλλιεργούμενη έκταση, με κηπευτικά, ανέρχεται περίπου σε 1.820.000 στρέμματα που αντιπροσωπεύουν το 5,2% του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Από αυτά τα 60.000 στρέμματα περίπου καλλιεργούνται στα θερμοκήπια (υπολογίζεται ότι το 50% των θερμοκηπίων βρίσκονται στην Κρήτη) ως πρώτη και δεύτερη καλλιέργεια και τα 70.000 στρέμματα περίπου σαν χαμηλή κάλυψη.

Η καλλιέργεια των κηπευτικών είναι κατανομημένη σε όλη την επικράτεια. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι τα αγγούρια καλλιεργούνται κυρίως στην Κρήτη και Πελοπόννησο, τα καρπούζια στην Πελοπόννησο και Θεσσαλία και τα σπαράγγια στην Κεντρική και Ανατολική Μακεδονία, την Αιτωλοακαρνανία και την Ήπειρο. Από το σύνολο των κηπευτικών που καλλιεργούνται υπαίθρια, τις μεγαλύτερες εκτάσεις στον ελλαδικό χώρο τις καταλαμβάνουν οι πατάτες με 379.470 στρέμματα, οι τομάτες με 315.570 στρέμματα, το λάχανο με 76.760 στρέμματα και τέλος τα καρπούζια με 70.890 στρέμματα. Στον πίνακα 2 φαίνονται οι κυριότερες υπαίθριες καλλιέργειες των κηπευτικών.

Αξίζει να επισημανθεί ότι επειδή η πατάτα καλλιεργείται σε 3 περιόδους, συναντάται σε όλα τα γεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας (ιδιαίτερα στους νομούς, Βοιωτίας, Εύβοιας, Αχαΐας, Ηλείας, Μεσσηνίας, Ηρακλείου, Λασιθίου, Έβρου, Δράμας, Αρκαδίας) κι επομένως προϊόν υπάρχει καθ. όλη τη διάρκεια του χρόνου, με μέση ετήσια παραγωγή που ξεπερνά τους 900.000 τόνους.

Δεύτερη καλλιέργεια κατά σειρά σπουδαιότητας είναι αυτή της τομάτας. Από το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων με τομάτα το 40% περίπου προορίζεται για νωπή κατανάλωση και καλλιεργείται το 16% υπό κάλυψη και το 25% υπαίθρια.

Παρόλα αυτά το σημαντικότερο είναι ότι η πλειονότητα του παραγόμενου προϊόντος οδηγείται στον τομέα της μεταποίησης (60%). Το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπιακών καλλιεργειών με τομάτα βρίσκονται στην Κρήτη, στην Πελοπόννησο, στη Δυτική Στερεά Ελλάδα και ακολουθούν η Δυτική και Κεντρική Μακεδονία (ΥΠΑΑΤ, 2007).

2.3.3 Κατανάλωση και σπουδαιότητα προϊόντων κηπευτικών

Τα κηπευτικά αποτελούν ένα από τα σπουδαιότερα και σημαντικότερα καλλιεργούμενα φυτά, αφού αποτελούν βασικό είδος συντήρησης του ανθρώπου και δευτερευόντως των ζώων. Χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό, μικρή περιεκτικότητα σε λίπος, σχετικά μικρή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες και σημαντική περιεκτικότητα σε άλατα και βιταμίνες. Η ανάγκη εξασφάλισης σχεδόν όλων των ειδών των νωπών κηπευτικών όλες τις εποχές του χρόνου (κηπευτικά εκτός εποχής), οφείλεται κατά κύριο λόγο στην βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου και στην αλλαγή των διατροφικών συνηθειών του πληθυσμού.

2.4 Η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο

Τα θερμοκήπια είναι πολύπλοκες κατασκευές που στοχεύουν να παρέχουν προστασία των καλλιεργειών έναντι δυσμενών καιρικών συνθηκών και ικανοποιητικές συνθήκες για την ανάπτυξη και παραγωγή προϊόντων σε όλη την διάρκεια του χρόνου. Οι παράγοντες ανάπτυξης των φυτών φως, θερμοκρασία, υγρασία και CO₂, δύναται να παρέχονται εντός του θερμοκηπίου και να διατηρούνται σε βέλτιστα επίπεδα. Ένα σωστά σχεδιασμένο θερμοκήπιο πρέπει να εξασφαλίζει και να διατηρεί τους σημαντικούς κλιματολογικούς παράγοντες, όσο γίνεται κοντά στις προκαθορισμένες βέλτιστες. Συνεπώς απαιτείται να επιτρέπουν υψηλό ποσοστό διερχόμενης ακτινοβολίας, χαμηλή κατανάλωση θερμότητας, ικανοποιητική αποδοτικότητα αερισμού, επαρκής κατασκευαστική αντοχή και καλή μηχανική συμπεριφορά, χαμηλό κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος (Von Elsner et al, 2000a, 2000b).

Οι πιο σπουδαίοι κλιματικοί παράγοντες που έχουν επίδραση στην κατασκευαστική δομή και στην διαμόρφωση του εσωτερικού μικροκλίματος είναι η θερμοκρασία, η συνολική ηλιακή ακτινοβολία, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνήσματα και η ένταση του ανέμου. Κατόπιν τούτου οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες έχουν ισχυρή επίδραση στην κατασκευή και στο μικροκλίμα του θερμοκηπίου γιατί ο σχεδιασμός του πρέπει να ακολουθεί κανόνες σύμφωνα με το τοπικό κλίμα. Καθώς η χρήση των θερμοκηπίων σχεδόν εκτείνεται σε ολόκληρη την Ευρώπη, ο σχεδιασμός, τα υλικά κάλυψης και ο εξοπλισμός πρέπει να ακολουθούν τις προϋποθέσεις που τίθενται από τις επιμέρους κλιματολογικές συνθήκες (Trigui et al, 2001). Καθένας σε από τους κλιματολογικούς παράγοντες παράγει έναν συνδυασμό επιδράσεων ο οποίος έχει είτε ευνοϊκή είτε δυσμενή επίδραση στην λειτουργικότητα και του θερμοκηπίου εξαρτώμενες από τις ιδιαίτερες τοπικές περιστάσεις.

Με αναφορά το κλίμα, η Ευρώπη μπορεί να χωριστεί σε δυο ζώνες. Στην βόρεια και κεντρική Ευρώπη το κλίμα χαρακτηρίζεται από ψυχρούς χειμώνες και ήπια καλοκαιρία (εύκρατο κλίμα). Στην νοτιότερη Ευρώπη οι χειμώνες είναι ήπιου και τα καλοκαίρια θερμά

(Μεσογειακό κλίμα). Η ηλιακή ακτινοβολία στις Μεσογειακές χώρες έχει δυο έως τρεις φορές μεγαλύτερη ένταση σε σχέση με τις βορειότερες περιοχές. Για αυτόν τον λόγο τα θερμοκήπια στην Ευρώπη διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: θερμοκήπια που είναι σχεδιασμένα για εύκρατο κλίμα και θερμοκήπια που είναι σχεδιασμένα για Μεσογειακό κλίμα. Δεδομένου ότι η Ελλάδα βρίσκεται στην περιοχή της Μεσογείου το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στα δεύτερα, με τα κύρια προβλήματα των θερμοκηπίων της Μεσογειακής λεκάνης (Von Elsner et al, 2000a) να είναι:

- θερμοκρασίες κάτω από το βιολογικό βέλτιστο τις χειμωνιάτικες νύχτες που καθιστούν την θέρμανση απαραίτητη από 3 έως 6 μήνες και υψηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια της ημέρας
- υψηλή σχετική υγρασία τη νύκτα
- χαμηλή ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, σημαντικά φορτία ανέμου και μερικές φορές φορτία χιονιού και χαλάζι.

Επομένως τα θερμοκήπια στη Μεσογειακή λεκάνη πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Υψηλή διαπερατότητα ακτινοβολίας
- Καλή θερμική μόνωση και σύστημα θέρμανσης για αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της νύκτας (κατά τη χειμωνιάτικη περίοδο)
- Αποτελεσματικός εξαερισμός από ρυθμισμένους ανεμιστήρες
- Υψηλή σταθερότητα σε σχέση με τον άνεμο και με τα φορτία χιονιού σε κάποιες περιοχές

2.4.1 Ιστορική αναδρομή για τα θερμοκήπια

Προσπάθειες να προσαρμοστεί το περιβάλλον στις ανάγκες της φυτικής παραγωγής μέσω προστατευτικών κατασκευών, παρατηρήθηκαν στην αρχαιότητα στην Κίνα, στην Αίγυπτο καθώς και μεταγενέστερα στην Ελλάδα και στη Ρώμη. Με το τέλος της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας οποιαδήποτε τεχνική για προστατευόμενη παραγωγή εξαφανίστηκε. Κατά το μεσαίωνα παρατηρούνται ελάχιστες εξελίξεις στην προστασία των φυτών. Τα θερμοκήπια εμφανίστηκαν ξανά στο τέλος του 15ου έως και τον 18ο αιώνα στην Αγγλία, Γαλλία και Κάτω χώρες. Την περίοδο αυτή χρησιμοποιούνταν σχεδόν τελείως κλειστά δωμάτια για την προστασία των φυτών καθώς και υπόστεγα που είχαν κτιστό τοίχο προς βορρά, ενώ προς το νότο υπήρχαν ανοίγματα για αερισμό που έκλειναν με ξύλινα παραπετάσματα. Αργότερα τα ανοίγματα αντικαταστάθηκαν από τοίχους με γυάλινα παράθυρα.

Τον 18ο αιώνα εμφανίστηκε η καινοτομία της διάφανης αμφικλινούς στέγης, με τον βόρειο τοίχο να παραμένει κτιστός. Αυτές οι κατασκευές συνέχισαν να βελτιώνονται με την

αύξηση των συνεχόμενων επιφανειών γυαλιού, με την χρήση νέων υλικών σκελετού όπως ο σίδηρος, την προσθήκη διαφόρων μηχανισμών όπως αυτών για το άνοιγμα των παραθύρων καθώς και διαφόρων εξελιγμένων συστημάτων θέρμανσης.

Τον 19ο αιώνα συστηματοποιήθηκε η χρήση θερμοκηπίου για εμπορική παραγωγή και ο ενδιαφέρων νεωτερισμός κατασκευής πολλαπλών θερμοκηπίων. Στην προσπάθεια για περισσότερο φως αντικαταστάθηκε και ο βόρειος τοίχος από γυαλί. Ο εξαερισμός εκτός από τα παράθυρα γίνεται και με μηχανικούς εξαεριστές.

Το 1816 χρησιμοποιήθηκε ο πρώτος αυτόματος μηχανικός θερμοστάτης για τον εξαερισμό θερμοκηπίου.

Τον 20ο αιώνα η καλλιέργεια σε θερμοκήπια γίνεται σχεδόν επαγγελματική υπόθεση με ραγδαία αύξηση μετά το 1945. Το γεγονός αυτό αύξησε την απαίτηση για μεγαλύτερο έλεγχο του περιβάλλοντος και καλύτερες κατασκευές με σκοπό την αύξηση της παραγωγής και τη μείωση του κόστους. Τα θερμοκήπια έγιναν ακόμα πιο φωτεινά με τη χρήση μεγαλύτερων κομματιών γυαλιού αλλά και λεπτότερων στοιχείων του σκελετού. Από τη δεκαετία του '50 και μετά η ευρεία χρήση του πλαστικού έκανε τα θερμοκήπια σημαντικά φτηνότερα φέρνοντας επανάσταση στην εξάπλωση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Τα υλικά κατασκευής του σκελετού είναι πλέον το ξύλο, ο γαλβανισμένος σίδηρος, το αλουμίνιο αλλά και το πλαστικό.

Τα αμφικλινή πολλαπλά θερμοκήπια ήταν τα πιο διαδεδομένα στην αρχή του αιώνα όμως με την εξέλιξη της τεχνολογίας νέοι τύποι άρχισαν να εμφανίζονται έτσι που στην εποχή μας ο αριθμός τους να είναι πολύ μεγάλος.

Από τη δεκαετία του 70 άρχισε να εφαρμόζεται ευρεία ρύθμιση του περιβάλλοντος. Το 1977 μπορούσαν ήδη να ελεγχθούν και να ρυθμιστούν αυτόματα η υγρασία του αέρα, η διαχείριση του νερού, η τεχνητή νέφωση, η θερμοκρασία, ο έλεγχος ηλιακής ακτινοβολίας, ο φωτισμός, το επίπεδο του CO₂ και πολλοί άλλοι παράγοντες. Η χώρα με τη μεγαλύτερη έκταση θερμοκηπίων στον κόσμο είναι η Ιαπωνία ακολουθούν η Ιταλία, η Ισπανία και η Ολλανδία. Υψηλές συγκεντρώσεις θερμοκηπίων παρατηρούνται σε ειδικές περιοχές με ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες. Για παράδειγμα τα περισσότερα από τα θερμοκήπια στην Γαλλία βρίσκονται κατά μήκος της Μεσογειακής ζώνης ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων της Ισπανίας βρίσκονται στην περιοχή της Αλμερίας (Briassoulis et al, 1997).

Η Ελλάδα κατέχει την έβδομη θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση σε θερμοκηπιακή εδαφική κάλυψη με το 45% να βρίσκεται στην Κρήτη και έχει πολλά περιθώρια για επιπλέον στρεμματική ανάπτυξη αν θεωρήσουμε ότι η Ισπανία έχει επτά φορές μεγαλύτερη στρεμματική κάλυψη και η Ιταλία πέντε. Τα θερμοκήπια στην Ελλάδα είναι σε μεγάλο ποσοστό με πλαστικό κάλυμμα και αυτό έχει σαν συνέπεια μια υστέρηση στην διαμόρφωση των ελεγχόμενων

συνθηκών για ποιοτική και ποσοτική παραγωγή σε σχέση με τις ανταγωνίστριες χώρες (Μαυρογιαννόπουλος, 2001). Έτσι παρά τις γενικά ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας μια σειρά από αιτίες δεν έχουν επιτρέψει να πρωταγωνιστήσει η χώρα μας στην παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων θερμοκηπιακών προϊόντων.

Σήμερα η έρευνα γύρω από τα θερμοκήπια συνεχίζεται επιδιώκοντας τη λύση προβλημάτων που αφορούν την κατασκευή και τον εξοπλισμό, την αύξηση της ποσότητας και της ποιότητας της παραγωγής, τη μικρότερη επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος και την προστασία της ανθρώπινης υγείας από την παραγωγική διαδικασία στο θερμοκήπιο.

Όσον αφορά την χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στα θερμοκήπια ως εναλλακτικοί τρόποι για την εξοικονόμηση συμβατικών ενεργειακών πηγών, έχουν χρησιμοποιηθεί με καλά αποτελέσματα η ηλιακή ενέργεια, η γεωθερμία και η βιομάζα. Η αιολική ενέργεια λόγω υψηλού κόστους εγκατάστασης και συντήρησης των μεγάλης ισχύος συστημάτων έχει χρησιμοποιηθεί λιγότερο για κάλυψη ενεργειακών αναγκών, ή έχει χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά σε συνδυασμό με κάποια από τις παραπάνω πηγές.

Η καύση βιομάζας, η χρήση διαφόρων τεχνικών συλλογής και αποθήκευσης θερμότητας την ημέρα για υποβοήθηση των θερμικών αναγκών την νύχτα, οι θερμοκουρτίνες οροφής και η γεωθερμία – όπου αυτή είναι διαθέσιμη – είναι ορισμένοι εναλλακτικοί τρόποι για την εξοικονόμηση συμβατικών ενεργειακών πηγών την περίοδο του χειμώνα. Για την θερινή περίοδο, οι υψηλές τιμές της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και οι αυξημένες θερμοκρασίες αέρα αντιμετωπίζονται συνήθως με τεχνητή αποφυγή περίσσειας φωτισμού, περιορίζοντας την διαπερατότητα του διαφανούς καλύμματος, με πλήρη αερισμό του θερμοκηπίου και με διάφορους τρόπους δροσισμού. Κυρίως όμως η κατάλληλη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την αποδοτική ανάπτυξη των καλλιεργειών σε ελεγχόμενες συνθήκες εντάσσεται στην κατεύθυνση της χρήσης εναλλακτικών ενεργειακών πηγών σε υποκατάσταση των συμβατικών πηγών για εξοικονόμηση ενέργειας και προστασία του περιβάλλοντος (Bakker et al, 1995).



Σχήμα 2.2: Καλλιέργεια πιπεριάς σε θερμοκήπιο

2.5 Η παραγωγή αγροτικών προϊόντων στο νομό Ηρακλείου

Οι πιο διαδεδομένες καλλιέργειες στο νομό Ηρακλείου είναι της ελιάς, των κηπευτικών και του αμπελιού, ενώ τα συστήματα καλλιέργειας που εφαρμόζονται είναι οι συμβατικές καλλιέργειες, οι βιολογικές καλλιέργειες και η ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής.

Πίνακας 2.1: Η αναλογία (%) του πληθυσμού του νομού Ηρακλείου με κύρια απασχόληση στον πρωτογενή τομέα ανά Δήμο (ΥΠΑΑΤ, 2006α)

ΔΗΜΟΣ	Αναλογία του πληθυσμού του πρωτογενή τομέα επί του συνόλου (%)
ΚΟΦΙΝΑ	66,31
ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ	66,25
ΤΕΜΕΝΟΥΣ	64,23
ΒΙΑΝΝΟΥ	62,19
ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	56,93
ΓΟΡΤΥΝΑΣ	56,07
ΓΟΡΓΟΛΑΪΝΗ	55,95
ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙΟΥ	55,68
ΚΡΟΥΣΩΝΑ	55,05
ΖΑΡΟΥ	53,68
ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	53,03
ΤΕΤΡΑΧΩΡΙΟΥ	52,1
ΡΟΥΒΑ	49,28
Ν. ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	45,57
ΤΥΛΙΣΟΥ	42,54
ΘΡΑΨΑΝΟΥ	41,42
ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ	40,19
ΑΡΧΑΝΩΝ	38,17
ΜΟΙΡΩΝ	37,49
ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ	32,29
ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	14,07
ΜΑΛΙΩΝ	13,85
ΓΟΥΒΩΝ	10,77
ΓΑΖΙΟΥ	10,4
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	43,5
ΝΕΑΣ ΑΔΙΚΑΡΝΑΣΣΟΥ	25,1

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του 2001 σε όλους τους δήμους του νομού υπάρχει ένα ποσοστό ενεργού οικονομικά πληθυσμού που ασχολείται με την γεωργία όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 2.1.

Ο νομός παρουσιάζει έντονη εξάρτηση της τοπικής οικονομίας από τη γεωργία καθώς όπως παρατηρείται οι είκοσι από τους είκοσι έξι δήμους του Ηρακλείου κατέχουν ποσοστό απασχόλησης στον τομέα της γεωργίας πάνω από 30%.

Συνολικά στην Κρήτη καλλιεργούνται 4.556 στρέμματα αγροτικής γης κι από αυτά στο Ν. Ηρακλείου καλλιεργούνται 1595 στρέμματα σύμφωνα με στοιχεία της εθνικής στατιστικής υπηρεσίας.

Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα στρέμματα και ο αριθμός εκμεταλλεύσεων ανά καλλιέργεια συνολικά για την Κρήτη και για τους νομούς της χωριστά.

Πίνακας 2.2: Κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων κατά βασικής κατηγορίας χρήσης (ΕΣΥΕ, 2008)

	ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ		ΑΜΠΕΛΙΑ		ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ		ΛΟΙΠΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	
	ΕΚΜ	ΕΚΤ	ΕΚΜ	ΕΚΤ.	ΕΚΜ	ΕΚΤ.	ΕΚΜ	ΕΚΤ.
ΚΡΗΤΗ	18.982	192	39.947	204	96.022	1.788	41.843	2.372
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	6.547	71	19.665	153	43.771	767	13.620	604
ΛΑΣΙΘΙ	4.104	30	6.180	14	14.849	231	7.787	216
ΧΑΝΙΑ	4.586	26	6.752	15	22.429	425	10.872	702
ΡΕΘΥΜΝΟ	3.746	64	7.349	21	14.973	335	9.564	850

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία στο νομό Ηρακλείου υφίστανται γεωργικές εκμεταλλεύσεις διαφόρων ειδών ενώ οι καλλιέργειες που συναντώνται σε μεγαλύτερο βαθμό στο νομό είναι οι δενδρώδεις, τα αμπέλια, και ακολουθούν οι λοιπές καλλιέργειες και σε μικρότερο ποσοστό οι ετήσιες καλλιέργειες.

Στις λοιπές καλλιέργειες περιλαμβάνονται οι οικογενειακοί λαχανόκηποι τα λιβάδια οι βοσκότοποι τα φυτώρια οι άλλες πολυετείς φυτείες και οι αγραναπαύσεις.

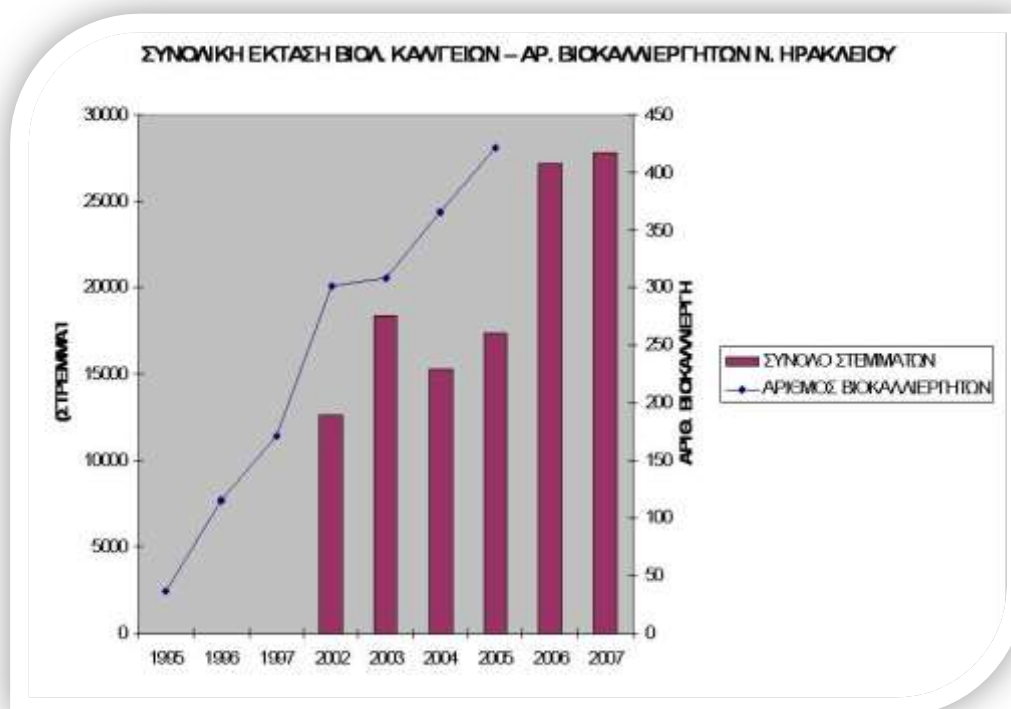
Συνολικά οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες της Κρήτης είναι 3705 ενώ στον νομό Ηρακλείου ανήκουν 1694 σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ.

Οι περιοχές που έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπιακών καλλιεργειών είναι οι Δήμοι Τυμπακίου, Μοιρών, Γόρτυνας στην περιοχή Μεσσαράς και Βιάννου, Αρκαλοχωρίου, Αστερουσίων και Γαζίου.

Όπως αναφέρθηκε τα συστήματα καλλιεργειών που εφαρμόζονται είναι οι συμβατικές καλλιέργειες, οι βιολογικές και η ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής.

Στο μεγαλύτερο ποσοστό των καλλιεργειών εφαρμόζεται η συμβατική γεωργία. Τα τελευταία δέκα χρόνια όμως παρατηρείται ανάπτυξη και στα άλλα δύο συστήματα γεωργίας.

Συγκεκριμένα οι βιολογικές καλλιέργειες στο Ν. Ηρακλείου παρουσιάζουν σαφώς μια ισχυρή αυξητική τάση από το 1994 όταν πρωτοεμφανίστηκαν στην περιοχή και αφορούσαν στο χώρο της ελαιοκαλλιέργειας.



Σχήμα 2.3: Η τάση αύξησης των βιοκαλλιεργούμενων εκτάσεων στο νομό Ηρακλείου κατά τα έτη 2002 ως και το 2007 με παράλληλη ένδειξη της αύξησης του αριθμού των δηλωμένων βιοκαλλιεργητών απο το έτος 1995 (ΥΠΑΑΤ, 2008)

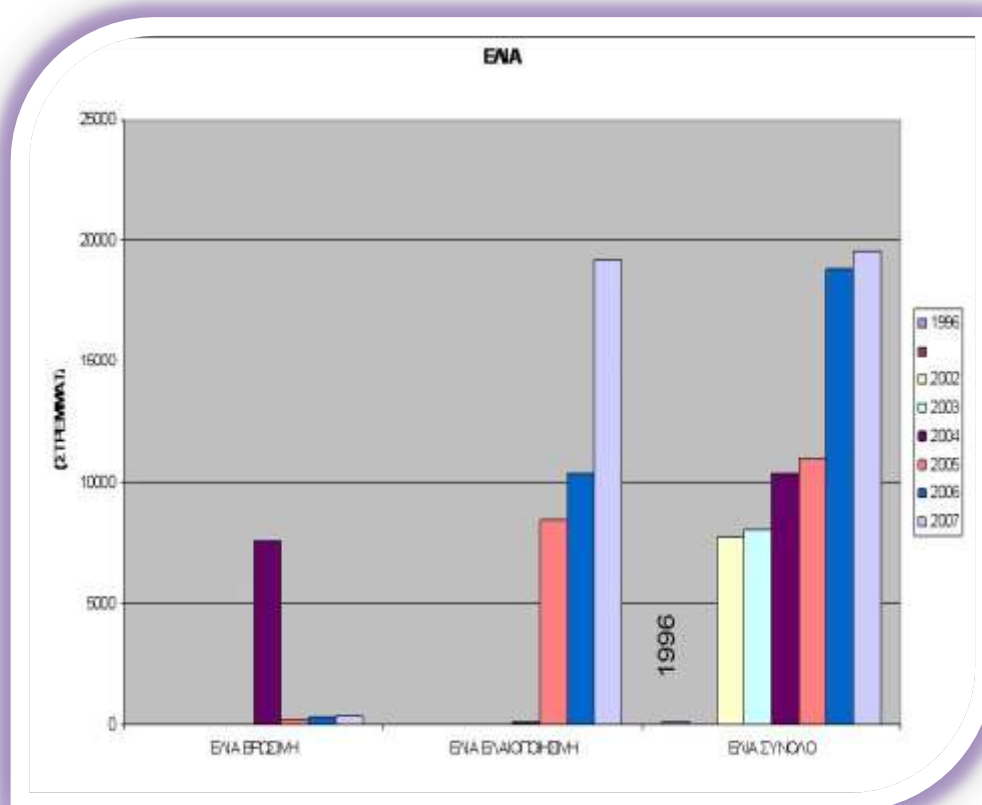
Στο Σχήμα 2.3 εμφανίζεται μια μεγάλη αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων βιοκαλλιέργειας μέχρι και το 2002. Κατόπιν εμφανίζεται μια σχετική ελάττωση του ρυθμού

αύξησης και από το 2003 μια σχετική στασιμότητα επέκτασης των βιοκαλλιεργειών έως και το 2005 (η εξέλιξη αυτή στο Ν. Ηρακλείου είναι παρόμοια με αυτή που εμφανίζεται πανελλήνια, πλην του έτους 2005, Σχήμα 9.3), οπότε και επανεμφανίζεται μια σημαντική αύξηση κατά περίπου 30% το έτος 2006, όπου και παραμένει σταθερή κατά το έτος 2007 σύμφωνα με επίσημες καταγραφές του ΥΠΑΑΤ και του ΟΠΕΓΕΠ.

Η ελιά αποτελεί την πλέον διαδεδομένη βιολογική καλλιέργεια του Νομού με την πρώτη της επίσημη καταγραφή να υπάρχει από το 1996 106 στρέμματα, (Σχήμα 2001).

Από το 1996 έως το 2002 υπάρχει μια πολύ μεγάλη αύξηση που φτάνει περίπου τα 7800 στρέμματα. Από το 2002 μέχρι και το 2005 υπάρχει μια μικρή αύξηση που έτεινε να μηδενισθεί κατά τα έτη 2004 και 2005 (Σχήμα 2.4).

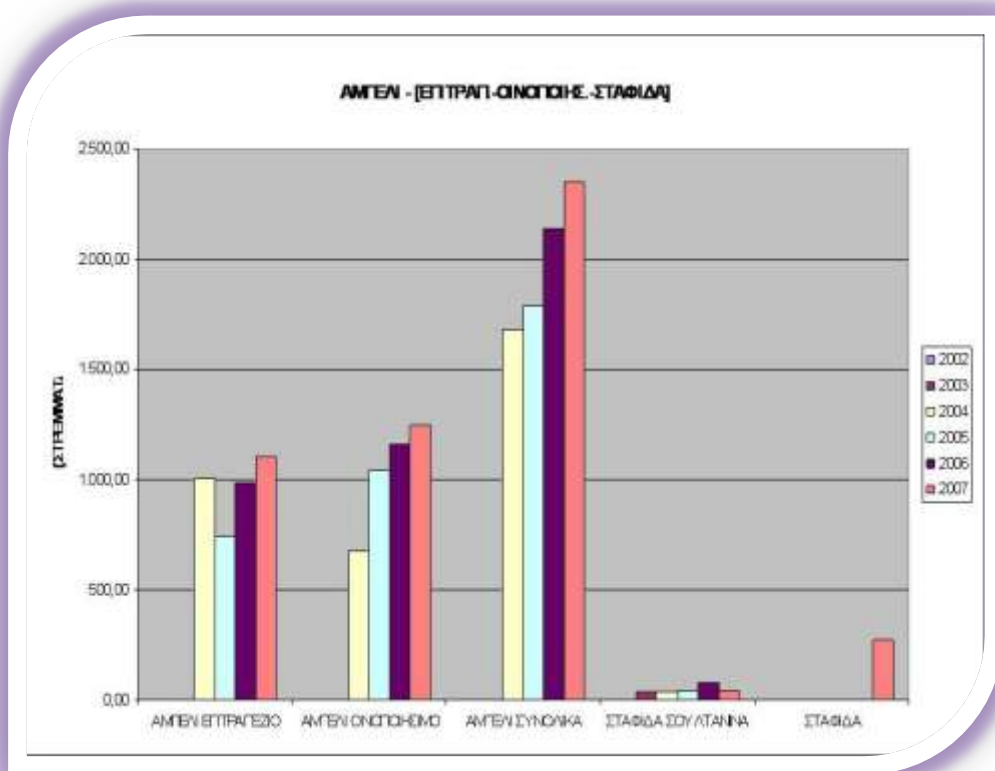
Το επόμενο έτος 2006 υπάρχει ξανά ένα τεράστιο άλμα της τάξης περίπου 58% και παραμένει στα ίδια επίπεδα και την επόμενη χρονιά (2007) με μια μόνο μικρή αύξηση, 3,9%.



Σχήμα2.4: Η τάση αύξησης της βιολογικής καλλιέργειας της ελιάς στο νομό Ηρακλείου (ΥΠΑΑΤ, 2008)

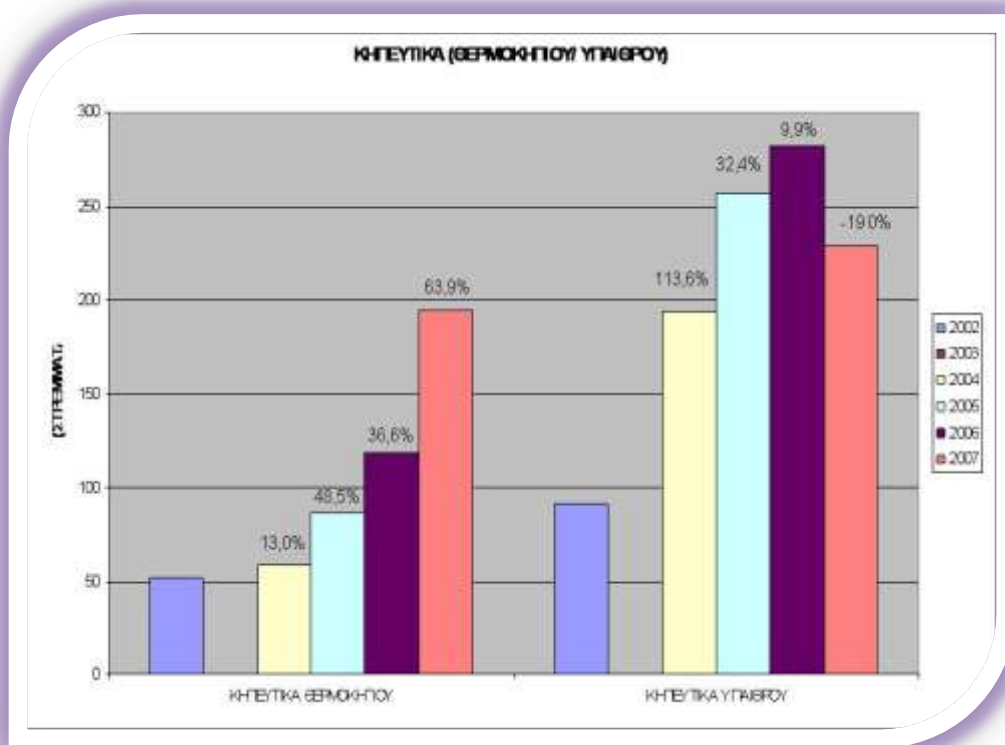
Όσον αφορά στη βιολογική καλλιέργεια της αμπέλου, πρόκειται για τη δεύτερη πλέον διαδεδομένη βιοκαλλιέργεια μετά την ελιά. Σε σύνολο βιοκαλλιέργειας υπάρχει μια σχετικά σταθερή ετήσια ποσοστιαία αύξηση 10% από το 2002 έως και το 2007 (Σχήμα 2.5).

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι μόλις το 2% - περίπου σταθερό για τα έτη 2002 έως και 2007 - από το σύνολο της αμπελοκαλλιέργειας αφορά στην παραγωγή σταφίδας σουλτανίνας, ενώ το σύνολο της παραγωγής βιοκαλλιεργούμενης αμπέλου για σταφιδοκαλλιέργεια ανέρχεται περίπου στο 11,6% της συνολικής βιοκαλλιέργειας αμπέλου.



Σχήμα 2.5: Η τάση αύξησης της βιολογικής καλλιέργειας της αμπέλου στο νομό Ηρακλείου (ΥΠΑΑΤ, 2008)

Οι επόμενες σε διάδοση βιοκαλλιέργειες που θεωρούνται σημαντικές για την Κρήτη και ιδιαίτερα για το Ν. Ηρακλείου αφορούν τα διάφορα κηπευτικά προϊόντα.



Σχήμα 2.6: Η τάση αύξησης της βιολογικής καλλιέργειας στον τομέα των κηπευτικών (ΥΠΑΑΤ, 2008)

Στο Σχήμα 2.6 είναι εμφανής η σταθερά αυξητική τάση που υπάρχει για τα κηπευτικά θερμοκηπίου από το 2002 έως το 2007 (τα % αναφέρονται στις τιμές των εκτάσεων σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά, εκτός από το 2004 όπου το % προκύπτει από 63 την σύγκριση της τιμής του έτους με το 2002 αφού καταγραφές για το 2003 δεν υπάρχουν, ΥΠΑΑΤ, ΟΠΕΓΕΠ).

Οι εκτάσεις των βιοκαλλιεργειών θερμοκηπίου φτάνουν περίπου τα 200 στρέμματα για το 2007. Αντίθετα, οι εκτάσεις βιοκαλλιέργειας κηπευτικών υπαίθρου παρουσιάζουν μια αισθητή αύξηση κατά το 2004 (113,6%) η οποία αυξάνεται με μειούμενους ρυθμούς μέχρι και το 2006 (32,4 και 9,9% για τα έτη 2005 και 2006 αντίστοιχα), οπότε κατόπιν εμφανίζει μια σημαντική πτώση για το 2007 19%,(Σχήμα 2.6).

Όσον αφορά την ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής στην Κρήτη εφαρμόζεται σε αρκετές καλλιέργειες σύμφωνα με στοιχεία από το Κέντρο Περιφερειακής Ανάπτυξης Κρήτης και Νοτίου Αιγαίου (ΚΕΠΕΑΝ). Το ΚΕΠΕΑΝ οργανώθηκε ως πρωτοβουλία πολιτών το 2003

και ιδρύθηκε στις 20 Ιανουαρίου 2004, αποτελεί Ένωση Φυσικών Προσώπων Μη Κερδοσκοπικού Χαρακτήρα και ως Ν.Π.Ι.Δ. καλύπτει τις προϋποθέσεις της Εθνικής και της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας (ΚΕΠΕΑΝ, 2008).

Σύμφωνα με τα αυτά τα στοιχεία στο νομό Ηρακλείου εμφανίζεται αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων που εντάσσονται στην ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών με το πέρασμα των χρόνων .

Ο αριθμός των παραγωγών που συμμετείχε το 2008 ήταν 1.124 άτομα. Τα πρότυπα με βάση τα οποία αποδίδονται πιστοποιητικά ποιότητας είναι το GlobalGap για την καλλιέργεια κηπευτικών και τα Agro 2-1 και 2-2 για την καλλιέργεια της ελιάς. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται αύξηση των εκτάσεων που πιστοποιούνται όπως φαίνεται στον πίνακα 2.3

Πίνακας 2.3: Στρεμματικές εκτάσεις που εντάχθηκαν στην Ολοκληρωμένη διαχείριση (ΚΕΠΕΑΝ, 2008)

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	2006	2007	2008
ΕΛΙΕΣ	12.220,87	17.409,16	21.618
ΑΜΠΕΛΙ	549,1	376,2	360
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	1.370	1.817	3.500
ΣΥΝΟΛΟ	14.139,88	19.602,18	25.478

Σύμφωνα με τα στοιχεία το 2008 τα κηπευτικά που πιστοποιήθηκαν από την ΚΕΠΕΑΝ είναι 3.500 στρ. όπως είδαμε και παραπάνω. Ενώ ο αριθμός των αγροτεμαχίων που εντάχθηκαν είναι 1846. Σε αυτό τον αριθμό συγκαταλέγονται τα θερμοκήπια που είναι 1574 και οι υπαίθριες καλλιέργειες που είναι 272 αγροτεμάχια.

Τα είδη που πιστοποιούνται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα λαχανοκομικά προϊόντα είναι ντομάτες, αγγούρια, πιπεριές, πατάτες. Συγκεκριμένα, από τις 1.574 θερμοκηπιακές καλλιέργειες που έχουν πιστοποιηθεί, οι 711 καλλιέργειες είναι αγγούρι, οι 606 καλλιέργειες είναι ντομάτα, οι 138 καλλιέργειες με πιπεριές, οι 100 με πεπόνι και 18 καλλιέργειες με

μελιτζάνα. Όσο αναφορά τις υπαίθριες καλλιέργειες πιστοποιήθηκαν 141 αγροτεμάχια πατάτας, καθώς και 16 αγροτεμάχια ντομάτα, 16 αγροτεμάχια καρπούζι και 9 αγροτεμάχια κολοκύθια.

Και άλλα είδη εντάσσονται στην πιστοποίηση όπως αγγουράκια, μαρούλια, μαϊντανός, άνηθος, μπρόκολο, βλήτα και άλλα. Ο αριθμός όμως αυτών των καλλιεργειών που πιστοποιήθηκαν το 2008 είναι μικρός και οι πιθανοί λόγοι είναι η μη έγκριση ειδικών φυτοπροστατευτικών για αυτές της καλλιέργειες, ο μικρός βιολογικός κύκλος των φυτών ή η άμεση συγκομιδή των προϊόντων.

2.6 Η παραγωγή αγροτικών προϊόντων στο Τυμπάκι

Η περιοχή του Τυμπακίου, βρίσκεται στα νότια του Ν. Ηρακλείου και θεωρείται ως μια από τις σημαντικότερες αγροτικές περιοχές του νομού. Κύρια ασχολία του πληθυσμού της είναι η γεωργία με την ευρύτερη έννοια.

Το 57% του πληθυσμού ασχολείται με τον πρωτογενή τομέα. Στον αυτόν τον τομέα υπάρχει έντονη ενασχόληση με τις καλλιέργειες αμπελιών και ελιάς καθώς επίσης και με τις καλλιέργειες πρώιμων κηπευτικών σε θερμοκήπια, στην πεδιάδα του Τυμπακίου.

Εξαιτίας των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, η περιοχή του Τυμπακίου αποτελεί μια από τις πιο πλούσιες αγροτικές περιοχές της Κρήτης. Στις παρακάτω παραγράφους παρατίθενται στοιχεία των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στην περιοχή. Τα στοιχεία αυτά αφορούν το 2006 και προέρχονται από τη Διεύθυνση Γεωργίας .

2.6.1 Οι καλλιέργειες σε θερμοκήπιο στο Τυμπάκι

Στην περιοχή του Τυμπακίου η γεωργία με κυρίαρχη την καλλιέργεια πρώιμων κηπευτικών σε θερμοκήπια, αποτελεί το σημαντικότερο τομέα απασχόλησης, ο οποίος αποδίδει τόσο πλούτο, ώστε να είναι σήμερα μια από τις πιο πλούσιες αγροτικές περιοχές της Κρήτης.

Κέντρο της θερμοκηπιακής καλλιέργειας του Ν. Ηρακλείου είναι η πεδιάδα Τυμπακίου η οποία για αυτό το λόγο, αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αγροτικές περιοχές της Κρήτης. Η επιλογή της περιοχής για την εγκατάσταση τόσων πολλών θερμοκηπίων δεν είναι τυχαία, αφού το Τυμπάκι έχει ιδανικό κλίμα με μεγάλη ηλιοφάνεια ακόμα και τους χειμερινούς μήνες, η θερμοκρασία το χειμώνα σε σχέση με άλλες περιοχές δεν είναι πολύ χαμηλή και δεν συμβαίνουν συχνά φαινόμενα παγετού ή χαλαζιού, ή λοιπά δυσμενή μετεωρολογικά φαινόμενα.

2.6.2 Καλλιεργούμενα είδη και εκτάσεις θερμοκηπίων

Παρακάτω παρατίθεται σχετικός πίνακας με στοιχεία για το είδος και την έκταση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, τα οποία προέρχονται από τη Διεύθυνση Γεωργίας Ν. Ηρακλείου.

Πίνακας 2.4: Θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην περιοχή του Τυμπακίου (ΥΠΑΑΤ, 2008)

ΕΙΔΟΣ	2005-2006		2006-2007	
	Α ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΣΤΡ)	Β ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΣΤΡ)	Α ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΣΤΡ)	Β ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΣΤΡ)
ΤΟΜΑΤΑ	2.100	1500	2120	1600
ΑΓΓΟΥΡΙ	910	500	800	400
ΚΟΛΟΚΥΘΙ	60	50	40	100
ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ	70	-	100	-
ΠΙΠΕΡΙΑ	390	-	500	-
ΦΑΣΟΛΑΚΙ	20	60	20	20
ΣΥΝΟΛΟ	3.530	2110	3.540	2120

3. Η μέθοδος της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA)

Εισαγωγή

Η βιομηχανική παραγωγή αγαθών σχετίζεται με την κατεργασία και μεταποίηση διαφόρων υλικών. Οι δραστηριότητες αυτές πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους νόμους και τους κανόνες της φυσικής, της χημείας και άλλων επιστημών. Το γεγονός αυτό έχει, ως γνωστόν, τα εξής δύο αποτελέσματα:

1. Για την πραγματοποίηση των διαφόρων διεργασιών είναι απαραίτητη η κατανάλωση ενέργειας.
2. Παράλληλα με την παραγωγή των αγαθών παράγονται και απόβλητα σε διάφορες μορφές.

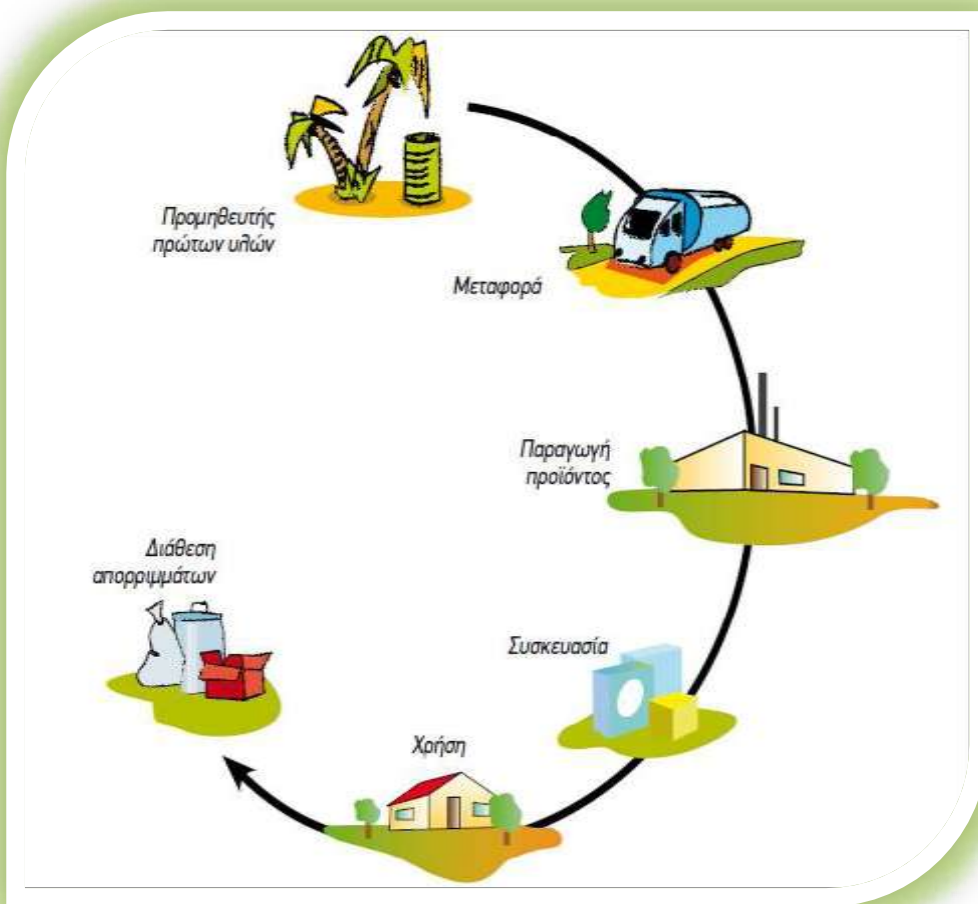
Δεδομένου ότι δεν είναι δυνατή η πραγματοποίηση μιας διεργασίας ή δραστηριότητας η οποία δεν θα καταναλώνει ενέργεια και δεν θα επιβαρύνει το περιβάλλον αποδεσμεύοντας διαφόρων ειδών απόβλητα, το καλύτερο στο οποίο μπορεί να προσδοκά κανείς είναι η ελαχιστοποίηση τόσο της χρήσης της ενέργειας όσο και της αποδέσμευσης αποβλήτων. Το πρώτο βήμα προς το σκοπό αυτό είναι η ορθή καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης ώστε να αποτελέσει το υπόβαθρο με βάση το οποίο θα κριθεί και θα συγκριθεί κάθε μελλοντική προσπάθεια βελτίωσης (Boustead, 1992).

Η σύγκριση υλικών και διεργασιών προκειμένου να προσδιοριστεί το βέλτιστο από περιβαλλοντικής άποψης παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες καθώς επιβάλλεται η καταγραφή και ο έλεγχος όλων των σταδίων της ζωής του προϊόντος. Απαραίτητο όργανο για μια τέτοια ολιστική προσέγγιση του ζητήματος αυτού είναι η *ανάλυση κύκλου ζωής* χωρίς την οποία δεν μπορούμε παρά μόνο υποθέσεις να κάνουμε (Bridges et al., 1994).

Η *ανάλυση κύκλου ζωής - AKZ (Life Cycle Analysis)* ή *LCA* όπως επικράτησε στη διεθνή βιβλιογραφία είναι μία σχετικά νέα επιστημονική μέθοδος η οποία αναπτύχθηκε για να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των οξυμένων, τα τελευταία χρόνια, περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Σκοπός της είναι να εκτιμήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες συνδέονται με μια δεδομένη δραστηριότητα που εξετάζεται (π.χ. προϊόν, διεργασία κ.λπ.) καθ' όλο τον κύκλο που διαγράφει από την γέννηση έως το θάνατό της (από την παραγωγή ως την απόρριψη) [Vigon et al (1993), Ross Hume Hall (1990)].

Η Ανάλυση κύκλου Ζωής είναι μια τυποποιημένη μέθοδος η οποία επιτρέπει την ολοκληρωμένη καταγραφή, ποσοτικοποίηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μια υπηρεσία στο πλαίσιο μιας δεδομένης αναζήτησης. Η ολοκληρωμένη επισκόπηση περιλαμβάνει όλα τα στάδια που προηγούνται και ακολουθούν μια διαδικασία (Striegel, 2000).



Σχήμα 3.1: Ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος

Η δομή της ΑΚΖ περιγράφεται με τους κανονισμούς DIN/ISO 14040. Αρχικά ορίζεται ο **αντικειμενικός σκοπός** και το πλαίσιο της αποτίμησης. Στο δεύτερο στάδιο αναλύεται η **απογραφή**. Στο σημείο αυτό με βάση ορισμένους κανόνες καταγράφονται οι ροές υλικού και ενέργειας των σχετικών σταδίων διεργασίας σε σχέση με μια ποσότητα που σχετίζεται με το κέρδος (μονάδα κέρδους). Σε ένα τρίτο στάδιο μετά την ολοκλήρωση του τεκμηριωμένου ισοζυγίου μπορεί να αρχίσει η **αποτίμηση** των επιπτώσεων. Η αποτίμηση αυτή αφορά την ταυτοποίηση, άθροιση και ποσοτικοποίηση των δυνητικών περιβαλλοντικών συνεπειών των εξεταζόμενων συστημάτων και παρέχει στοιχειώδεις πληροφορίες για την **ερμηνεία** που ακολουθεί στο τέταρτο στάδιο. Εδώ συνοψίζονται και **συζητούνται** τα αποτελέσματα των

ισοζυγίων μάζας και ενέργειας και γίνεται αποτίμηση των επιπτώσεων σε σχέση τον αντικειμενικό στόχο. Κατά την εξαγωγή των συμπερασμάτων, ανεξάρτητα από τα καθαρά αποτελέσματα, μπορούν να ληφθούν υπόψιν και προτάσεις για ενέργειες και αποφάσεις σε σχέση με το ερώτημα. Το ίδιο ισχύει και για ατομικά στοιχεία όπως ηθικά θέματα, τεχνική επιτευξιμότητα καθώς επίσης και πολιτικοκοινωνικά και οικονομικά θέματα.

Η επιστημονική μέθοδος της αποτίμησης κύκλου ζωής επιτρέπει την ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται από προϊόντα, διαδικασίες και υπηρεσίες. «Κατά την Γερμανική Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Περιβάλλοντος χρησιμεύει για τη σύγκριση των περιβαλλοντικών συνεπειών για δύο ή μερικά διαφορετικά προϊόντα, για ομάδες προϊόντων, συστημάτων, διαδικασιών ή συμπεριφορών και βοηθά στην αποκάλυψη των ασθενών σημείων, στην βελτίωση των προϊόντων, των περιβαλλοντικών ιδιοτήτων, στην σύγκριση των εναλλακτικών προτύπων συμπεριφοράς και τους λόγους για συστάσεις δράσεων». (German Federal Environment Agency, 1992).

3.1 Ορισμός της AKZ

Όπως συνήθως συμβαίνει με κάθε νέα προσπάθεια της επιστήμης, η AKZ έχει κάνει μέχρι σήμερα την εμφάνισή της στη διεθνή βιβλιογραφία με διάφορα ονόματα και παραλλαγές. Η ύπαρξη όλων αυτών των παραλλαγών οφείλεται είτε σε μικροδιαφορές στην μεθοδολογία είτε απλώς σε διαφορετική ονομασία του ίδιου αντικειμένου. Για τον ίδιο λόγο, έχουν προταθεί και αρκετοί ορισμοί όπου συνήθως ο ένας συμπληρώνει τον άλλο. Σύμφωνα με τους ορισμούς αυτούς:

Η ανάλυση κύκλου ζωής είναι η διαδικασία καταγραφής και ανάλυσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος (χρήσης ενέργειας και πρώτων υλών, ρύπανση ατμόσφαιρας, νερού, εδάφους κ.ο.κ.) καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής του, από τη σύλληψη μέχρι την απόρριψή του.

Στον παραπάνω ορισμό, ο όρος «προϊόν» έχει ευρύτερη έννοια καθώς με την AKZ μπορούν επίσης να μελετηθούν και να αναλυθούν μια σειρά από διεργασίες και δραστηριότητες της σύγχρονης κοινωνίας (Kloepffer, 1992). Η βασική αρχή της μεθόδου, όπως περιγράφηκε πιο πάνω, είναι ότι, ρύπανση του περιβάλλοντος μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο της ζωής ενός προϊόντος και ότι, αλλαγές σε κάποιο από τα στάδια αυτά είναι πιθανόν να έχει θετικές ή αρνητικές συνέπειες στα υπόλοιπα στάδια στον τομέα τόσο της δημιουργίας οποιασδήποτε μορφής ρύπανσης, όσο και της κατανάλωσης ενέργειας και πρώτων υλών. Τα διάφορα περιβαλλοντικά προγράμματα και στρατηγικές εστιάζονται συνήθως στην ρύπανση ενός μόνο μέσου (αέρα, υδάτων ή εδάφους) με αποτέλεσμα συχνά οι προσπάθειες για μείωση

της ρύπανσης του μέσου αυτού να έχουν ως συνέπεια την αύξηση της ρύπανσης κάποιου άλλου μέσου. Συνεπώς, η AKZ μπορεί να συντελέσει, όχι μόνο στο να εξακριβωθεί εάν κάποια προτεινόμενη αλλαγή σε προϊόν ή διεργασία έχει ενδεχομένως αρνητικές παρενέργειες στο περιβάλλον, αλλά και στο να καταγραφούν οι παρενέργειες αυτές ποσοτικά (Curran, 1993).

3.2 Σκοπός και επιμέρους στόχοι της AKZ

Η ανάλυση κύκλου ζωής είναι μια μεθοδολογία η οποία έχει ως κύριο στόχο τον αντικειμενικό υπολογισμό και ανάλυση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων οι οποίες σχετίζονται με προϊόντα, διεργασίες ή δραστηριότητες. Αναφέρθηκε επίσης ότι ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται προσδιορίζοντας και καταγράφοντας την χρήση ενέργειας και πρώτων υλών καθώς και την κάθε είδους ρύπανση του περιβάλλοντος η οποία συντελείται καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του προϊόντος ή της δραστηριότητας που μελετάται. Αποτέλεσμα της καταγραφής αυτής είναι να καθίσταται δυνατή τόσο η εκτίμηση των συνολικών επιπτώσεων του προϊόντος ή της δραστηριότητας στο περιβάλλον, όσο και η βελτίωση της κατάστασης ύστερα από σχετικές προτάσεις και αλλαγές. Πέρα όμως από τον κύριο αυτό σκοπό, υπάρχουν και άλλοι επιμέρους στόχοι οι οποίοι τίθενται κάθε φορά και ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να είναι:

1. ο προσανατολισμός στη λήψη αποφάσεων για το περιβάλλον με βάση επιστημονικές μεθοδολογίες και όχι με αυθαίρετες εκτιμήσεις (Baumgartner and Rubik, 1993),
2. η θέσπιση περιβαλλοντικών κανόνων και ο καθορισμός αντίστοιχων προτεραιοτήτων στη σχεδίαση και παραγωγή διαφόρων προϊόντων (Alber, 1985),
3. η αξιολόγηση ενός υλικού σε σχέση με ένα άλλο σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. στη συσκευασία) και γενικά ο προσδιορισμός του ρόλου διαφόρων υλικών στις σύγχρονες στρατηγικές διαχείρισης του περιβάλλοντος (Fava et al, 1991),
4. η δημιουργία ενός επιστημονικού υπόβαθρου με βάση το οποίο θα αποδεικνύεται η αναγκαιότητα υιοθέτησης οικονομικών μέτρων, εφόσον υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από προϊόντα ή δραστηριότητες (π.χ. φορολόγηση ορισμένων απορριμμάτων ή αέριων ρυπαντών όπως το CO₂) (Vohrer, 1992),
5. η ανάδειξη της καλύτερης μεθόδου ανάκτησης των υλικών και γενικά διαχείρισης των αποβλήτων σε σχέση με όλες τις δυνατές εναλλακτικές λύσεις (Sullivan and Ehrenfeld, 1994),
6. η δημιουργία μιας αξιόπιστης βάσης ανταλλαγής πληροφοριών στον τομέα της περιβαλλοντικής διαχείρισης ώστε να είναι ευκολότερη η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων φορέων με σκοπό περιβαλλοντικά οφέλη [Fava et al (1991), Berglund and Lawson, 1992)],
7. ο εφοδιασμός των επιχειρήσεων με επιχειρήματα που θα τις διευκολύνουν στο πεδίο του οικολογικού μάρκετινγκ (eco-marketing ή green marketing) (Lindfors, 1992) υπό την

προϋπόθεση ότι, σε μια τέτοια περίπτωση, η μεθοδολογία της AKZ είναι ομοιόμορφη και τυποποιημένη προκειμένου να μην γίνεται καταστρατήγηση και αντιδεοντολογική χρήση των διαφόρων στοιχείων (Seglin, 1990),

8. η ανατροπή υφιστάμενων δυσμενών περιβαλλοντικών απόψεων της κοινής γνώμης για διάφορα προϊόντα ή δραστηριότητες που ενδεχομένως να είναι λανθασμένες (π.χ. η αντίληψη πολλών για τη βιομηχανία πλαστικών) (Beevers, 1993),

9. η δημιουργία της βάσης για την εφαρμογή προγραμμάτων ολικής ποιότητας περιβάλλοντος (Environmental Total Quality Programs) [Fouhy (1993), Jackson (1994)],

10. η θέσπιση των επιστημονικών κριτηρίων με βάση τα οποία θα απονέμονται τα οικολογικά σήματα (eco-labels) στα διάφορα προϊόντα (Bingham and Ervin, 1991),

11. η ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από προϊόντα που χρησιμοποιούν και δραστηριότητες που ασκούν. Αυτή επιτυγχάνεται είτε με την κοινοποίηση των αποτελεσμάτων μελετών ανάλυσης κύκλου ζωής σε κάθε ενδιαφερόμενο φορέα (κρατικές αρχές, οικολογικές ομάδες κ.λπ.), είτε με την εφαρμογή της οικολογικής σήμανσης στα προϊόντα (οικολογική ετικέτα ή οικολογικό σήμα) είτε, τέλος, με την πιστοποίηση αυτών για την περιβαλλοντική τους ποιότητα (certification) (Rubik and Baumgartner, 1992), και

12. η αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων σχετικά με την επίδρασή τους στο περιβάλλον (Earl and Moilanen, 1995).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω μπορεί να υποστηριχθεί ότι στόχος της ανάλυσης κύκλου ζωής είναι η μέτρηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης ενός οικονομικού συστήματος κατά την διάρκεια της ζωής του, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσοτική προσέγγιση. Παρόλο που αυτό μέχρι σήμερα είχε να κάνει κυρίως με προϊόντα, η AKZ σχετίζεται και με οποιοδήποτε άλλο οικονομικό σύστημα, όπως για παράδειγμα πρώτες ύλες, υπηρεσίες, επιχειρησιακές στρατηγικές και κρατικές πολιτικές.

3.3 Ιστορική αναδρομή

Αρχικά το όργανο της AKZ αναπτύχθηκε με στόχο την επίτευξη της μέγιστης ποσοτικοποίησης της συνολικής ζωής ενός προϊόντος. Το πρώτο συγκριτικό σύστημα αναλύσεων προϊόντων –αφορούσε τις συσκευασίες αναψυκτικών – άρχισε ήδη γύρω στα 1970 στις ΗΠΑ και την Γερμανία.

Ωστόσο ακόμη και τότε θέματα όπως ακατέργαστα υλικά, ενεργειακές απαιτήσεις, εκπομπές και αποκομιδή αποβλήτων ήταν σημαντικά και συνεπώς εστιασμένα σε ένα ολοκληρωμένο ισοζύγιο. Εκείνη την εποχή είχαν ήδη γίνει τα πρώτα βήματα αξιολόγησης καθορισμένων ροών υλικών σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνέπειες. Εν τούτοις η

σημαντικότητά τους δεν αναπτύχθηκε περαιτέρω πριν την δεκαετία του 1980 (German Federal Environment Agency, 1996).

Πιο συγκεκριμένα, κατά την δεκαετία 1960 – 1970 η εξάντληση των αποθεμάτων ενέργειας και των φυσικών πόρων απασχόλησε τους επιστήμονες. Έτσι η βιομηχανία της Coca Cola το 1969 αναθέτει έρευνα στο Ινστιτούτο Ερευνών του Midwest σχετικά με την τυποποίηση των προϊόντων της. Αυτή η έρευνα έμεινε στην ιστορία καθώς αποτελεί την πρώτη ανάλυση κύκλου ζωής προϊόντων. Η μέθοδος αυτή, τότε, ονομάστηκε Resource and Environmental Profile Analysis. Στόχος της έρευνας ήταν η εύρεση νέων υλικών εμφιάλωσης τα οποία θα είχαν μειωμένες απώλειες ενέργειας και ως (δευτερογενές) αποτέλεσμα λιγότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις.

Κατά την δεκαετία 1970 – 1980 και άλλες μεγάλες εταιρείες στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής πραγματοποίησαν παρόμοιες έρευνες. Στην Ευρώπη, οι αντίστοιχες μελέτες έγιναν γνωστές ως έρευνες οικολογικού ισοζυγίου (eco-balance). Την ίδια περίοδο όσο διευρυνόταν η πετρελαϊκή κρίση, αυξανόταν το ενδιαφέρον για την ανάλυση κύκλου ζωής.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, ενώ στην Αμερική το ενδιαφέρον για την ανάλυση κύκλου ζωής μειώθηκε, στην Ευρώπη το ενδιαφέρον αυξήθηκε σημαντικά λόγω του προβλήματος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Έτσι το 1985, η Περιβαλλοντική Διεύθυνση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας ανάθεσε ως θέμα έρευνας τη συσκευασία των υγρών τροφίμων, με αποτέλεσμα την έρευνα παραγωγής προβληματικών συσκευασιών τροφίμων, το οποίο ενθάρρυνε τη χρήση του οικολογικού ισοζυγίου στην Ευρώπη.

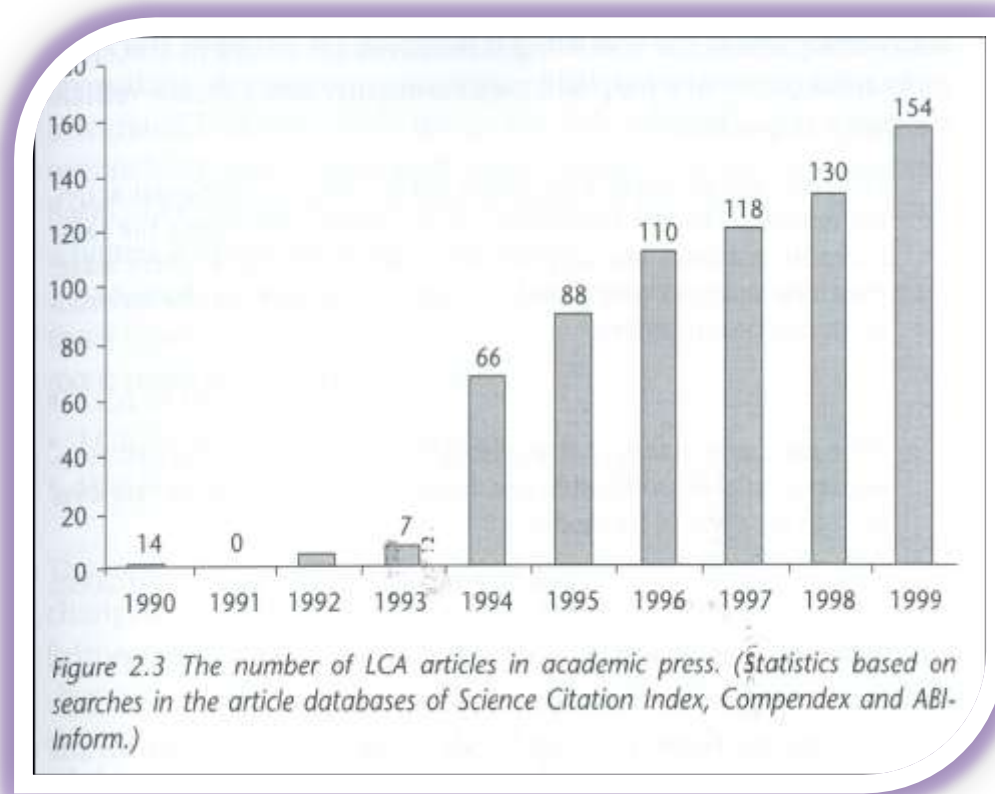
Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, το πρόβλημα της συσκευασίας για το περιβάλλον οδήγησε και πάλι στην διεξαγωγή έρευνας ανάλυσης κύκλου ζωής για την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την δημιουργία συσκευασιών σε Ευρώπη και Αμερική. Το πεδίο της βελτίωσης της περιβαλλοντικής επίδοσης των συσκευασιών των καταναλωτικών προϊόντων αποτελεί το πλέον προβεβλημένο παράδειγμα επιτυχούς εφαρμογής της μεθοδολογίας της AKZ (Αμπελιώτης, 2002).

Το 1991 δημοσιεύτηκε στο έγκριτο περιοδικό Science μελέτη σύμφωνα με την οποία τα κύπελλα από πολυστυρένιο είχαν σαφώς καλύτερες περιβαλλοντικές επιδόσεις από τα χάρτινα (Hocking, 1991) παρά τη διαδεδομένη πεποίθηση του κοινού στις Η.Π.Α.

Μετά από βελτιώσεις χρόνων, από το 1997 είναι διαθέσιμο ένα αναγνωρισμένο μεθοδολογικό πλαίσιο εργασίας (ISO/EN/DIN 14040, 1997). Εν τω μεταξύ με εντατικές προσπάθειες για διεθνείς τυποποιήσεις (ISO/EN/DIN 14041, 1998) μπόρεσαν να γίνουν συμφωνίες που αφορούσαν σαφείς ορισμούς των επιμέρους θεμάτων δηλ. του ορισμού του σκοπού και της εμβέλειας του ισοζυγίου καθώς επίσης και την απογραφική ανάλυση. Άλλα

θέματα όπως της αποτίμησης των επιπτώσεων (ISO/EN/DIN 14042, 2000) ή της αξιολόγησης (ISO/EN/DIS 14043, 2000) είναι ακόμη στα στάδια των συζητήσεων.

Η μέθοδος LCA μπορεί κατ' αρχήν να χρησιμοποιηθεί όχι μόνον για προϊόντα αλλά και για τεχνικές διαδικασίες [Burgess and Brennan, (2001), Curran, (2000)], μολονότι δεν υπάρχουν ακόμη τυποποιημένες οδηγίες.



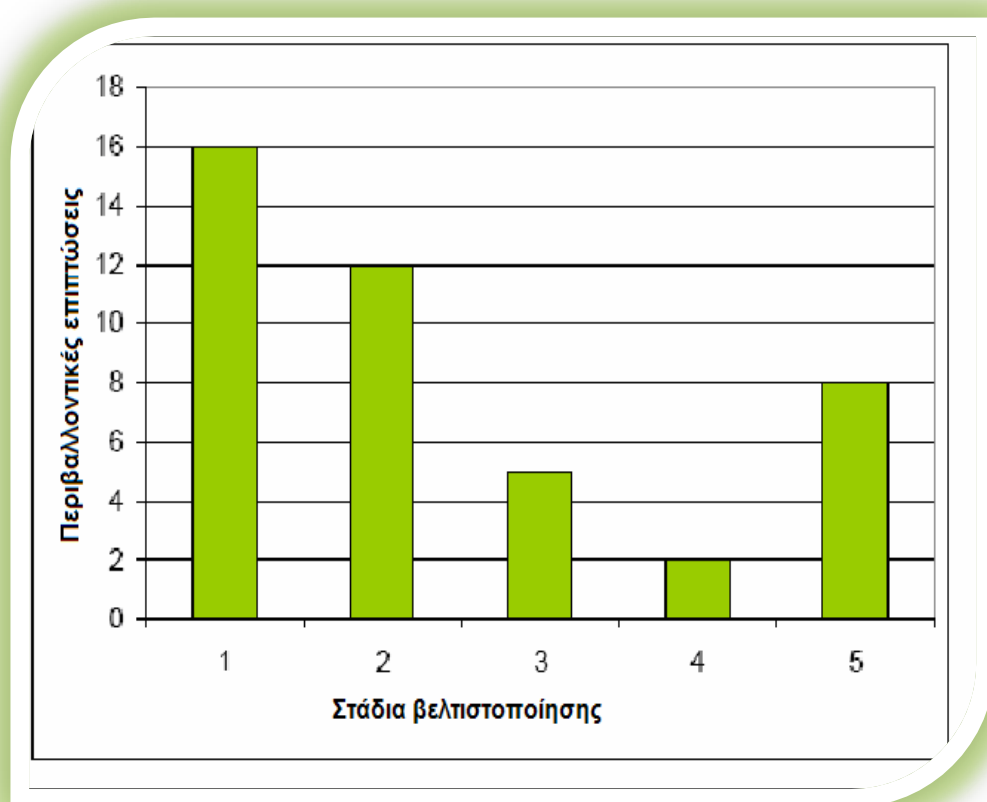
Σχήμα 3.2: Η αύξηση του ενδιαφέροντος για την ΑΚΖ με βάση τα δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα (Baumann and Tillman, 2004)

3.4 Ολοκληρωμένη θεώρηση

Η βασική έννοια της αποτίμησης κύκλου ζωής είναι η καταγραφή όλων των ρευμάτων υλικού και ενέργειας που συνδέονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μια υπηρεσία. Η πλήρης ζωή των προϊόντων ή του συστήματος προϊόντων εξετάζεται από «το λίκνο μέχρι τον τάφο». Αυτό σημαίνει ότι καταγράφονται όχι μόνον οι περιβαλλοντικές συνέπειες από τον σχεδιασμό της παραγωγής αλλά επίσης η πλήρης βιομηχανοποίηση του προϊόντος από την βιομηχανική

εκμετάλευση των ακατέργαστων υλικών πέρα από την διανομή, τη χρήση και κατανάλωση συμπεριλαμβανομένης της χρήσης και αποκομιδής.

Αυτή η εκτεταμένη προσέγγιση είναι σημαντική γιατί οι αναφορές για πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των προϊόντων ή των διαδικασιών μπορεί να διαφοροποιηθούν εάν η θεώρηση είναι ιδιαίτερα στενή. Με τη βοήθεια της ολοκληρωμένης εικόνας, οι διαδικασίες και τα προϊόντα μπορούν να βελτιστοποιηθούν στα επιστημονικά ελάχιστα όρια. Ο συλλογισμός αυτός απεικονίζεται στο επίπεδο των χημικών αντιδράσεων με το ακόλουθο γράφημα και τις εξηγήσεις του.



Σχήμα 3.3: Περιβαλλοντικές βλάβες μιας αντίδρασης με ή χωρίς βελτιστοποίηση

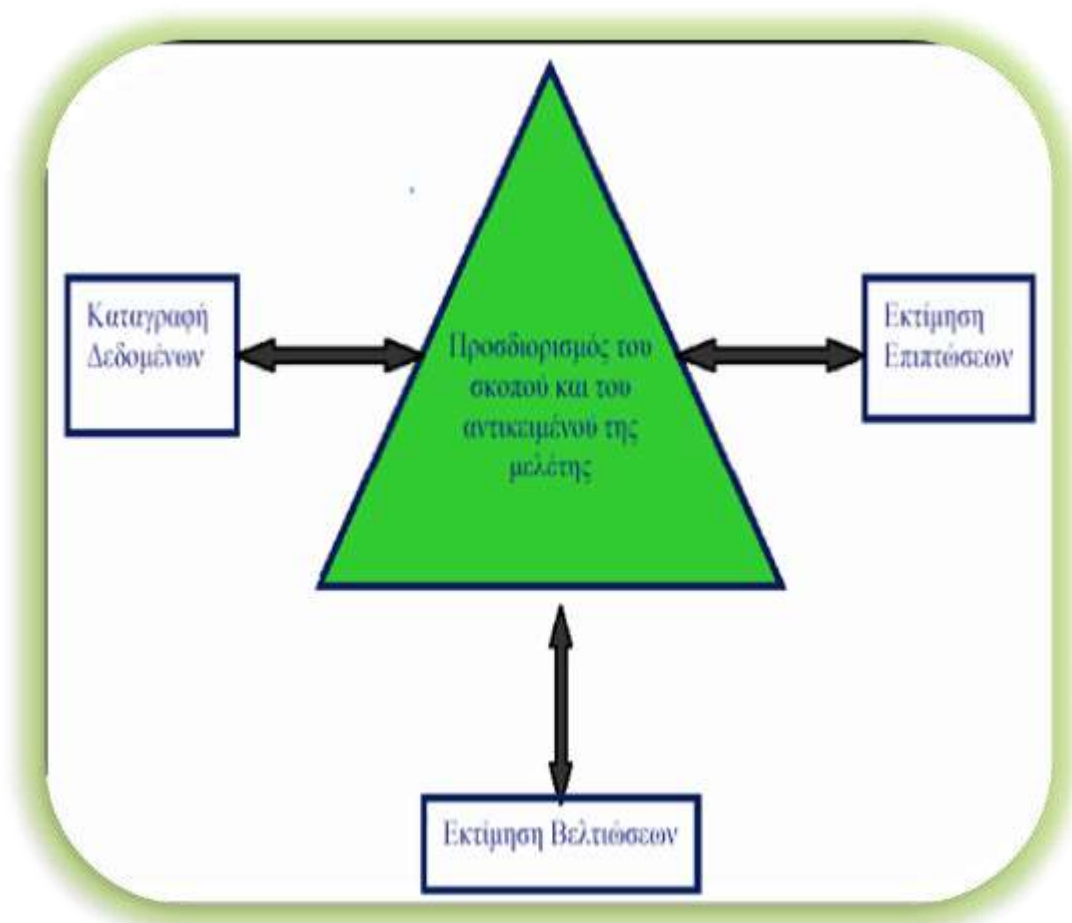
Οι περιβαλλοντικές συνέπειες μιας αντίδρασης συνοψίζονται στη στήλη 1. Εάν η αντίδραση εξετάζεται ολοκληρωτικά δηλ. συμπεριέχει τα προστάδια της παραγωγής των πρώτων υλών, των βοηθητικών υλικών και τις απαιτούμενης ενέργειας, και εάν ο διαλύτης αντικαθίσταται στην αλυσίδα παραγωγής λόγω των υψηλού επιπέδου περιβαλλοντικών βλαβών, τότε μπορεί να επιτευχθούν συνθήκες που περιγράφεται στην στήλη 2.

Εάν όλες οι πιθανές συνθήκες βελτιστοποιηθούν τότε επιτυγχάνεται το επιστημονικά ελάχιστο της αντίδρασης αυτής (στήλη 3) και η περαιτέρω μείωση των βλαβερών επιπτώσεων δεν είναι περαιτέρω δυνατή. Στο σημείο αυτό για να υπάρξει σαφώς ένα χαμηλότερο επίπεδο (π.χ στήλη 4) τότε αντίδραση πρέπει να αλλάξει. Μια ουσιώδης αλλαγή (δηλ.η χρήση καταλυτών ή η αλλαγή των βασικών υλικών) θα μπορούσε να επιτύχει ένα επιπλέον ελάχιστο. Λόγω της πολυπλοκότητας της, η περιβαλλοντική βλάβη πρέπει να ελέγχεται πάντα μετά από μια βελτιστοποίηση, γιατί είναι επίσης δυνατόν μια ανανεωμένη διαδικασία να αυξήσει τις περιβαλλοντικές βλάβες (για παράδειγμα η στήλη 5)

3.5 Η Μεθοδολογία της AKZ

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η δομή και οι απαιτήσεις της LCA είναι καθορισμένες στον κανονισμό προτύπων DIN/ISO 14040 –14043. Σύμφωνα με τα πρότυπα αυτά η LCA χωρίζεται σε τέσσερα βασικά στάδια:

1. Τον ορισμό του σκοπού (goal) και του πλαισίου (scope) της μελέτης
2. Την απογραφική ανάλυση κύκλου ζωής (life cycle inventory analysis)
3. Την ανάλυση επιπτώσεων κύκλου ζωής (life cycle impact assessment)
4. Την ερμηνεία της μελέτης.



Σχήμα 3.4: Η μεθοδολογία της AKZ κατά SETAC (1993)

3.5.1 Ορισμός σκοπού και πλαισίου μελέτης

Ο καθορισμός του σκοπού και πλαισίου της ανάλυσης είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο στην εφαρμογή της τεχνικής γιατί από αυτό θα εξαρτηθεί η έκταση της σε χρόνο, ανθρώπινο δυναμικό και οικονομικούς πόρους. Επιπρόσθετα όπως και κάθε μοντέλο, το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την AKZ αναπόφευκτα περιέχει απλοποιήσεις και παραδοχές. Ο ξεκάθαρος ορισμός του σκοπού και πλαισίου της ανάλυσης είναι για το χρήστη ένα κομβικό σημείο κατά το οποίο θα πρέπει να βεβαιωθεί ότι οι παραδοχές και απλοποιήσεις αυτές θα είναι τέτοιες που δεν θα επιφέρουν σημαντική αλλοίωση στο τελικό αποτέλεσμα. Τα σημαντικότερα ζητήματα που συνδέονται με το σκοπό και το πλαίσιο της AKZ, είναι:

Η ακριβής αποτύπωση του σκοπού για τον οποίο γίνεται η AKZ

- Ο λεπτομερής καθορισμός του κύκλου ζωής και της χρήσης του προϊόντος
- Ο καθορισμός της λειτουργικής μονάδας

- Ο ορισμός και περιγραφή των ορίων του συστήματος
- Ο καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών για τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν
- Οι υποθέσεις, περιορισμοί και απαιτήσεις για την επακόλουθη ερμηνεία
- Το ακροατήριο στο οποίο τα αποτελέσματα θα διαχυθούν και ο τρόπος που θα εφαρμοστούν
- Ο τύπος και η μορφή της έκθεσης για τη μελέτη

Ο καθορισμός του σκοπού και του πλαισίου προκύπτει από την ανάγκη για συνέπεια κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της ΑΚΖ. Στην πράξη, το πλαίσιο της μελέτης είναι ο προσδιορισμός του επιπέδου λεπτομέρειας που απαιτείται για την εφαρμογή των αποτελεσμάτων. Το αποτέλεσμα της μελέτης εξαρτάται κυρίως από την ακρίβεια των στοιχείων που εισάγονται.

3.5.1.1 Ορισμός του στόχου

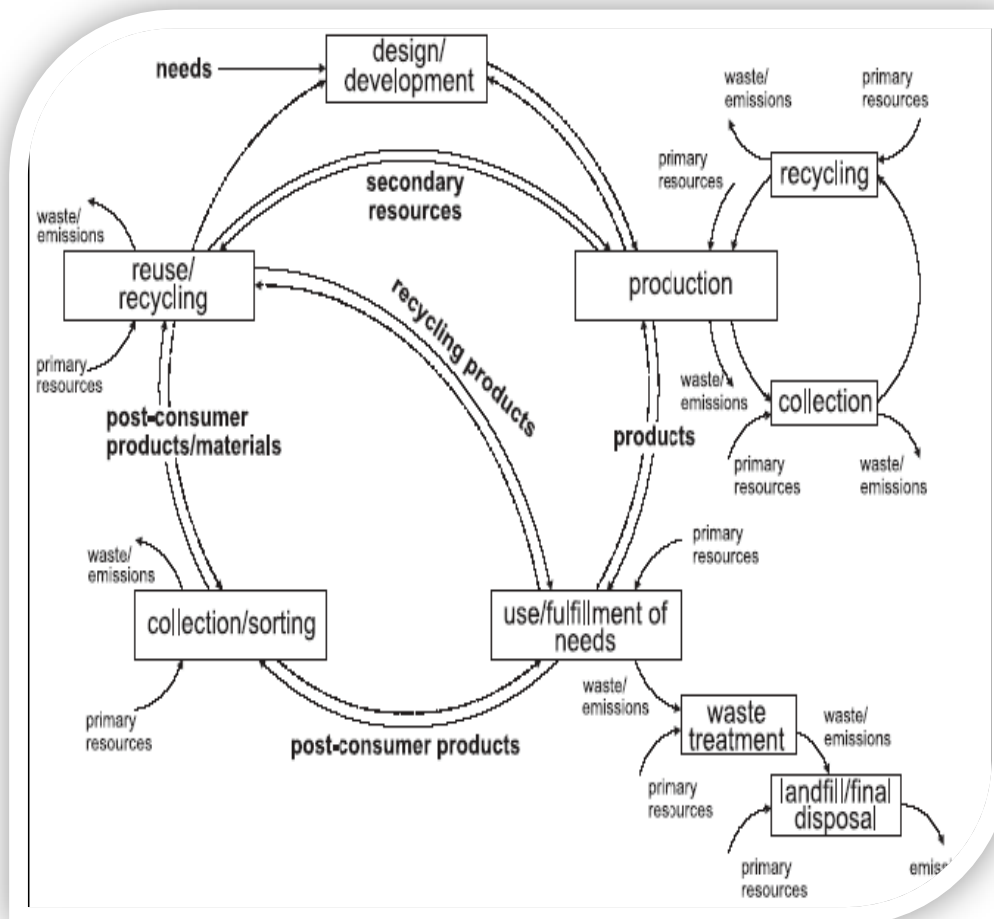
Κατά την πορεία του καθορισμού του αντικειμενικού στόχου πρέπει να παγιωθούν οι σταθεροί στόχοι και το απώτερο ενδιαφέρον της LCA. Πέραν τούτου πρέπει να καθοριστούν οι αποδέκτες (πελάτες) και οι ομάδες στόχοι. Εάν είναι ανάγκη πρέπει να επισημανθεί ποιο ρόλο παίζει η LCA στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και εάν αυτό συνδέεται με επιπλέον ανασκοπήσεις (για παράδειγμα για οικονομικά, τεχνολογικά και κοινωνικά ζητήματα). Με την μετάδοση των αποτελεσμάτων πρέπει να γίνει σαφές ποιές ερωτήσεις είναι κατάλληλες για την LCA και για ποιές όχι.

3.5.1.2 Λειτουργική Μονάδα

Η λειτουργική μονάδα είναι ένα βασικό στοιχείο της AKZ που πρέπει να καθοριστεί. Η λειτουργική μονάδα είναι ένα μέτρο της λειτουργίας του συστήματος υπό μελέτη και παρέχει μια αναφορά τόσο για τα εισαγόμενα στοιχεία όσο και για τα αποτελέσματα, επιτρέποντας τη σύγκριση δύο διαφορετικών συστημάτων. Ο καθορισμός μιας λειτουργικής μονάδας πιθανό να είναι δύσκολος, καθώς αυτή πρέπει να είναι ακριβής και συγκρίσιμη έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ολόκληρη τη μελέτη.

Για παράδειγμα, η λειτουργική μονάδα για ένα σύστημα που αφορά μία βαφή, μπορεί να οριστεί ως η μονάδα επιφάνειας που καλύπτεται για 10 έτη. Μια σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός συστήματος βαφής και ενός συστήματος χαρτιού ταπετσαρίας τοίχου με την ίδια λειτουργική μονάδα είναι επομένως δυνατή.

Η ανάλυση ακόμα και των απλούστερων συστημάτων συχνά απαιτεί δεδομένα από μια ευρύτατη γκάμα διαφορετικών βιομηχανιών, οι οποίες μπορεί και να βρίσκονται μακριά από το εξεταζόμενο σύστημα (Αμπελιώτης Κ.,2002).



Σχήμα 3.5: Σχηματική παρουσίαση της διαδικασίας AKZ ενός προϊόντος

3.5.1.3 Όρια του Συστήματος

Τα όρια του συστήματος καθορίζουν ποιες διεργασίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη μελέτη AKZ. Ο καθορισμός των ορίων του συστήματος, είναι εν μέρει υποκειμενικός, και γίνεται συνήθως κατά τον ορισμό του πλαισίου. Όρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι για παράδειγμα τα όρια μεταξύ τεχνόσφαιρας (διεργασίες, υλικά και άλλα είδη που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας) και οικόσφαιρας (διεργασίες και υλικά που δεν προκύπτουν από κάποια ανθρώπινη δραστηριότητα), γεωγραφικά και χρονικά όρια και τα όρια μεταξύ του κύκλου ζωής υπό μελέτη και των κύκλων ζωής άλλων συστημάτων (π.χ. παραγωγή κεφαλαιουχικών αγαθών).

Ο ορισμός του συστήματος στην AKZ εμπεριέχει πάντα τον κίνδυνο της υπεραπλούστευσης, καθώς είναι εξαιρετικά δύσκολο να αναπαραχθούν στο χαρτί και να βρεθούν δεδομένα για όλα τα στάδια του κύκλου ζωής μιας δραστηριότητας ή προϊόντος. Για καλύτερη μελέτη, κάθε σύστημα μπορεί να διαιρεθεί σε μικρότερα υποσυστήματα, έτσι ώστε το

κάθε υποσύστημα να περιγράφει μια μόνο διεργασία. Το σύστημα και τα υποσυστήματα του πρέπει να είναι τόσο λεπτομερή όσο και τα δεδομένα που υπάρχουν για αυτά. Επισημαίνεται ότι οι είσοδοι στο σύστημα πρέπει να ξεκινούν από την εξόρυξη των πρώτων υλών, ενώ οι έξοδοι από το σύστημα πρέπει να καταλήγουν σε εκπομπές προς την ατμόσφαιρα ή στην τελική απόθεση των προϊόντων του συστήματος.

Δύο προβλήματα προκύπτουν στην φάση που διαμορφώνεται η οπτική του συστήματος. Πρώτον, θα πρέπει να καθοριστούν τα κριτήρια αποκοπής και οι διαδικασίες κατανομής των συζευγμένων προϊόντων στις επιμέρους διεργασίες που περικλείει το σύστημα.

Δεύτερον, θα πρέπει να καθοριστούν οι λειτουργίες των εξεταζόμενων συστημάτων, όπως επίσης και η λειτουργική μονάδα που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση. Θα πρέπει να αναφερθούν οι διαφορές και οι πιθανοί περιορισμοί των συστημάτων που πρόκειται να συγκριθούν.

Κριτήρια αποκοπής

Για να ελαττωθεί σε έναν πρακτικό βαθμό η έκταση και η πολυπλοκότητα του πλαισίου της έρευνας, είναι ανάγκη να περιοριστεί η οπτική του ισοζυγίου σε μία κλίμακα διερεύνησης η οποία όμως να απαντά επαρκώς στο αρχικό ερώτημα. Με την βοήθεια αναλύσεων ευαισθησίας και κριτηρίων απόδοσης μπορεί να διευκρινιστεί αν ένα ρεύμα ροής υλικών μπορεί να παραληφθεί από την ανάλυση ή όχι. Ανάμεσα σε άλλα, μπορούν να ληφθούν υπ' όψιν τα ακόλουθα κριτήρια:

Κριτήριο μάζας

Για να παραληφθεί από την ανάλυση η διαδικασία παρασκευής ενός υλικού θα πρέπει το ισοζύγιο μάζας της ροής του υλικού, τόσο στην είσοδο όσο και στην έξοδο να είναι μικρής σημασίας και να βρίσκεται κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο.

Κριτήριο ενέργειας

Αντίστοιχα, ένα υλικό μπορεί να παραληφθεί από την ανάλυση αν η συνεισφορά του στο ενεργειακό περιεχόμενο των εισερχόμενων υλικών βρίσκεται πάλι κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο.

Διαδικασία κατανομών

Όταν στο εξεταζόμενο σύστημα παραγωγής υπάρχουν συζευγμένες παραγωγές, τότε θα πρέπει να γίνονται κατανομές των διαφόρων προϊόντων ως προς τις επιμέρους διεργασίες του συστήματος. Οι συζευγμένες παραγωγές είναι παραγωγικές διεργασίες οι οποίες, παράλληλα με το προγραμματισμένο προϊόν εξόδου, παράγουν προϊόντα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες διεργασίες. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από

μία τέτοια διεργασία θα πρέπει να αθροίζονται σε αναλογία με όλα τα συζευγμένα προϊόντα, σύμφωνα με μία συγκεκριμένη διαδικασία. Τα απόβλητα δεν θεωρούνται συζευγμένο προϊόν.

- Όταν είναι εφικτό, οι κατανομές θα πρέπει να αποφεύγονται.
- Αν οι κατανομές δεν είναι δυνατό να αποφευχθούν, τότε τα ρεύματα εισόδου και εξόδου στα διάφορα συζευγμένα προϊόντα θα πρέπει να αποδίδεται με τέτοιο τρόπο ώστε οι βασικές φυσικές σχέσεις να αλληλοσυσχετίζονται. Η κατανομή δεν είναι ανάγκη να βασίζεται στο κριτήριο μάζας. Επιπλέον άλλα φυσικά κριτήρια είναι εφαρμόσιμα.
- Εάν δεν υπάρχουν φυσικές σχέσεις ή είναι ανεπαρκείς, οι κατανομές μπορούν να προκύψουν με βάση άλλες σχέσεις όπως π.χ. τα οικονομικά μεγέθη. Όταν φαίνεται ότι μπορούν να εφαρμοστούν διαφορετικές διαδικασίες εύρεσης των κατανομών, τότε θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μία ανάλυση ευαισθησίας.

3.5.1.4 Συλλογή Δεδομένων

Για την ολοκλήρωση του μοντέλου είναι αναγκαία η συλλογή δεδομένων για κάθε διεργασία που βρίσκεται εντός των ορίων του συστήματος. Τα δεδομένα που χρειάζονται είναι συνδυασμός εισροών και εκροών σε κάθε διεργασία που περιλαμβάνεται στα όρια του συστήματος. Για τη συλλογή δεδομένων πρέπει, μεταξύ άλλων, να σχεδιάζονται κατάλληλα έντυπα συλλογής δεδομένων. Στη συνέχεια τα δεδομένα επαληθεύονται και σχετίζονται με τη λειτουργική μονάδα προκειμένου να επιτραπεί η συνάθροιση των αποτελεσμάτων. Ένα πολύ ευαίσθητο βήμα σε αυτήν τη διαδικασία υπολογισμού είναι η κατανομή των ροών στο περιβάλλον π.χ. εκπομπές στον αέρα, νερό και έδαφος.

Επίσης, ένα άλλο πρόβλημα προκύπτει από το γεγονός ότι αρκετές διεργασίες παράγουν περισσότερα από ένα προϊόντα, που πιθανόν να μην βρίσκονται εντός των ορίων του συστήματος.

Επομένως, τόσο οι εξαγωγές πρώτων υλών όσο και οι περιβαλλοντικές εκπομπές που σχετίζονται με τη συνολική διεργασία, θα πρέπει να καταμερίζονται στα διαφορετικά προϊόντα της διεργασίας.

Η συλλογή δεδομένων είναι το στάδιο με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε πόρους και χρόνο σε μία ΑΚΖ.

Τα συστήματα παραγωγής προϊόντων συνήθως περιλαμβάνουν ορισμένες διεργασίες οι οποίες είναι οι ίδιες σχεδόν για όλες τις μελέτες, όπως, η προμήθεια ενέργειας, οι μεταφορές, οι υπηρεσίες επεξεργασίας αποβλήτων και η παραγωγή χημικών ουσιών. Οι διεργασίες αυτές ονομάζονται διεργασίες παρασκηνίου (background processes). Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμες βάσεις δεδομένων με στοιχεία για πολλές από αυτές. Η

επαναχρησιμοποίηση στοιχείων από προηγούμενες μελέτες μπορεί να απλοποιήσει την εργασία συλλογής δεδομένων, εντούτοις αυτό πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι αντιπροσωπευτικά.

Ωστόσο για αρκετές από τις διεργασίες του συστήματος είτε δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα είτε τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα δεν είναι αντιπροσωπευτικά της διεργασίας που περιλαμβάνεται στον κύκλο ζωής υπό εξέταση. Οι διεργασίες αυτές είναι γνωστές ως διεργασίες προσκηνίου (foreground processes) και για αυτές απαιτείται η συλλογή πρωτογενών στοιχείων από το υπό μελέτη σύστημα.

Οι πηγές των δεδομένων μπορεί να είναι πρωτογενείς ή δευτερογενείς και να προέρχονται από (Ciambro, 2003):

- Βιομηχανικές και κρατικές αναφορές
- Δεδομένα εργαστηριακών δοκιμών
- Βιβλία αναφοράς
- Δημοσιεύσεις και βάσεις δεδομένων
- Λίστες θεσμοθετημένων ορίων
- Συμβούλους και εμπορικούς συνδέσμους
- Παρόμοιες μελέτες AKZ

Η συλλογή των δεδομένων γίνεται σε:

- Μέσες τιμές (Μηνιαίες / Ετήσιες τιμές)
- Μικτά δεδομένα
- Σταθερά δεδομένα
- Κανονικοποιημένα δεδομένα

Επίσης δεδομένα μπορούν να παραχθούν με (Ciambro, 2003):

- Ακριβείς μετρήσεις
- Εκτιμήσεις / δείγματα
- Μοντέλα / Υπολογισμούς

3.5.1.5 Ποιότητα δεδομένων

Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από τις μελέτες AKZ, εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων που εισάγονται. Ορίζεται ως ο βαθμός αξιοπιστίας ανάμεσα στα δεδομένα

εισόδου και εξόδου ξεχωριστά και στα δεδομένα σαν σύνολο και τελικά στις αναφορές που βασίζονται στη χρήση των δεδομένων.

Οι στόχοι για συγκεκριμένη ποιότητα δεδομένων θα πρέπει να διατυπώνονται ξεκάθαρα κατά το στάδιο προσδιορισμού του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης. Η αποτίμηση λοιπόν της ποιότητας των δεδομένων είναι ένα πολύ σημαντικό βήμα στην όλη διαδικασία της ΑΚΖ. Ακόμη όμως και όταν υπάρχει υψηλή ποιότητα δεδομένων, η ΑΚΖ μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα, εάν αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιηθούν για να απαντηθούν άσχετες με το αντικείμενο της μελέτης ερωτήσεις. Η ποιότητα επηρεάζεται από την πηγή, τη μέθοδο συλλογής των δεδομένων, τον τρόπο παραγωγής, το κόστος και το χρόνο συλλογής.

Οι ακόλουθες παράμετροι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη: χρονική, γεωγραφική και τεχνολογική κάλυψη, ακρίβεια και αντιπροσωπευτικότητα των δεδομένων, συνέπεια και επαναληψιμότητα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για συλλογή των δεδομένων, και τέλος το σφάλμα και τα κενά δεδομένων. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να καθορίζονται όρια (threshold points) σχετικά με την πληρότητα των δεδομένων.

Στο στάδιο της απογραφής των δεδομένων κάθε ΑΚΖ παρουσιάζει διακυμάνσεις, αβεβαιότητες και κενά. Οι παραπάνω παράμετροι πρέπει να αναλύονται και να παρουσιάζονται στο στάδιο του καθορισμού του σκοπού της μελέτης. Πρέπει απαραίτητως να γίνεται ανάλυση ευαισθησίας των δεδομένων, έτσι ώστε να επισημαίνονται έγκαιρα οι περιορισμοί της μελέτης και να κρίνονται ανάλογα τα αποτελέσματα της. Σε μερικές περιπτώσεις η ανάλυση της ευαισθησίας μπορεί να απαιτεί την συλλογή περισσότερων δεδομένων ενώ σε κάποιες άλλες μπορεί να απαιτηθεί απόρριψη κάποιων δεδομένων.

3.5.1.6 Διάγραμμα Ροής (Flow Diagram)

Το διάγραμμα ροής των διαδικασιών διαμορφώνει μια ποιοτική γραφική απεικόνιση όλων των σχετικών διεργασιών που περιλαμβάνονται στον κύκλο ζωής του συστήματος που μελετάται. Αποτελείται από μια ακολουθία διαδικασιών που συνδέονται από τις ροές υλικών και ενέργειας. Στόχος του είναι η επικέντρωση του ενδιαφέροντος στις πιο σχετικές διεργασίες παρά η πλήρης αποτύπωση του συστήματος. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις διεργασίες που πιθανότατα παράγουν τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επεμβάσεις.

Εξαιρετικά σημαντικό είναι όλες οι αναφορές κατά την εισαγωγή των συλλεγμένων στοιχείων στο μοντέλο, να γίνονται ως προς τη λειτουργική μονάδα για να διατηρούνται τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας, θεμέλιος λίθος για την ΑΚΖ.

3.5.2. Ανάλυση απογραφών

Στην φάση της ανάλυσης απογραφών, μετρώνται οι τιμές των ροών υλικών και ενεργείας και καταγράφονται καθ'όλη την διάρκεια ζωής τους. Σε ένα πρώτο στάδιο, οι δομές των

διεργασιών μοντελοποιούνται έτσι ώστε να υπάρχει μία βάση για την οργάνωση των δεδομένων. Οι ροές υλικών και ενέργειας προσδιορίζονται ως μεγέθη εισόδου-εξόδου για όλες τις επιμέρους διεργασίες που περικλείονται από τα όρια του συστήματος. Συνδέοντας τις επιμέρους διεργασίες μεταξύ τους, αναπαριστώνται οι σχέσεις ανάμεσα στις υπομονάδες και το περιβάλλον το δε ισοζύγιο μάζας/ενέργειας αποτελεί την απογραφή του ολικού συστήματος. Όλα τα ρεύματα ροής ενέργειας και υλικών που διέρχονται από το σύστημα καταγράφονται σαν ποσότητες σε φυσικές μονάδες. Τα δεδομένα αναφέρονται στην λειτουργική μονάδα.

Ένα διαδεδομένο πρότυπο απογραφής δεδομένων για AKZ ήταν το πρότυπο SPOLD (www.spold.org). Για την ανάπτυξη του προτύπου είχε δημιουργηθεί μια κοινοπραξία μεγάλων πολυεθνικών εταιρειών (Ciba, Danfoss, Dow Corning, Electricite de France, Procter & Gamble, Unilever). Η ιδέα πίσω από το πρότυπο αυτό ήταν ότι, κάθε εγγραφή δεδομένων (εισροών και εκροών) στο μοντέλο της AKZ πρέπει να είναι μοναδική και να τοποθετείται σε συγκεκριμένη θέση. Το πρότυπο SPOLD έχει πλέον εγκαταληφθεί (η κοινοπραξία διαλύθηκε στο τέλος του 2001) αλλά παραλλαγές του προτύπου έχουν πλέον υιοθετηθεί σχεδόν από όλες τις βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση AKZ.

3.5.3 Εκτίμηση επιπτώσεων

Το έργο της εκτίμησης επιπτώσεων είναι ο συσχετισμός των ρευμάτων υλικού και ενέργειας τα οποία προκύπτουν από την ανάλυση απογραφών με συγκεκριμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η εκτίμηση των επιπτώσεων, είναι μια ποιοτική ή ποσοτική διεργασία η οποία χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει τις αρνητικές περιβαλλοντικές συνέπειες που προσδιορίζονται στο στάδιο της απογραφής δεδομένων. Η περιβαλλοντική επίπτωση ενός προϊόντος μπορεί να περιγραφεί με διάφορους τρόπους αλλά συνήθως καταλήγει στον υπολογισμό της επίπτωσης του προϊόντος εξετάζοντας στις εξόδους, τις επιπτώσεις ή καταστροφές που προκαλούνται σε μια ή περισσότερες φάσεις u964 του κύκλου ζωής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εντοπίζονται τα σημαντικότερα προβλήματα και σε ποιο στάδιο της ζωής του προϊόντος συμβαίνουν (Μουσιόπουλος, 1999).

Για τον λόγο αυτό η εκτίμηση επιπτώσεων περιλαμβάνει την αναγνώριση, σύνοψη και ποσοτικοποίηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των εξεταζόμενων συστημάτων. Διάφορες επιτροπές εργάζονται ακόμη πάνω στην δημιουργία μίας μεθόδου εκτίμησης. Μια πρώτη παγκόσμια ομοφωνία διαφαίνεται στον κανονισμό ISO DIN 14042, ο οποίος ακολουθεί τις συστάσεις της SETAC (SETAC, 1993). Παρακάτω αναπτύσσονται τα επιμέρους βήματα της ανάλυσης επιπτώσεων, όπως ο ορισμός των κατηγοριών, η ταξινόμηση και ο χαρακτηρισμός των επιπτώσεων. Στο πλαίσιο της «ταξινόμησης» οι ροές ενέργειας και υλικών που εξετάστηκαν

στην ανάλυση απογραφών αξιολογούνται ως προς περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχουν καθοριστεί προηγουμένως.

Η εκτίμηση επιπτώσεων , η οποία συνήθως γίνεται με χρήση περιβαλλοντικών δεικτών πραγματοποιείται στους άξονες πίεσης - κατάστασης - αντίδρασης. Τα τρία κυριότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει κάθε περιβαλλοντικός δείκτης είναι (Αμπελιώτης Κ.,2002):

Χρησιμότητα: Δηλαδή θα πρέπει να προσφέρει μια αντιπροσωπευτική εικόνα των περιβαλλοντικών συνθηκών που χαρακτηρίζει, να είναι απλός, εύκολα αντιληπτός και να μπορεί να έχει χρονικές διακυμάνσεις, να είναι ευαίσθητος στις αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών που χαρακτηρίζει, να αποτελεί τη βάση αναφοράς για διεθνείς συγκρίσεις και να έχει μια τιμή αναφοράς έτσι ώστε όλες οι συγκρίσεις να γίνονται με βάση αυτή.

Αναλυτική Βάση: Δηλαδή θα πρέπει να ορίζεται πολύ καλά θεωρητικά με βάση τεχνικούς και επιστημονικούς όρους, να στηρίζεται σε διεθνή πρότυπα και διεθνή αναγνώριση για την αξιοπιστία του και να συνδέεται εύκολα με οικονομικά – κοινωνικά μοντέλα και πληροφοριακά συστήματα.

Μετρησιμότητα: Δηλαδή τα δεδομένα που απαιτούνται για τον ορισμό του δείκτη θα πρέπει να είναι διαθέσιμα με καλή σχέση κόστους / οφέλους, να είναι καλά τεκμηριωμένα και με δεδομένη ποιότητα και να ανανεώνονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα με βάση αξιόπιστες πηγές και διαδικασίες.

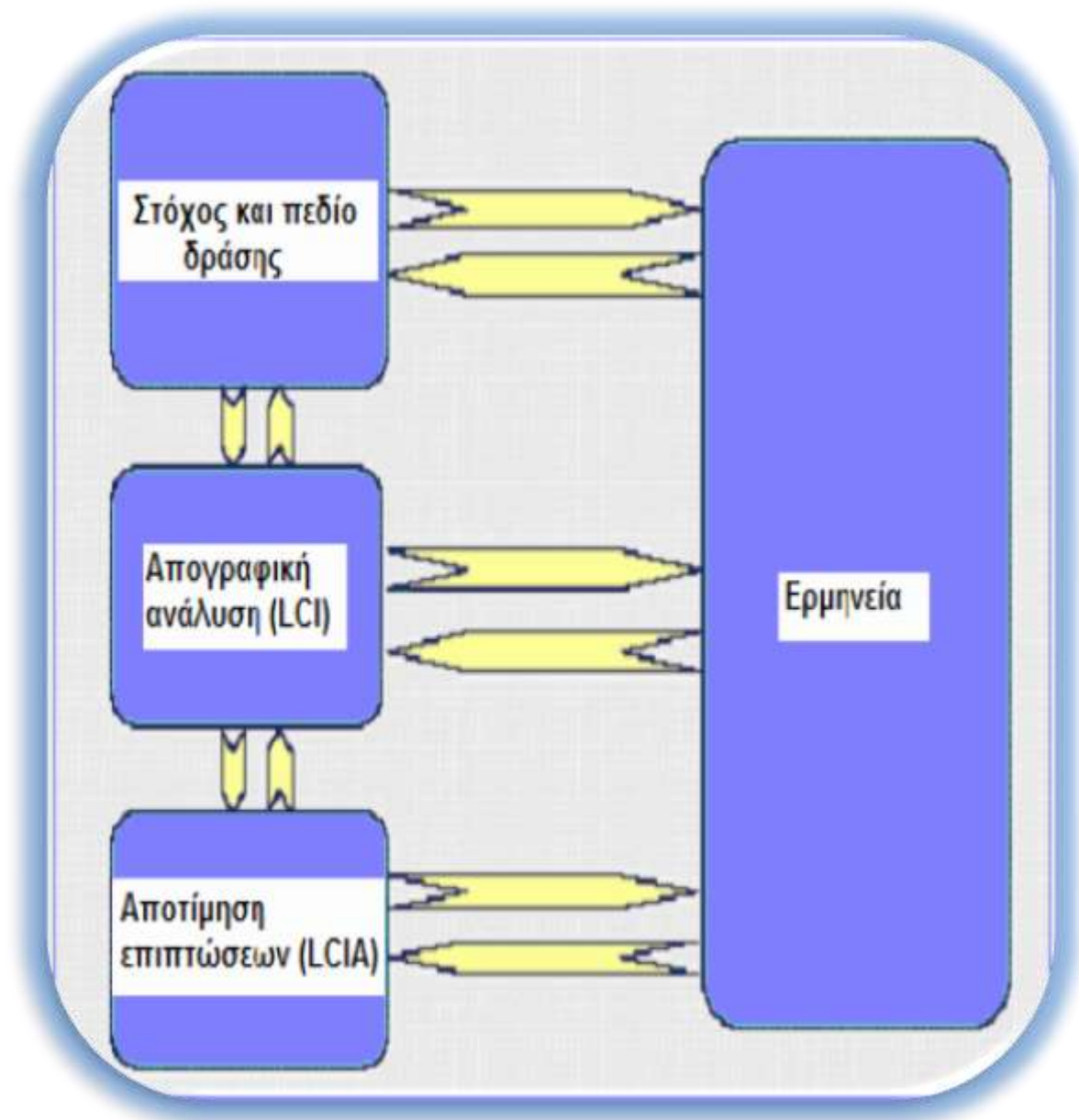
Οι παρακάτω κατηγορίες επιπτώσεων περιλαμβάνονται συνήθως σε μία αποτίμηση κύκλου ζωής:

- Παγκόσμια υπερθέρμανση.
- Στρατοσφαιρική καταστροφή όζοντος.
- (Τροποσφαιρική) φωτοχημική δημιουργία όζοντος.
- Οξίνιση.
- Ευτροφισμός.
- Τοξικότητα στον άνθρωπο.
- Οικοτοξικότητα.
- Χρήση γης.

Οι κατηγορίες επιπτώσεων περιλαμβάνουν πιθανές επιδράσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ανάμεσα σε άλλα, διαφέρουν ανάλογα και με τις χωρικές αναφορές τους. (παγκόσμιες, περιφερειακές, τοπικές). Βασικά, η οποιαδήποτε περιβαλλοντική επίπτωση μπορεί να συμπεριληφθεί στην έρευνα, αν είναι διαθέσιμα τα απαραίτητα δεδομένα, όπως επίσης και

ένα κατάλληλο μοντέλο για την περιγραφή και παραμετροποίηση της επίπτωσης. Μία ροή υλικού μπορεί να ευθύνεται για πολλαπλές περιβαλλοντικές επιδράσεις. Στο στάδιο του χαρακτηρισμού, λαμβάνει χώρα ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων που έχουν αποδοθεί στα ρεύματα ροής. Με την βοήθεια παραγόντων ισοδυναμίας, οι διαφορετικές συνεισφορές των υλικών συσχετίζονται με μία περιβαλλοντική επίδραση που ορίζεται, σύμφωνα με κάποια ουσία αναφοράς. Οι ροές που έχουν καταγραφεί στην φάση της ανάλυσης απογραφών πολλαπλασιάζονται με τους αντίστοιχους παράγοντες ισοδυναμίας και αθροίζονται οι επιμέρους συνεισφορές. Το δυναμικό της επίδρασης που προσδιορίζεται αποτελεί ένα μέτρο της πιθανής περιβαλλοντικής βλάβης.

Οι ποσότητες των διαφορετικών δυναμικών επίδρασης δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες η μία με την άλλη. Στην φάση της «τυποποίησης», το αποτέλεσμα ενός προσδιορισθέντος δυναμικού επίδρασης συσχετίζεται με μια χωρική τιμή. Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι δεν μπορούν να συσσωρεύονται πολλές κατηγορίες επιδράσεων σε έναν ή περισσότερους δείκτες. Η απαραίτητη αξιολόγηση γίνεται συνήθως με βάση εξατομικευμένα κριτήρια, τα οποία δεν είναι πάντα αποδεκτά από επιστημονική άποψη.



Σχήμα 3.6: Τα στάδια της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

3.5.4. Ερμηνεία

Το έργο της ερμηνείας συνίσταται στην ανάλυση των αποτελεσμάτων όπως επίσης και στην αξιολόγηση της σημασίας τους και των περιορισμών που μπορεί να έχουν αυτά. Τα ουσιαστικά γεγονότα, βασισμένα στα αποτελέσματα της ανάλυσης απογραφών και της εκτίμησης επιπτώσεων πρέπει να οριοθετηθούν και να ελεγχθούν ως προς την πληρότητα, την ευαισθησία και την συνέπεια των αποτελεσμάτων. Οι παραδοχές που έχουν γίνει στην φάση ορισμού του στόχου και του σκοπού θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψιν. Με βάση αυτά, θα πρέπει να εξαχθούν συμπεράσματα και να γίνουν συστάσεις.

- Η ερμηνεία περιέχει τα ακόλουθα κύρια στοιχεία [ISO, 1997d]:
- Προσδιορισμό σημαντικών περιβαλλοντικών ζητημάτων,
- Εκτίμηση
- Συμπεράσματα και Συστάσεις.



Σχήμα 3.7: Ο Κύκλος ζωής του προϊόντος

3.6 Εφαρμογές της ΑΚΖ

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη νέων προϊόντων και διεργασιών είναι το κύριο πεδίο εφαρμογής της μεθοδολογίας της ΑΚΖ. Το στάδιο αυτό είναι ιδιαίτερος σημαντικό καθώς ένα

λάθος σχεδιασμένο προϊόν είναι εξαιρετικά δύσκολο να βελτιώσει την περιβαλλοντική του επίδοση σε κατοπινά στάδια του κύκλου της ζωής του.

Η AKZ επίσης βοηθά στην κατανόηση των παραγωγικών διεργασιών, καθώς λόγω της αναλυτικής φύσης της απαιτεί τη λεπτομερή απογραφή των δεδομένων της παραγωγικής διεργασίας. Έτσι, αναδεικνύει περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που μπορεί να «κρύβονται» μέσα στη διεργασία. Οι μεγαλύτερες από τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις πρέπει να αποτελούν τα σημεία έναρξης της αναζήτησης για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων.

Τέλος η AKZ έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη εργαλείων ενημέρωσης των καταναλωτών. Για παράδειγμα για την απονομή του οικολογικού σήματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ecolabel) απαιτείται η διενέργεια AKZ.

Συμπερασματικά λοιπόν, τα πρακτικά οφέλη που προκύπτουν από μια AKZ είναι τα εξής:

- Προσφέρει την κοινή βάση αναφοράς για τη σύγκριση εναλλακτικών προϊόντων, υλικών και δραστηριοτήτων ως προς την περιβαλλοντική τους επίδοση
- Αναδεικνύει εκείνα τα σημεία του κύκλου ζωής που επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον και επιδέχονται βελτίωση
- Βοηθά στην ανάπτυξη νέων προϊόντων και παραγωγικών διεργασιών με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- Προσφέρει την επιστημονική υποστήριξη για τον χαρακτηρισμό προϊόντων ως φιλικά προς το περιβάλλον (π.χ. κανονισμός ΕΟΚ 880/1992)
- Προσφέρει ουσιαστική βοήθεια για την αποτίμηση των αποτελεσμάτων περιβαλλοντικών πολιτικών και δράσεων σε σχέση με εξοικονόμηση πρώτων υλών, ανακύκλωση, εκπομπές ρύπων κ.λ.π. καθώς επίσης και την εκπαίδευση σε θέματα πρόληψης ή μείωσης της ρύπανσης

3.6.1 AKZ στη Βιομηχανία

Η αποτελεσματική προσέγγιση αντιμετώπισης περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι η χρήση AKZ στις αρχικές φάσεις σχεδιασμού και η αναγνώριση της έκτασης του προβλήματος, επιβάλλοντας προτεραιότητες και δίνοντας έμφαση σε αποτελεσματικές λύσεις. Η AKZ ως εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης, συμβάλλει στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων μέσω της επιλογής των υλικών, της διαδικασίας αλλαγής του σχεδιασμού προϊόντων, της αυξημένης επαναχρησιμοποίησης, της εκμετάλλευσης των υποπροϊόντων και της ανακύκλωσης.

3.6.2 AKZ και Οικολογικός Σχεδιασμός (Eco-Design /Ecomaterials)

Για την κατασκευή ενός προϊόντος ή την ανάπτυξη μιας παραγωγικής διαδικασίας χρησιμοποιούνται ορισμένα τεχνικά δεδομένα. Με βάση αυτά είναι δυνατόν να εφαρμοστεί η AKZ από την αρχή του σχεδιασμού. Ο παράγοντας περιβάλλον εισέρχεται δυναμικά στα στάδια έρευνας, ανάπτυξης και σχεδιασμού..

3.6.3 AKZ ως Εργαλείο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Εντάσσοντας την AKZ στο γενικότερο πλαίσιο της περιβαλλοντικής διαχείρισης, αυτή αποτελεί μια μόνο από τις διάφορες τεχνικές περιβαλλοντικής διαχείρισης. Συμπληρώνει άλλες τεχνικές όπως την ανάλυση περιβαλλοντικής επίπτωσης, την αναγνώριση πηγών κινδύνου (hazard identification), την εκτίμηση κινδύνου (risk assessment), την τεχνολογική ανάλυση (technology assessment), τις μεθοδικές και λεπτομερείς εξετάσεις αποβλήτων (waste audits) και τον περιορισμό των αποβλήτων και των διεργασιών (waste minimization assessment of process) με σκοπό το περιβαλλοντικό σχεδιασμό, την υπεύθυνη διαχείριση του προϊόντος, και την δημιουργία, μέτρων σύγκρισης συστημάτων διαχείρισης. Όλες αυτές οι τεχνικές και τα εργαλεία διαχείρισης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όπου, κατά περίπτωση, κρίνονται ως κατάλληλα.

3.6.4 AKZ ως Εργαλείο Εκτίμησης Κόστους

Η απόφαση για την κατασκευή μιας βιομηχανικής μονάδας εξαρτάται συνήθως από πόσο επικερδής θα είναι η λειτουργία της. Με την χρήση της AKZ μας δίδεται η δυνατότητα ανάλυσης του ολικού κόστους της παραγωγής ενός προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων και των επί μέρους επιπτώσεων της χρήσης του προϊόντος

3.7 Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής στον τομέα των τροφίμων

3.7.1 Λόγοι ένταξης της AKZ στον σχεδιασμό της παραγωγής τροφίμων

Τα τελευταία χρόνια, επανεξετάζονται οι πολιτικές που αφορούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων κι αυτό γιατί όπως έχει αποδειχθεί τα προϊόντα και οι υπηρεσίες επιδρούν στο περιβάλλον, είτε κατά την παραγωγή, είτε κατά τη χρήση ή την τελική διάθεσή τους. Η ακριβής φύση των επιπτώσεων αυτών είναι σύνθετη και δύσκολα ποσοτικοποιήσιμη, πλην όμως η ενδεχόμενη έκταση του προβλήματος είναι έκδηλη.

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι:

- Η παραγωγή και η χρήση αγαθών και υπηρεσιών (δηλ. προϊόντων) προκαλούν τις περισσότερες από τις δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατάσταση επιδεινώνεται εξαιτίας του αυξανόμενου αριθμού προϊόντων που καταναλώνονται στην ΕΕ και στον κόσμο.
- Οι περιβαλλοντικές πιέσεις και επιπτώσεις των προϊόντων παρατηρούνται σε διάφορα στάδια του κύκλου ζωής τους (κατά τη διάρκεια της αλυσίδας παραγωγής, τη χρήση τους, την οριστική διάθεσή τους στο τέλος του κύκλου ζωής τους). Τα διορθωτικά μέτρα πρέπει να μελετώνται έτσι ώστε η επιβάρυνση στο περιβάλλον να μην μετατίθεται σε άλλα στάδια του κύκλου ζωής των προϊόντων ή σε άλλες γεωγραφικές περιοχές.
- Εξαιτίας της τεράστιας ποικιλίας των προϊόντων και των επιπτώσεών τους, δεν υπάρχει ένα μοναδικό εργαλείο πολιτικής για την αντιμετώπισή τους. Πρέπει να επιλεγεί και να εφαρμοσθεί κατά περίπτωση με συντονισμένο τρόπο το κατάλληλο μέσο πολιτικής ή συνδυασμός μέσων, συχνά σε πολλά πεδία ταυτόχρονα. Για να αξιοποιηθούν με τον καλύτερο τρόπο τα μέσα αυτά, πρέπει να συμμετέχει στη διαδικασία μεγάλος αριθμός ενδιαφερομένων, μεταξύ των οποίων πολιτικοί ιθύνοντες, επιχειρήσεις και καταναλωτές.

Ταυτόχρονα, η διατήρηση της οικονομικής ανάπτυξης και της ευημερίας επηρεάζεται σημαντικά από την παραγωγή και χρήση προϊόντων. Το ζητούμενο είναι ο συνδυασμός της βελτίωσης του τρόπου ζωής και της ποιότητας ζωής -που συχνά επηρεάζονται άμεσα από τα προϊόντα- με την περιβαλλοντική προστασία. Με άλλα λόγια, πρέπει να δημιουργηθούν ενάρετοι κύκλοι όπου οι περιβαλλοντικές βελτιώσεις συμβαδίζουν με τη βελτίωση των επιδόσεων των προϊόντων και όπου οι περιβαλλοντικές επιδόσεις στηρίζουν την μακροπρόθεσμη βιομηχανική ανταγωνιστικότητα (www.europa.eu.int.com).

Μέχρι στιγμής, οι υφιστάμενες περιβαλλοντικές πολιτικές που στρέφονται στα προϊόντα τείνουν να εστιάζονται στις μεγάλες σημειακές πηγές ρύπανσης, όπως, λόγου χάριν, στις βιομηχανικές εκπομπές ή στα ζητήματα διαχείρισης των αποβλήτων. Συχνά, οι πολιτικές αυτές υπήρξαν επιτυχείς.

Σήμερα, ωστόσο, καθίσταται σαφές ότι πρέπει να συνοδεύονται από πολιτικές που βασίζονται στο σύνολο του κύκλου ζωής των προϊόντων, συμπεριλαμβανομένης της χρηστικής φάσης. Έτσι αναμένεται να εξασφαλιστεί ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής αντιμετωπίζονται κατά τρόπο ολοκληρωμένο -και δεν μετατοπίζονται από ένα τμήμα του κύκλου ζωής σε άλλο.

Παρομοίως, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις θα αντιμετωπίζονται στο σημείο εκείνο του κύκλου ζωής με τη μεγαλύτερη και οικονομικά αποδοτικότερη μείωση των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της χρήσης πόρων. Για να είναι επιτυχής, η πολιτική πρέπει επίσης να λάβει υπόψη πλειάδα χαρακτηριστικών των προϊόντων που τα καθιστούν διάσπαρτους αποδέκτες των μέτρων περιορισμού της ρύπανσης (www.europa.eu.int.com).

Στη βιομηχανία τροφίμων χρειάζονται δημιουργικές, αποτελεσματικές, και αποδοτικές μέθοδοι τόσο για την αποφυγή όσο και για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που δημιουργούνται στα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.

Αποτελεσματική προσέγγιση αποφυγής κι αντιμετώπισης περιβαλλοντικών επιπτώσεων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στις αρχικές φάσεις σχεδιασμού, με τον εντοπισμό των διεργασιών που συνεισφέρουν στις διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων αναγνωρίζοντας με αυτόν τον τρόπο την έκταση του προβλήματος κι επιβάλλοντας προτεραιότητες, δίνοντας έμφαση σε αποτελεσματικές λύσεις.

Η αξιολόγηση του κύκλων ζωής (LCA) είναι ένα εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογήσει το περιβαλλοντικό φορτίο ενός προϊόντος, μιας διαδικασίας, ή μιας δραστηριότητας σε όλο τον κύκλο ζωής του. (Poritosh et. al.,2009)

Η ΑΚΖ ως εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης, συμβάλλει στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων μέσω της επιλογής των υλικών, της διαδικασίας αλλαγής του σχεδιασμού προϊόντων, της αυξημένης επαναχρησιμοποίησης, της εκμετάλλευσης των υποπροϊόντων και της ανακύκλωσης.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται κάποιες μελέτες ΑΚΖ που έχουν διεξαχθεί για γεωργικά και βιομηχανικά τρόφιμα. Η ανασκόπηση στη βιβλιογραφία δείχνει ότι η γεωργική παραγωγή είναι η δυναμική ζώνη στον κύκλο ζωής των τροφίμων ενώ η ΑΚΖ μπορεί να βοηθήσει για να προσδιορίσει περισσότερες βιώσιμες επιλογές. Λόγω της πρόσφατης ανάπτυξης των μεθοδολογιών ΑΚΖ και των προγραμμάτων διάδοσης από τους διεθνείς και τοπικούς οργανισμούς, η χρήση της αυξάνεται γρήγορα στα γεωργικά και βιομηχανικά τρόφιμα.

Επίσης από τις μελέτες προκύπτει ότι όταν η ΑΚΖ συνδέεται με άλλες προσεγγίσεις παρέχει τις πιο αξιόπιστες και εκτενείς πληροφορίες στους περιβαλλοντικά συνειδητούς φορείς χάραξης πολιτικής, τους παραγωγούς, και τους καταναλωτές στην επιλογή των βιώσιμων προϊόντων και των διαδικασιών παραγωγής.

3.8 Περιπτώσιολογικές μελέτες

3.8.1 ΑΚΖ κατά την παραγωγή καφέ

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την Salamone R. (2003) εξετάστηκε η παραγωγή του καφέ με τη μέθοδο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής αποσκοπώντας στον προσδιορισμό των κύριων σημείων του κύκλου ζωής του καφέ που μπορούν να βελτιωθούν, καθώς και στην πρόταση εναλλακτικών λύσεων για να ελαχιστοποιηθεί η περιβαλλοντική επίδραση των φάσεων παραγωγής βελτιώνοντας τις διαδικασίες και την απόδοση.

Η παραγωγή καφέ έχει αυξηθεί σχεδόν κατά 200% από το 1950 καθώς πρόκειται για ένα από τα σημαντικότερα εμπορικά προϊόντα στον κόσμο. Αν και παράγεται μόνο στις τροπικές και ισημερινές περιοχές (είναι η αρχική εξαγωγή πολλών αναπτυσσόμενων χωρών), η πλειοψηφία του καφέ καταναλώνεται στον αναπτυγμένο κόσμο.

Η μελέτη αυτή αφορά μια μονάδα ψησίματος και διανομής καφέ στη Σικελία (Ιταλία) και εστιάζει στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις απαιτήσεις ενέργειας, τη διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων και την κατανάλωση πρώτων υλών.

Στην ανάλυση κύκλου ζωής εξετάστηκαν όλα τα στάδια από την καλλιέργεια του καφέ μέχρι τη διανομή και κατανάλωσή του ενώ δεν λήφθηκε υπόψη η διαδικασία παραγωγής του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία.

Για την ανάπτυξη της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε ως λειτουργική μονάδα, το 1 κιλό συσκευασμένου καφέ διανεμημένου στον τελικό καταναλωτή.

Όσον αφορά την καταγραφή στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφάρμακα. Για τις εκπομπές αζώτου και φωσφόρου χρησιμοποιήθηκαν υπολογιστικές μέθοδοι εκτίμησης.

Η παραγωγή καφέ ανά εκτάριο ποικίλει ανάλογα με τον τύπο και τα χαρακτηριστικά του καλλιεργήσιμου εδάφους. Η παραγωγή εκτιμήθηκε από 200 έως 650 κιλά ανά εκτάριο με μέση τιμή 425 κιλά ανά εκτάριο.

Για την επεξεργασία του καφέ μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ξηρή είτε υγρή μέθοδος. Στην συγκεκριμένη ανάλυση όμως εξετάστηκε μόνο η ξηρή μέθοδος, με φυσική ξήρανση των κόκκων καφέ που γίνεται με τον ήλιο και μηχανική που πραγματοποιείται με κατάλληλα μηχανήματα.

Η κατανάλωση καυσίμου κατά τη μηχανική ξήρανση εκτιμήθηκε στα 0.11 λίτρα ανά κιλό προϊόντος, ενώ τα υπολείμματα της διεργασίας που είναι οι φλούδες του καφέ προσδιορίστηκαν στους 0.99 τόνους ανά 5.5 τόνους καρπών καφέ.

Για τον προσδιορισμό των εισροών και εκροών κατά την παραγωγική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την ίδια την μονάδα που εξετάζεται.

Εισροές υλικών και ενέργειας για την επεξεργασία και συσκευασία του καφέ:

- καρποί καφέ,
- ηλεκτρισμός για τη λειτουργία των μηχανημάτων,
- φυσικό αέριο για το στάδιο ψησίματος του καφέ,
- υλικά συσκευασίας.

Εκροές:

- καβουρδισμένος καφές σε πρωτογενή και δευτερογενή συσκευασία,
- αέριες εκπομπές οι οποίες προέρχονται από τη χρήση του φυσικού αερίου και στερεά απόβλητα που είναι τα υπολείμματα από τις διεργασίες καθαρισμού και ψησίματος του καφέ.

Όσον αφορά την συσκευασία τα στοιχεία για όλους τους τύπους πρωτογενούς και δευτερογενούς συσκευασίας του καφέ λήφθηκαν από την ίδια την υπό εξέταση μονάδα καθώς και από στοιχεία των παραγωγών και πωλητών προϊόντων συσκευασίας.

Οι κύριες εργασίες μεταφοράς που λαμβάνουν χώρα είναι οι εξής:

- Μεταφορά λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στους χώρους καλλιέργειας του καφέ, η οποία δεν λήφθηκε υπόψη στο παρόν σύστημα.
- Μεταφορά καρπών καφέ από το σημείο καλλιέργειάς του στη μονάδα επεξεργασίας και συσκευασίας του: Τα δεδομένα για τις αποστάσεις και τις ποσότητες που μεταφέρονται λήφθηκαν από την ίδια τη μονάδα .
- Μεταφορά συσκευασιών από τους κατασκευαστές στη μονάδα επεξεργασίας και συσκευασίας του καφέ: Τα δεδομένα για τις αποστάσεις και τις ποσότητες που μεταφέρονται λήφθηκαν από την ίδια τη μονάδα.
- Μεταφορά συσκευασμένου καφέ από τη μονάδα σε τοπικούς πωλητές και τελικά σημεία πώλησης: Τα δεδομένα λήφθηκαν από την ίδια τη μονάδα και αφορούν την κατανάλωση πετρελαίου κίνησης από τα οχήματα μεταφοράς της μονάδας όπως και τις μεταφερόμενες ποσότητες του τελικού προϊόντος.
- Μεταφορά συσκευασμένου καφέ από τη μονάδα σε πωλητές στην υπόλοιπη χώρα και στο εξωτερικό: Τα δεδομένα για τις εκτιμήσεις σχετικά με τη μέση απόσταση που διανύεται λήφθηκαν από την ίδια τη μονάδα.
- Μεταφορά συσκευασμένου καφέ από εθνικούς και διεθνείς πωλητές σε τελικά σημεία πώλησης: Δεν λήφθηκε υπόψη στο παρόν σύστημα καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα να εκτιμηθεί.

Είναι δύσκολη η εκτίμηση δεδομένων που αφορούν την κατανάλωση διότι εξαρτάται από μεγάλο αριθμό παραγόντων όπως η εθνικότητα και οι συνήθειες των καταναλωτών (π.χ η ποσότητα καφέ και νερού για την παρασκευή γαλλικού καφέ είναι διαφορετική από αυτή για την παρασκευή ιταλικού καφέ), ο τύπος του μηχανήματος παρασκευής καφέ κ.λπ. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εξέτασης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από διάφορες μελέτες.

Για την παρασκευή καφέ φίλτρου (γαλλικού καφέ) χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για δύο τύπους συσκευών, μίας ηλεκτρικής συσκευής με θερμοστατική κανάτα (θερμός) (Συσκευή Α) και μίας τυπικής συσκευής αερίου (συσκευή Β) και εκτιμήθηκε ότι 50% των καταναλωτών χρησιμοποιούν τη συσκευή Α και 50% τη συσκευή Β.

Για την παρασκευή καφέ εσπρέσσο (ιταλικού καφέ) χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για την αντίστοιχη οικιακή ηλεκτρική συσκευή ετοιμασίας του καφέ αυτού (Συσκευή Γ).

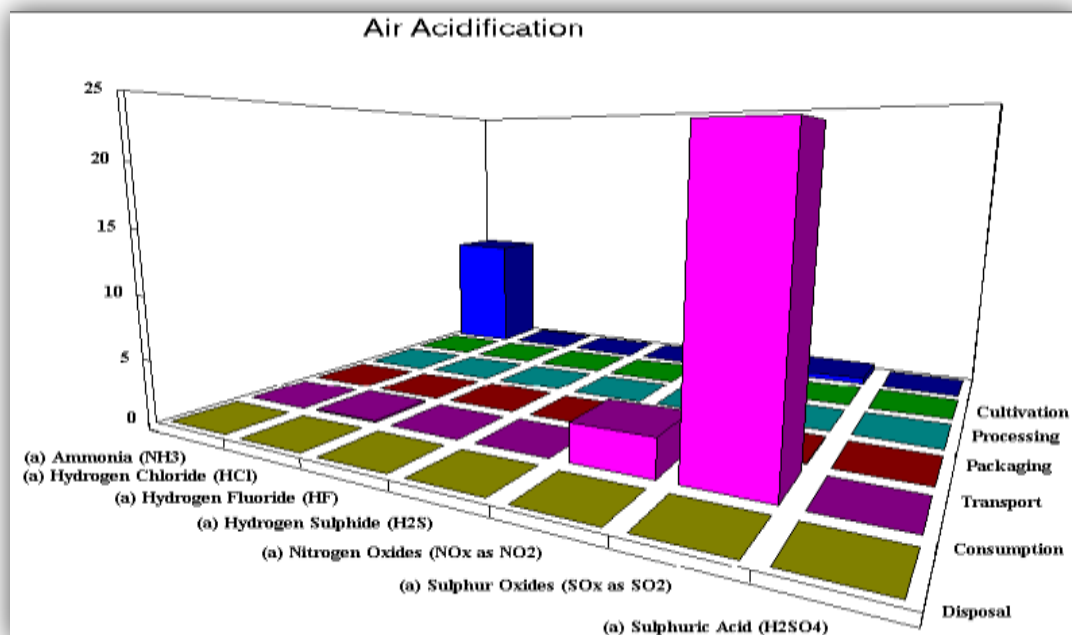
Λόγω της μικρής συμμετοχής της κατανάλωσης νερού κατά τη διαδικασία παρασκευής του καφέ και πλυσίματος της συσκευής και της δυσκολίας υπολογισμού της, δεν λήφθηκε υπόψη η παράμετρος αυτή κατά την εξέταση του συστήματος.

Η διαχείριση αποβλήτων αφορά απορριπτόμενα υλικά συσκευασίας και υπολείμματα καφέ κατά την επεξεργασία του στη μονάδα. Λαμβάνεται υπόψη η παραδοχή ότι τα απόβλητα δεν υπόκεινται σε διαδικασία ανακύκλωσης. Τα δεδομένα σχετικά με τα απόβλητα λήφθηκαν τόσο από την ίδια τη μονάδα όσο και από διάφορες μελέτες.

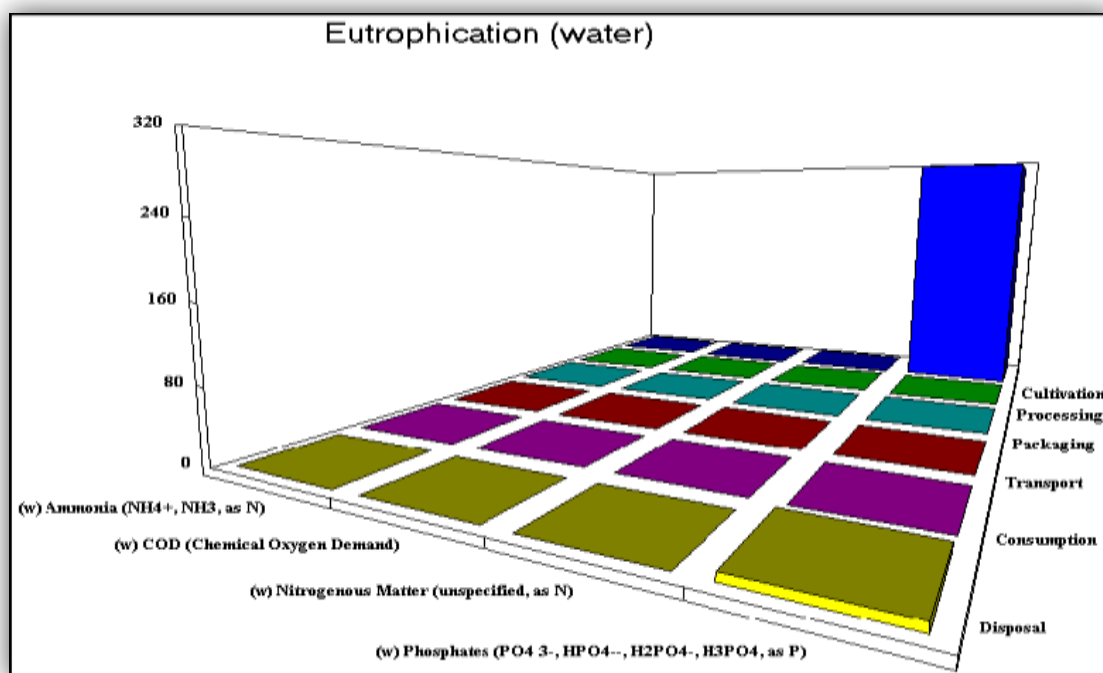
Οι κατηγορίες επιπτώσεων που μελετήθηκαν στο παρόν σύστημα είναι οι εξής:

- Φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Λέπτυνση της στοιβάδας του Όζοντος
- Οξίνιση
- Ευτροφισμός
- Τοξικότητα στον άνθρωπο
- Οικοτοξικότητα εδάφους
- Οικοτοξικότητα υδάτων
- Σχηματισμός φωτο- οξειδωτικών.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση του συστήματος τα στάδια της καλλιέργειας της πρώτης ύλης και η κατανάλωση του τελικού προϊόντος προκαλούν τις μεγαλύτερες επιδράσεις.



Σχήμα 3.8: Η συνεισφορά κάθε διεργασίας στην οξίνιση (Salamone R., 2003)



Σχήμα 3.9: Η συνεισφορά κάθε διεργασίας στον ευτροφισμό (Salamone R., 2003)

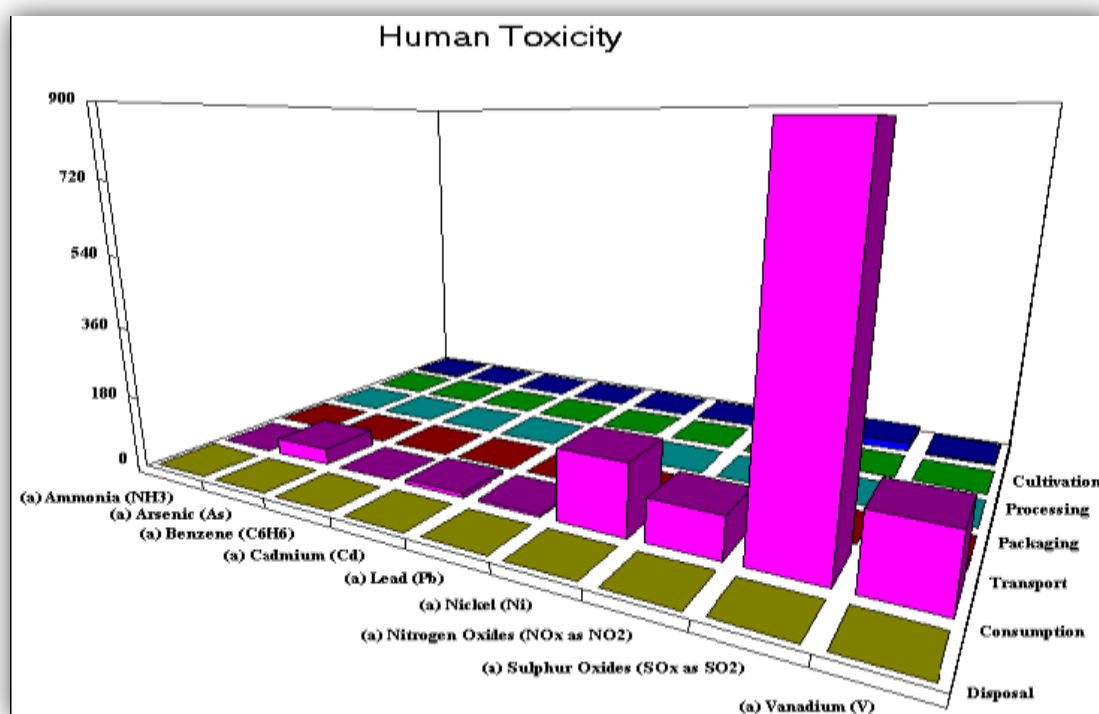
Πιο συγκεκριμένα, η καλλιέργεια του καφέ συνεισφέρει στην οικοτοξικότητα και τον ευτροφισμό μέχρι και 97%, ενώ η κατανάλωση του προϊόντος συνεισφέρει στη οξίνιση της ατμόσφαιρας, στην οικοτοξικότητα των υδάτων, στην τοξικότητα στον άνθρωπο, στο φαινόμενο

του θερμοκηπίου, στην καταστροφή της στιβάδας του όζοντος και στο σχηματισμό φωτοχημικής οξείδωσης συνολικά μέχρι 68%.

Το στάδιο της διάθεσης των παραγόμενων αποβλήτων συνεισφέρει στην υδατική οικοτοξικότητα και τον ευτροφισμό.

Η συνεισφορά της μεταφοράς είναι πολύ μικρή, αλλά επηρεάζει το σχηματισμό φωτοοξειδωτικών, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την τοξικότητα στον άνθρωπο, τη λεπτύνση της στιβάδας του όζοντος, την οξίνιση και την υδατική οικοτοξικότητα.

Με βάση την ανάλυση προκύπτει ότι οι διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων εξαρτώνται από το ανάλογο στάδιο του κύκλου ζωής που εξετάζεται.



Σχήμα 3.10: Η συνεισφορά κάθε διεργασίας στην τοξικότητα για τον άνθρωπο (Salamone R., 2003)

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτει ότι απαιτείται η ανάπτυξη δράσεων για μείωση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν προς αυτή την κατεύθυνση είναι οι εξής:

- ✓ **Αέριες εκπομπές:** Οφείλονται κυρίως στην κατανάλωση καυσίμου από τα οχήματα για τη μεταφορά του προϊόντος στις τοπικές αγορές καθώς όλα τα οχήματα χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ και σε μικρότερο βαθμό στην καύση φυσικού αερίου κατά την

διαδικασία επεξεργασίας του καφέ. Επομένως, οι δράσεις πρέπει να αφορούν στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμου.

- ✓ **Κατανάλωση ενέργειας:** Κατανάλωση ενέργειας απαιτείται στη διαδικασία επεξεργασίας του καφέ και στα μηχανήματα φόρτωσης του προϊόντος τα οποία λειτουργούν με ηλεκτρικούς συσσωρευτές. Η βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας θα οδηγήσει σε μείωση και των αέριων εκπομπών
- ✓ **Διαχείριση αποβλήτων:** Τα απόβλητα που παράγονται στη μονάδα είναι κυρίως υπολείμματα καφέ τα οποία και οδηγούνται προς τελική διάθεση σε χώρο ταφής. Η μικρή παραγόμενη ποσότητα αποθαρρύνει τη βιομηχανία από το να εφαρμόσει τεχνικές ανακύκλωσης τους, έτσι λοιπόν προτείνεται η χρήση των στερεών αυτών ως υλικό για κομποστοποίηση και παραγωγή προϊόντος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό λίπασμα στην καλλιέργεια του καφέ.
- ✓ **Καλλιέργεια:** Το στάδιο αυτό συνεισφέρει σημαντικά στις συνολικές περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, γι αυτό το λόγο πρέπει να εξετασθεί η δυνατότητα μετατροπής της καλλιέργειας από συμβατική σε οργανική. Επιπλέον, τα φυτικά υπολείμματα που παραμένουν κατά το στάδιο της συγκομιδής του καφέ, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη μαζί με τα στερεά υπολείμματα της παραγωγικής διαδικασίας για κομποστοποίηση, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό λίπασμα στην ίδια την καλλιέργεια.
- ✓ **Συσκευασία:** Παρά το γεγονός ότι τα απορριπτόμενα υλικά συσκευασίας δεν παρουσιάζουν σημαντικές επιπτώσεις στο συνολικό κύκλο ζωής, εντούτοις ενδείκνυται η ανάπτυξη δράσεων για την ανακύκλωσή τους, σε συνεργασία με τους εμπλεκόμενους φορείς.

3.8.2 ΑΚΖ κατά την παραγωγή γάλακτος στην Σουηδία

Η συγκεκριμένη ανάλυση κύκλου ζωής που πραγματοποιήθηκε από τους Cederberg et. al.(2000) αφορά στη σύγκριση δύο διαφορετικών πρακτικών παραγωγής γάλακτος, την βιολογική (οργανική) και παραδοσιακή παραγωγή με την εφαρμογή της μεθόδου ΑΚΖ..

Η οργανική παραγωγή γάλακτος συντελεί στη μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων στη γεωργία αλλά αυτή η μορφή παραγωγής απαιτεί ουσιαστικά περισσότερο καλλιεργήσιμο έδαφος από τη συμβατική παραγωγή. Η συμβατική παραγωγή γάλακτος στη Σουηδία χαρακτηρίζεται από την έντονη παραγωγή και οι αγελάδες είναι μεταξύ των πιο υψηλά αποδοτικών στην Ευρώπη.

Οι στόχοι της έρευνας ήταν οι ακόλουθοι:

- ο προσδιορισμός των παραμέτρων που έχουν τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίδραση στα συστήματα που μελετώνται, και η πρόταση βελτιώσεων στα εξεταζόμενα συστήματα.
- η διερεύνηση της υπόθεσης ότι τα συστήματα για την παραγωγή γάλακτος με σχετικά υψηλές εισροές στο πλαίσιο της τροφής και των λιπασμάτων έχουν ένα μεγαλύτερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο σχετικά με τα συστήματα χαμηλών εισροών.

Ως λειτουργική μονάδα ορίστηκαν τα 1000 κιλά γάλακτος όπως φεύγουν από την φάρμα.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της μελέτης συλλέχθηκαν από δύο σχετικά μεγάλα γαλακτοκομικά αγροκτήματα στο δυτικό τμήμα της Σουηδίας σε μια αγροτική κοινωνία.

Κατά την ανάλυση του συστήματος εξετάστηκαν οι φάσεις του κύκλου ζωής του γάλακτος συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής των υλικών και της χρησιμοποιούμενης ενέργειας ενώ λήφθηκε υπόψη και η μεταφορά.

Το χρονικό πλαίσιο μέσα στο οποίο εξετάστηκε το παρόν σύστημα αφορά την παραγωγή γάλακτος κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Τα κτήρια δεν λήφθηκαν υπόψη στην ανάλυση καθώς έχουν ένα παρόμοιο σχέδιο στα αγροκτήματα που μελετώνται. Τα μηχανήματα αποκλείστηκαν δεδομένου ότι υπάρχει μια έλλειψη στοιχείων όσον αφορά τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για κάποιες διεργασίες.

Οι κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων που εξετάστηκαν στη μελέτη ήταν:

- Φυσικοί Πόροι: ενέργεια, υλικά και χρήση γης
- Ανθρώπινη υγεία: χρήση φυτοφαρμάκων
- Ποιότητα του οικοσυστήματος: παγκόσμια υπερθέρμανση, οξινισμός, ευτροφισμός, σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών και μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος.

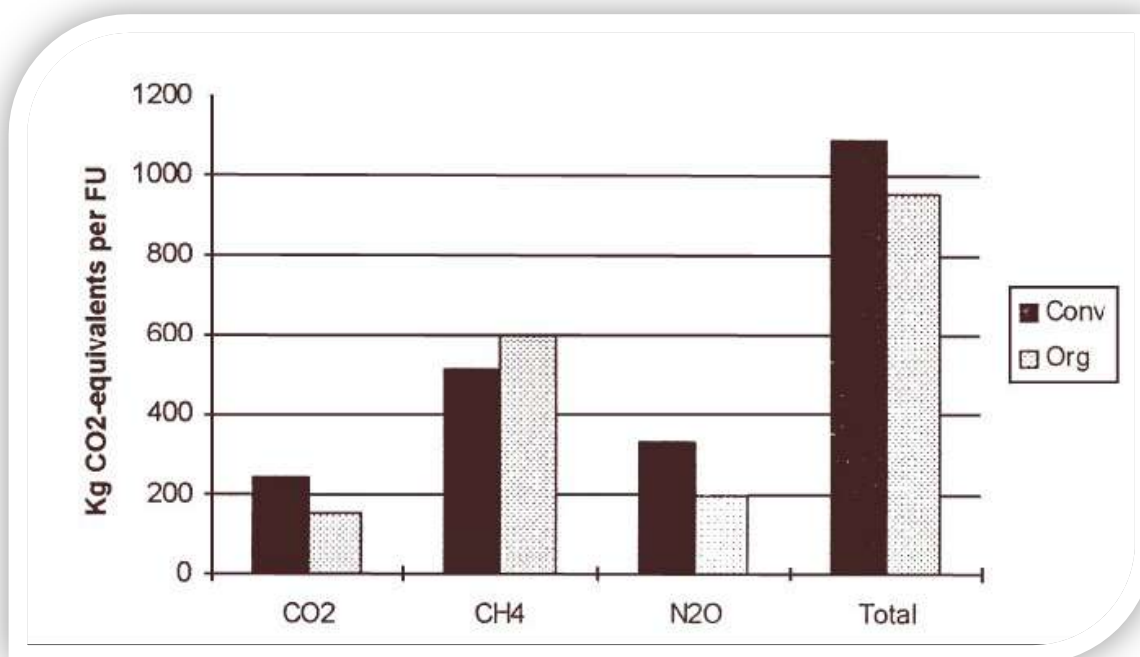
Η διαδεδομένη χρήση των φυτοφαρμάκων είναι μια από τις σημαντικότερες επιδράσεις της γεωργικής παραγωγής. Εκτός από την πιθανή ανθρώπινη έκθεση, η χρήση φυτοφαρμάκων μπορεί επίσης να έχει τις οικοτοξικολογικές επιδράσεις στα υδρόβια και επίγεια συστήματα. Έμμεσα, η χρήση των φυτοφαρμάκων μπορεί επίσης να συμβάλλει στη μείωση της βιοποικιλότητας.

Σε αυτήν την ανάλυση υπολογίζεται η ποσοτική χρήση των φυτοφαρμάκων ανά λειτουργική μονάδα.

Με βάση την εφαρμογή της μεθόδου προσδιορίστηκε ότι η χρήση βιοκτόνων στις κτηνοτροφικές μονάδες ανά τόνο παραγόμενου γάλακτος ήταν 118 g στη συμβατική πρακτική και 10.8 g στη βιολογική. Όπως προέκυψε από την καταγραφή των δεδομένων το πλεόνασμα στη χρήση θρεπτικών στην περίπτωση της συμβατικής πρακτικής είναι αρκετά υψηλότερο.

Η παραγωγή γάλακτος ανά εκτάριο κτηνοτροφικής έκτασης είναι σχεδόν διπλάσια στη συμβατική πρακτική συγκρινόμενη με την οργανική. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αυξημένη παραγωγικότητα των ζώων λόγω της χρήσης πρόσθετης τροφής και λιπασμάτων.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα σχετικά με τη συνεισφορά στην πλανητική υπερθέρμανση, παρατηρείται ότι η χρήση καυσίμων και οι συνεπαγόμενες εκπομπές CO₂ επηρεάζουν ελάχιστα τις επιδράσεις την κατηγορία αυτή. Πιο σημαντικές είναι οι εκπομπές N₂O οι οποίες σχετίζονται με τον κύκλο του αζώτου στις κτηνοτροφικές καλλιέργειες καθώς και οι εκπομπές από τη χρήση συνθετικών λιπασμάτων. Παρόλα αυτά, η σημαντικότερη πηγή επιπτώσεων είναι οι εκπομπές μεθανίου, οι οποίες μάλιστα είναι μεγαλύτερες στην οργανική παραγωγή σε σχέση με τη συμβατική λόγω χρήσης ζωοτροφών με μεγάλη περιεκτικότητα σε άχυρο και φυτικές ίνες.



Σχήμα 3.11: Η συμβολή των δύο πρακτικών στις εκπομπές CO2 (Cederberg et. al., 2000)

Σχετικά με την συμβολή του εξεταζόμενου συστήματος στην κατηγορία επίπτωσης της οξίνισης, υπολογίσθηκε ότι οι απορρίψεις, εκφρασμένες σε ισοδύναμα kg SO₂ ανά μονάδα αναφοράς, ήταν 17.98 για τη συμβατική πρακτική και 15.81 SO₂ για την οργανική. Η βασική συνιστώσα για την πιθανότητα οξίνισης ήταν η παρουσία αμμωνίας. Σχεδόν 90% από το συνολικό δυναμικό οξίνισης οφειλόταν σε απώλειες αμμωνίας και για τις δύο πρακτικές (εξάτμιση αμμωνίας από τη χρησιμοποιούμενη κοπριά), με το δυναμικό οξίνισης να είναι 10% χαμηλότερο στην οργανική κτηνοτροφική πρακτική.

Οι απώλειες φωσφόρου εκτιμήθηκαν στα 0.35 kg ανά εκτάριο (συμβατική) και 0.25 kg ανά εκτάριο (οργανική).

Από την μελέτη προκύπτει ότι ένα γεωργικό σύστημα χαμηλών εισροών, όπως η οργανική παραγωγή γάλακτος, έχει αξιοσημείωτα περιβαλλοντικά οφέλη. Τα προφανέστερα απ αυτά είναι η αρκετά μειωμένη χρήση των φυτοφαρμάκων και φωσφόρου.

Σχετικά με άλλες περιβαλλοντικές επιδράσεις, όπως η οξίνιση και ο ευτροφισμός, κρίνεται απαραίτητο να ληφθούν μέτρα και στα δύο συστήματα που αναλύονται ώστε να μειωθεί ο πιθανός αντίκτυπος από την παραγωγή γάλακτος.

Είναι επίσης εμφανές ότι κατά σύγκριση της περιβαλλοντικής απόδοσης των συστημάτων παραγωγής συμβατικών και οργανικών τροφίμων που έχουν τέτοιες διαφορές στις ροές υλικού και ενέργειας, η χρήση γης πρέπει να αξιολογηθεί και στους ποσοτικούς και ποιοτικούς όρους.

Κατά την αξιολόγηση της χρήσης του καλλιεργήσιμου εδάφους πρέπει επίσης να εξεταστούν κάποια κριτήρια της ποιοτικής χρήσης του εδάφους όπως η εδαφολογική διάβρωση, η εδαφολογική οργανική ουσία και η εδαφολογική συμπίεση.

3.8.3 AKZ κατά την παραγωγή γάλακτος στην Ισπανία

Την παραγωγή γάλακτος μελέτησαν επίσης οι Hospido et. al. (2003), εφαρμόζοντας ανάλυση κύκλου ζωής με σκοπό την περιβαλλοντική αξιολόγηση των σταδίων της παραγωγής γάλακτος και τον εντοπισμό των σημείων εκείνων που μπορούν να βελτιωθούν.

Η έρευνα διεξήχθη σε δύο γαλακτοκομεία και δύο αγροκτήματα στην περιοχή της Γαλικίας στη Βόρεια Ισπανία.

Η λειτουργική μονάδα που επιλέχθηκε είναι 1 λίτρο συσκευασμένο γάλα έτοιμο για παράδοση.

Τα όρια συστήματος στην παρούσα έρευνα όσο αφορά τον κύκλο ζωής της παραγωγής γάλακτος παρουσιάζονται σε τρία επίπεδα.

- **Το πρώτο επίπεδο** το οποίο περιλαμβάνει τα κύρια στάδια της παραγωγικής διαδικασίας,
- **Το δεύτερο επίπεδο** που περιλαμβάνει τις εισροές της βιομηχανικής δραστηριότητας για την παραγωγή γάλακτος
- **Το τρίτο επίπεδο** το οποίο περιλαμβάνει τις εισροές που λαμβάνονται από τις βάσεις δεδομένων LCA.

Στο σύστημα λαμβάνονται υπόψη και οι εκροές του συστήματος όπως τα παραπροϊόντα, τα απόβλητα και οι εκπομπές στο νερό, στον αέρα ή στο χώμα.

Έτσι η αγελάδα ορίστηκε ως ένα πολυσύνθετο παραγωγικό σύστημα αφού παρέχει διάφορα προϊόντα: γάλα, κρέας, δέρμα και λίπασμα. Ο κανόνας κατανομής για τα δύο κύρια προϊόντα (γάλα και κρέας) βασίστηκε στη βιολογική ζήτηση της ζωοτροφής.

Στη μελέτη δεν ληφθήκαν υπόψη το λίπασμα και το δέρμα ,αφού το λίπασμα χρησιμοποιήθηκε ως λίπασμα στο αγρόκτημα και δεν θεωρήθηκε ως ένα προϊόν ενώ το δέρμα

των αγελάδων παραλείφθηκε λόγω της χαμηλής οικονομικής σημασίας του. Η κρέμα λαμβάνεται ως παραπροϊόν αφού αντιπροσωπεύει το 2,5% της συνολικής ετήσιας παραγωγής.

Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από τα δύο αγροκτήματα και τα δύο εργοστάσια ζωοτροφής σε αρκετές περιόδους κατά τη διάρκεια τριών ετών: 2000, 2001 και 2002 ενώ κάποια στοιχεία που δεν υπήρχαν λήφθηκαν από επιχειρήσεις άλλων περιοχών. Τα στατιστικά προέρχονται από τις περιβαλλοντικές δηλώσεις του 1998 και του 1999 καθώς και από την Agenda 2000.

Τα στοιχεία για την ηλεκτρική ενέργεια στην Ισπανία, επιλέχθηκαν από τη βάση δεδομένων BUWAL250.

Τα κύρια στάδια της διαδικασίας παραγωγής γάλακτος είναι:

- η διαδικασία αρμέγματος στα αγροκτήματα,
- η προετοιμασία των ζωικών τροφίμων και
- η επεξεργασία γάλακτος στα γαλακτοκομεία.

Η διαδικασία αρμέγματος πραγματοποιείται δύο φορές την ημέρα και το ακατέργαστο γάλα αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή ψύξης όπου αναμένεται η μεταφορά του στο γαλακτοκομείο. Αφού εκκενωθεί το γάλα από τη δεξαμενή, τόσο η δεξαμενή όσο και το σύστημα αρμέγματος καθαρίζονται καθημερινά με ένα αλκαλικό απορρυπαντικό ενώ καθαρίζονται και εβδομαδιαία με ένα διάλυμα οξέος.

Η παραγωγή μεθανίου από τα μηρυκαστικά λαμβάνεται υπόψη στους πίνακες της απογραφής δεδομένων επειδή είναι ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου το οποίο έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στην παγκόσμια αλλαγή κλίματος. Επίσης μελετήθηκε το υποσύστημα που σχετίζεται με την προετοιμασία ζωοτροφών.

Στο παρόν σύστημα εξετάστηκε η συμβολή του κάθε σταδίου της παραγωγικής διαδικασίας στις εξής επιπτώσεις:

- κλιματική αλλαγή,
- μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος,
- οξίνιση,
- ευτροφισμός,
- σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών και
- μείωση των αβιοτικών πόρων.

Η παραγωγή ακατέργαστου γάλακτος στο αγρόκτημα ευθύνεται για περισσότερο από το 80% της κλιματικής αλλαγής. Οι εκπομπές μεθανίου στον αέρα από τη διαδικασία χώνεψης των αγελάδων συνεισφέρουν στο ένα τρίτο αυτής της επίπτωσης.

Η μεταφορά ακατέργαστου γάλακτος από τα αγροκτήματα στις γαλακτοβιομηχανίες ευθύνεται σε ποσοστό 34.93% για τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Όσον αφορά την οξίνιση και τον ευτροφισμό, το ακατέργαστο γάλα φαίνεται να έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά σε ποσοστά 58% και 73%, αντίστοιχα.

Η παραγωγή ζωοτροφής συνεισφέρει σημαντικά στην κατηγορία επίπτωσης που αφορά τον ευτροφισμό ενώ αξιοσημείωτη είναι και η παραγωγή των υγρών αποβλήτων των αγροκτημάτων.

Για τον σχηματισμό φωτο-οξειδωτικών ευθύνονται οι εκπομπές στον αέρα από τη χρήση καυσίμων στους γαλακτοκομικούς λέβητες σε ποσοστό περίπου 60% και οι εκπομπές μεθανίου που προέρχονται από τις αγελάδες στα αγροκτήματα σε ποσοστό μεγαλύτερο από 20%.

Η κατασκευή εμπορευματοκιβωτίων είναι υπεύθυνη για τη μείωση των αβιοτικών πόρων κατά 84% εξαιτίας της παραγωγής του χαρτιού και της κατανάλωσης φυσικού αερίου κατά την κατασκευαστική διαδικασία.

Από την ανάλυση κατά την κανονικοποίηση προκύπτει ότι σημαντικές επιπτώσεις προκαλούνται από την παραγωγή γάλακτος στην κατηγορία επίπτωσης του ευτροφισμού, στη δημιουργία οξίνισης και στην κλιματική αλλαγή, ενώ ασήμαντη είναι η συμβολή της στο σχηματισμό φωτο-οξειδωτικών, στη μείωση των αβιοτικών πόρων και στην ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που δημιουργούνται από την παραγωγή γάλακτος προτείνονται τρεις δράσεις που μπορούν να εφαρμοστούν:

- Δράση 1: Εφαρμογή των καλύτερων πρακτικών που μειώνουν τις απώλειες γάλακτος στο άρμεγμα, όπως για παράδειγμα ένας μικρός αναερόβιος αντιδραστήρας με την συμβολή του οποίου θα επιτυγχάνεται η μείωση σε ποσοστό 90% του COD.
- Δράση 2: Η συγκομιδή της ζωικής τροφής συνεισφέρει σε ένα σημαντικό ποσοστό διάφορων κατηγοριών επιπτώσεων όπως είναι ο ευτροφισμός και η οξίνιση. Μελέτη διαφορετικών συνδυασμών τροφίμων έχει δείξει ότι η χρήση περισσότερου αραβόσιτου και λιγότερου χορταριού μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή γάλακτος.
- Δράση 3: Όπως προέκυψε από την ανάλυση η κατηγορία "επιδράσεις που συνδέονται με την παραγωγή γάλακτος" περιλαμβάνει τις εκπομπές από την παραγωγή ατμού στους λέβητες με πετρέλαιο. Έτσι μια οικονομική και τεχνική μελέτη του συστήματος επεξεργασίας καυσαερίων πρέπει να πραγματοποιηθεί για να καθοριστεί η βιωσιμότητα του σημείου αυτού.

Και οι τρεις ενέργειες είναι ανεξάρτητες και έτσι μπορούν να εκτελεσθούν ταυτόχρονα. Η συνέπεια της εφαρμογής τους έχει μια σημαντική μείωση στις περισσότερες κατηγορίες

επιπτώσεων. Με την εφαρμογή των συγκεκριμένων δράσεων εκτιμάται μια συνολική μείωση των επιπτώσεων σε ποσοστό περίπου 22%.

Πίνακας 3.1: Η συμβολή των δράσεων στη μείωση των επιπτώσεων (Hospido et. al, 2003),

	EP	AP	GWP	PCOP	ADP	ODP	Total	ΜΕΙΩΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ
	(x 10 ¹³)	(x 10 ¹³)	(x 10 ¹³)	(x 10 ¹⁴)	(x 10 ¹⁵)	(x 10 ¹⁶)	(x 10 ¹³)	(%)
ΔΡΑΣΗ 1	4.26	3.16	2.19	4.28	7.15	6.15	10.12	1.65
ΔΡΑΣΗ 2	4.07	2.84	1.89	4.26	7.13	6.15	9.30	9.55
ΔΡΑΣΗ 3	4.09	2.51	2.19	3.12	7.15	6.15	9.18	10.75
ΔΡΑΣΕΙΣ 1+2 + 3	3.56	2.19	1.89	3.10	7.13	6.15	8.03	21.95

3.8.4 ΑΚΖ κατά την παραγωγή κέτσαπ τομάτας

Η εκπόνηση της συγκεκριμένης ΑΚΖ από τους Andersson et. al (1998) πραγματοποιήθηκε με σκοπό την απόκτηση πληροφοριών σχετικά με τις δυνατότητες και τους περιορισμούς που σχετίζονται με την χρήση της μεθοδολογίας αυτής στην παραγωγή τροφίμων.

Τα δεδομένα της μελέτης προέκυψαν από στενή συνεργασία Σουηδού και Ιταλού που ασχολούνται με την παραγωγή κέτσαπ και τοματοπολτού.

Το προϊόν το οποίο εξετάστηκε διατίθεται σε κόκκινα μπουκάλια ενός κιλού και αποτελεί μια από τις πιο γνωστές μάρκες κέτσαπ στη Σουηδία.

Το σύστημα που ερευνήθηκε περιελάμβανε τα στάδια:

- της γεωργικής παραγωγής,
- του βιομηχανικού καθαρισμού,
- της συσκευασίας,
- της μεταφοράς,
- της κατανάλωσης,
- της διαχείρισης των αποβλήτων.

Βασικός στόχος αυτής της μελέτης, η οποία είναι μέρος ενός ερευνητικού προγράμματος που χρηματοδοτείται από το σουηδικό ερευνητικό Συμβούλιο, είναι ο προσδιορισμός των κύριων σημείων που προκαλούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθ' όλο τον κύκλο ζωής του

κέτσαπ και η συλλογή πληροφοριών για τις επιλογές και τους περιορισμούς της εφαρμογής της μεθόδου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στα συστήματα παραγωγής τροφίμων.

Όσον αφορά τον κύκλο ζωής του κέτσαπ αξίζει να σημειωθεί ότι:

- Οι τομάτες μεγαλώνουν και υπόκεινται σε επεξεργασία στις Μεσογειακές χώρες
- Η πάστα τομάτας μεταφέρεται στη Σουηδία και υπόκειται σε επεξεργασία (με διάφορα συστατικά και νερό) για να γίνει κέτσαπ τομάτας: συσκευάζεται σε ασηπτικές σακούλες οι οποίες αποθηκεύονται σε χαλύβδινα βαρέλια και η κάθε σακούλα περιέχει 200 λίτρα πάστας τομάτας.
- Το κέτσαπ συσκευάζεται, διατίθεται και καταναλώνεται: Τα πλαστικά μπουκάλια που χρησιμοποιούνται είναι από πολυπροπυλένιο (PP). Αποτελούνται από 5 στρώματα: εσωτερικό τοίχωμα PP, πρόσθετο, στρώμα EVOH, πρόσθετο και εξωτερικό τοίχωμα PP.
-

Το σύστημα παραγωγής αποτελείται από 6 υποσυστήματα. Αναλύθηκαν εναλλακτικά σενάρια για τις συσκευασίες και τη χρήση.

Οι διεργασίες οι οποίες περιλαμβάνονται στην ανάλυση είναι:

- Καλλιέργεια τομάτας, ζαχαροκάλαμων, παραγωγή των συστατικών εισόδου στην καλλιέργεια
- Παραγωγή πάστας τομάτας, ζάχαρης, ξύδι, αλάτι και κέτσαπ
- Παραγωγή και μεταφορά για πάστα τομάτας και κέτσαπ
- Μεταφορά
- Αποθήκευση στο ψυγείο

Μελετώνται 2 σενάρια βάσει του χρόνου αποθήκευσης: (α) ένας μήνας, (β) ένα έτος.

Ως λειτουργική μονάδα ορίστηκαν τα 1000 κιλά καταναλισκόμενης κέτσαπ τομάτας, θεωρώντας 5% απωλειών στη φάση της χρήσης.

Μέσα από μια διαδικασία συγκέντρωσης στοιχείων από ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν από 30 ανθρώπους και συλλογής των μπουκαλιών κέτσαπ στο σημείο διάθεσης προέκυψε ότι:

- Τα σενάρια χρήσης είναι ρεαλιστικά ως προς το χρόνο αποθήκευσης.
- Οι απώλειες διαφοροποιούνται σημαντικά από 0.5% μέχρι 26%.

Για τη συλλογή των στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις και περιβαλλοντικές μελέτες. Τα στοιχεία για τον τοματοπολτό συλλέχθηκαν από διάφορους

παραγωγούς στην Ιταλία, την Ισπανία και την Πορτογαλία ενώ τα στοιχεία για την καλλιέργεια της τομάτας συλλέχθηκαν από μια φάρμα η οποία εφοδιάζει τη μονάδα παραγωγής πάστας στην Ιταλία.

Το υπό εξέταση σύστημα περιελάμβανε:

- παραγωγή ηλεκτρισμού,
- καλλιέργεια ζαχαροκάλαμων,
- παραγωγή ζάχαρης,
- επεξεργασία υγρών αποβλήτων από την παραγωγή ζάχαρης και κέτσαπ, διανομή και
- οικιακή χρήση.

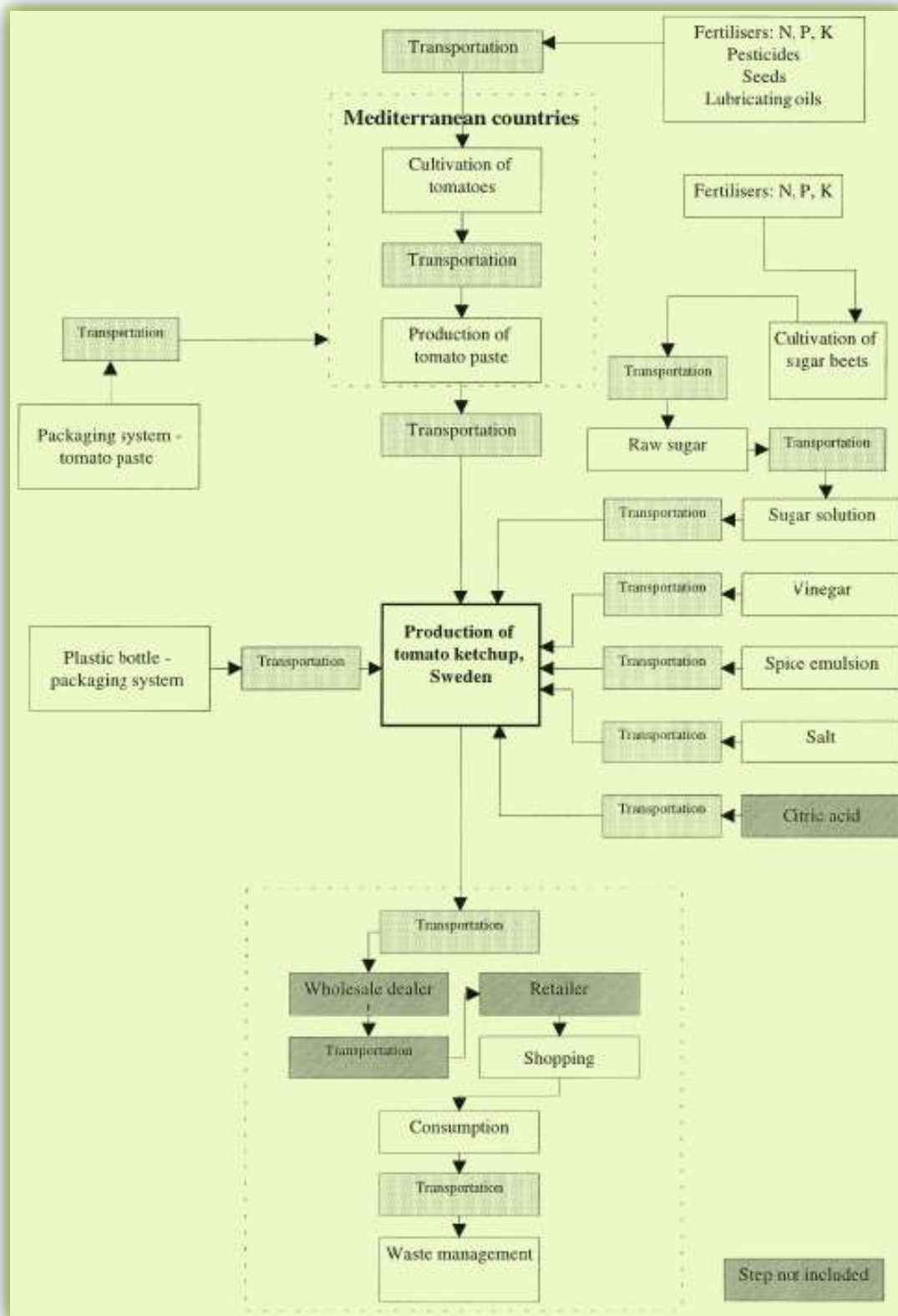
Η θερμική ενέργεια προέρχεται από την καύση γι αυτό το λόγο λήφθηκαν υπόψη συντελεστές εκπομπής όπου χρησιμοποιήθηκαν εκπομπές από την ανάκτηση ορυκτών καυσίμων.

Για την ηλεκτρική ενέργεια από δίκτυο χρησιμοποιήθηκαν μέσες τιμές ανά χώρα αναφορικά με την παραγωγή ηλεκτρισμού, όποτε ήταν γνωστή η γεωγραφική θέση της διεργασίας, αλλιώς χρησιμοποιήθηκαν μέσες ευρωπαϊκές τιμές.

Για λόγους σύγκρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δύο σεναρίων διαχείρισης αποβλήτων συσκευασίας, έγινε επέκταση του συστήματος. Κατά συνέπεια για :

Αποτέφρωση αποβλήτων: η ανακτώμενη ενέργεια αφαιρέθηκε από τη χρήση ενέργειας. Η ανακτώμενη ενέργεια συνδέεται με τη μειωμένη χρήση πετρελαίου για θέρμανση. Οι εκπομπές από τα σενάρια (συμπεριλαμβανομένης της αποτέφρωσης) προσαρμόστηκαν ανάλογα. Έτσι λοιπόν, αφαιρέθηκαν οι εκπομπές που ήταν αποτέλεσμα της χρήσης καυσίμου για την παραγωγή ενέργειας ίσης με την ανακτώμενη.

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων: χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τη μονάδα επεξεργασίας της απορροής από την μονάδα παραγωγής κέτσαπ. Για την παραγωγή του διαλύματος ζάχαρης, χρησιμοποιήθηκαν γενικά στοιχεία σχετικά με τις αποδόσεις και την ενεργειακή χρήση για μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με μηχανική, βιολογική και χημική επεξεργασία.



Σχήμα 3.12: Η ροή ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία κέτσαπ (Andersson et. al,1998)

Στο παρόν σύστημα δεν εξετάστηκαν:

- η παραγωγή μηχανημάτων κτιρίων και η παραγωγή κιτρικού οξέος λόγω έλλειψης στοιχείων .
- Ομοίως, για τα μπουκάλια κέτσαπ δεν ληφθήκαν υπόψη: παραγωγή προσθέτων, EVOH, κ.λπ.
- Οι ασηπτικές σακούλες την πάστα τομάτας περιέχουν 7% polyethyleneterephthalate (PET) και 0.03% αλουμίνιο: αυτά τα υλικά δεν λήφθηκαν υπόψη λόγω των μικρών ποσοτήτων.
- Φάση χρήσης: οι διαρροές από τα ψυγεία δεν λήφθηκαν υπόψη.
- Στάδια καλλιέργειας: η αφομοίωση του CO₂ από τη σοδειά δεν λήφθηκε υπόψη, ούτε η διαρροή θρεπτικών συστατικών και αερίων εκπομπών όπως η αμμωνία και οξείδια αζώτου από τα χωράφια.
- Η χονδρική και λιανική πώληση αφέθηκε επίσης έξω από τα όρια συστημάτων.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που εξετάστηκαν κατά την ανάλυση των σταδίων της παραγωγής ήταν οι εξής:

- φαινόμενο του θερμοκηπίου,
- μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος,
- οξίνιση,
- ευτροφισμός,
- σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών
- οικοτοξικότητα.

Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου υπολογίστηκε, για τα άμεσα αέρια θερμοκηπίου, με τη χρήση συντελεστών ισοδύναμων εκπομπών CO₂ (GWPs) σε χρονικό ορίζοντα των 20, 100 και 500 ετών. Τα έμμεσα αέρια θερμοκηπίου συμπεριλήφθηκαν για να ελέγξουν την επίπτωση στα αποτελέσματα.

- Η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με το μεθάνιο, το οξείδιο του νατρίου, το μονοξείδιο του άνθρακα και τους υδρογονάνθρακες πλην του μεθανίου, δεδομένου ότι αυτές οι ουσίες συμβάλλουν άμεσα ή έμμεσα στην επίπτωση.
- Η οξίνιση αξιολογήθηκε με τη χρησιμοποίηση της προσέγγισης των απελευθερωμένων πρωτονίων.

- Ο ευτροφισμός διαιρείται σε πέντε υποκατηγορίες. Η παράμετρος BOD λήφθηκε υπόψη για μερικές διαδικασίες αλλά όχι η COD.
- Ο σχηματισμός φώτο-οξειδωτικών υπολογίστηκε με τη χρησιμοποίηση της έννοιας των φωτοχημικών δυνατοτήτων δημιουργίας όζοντος (POCPs).
- Η τοξικότητα στον άνθρωπο αξιολογήθηκε με τη χρησιμοποίηση του CML και των μεθόδων Tellus.
- Η οικοτοξικότητα αποτιμήθηκε με την μέθοδο CML.

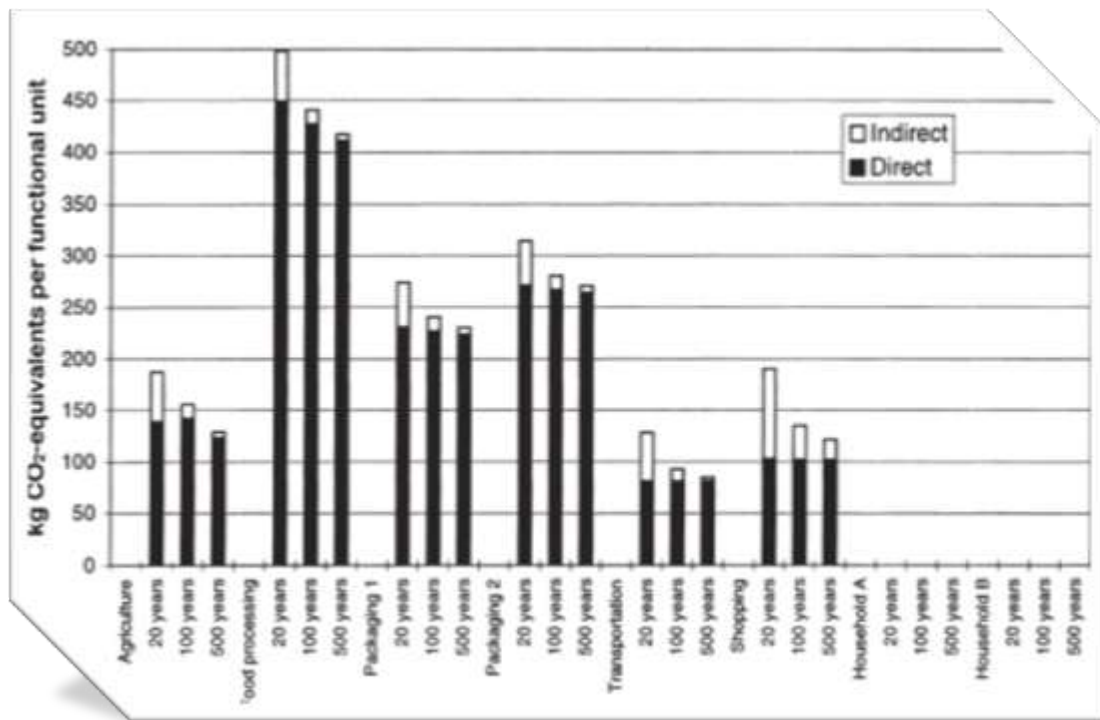
Επιπλέον, λήφθηκαν υπόψη για τα ραδιενεργά απόβλητα και το ραδόνιο, τα αποτελέσματα καταλόγων

Από την ανάλυση προκύπτει ότι για την επεξεργασία τροφίμων και την συσκευασία οι ανάγκες σε ενέργεια είναι σημαντικές. Στην επεξεργασία τροφίμων οι απαιτήσεις σε ενέργεια διαχωρίζονται στην παραγωγή πάστας τομάτας, παραγωγή άλλων συστατικών και παραγωγή κέτσαπ.

Για την παραγωγή του τοματοπολτού απαιτείται περίπου το ένα τρίτο της ενεργειακής κατανάλωσης, ένα τρίτο απαιτείται για τα άλλα συστατικά του κέτσαπ και το τελευταίο τρίτο για το ίδιο το κέτσαπ.

Για το υποσύστημα της συσκευασίας, το σενάριο δεν είναι τόσο κρίσιμο όσο για το οικιακό υποσύστημα.

Από τη μελέτη του συστήματος προέκυψε ότι κατά τη μεταφορά και τη διανομή του προϊόντος υπάρχουν παρόμοιες απαιτήσεις σε ενέργεια. Η συνεισφορά της μεταφοράς στο υποσύστημα συσκευασίας δεν είναι γνωστή λόγω έλλειψης στοιχείων.



Σχήμα 3.13: Οι Εκπομπές CO₂ από κάθε διεργασία(Andersson et. al,1998)

Η επεξεργασία των τροφίμων και η συσκευασία συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου λόγω της μεγάλης κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων.

Όσον αφορά την συμβολή των παραγωγικών σταδίων στην κατηγορία επίπτωσης της οξίνισης προκύπτει ότι το σύστημα επεξεργασίας τροφίμου είναι αυτό που συνεισφέρει σημαντικά. Το διοξείδιο του θείου που παράγεται κατά την παραγωγή της πάστας ευθύνεται για το 70% ως 90% του φαινομένου, λόγω της χρήσης μαζούτ.

Το υποσύστημα της καλλιέργειας συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην κατηγορία επίπτωσης που σχετίζεται με τον ευτροφισμό παρότι δεν περιλαμβάνει τη διαρροή θρεπτικών ουσιών.

Παρά το γεγονός ότι δεν ποσοτικοποιήθηκαν οι διαρροές φυτοφαρμάκων το σύστημα καλλιέργειας αποδεικνύεται ότι συμβάλλει στην κατηγορία επίπτωσης της οικοτοξικότητας. Ο λόγος έγκειται στο περιεχόμενο των φωσφορικών λιπασμάτων σε βαρέα μέταλλα.

Με βάση τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε, προσδιορίστηκαν τα μέρη του κύκλου ζωής που είναι κρίσιμα για τη συνολική περιβαλλοντική επίπτωση καθώς επίσης και μερικά σημαντικά κενά στα διαθέσιμα στοιχεία.

Η χρήση της ενέργειας έχει υιοθετηθεί συχνά ως δείκτης της περιβαλλοντικής επίπτωσης. Μέσα απ τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν διαφαίνεται η πολυπλοκότητα σε μια επιστημονική αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός προϊόντος.

Στις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων, τα υποσυστήματα συσκευασίας και επεξεργασίας τροφίμων βρέθηκαν να έχουν σημαντική συνεισφορά.

Σχετικά με τη χρήση πρωτογενούς ενέργειας, το χρονικό διάστημα για την αποθήκευση σε ένα ψυγείο (οικιακή φάση) βρέθηκε να είναι μια κρίσιμη παράμετρος καθώς αποθηκεύοντας για ένα έτος, η χρήση της αρχικής ενέργειας στην οικιακή φάση είναι τόσο υψηλή όσο η ενεργειακή χρήση των υποσυστημάτων συσκευασίας και επεξεργασίας τροφίμων από κοινού.

Στις βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων, τα στοιχεία που απαιτούνται για τις μελέτες κύκλων ζωής είναι σπάνια διαθέσιμα για την περιβαλλοντική αξιολόγηση της παραγωγικής διαδικασίας. Κατά συνέπεια πρέπει να διευρυνθούν και να καταγραφούν οι μετρήσεις και οι συνεισφορές του κάθε σταδίου. Οι μετρήσεις είναι πολύτιμες για τον καθορισμό της συνεισφοράς των διαδικασιών στις εξεταζόμενες επιπτώσεις στην βιομηχανία τροφίμων. Για τα συστήματα τροφίμων, ο χειρισμός των υγρών αποβλήτων αξίζει ιδιαίτερη προσοχή καθώς η κατεργασία αποβλήτων απαιτεί ενέργεια και χημικές ουσίες ενώ πρόκειται για μια διαδικασία που παράγει σημαντικές εκπομπές.

Η παρούσα μελέτη είναι μια από τις πρώτες LCA ενός ολοκληρωμένου συστήματος τροφίμων και παρά τους περιορισμούς του, είναι μια πλήρης μελέτη με υψηλής ποιότητας στοιχεία που συμβάλλουν στην περαιτέρω έρευνα της παραγωγής τροφίμων.

Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε να μελετηθεί το συγκεκριμένο προϊόν είναι ότι ο κύκλος ζωής του αντιπροσωπεύει έναν κοινό κύκλο ζωής τροφίμων. Περιλαμβάνει δηλαδή τα βασικά στάδια παραγωγικής διαδικασίας, όπως τη συγκομιδή, τη διαδικασία συντήρησης, την αποθήκευση, την μεταφορά και, τέλος, την περαιτέρω επεξεργασία σε ένα καταναλωτικό προϊόν, που είναι αντιπροσωπευτικά για πολλές κατηγορίες τροφίμων.

3.8.5 AKZ κατά την καλλιέργεια μήλων

Σε έρευνα των Mila et. al. (2005) πραγματοποιήθηκε AKZ με σκοπό την περιβαλλοντική αξιολόγηση της παραγωγής μήλων και τον εντοπισμό των πρακτικών που επηρεάζουν το περιβάλλον προκειμένου να προταθούν εναλλακτικές μέθοδοι γεωργικής παραγωγής που μπορεί να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η Νέα Ζηλανδία έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στις εξαγωγές φρούτων προς τις αγορές του Βορείου Ημισφαιρίου. Κατά την τελευταία δεκαετία, η παραγωγή μήλων της Νέας Ζηλανδίας προχώρησε ταχύτατα στην εφαρμογή περισσότερο περιβαλλοντικά βιώσιμων μεθόδων, με την έγκριση προγράμματος Ολοκληρωμένης Παραγωγής φρούτων στο οποίο συμμετείχε ποσοστό πάνω από το 90% των καλλιεργητών της Νέας Ζηλανδίας.

Η εφαρμογή της AKZ για τα γεωργικά συστήματα έχει προχωρήσει αρκετά ώστε να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την αύξηση της περιβαλλοντικής και οικονομικής βιωσιμότητας των υφιστάμενων γεωργικών συστημάτων, έτσι λοιπόν ο εντοπισμός δυνατοτήτων βελτίωσης των καλλιεργητικών τεχνικών στα κηπευτικά συστήματα μέσω της AKZ αποτέλεσε το αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

Η AKZ εφαρμόστηκε σε τρεις εμπορικούς οπωρώνες και δύο οπωρώνες αναφοράς, που αντιπροσωπεύουν συνήθεις πρακτικές σύμφωνα με τις συμβουλές των εμπειρογνομόνων, στη Νέα Ζηλανδία.

Τα περιβόλια κωδικοποιήθηκαν ανάλογα με την περιοχή σε HB για Howke's Bay και CO για την Central Otago, έχοντας έναν αριθμό για να γίνει διάκριση μεταξύ των εμπορικών περιβολιών στην ίδια περιοχή ή το επίθεμα "Ref" για να επισημανθεί το σύστημα αναφοράς σε κάθε περιοχή.

Τα μήλα συγκομιδής χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: «εξαγωγής», «τοπικής αγοράς» και «επεξεργασίας», βάσει το μέγεθος καρπών, το χρώμα και τα χαρακτηριστικά αποθήκευσης. Έτσι λοιπόν διακρίνονται σε μήλα υψηλότερης ποιότητας που ορίζονται σε γενικές γραμμές για εξαγωγή (Βαθμός 1), άλλα που πωλούνται στη Νέα Ζηλανδία στην εγχώρια αγορά (Βαθμός 2) και τα υπόλοιπα που αποστέλλονται για μεταποίηση (χυμοί, Βαθμού 3). Το σύστημα εξετάζεται βάσει της παραγωγής **"1 τόνου μήλα Βαθμού 1 ή 2"**.

Η μελέτη εστίασε στην παραγωγή μήλων κι όχι στη διανομή, την αποθήκευση ή την κατανάλωση. Κατά συνέπεια στα όρια του συστήματος περιλαμβάνονται όλα τα στάδια του κύκλου ζωής της παραγωγής μήλων από την αρχή ως την στιγμή της εκμετάλλευσης.

Στους οπωρώνες που μελετήθηκαν χρησιμοποιήθηκε μόνο το νιτρικό αμμώνιο ασβεστίου (CAN) και ουρία. Οι διαφορές στη χρήση λιπασμάτων οφείλονται στην κατάσταση του εδάφους. Τα ποσοστά χρήσης λιπασμάτων παρουσιάζουν τεράστιες διαφορές στην μελέτη

των οπωρώνων: από 40,5 και 50 kg N ανά εκτάριο στον HB_1 και HB_2, αντιστοίχως, έως 108 kg N ανά εκτάριο στην CO_1. Το έδαφος στο CO_1 παρουσίασε χαμηλή γονιμότητα, με χαμηλή οργανική ύλη και χαμηλή περιεκτικότητα σε άργιλο, με ανάγκη συχνής προσθήκης θρεπτικών ουσιών και νερού. Οι εκπομπές αμμωνίας, νιτρικού, αζώτου και τα οξείδια του αζώτου, το μεθάνιο και τα βαρέα μέταλλα ήταν κατ'εκτίμηση για την χρήση των λιπασμάτων.

Μια σειρά μυκητοκτόνα και εντομοκτόνα χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο των παθογόνων μικροοργανισμών των οπωρώνων της μελέτης. Τα εντομοκτόνα ρύθμισαν κυρίως την ανάπτυξη των εντόμων, ενώ σπάνια χρησιμοποιήθηκαν οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα. Καρβαμιδικό εντομοκτόνο, χρησιμοποιήθηκε για την αραίωση των φρούτων στο δέντρο. 12-15 εφαρμογές του χλωριούχου ασβεστίου χρησιμοποιήθηκε ανά σεζόν στις ευαίσθητες ποικιλίες. Τα φυτοφάρμακα και το ασβέστιο εφαρμόζονται συνήθως σε φυλλώματα δένδρων και καρπούς με ψεκαστήρες.

Στην περιοχή Howke's Bay χρησιμοποιήθηκαν μικροσυστήματα ψεκασμού κάτω από τα δένδρα, ενώ στην Central Otago υπήρχαν πιο υπερυψωμένα συστήματα άρδευσης λόγω της ανάγκης για καταπολέμηση του παγετού (γενικά οι εκτοξευτήρες νερού μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για άρδευση όσο και για την καταπολέμηση του παγετού).

Η καταπολέμηση του παγετού, αναφέρεται στις εργασίες που αποσκοπούν στην αποφυγή ζημιών στις καλλιέργειες από την ψύξη στοχεύοντας στην πρόληψη όταν οι θερμοκρασίες πέφτουν κάτω από 0 C. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής άρδευσης, είτε μέσω της κυκλοφορίας του αέρα (μηχανοκίνητα). Η ανάγκη για καταπολέμηση του παγετού είναι μια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο περιοχών που μελετήθηκαν.

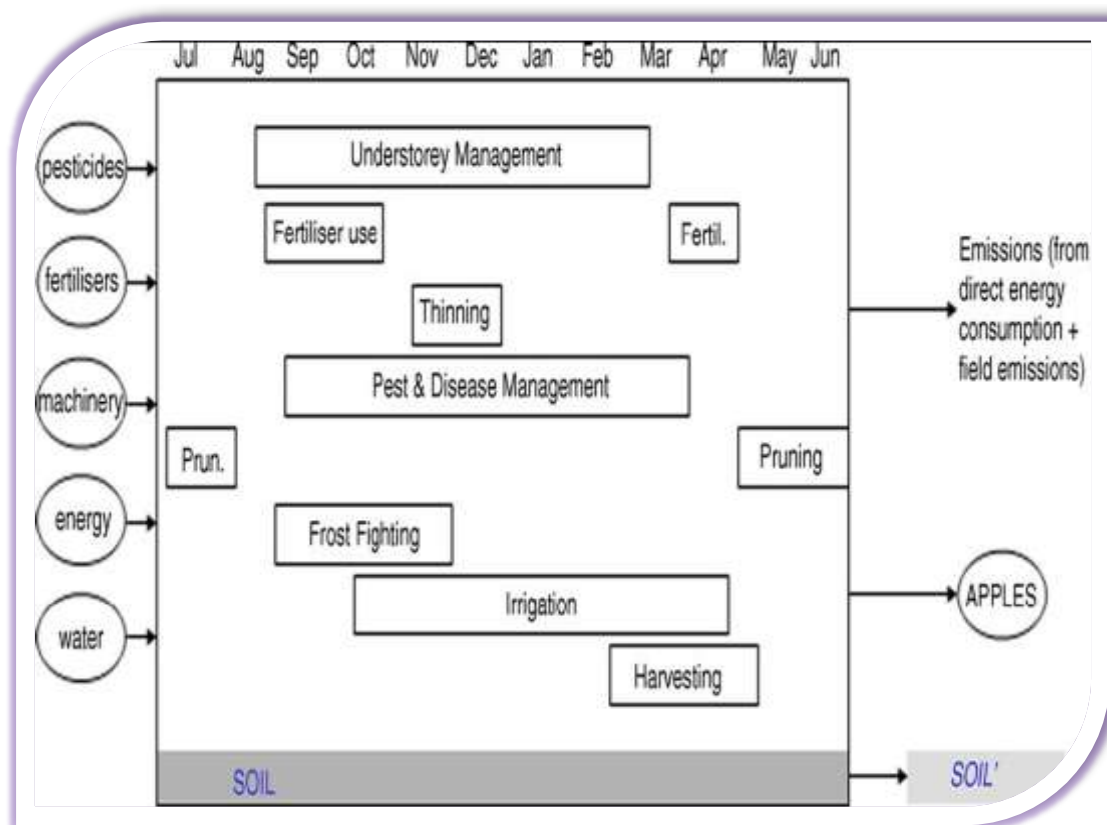
Στην Ολοκληρωμένη παραγωγή, η γραμμή των δέντρων διατηρείται χωρίς βλάστηση με τη χρήση μη-υπολειμματικών ζιζανιοκτόνων (περίπου 1 m από κάθε πλευρά του δέντρου), ενώ το δρομάκι διατηρείται με φύτευση ψυχανθών. Αυτό βοηθά στο να δημιουργηθεί ένα λιβάδι που είναι ανθεκτικό και που μπορεί να παράγει άζωτο και να παρέχει θρεπτικά συστατικά στη μηλιά μέσω του κύκλου θρεπτικών. Επιπλέον, η κάλυψη από την βλάστηση αποτρέπει τη διάβρωση. Συνήθως γίνεται εφαρμογή ζιζανιοκτόνου σχετικά με την γραμμή των δέντρων μια έως τρεις φορές ανά εποχή, με ειδικά μηχανήματα που συνδέονται με τρακτέρ.

Μπορεί να γίνει με τη χρήση χειροκίνητων κλαδευτικών πριονιών και χρησιμοποιώντας σκάλες για ανύψωση. Ωστόσο, μηχανοκίνητα πριόνια χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο. Πολλοί καίνε τα κλωνάρια από το κλάδεμα ενώ άλλοι θεωρούν ότι βοηθούν στον κύκλο των θρεπτικών. Στη μελέτη, μόνο στο HB_2 περιβόλι έκαψαν τα κλαδέματα.

Ο πρωταρχικός στόχος κατά την αραίωση των φρούτων είναι να μειωθεί ο αριθμός των καρπών ανά δένδρο, ώστε να αυξηθεί το μέγεθος των καρπών καθώς και για την πιο

ομοιόμορφη διανομή φρούτων στα δένδρα. Στην Ολοκληρωμένη παραγωγή, η αραίωση των φρούτων επιτυγχάνεται με τη χρήση χημικών παραγόντων κατά την ανθοφορία, και με το χέρι από τις αρχές μέχρι τα μέσα της σεζόν.

Ανάλογα με την ποικιλία, χρησιμοποιούνται οι συλλεκτικές μηχανές από δύο έως πέντε φορές κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, σε τέτοια χρονικά περιθώρια έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η ωριμότητα φρούτων, το χρώμα και το μέγεθος. Επίσης η συγκομιδή των μήλων γίνεται και με το χέρι, με τη χρήση της σκάλας. Μόλις γεμίσουν τα παλετοκιβώτια με τα μήλα της συγκομιδής μεταφέρονται από τον οπωρώνα σε ένα κεντρικό σημείο αποθήκευσης με τη χρήση ενός ελκυστήρα. Η χρήση μηχανημάτων κυμαίνεται από οπωρώνα σε οπωρώνα, ανάλογα με τις πρακτικές των παραγωγών (από 13 με 40 ώρες ανά εκτάριο έως 16 με 50 ώρες ανά εκτάριο)



Σχήμα 3.14: Η ροή ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία (Mila et. al, 2005)

Στοιχεία ελήφθησαν για τις γεωργικές εισροές, την κατανάλωση και τις γεωργικές πρακτικές άμεσα από τρεις παραγωγούς, οι οποίοι συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο για την περίοδο 1999-2000, καθώς και από συζητήσεις με εμπειρογνώμονες του κλάδου για τα συστήματα αναφοράς, με περαιτέρω έλεγχο μέσω τηλεφωνικών συνεντεύξεων στις

περισσότερες περιπτώσεις. Στοιχεία σχετικά με περιβαλλοντικές παρεμβάσεις ελήφθησαν από τη βιβλιογραφία.

- Οι εργασίες του κάθε τομέα συμπεριέλαβαν λεπτομερείς υπολογισμούς για τις εκπομπές και την κατανάλωση ενέργειας, ώστε να αντικατοπτρίζονται οι πρακτικές των παραγωγών.
- Η κατανάλωση ενέργειας μελετήθηκε για όλες τις εργασίες πεδίου.
- Οι αλλαγές στη σύσταση των εδαφών, εξαιτίας των δραστηριοτήτων για την καλλιέργεια των μήλων που περιλαμβάνονται στην εκτίμηση των επιπτώσεων, εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη παρουσιαζόμενες ως το "χώμα" που εξέρχεται από το σύστημα με μόνο τα φυτοφάρμακα και τα βαρέα μέταλλα που παραμένουν στο έδαφος μετά τη συγκομιδή.
- Οι ανάλογες επιπτώσεις της μηχανικής παραγωγής αποδοθήκαν σε διαφορετικές εργασίες βάσει του χρόνου χρήσης, ως ποσοστό της προβλεπόμενης ωφέλιμης ζωής του χρόνου της μηχανής.
- Όλες οι περιβαλλοντικές παρεμβάσεις αφορούν τα μήλα Βαθμού 1 και 2. Τα μήλα βαθμού 3 αξιοποιούνται πλήρως, αλλά θεωρούνται ότι είναι ένα αναπόφευκτο παραπροϊόν, και ως τέτοια δεν χρεώνονται με οποιεσδήποτε περιβαλλοντικές παρεμβάσεις.
- Τα όρια του συστήματος για τη μελέτη καθορίστηκαν σύμφωνα με τις πάγιες κατευθυντήριες γραμμές της AKZ.

Η φάση της αξιολόγησης των επιπτώσεων περιλαμβάνει τις κατηγορίες επιπτώσεων που συνήθως θεωρούνται στην AKZ:

- κλιματική αλλαγή,
- σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών,
- οξίνιση,
- τοξικότητα για τον άνθρωπο (στον αέρα, στα ύδατα και στο έδαφος)
- οικολογική τοξικότητα (οξεία και χρόνια, για τα υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς και χρόνια, για τα χερσαία οικοσυστήματα).

Παράγοντες που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με αυτά τα συστήματα παραγωγής μήλων ελήφθησαν από τους Hauschild και Wenzel (1998).

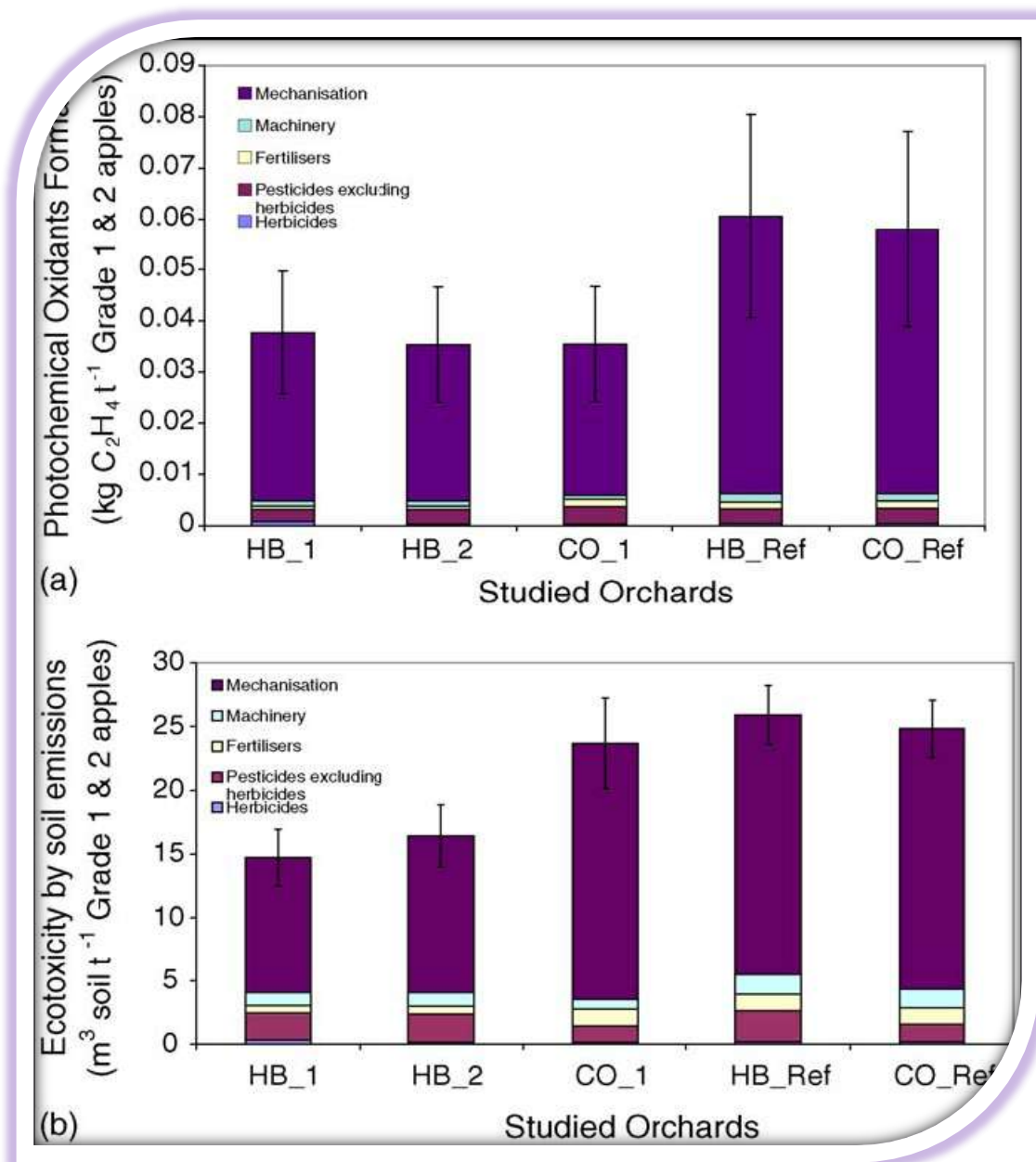
Κατά τη διερεύνηση των στοιχείων της απογραφής που καθορίζουν κατά κύριο λόγο τα αποτελέσματα της AKZ εκτιμήθηκε ένα περιθώριο σφάλματος για κάθε ένα από αυτά. Αυτά τα

περιθώρια σφάλματος εκτιμήθηκαν από βιβλιογραφικά δεδομένα όταν ήταν διαθέσιμα και από την κρίση των εμπειρογνομόνων.

Είναι προφανές ότι η άμεση κατανάλωση ενέργειας από τις εργασίες πεδίου είναι η κύρια αιτία της κατανάλωσης ενέργειας (64-71%). Η συγκομιδή εμφανίζεται ως το κύριο αίτιο κατανάλωσης ενέργειας στα περισσότερα συστήματα.

Οι εμπορικοί οπωρώνες που μελετήθηκαν ήταν ελαφρώς ενεργειακά απόδοτικότεροι από ό,τι θεωρήθηκε “πρακτική αναφοράς” στην Ολοκληρωμένη διαχείριση. Η διαφορά που παρατηρήθηκε στην κατανάλωση ενέργειας σχετίζεται με την άρδευση και την καταπολέμηση του παγετού και μπορεί να εξηγείται από τη διαφορετική χρήση του νερού στις περιοχές που μελετήθηκαν με μεγαλύτερη κατανάλωση νερού στην CO_1 ($8,6 \cdot 10^6$ L ανά εκτάριο ανά 1 έτος), σε αντίθεση με τις τοποθεσίες HB_1 και HB_2 (1,2 και 5 εκατ. L ανά για 1 χρόνο) και τους τόπους αναφοράς (5,5 εκατομμύρια L ανά εκτάριο για 1 έτος).

Από την άλλη πλευρά, η απόδοση των μηχανημάτων εξηγεί ένα μέρος της διαφοράς στην κατανάλωση ενέργειας: τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για άρδευση στο CO_1 είναι πολύ αναποτελεσματικά όσον αφορά την ενέργεια που χρησιμοποιείται στην HB_2 στην οποία το μηχάνημα ανέμου για την καταπολέμηση του παγετού της αυξάνει υπέρμετρα την ενεργειακή κατανάλωση.



Σχήμα 3.15: Η συμβολή κάθε διεργασίας στην οικοτοξικότητα και στον ευτροφισμό (Mila et. al, 2005)

Η κατανάλωση ενέργειας συμβάλλει στις επιπτώσεις σχηματισμού φωτο- οξειδωτικών και στην οικοτοξικότητα. Οι μη πτητικές οργανικές ενώσεις (NMVOC), προκαλούν το μεγαλύτερο μέρος του σχηματισμού φωτο-οξειδωτικών σε όλα τα συστήματα (69-75%) ενώ κάποια συνεισφορά προέρχεται από τις εκπομπές CO₂ (18-26%).

Στην συγκεκριμένη AKZ δεν λήφθηκε υπόψη η εξέταση των επιπτώσεων των φυτοφαρμάκων στην πανίδα του εδάφους μέχρι τη συγκομιδή των μήλων. Μέχρι εκείνη τη στιγμή, τα περισσότερα από τα φυτοφάρμακα έχουν αλλοιωθεί, γεγονός που εξηγεί τη μικρή

συνεισφορά από τα φυτοφάρμακα στην οικοτοξικότητα. Οι κύριοι συντελεστές της εν λόγω επίπτωσης είναι εκπομπές κυανίου στα ύδατα και εκπομπές βενζολίου στην ατμόσφαιρα, εκπεμπόμενα και τα δύο κατά την παραγωγή ενέργειας.

Στην κλιματική αλλαγή συνεισφέρουν οι εκπομπές CO₂ (34-50%) ενώ σημαντική συμβολή, επίσης, προκύπτει από τη χρήση λιπασμάτων (25-51%). Οι εκπομπές N₂O από ανόργανα λιπάσματα εξαρτώνται από τον χρόνο της εφαρμογής και τη σύνθεση των λιπασμάτων, γεγονός που εξηγεί τις διαφορετικές συνεισφορές στην κάθε περιοχή.

Στην κατηγορία επίπτωσης της οξίνισης παρουσιάζονται σημαντικές συνεισφορές από τις εκπομπές (NO_x και SO_x), από τη χρήση των λιπασμάτων. Όπως και στην περίπτωση της αλλαγής του κλίματος, ο τύπος των λιπασμάτων που χρησιμοποιείται και το χρονοδιάγραμμα της εφαρμογής προσδιορίζουν τις εκπομπές NH₃, γεγονός που εξηγεί τις σημαντικές διαφορές μεταξύ των εμπορικών τοποθεσιών με τις τοποθεσίες αναφοράς.

Για την χρόνια οικολογική τοξικότητα στα υδάτινα οικοσυστήματα ευθύνονται οι εκπομπές των βαρέων μετάλλων που σχετίζονται με την άμεση κατανάλωση ενέργειας που χρησιμοποιείται στις εισροές (μηχανήματα, φυτοφάρμακα και λιπάσματα). Ως εκ τούτου, το πλαίσιο της παραγωγής είναι κυρίως υπεύθυνο για τα αποτελέσματα σε αυτήν την κατηγορία επίπτωσης.

Στην περίπτωση τοξικότητας για τον άνθρωπο μέσω του αέρα φαίνεται να συνεισφέρουν η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές των φυτοφαρμάκων. Στην περίπτωση της τοξικότητας για τον άνθρωπο μέσω του νερού και του εδάφους, τα αποτελέσματα κυριαρχούνται από τις εκπομπές των συνθετικών φυτοφαρμάκων. Τα αποτελέσματα συνάδουν με εκείνα που βρέθηκαν σε άλλες μελέτες AKZ των κηπευτικών συστημάτων.

Κατά την κανονικοποίηση μπορεί να διευκρινιστεί η βαρύτητα των διαφόρων επιπτώσεων, από τη διαίρεση τους με μια κοινή τιμή αναφοράς. Δεν υπάρχουν διαθέσιμες τιμές εκπομπών για τη Νέα Ζηλανδία, προκειμένου να προσδιοριστούν πιο περιγραφικές τιμές για την κανονικοποίηση, όπως θα ήταν επιθυμητό ιδιαίτερα για τις τοπικές και περιφερειακές επιπτώσεις..

Μελετώντας το διάγραμμα 4.7 παρατηρείται ότι η κατηγορία επίπτωσης που σχετίζεται με την τοξικότητα στον άνθρωπο μέσω του εδάφους συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη βαρύτητα και προκαλείται στην περιοχή co1.

Στο διάγραμμα β παρατηρείται ότι η πιο σημαντική επίπτωση είναι η τοξικότητα στον άνθρωπο μέσω του νερού και προκαλείται και αυτή από το co1

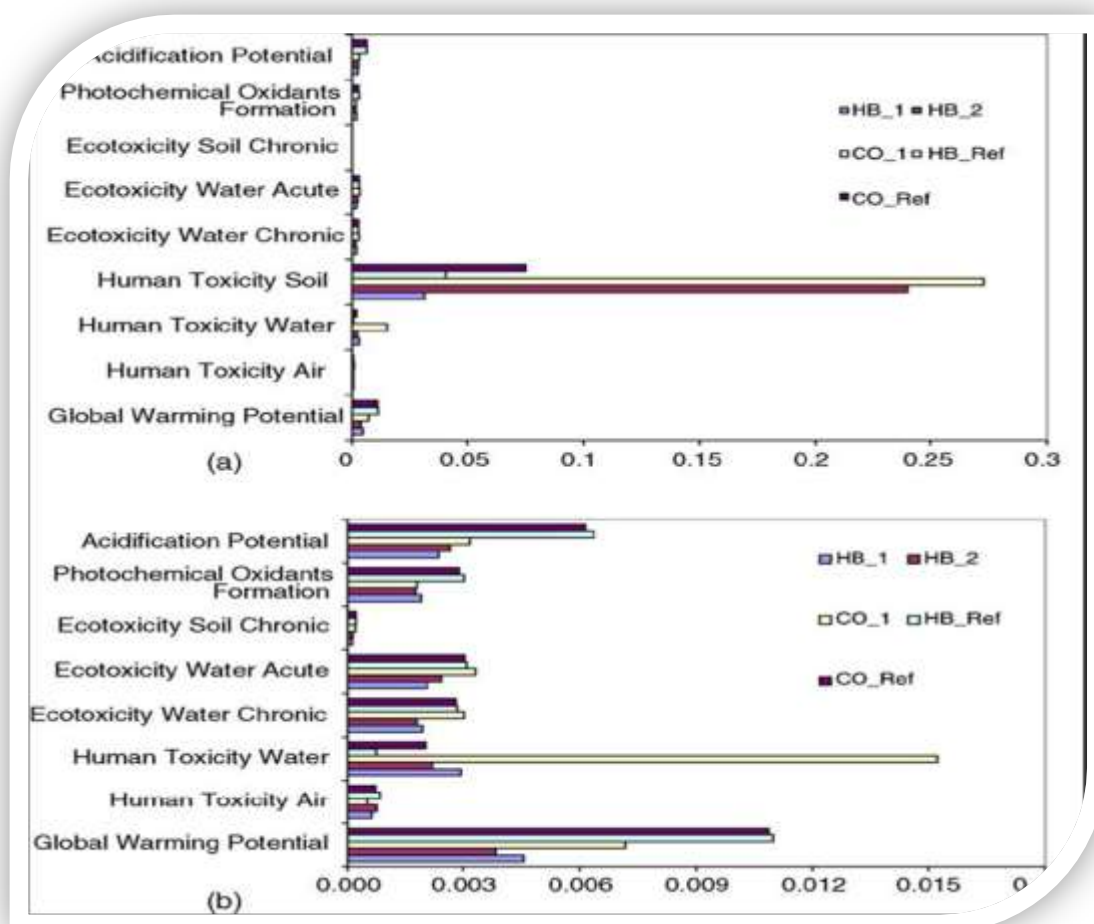
Πάνω από το 50% των αποτελεσμάτων των πιο σοβαρών επιπτώσεων που εξετάστηκαν στη μελέτη σχετίζονται με την εκπομπή ενέργειας. Ως εκ τούτου, η κατανάλωση ενέργειας θα

πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό συστημάτων πιστοποίησης στον τομέα της γεωργίας.

Ειδικότερα, η κατανάλωση ενέργειας που προκύπτει από τη μηχανοποίηση θα πρέπει να είναι το επίκεντρο της προσοχής. Η εκτίμηση των εκπομπών των συνθετικών φυτοφαρμάκων καθορίζει τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη τοξικότητα, και είναι με τη σειρά της καθορισμένη από τις πρακτικές εφαρμογής και τα χαρακτηριστικά στοιχεία του τόπου (του εδάφους και των καιρικών συνθηκών).

Η μελέτη έδειξε ότι τα αποτελέσματα της AKZ μπορούν να διαφοροποιηθούν με την βελτιστοποίηση της τεχνολογίας παραγωγής. Ο περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην προώθηση των συστημάτων παραγωγής μήλων της Νέας Ζηλανδίας.

Αυτή η μελέτη AKZ επιχείρησε έναν αντικειμενικό περιβαλλοντικό έλεγχο του συνόλου του συστήματος παραγωγής με την ποσοτικοποίηση των εκπομπών σε επίπεδο συστήματος, σε μια προσπάθεια να εντοπιστούν τα περιβαλλοντικά προβλήματα της παραγωγής. Η σύνδεση των αποτελεσμάτων της AKZ με τις κοινωνικο-οικονομικές ανάγκες των παραγωγών είναι ζωτικής σημασίας για την αποδοχή από το γεωργικό τομέα.



Σχήμα 3.16: Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης (Mila et. al, 2005)

Η εφαρμογή της AKZ συνέβαλε στον εντοπισμό δυνατοτήτων μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο πλαίσιο αυτό άλλα και σε συναφή συστήματα παραγωγής, και απέδειξε τη χρησιμότητά της για τον καθορισμό προτεραιοτήτων για την υλοποίηση αυτών των δυνατοτήτων. Χρήσιμη επίσης αποδείχτηκε για την ανάπτυξη συστημάτων πιστοποίησης όπως EUREP GAP, ή την εκτίμηση της περιβαλλοντικής συμβατότητας της γεωργικής τεχνολογίας.

3.8.6 AKZ κατά την παρασκευή ψωμιού

Στην παρούσα μελέτη Braschkat et. al. (2003) αξιολογήθηκε ο κύκλος ζωής οκτώ διαφορετικών τρόπων της παραγωγής ψωμιού, εξετάζοντας τις διαφορετικές μεθόδους παραγωγής συγκομιδών (συμβατικός, οργανικός), τις διαφορετικές τεχνολογίες άλεσης (βιομηχανικός μύλος, εσωτερικός μύλος) και τις διαφορετικές τεχνολογίες ψησίματος (μεγάλο εργοστάσιο ψωμιού, αρτοποιείο, οικιακός φούρνος).

Ως λειτουργική μονάδα βάσει της οποίας γίνεται η ανάλυση του συστήματος ορίστηκε το 1 κιλό παραγόμενου ψωμιού.

Η παραγωγή της πρώτης ύλης για την παραγωγή του ψωμιού αποτελεί το αρχικό στάδιο του κύκλου ζωής και συμπεριλαμβάνει όλα τα στάδια της συμβατικής και οργανικής παραγωγής σιτάλευρου από την καλλιέργεια μέχρι τη συγκομιδή του σιταριού.

Όσον αφορά την παραγωγή του σιτάλευρου, εξετάστηκαν δύο εναλλακτικές περιπτώσεις: η χρήση βιομηχανοποιημένου αλευρόμυλου και η χρήση αλευρόμυλου οικιακού τύπου, ενώ υπολογίσθηκαν και οι αντίστοιχες απαιτήσεις σε κατανάλωση ενέργειας.

Για την ανάλυση του σταδίου της παραγωγής ψωμιού εξετάστηκαν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις:

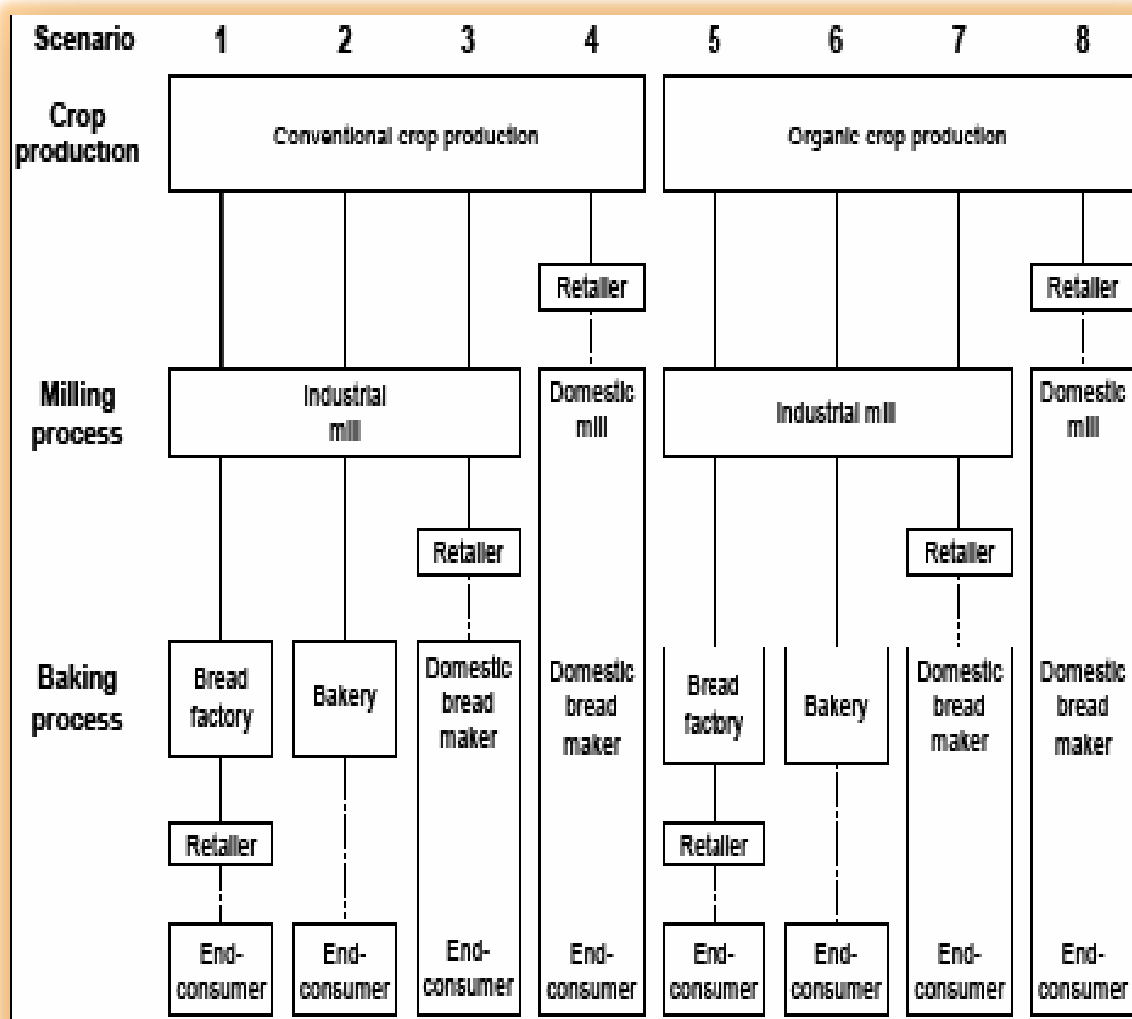
- Παραγωγή ψωμιού σε εργοστάσιο,
- Παραγωγή ψωμιού σε τυπικό αρτοποιείο,
- Παραγωγή ψωμιού σε οικιακό φούρνο που χρησιμοποιεί εξοπλισμό παρασκευής ψωμιού.

Στις δύο πρώτες περιπτώσεις οι φούρνοι λειτουργούν είτε με ηλεκτρική ενέργεια είτε με πετρέλαιο είτε με φυσικό αέριο ενώ ο οικιακός φούρνος χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια.

Η μεταφορά γίνεται με χρήση φορτηγών 23 τόνων για απόσταση 100 χιλιομέτρων, τα οποία εκτελούν δρομολόγια πλήρη περιεχομένου και επιστρέφουν άδεια, ως εξής:

- μεταφορά σιταριού από το σιτοβολώνα στον αλευρόμυλο ή σε έμπορο λιανικής πώλησης σιταριού,
- μεταφορά σιτάλευρου από το μύλο προς το εργοστάσιο παραγωγής ψωμιού ή στο αρτοποιείο ή σε έμπορο λιανικής πώλησης σιτάλευρου,
- μεταφορά ψωμιού από το εργοστάσιο παραγωγής του σε έμπορο λιανικής πώλησης ψωμιού.

Η μεταφορά του σιταριού, του σιτάλευρου και του ψωμιού από τον τελικό χρήστη εκτιμήθηκε ότι συνεισφέρει στους υπολογισμούς μόνο στην περίπτωση που αυτή πραγματοποιείται με χρήση οχήματος.



Σχήμα 3.17: Η ροή ενέργειας σε κάθε σενάριο (Braschkat et. al, 2003)

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας οι οποίες εξετάστηκαν στην παρούσα ανάλυση είναι:

- ενεργειακές απαιτήσεις
- φαινόμενο του θερμοκηπίου
- λέπτυνση της στοιβάδας του όζοντος
- ευτροφισμός
- οξίνιση
- σχηματισμός φωτο – οξειδωτικών
- χρήση γης
- όξινη βροχή

Όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας η διεργασία παρασκευής του ψωμιού απαιτεί τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό περίπου 64% της συνολικά απαιτούμενης ενέργειας για όλο τον κύκλο ζωής. Ο οικιακός φούρνος απαιτεί ενέργεια τριπλάσια από ότι το εργοστάσιο παρασκευής ψωμιού, ενώ το αρτοποιείο ενέργεια διπλάσια από ότι το εργοστάσιο.

Η κατανάλωση ενέργειας συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, οπότε η συνεισφορά του οικιακού φούρνου και σε αυτήν την κατηγορία επίπτωσης είναι η μεγαλύτερη, ακολουθούμενη από το αρτοποιείο καταλήγοντας στο εργοστάσιο παρασκευής ψωμιού.

Από την ανάλυση προκύπτει ότι η συμβατική καλλιέργεια σιταριού συνεισφέρει περισσότερο στις κατηγορίες επιπτώσεων που αφορούν τη λέπτυνση της στοιβάδας του όζοντος, την οξίνιση και τον ευτροφισμό.

Στις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων προκύπτει ότι συμβάλλουν περισσότερο η διαδικασία παραγωγής και τα στάδια της μεταφοράς.

Με βάση τα συνολικά αποτελέσματα της ανάλυσης προκύπτει ότι η οργανική παραγωγή του σιταριού παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδράσεις, συγκρινόμενη με τη συμβατική καλλιέργεια.

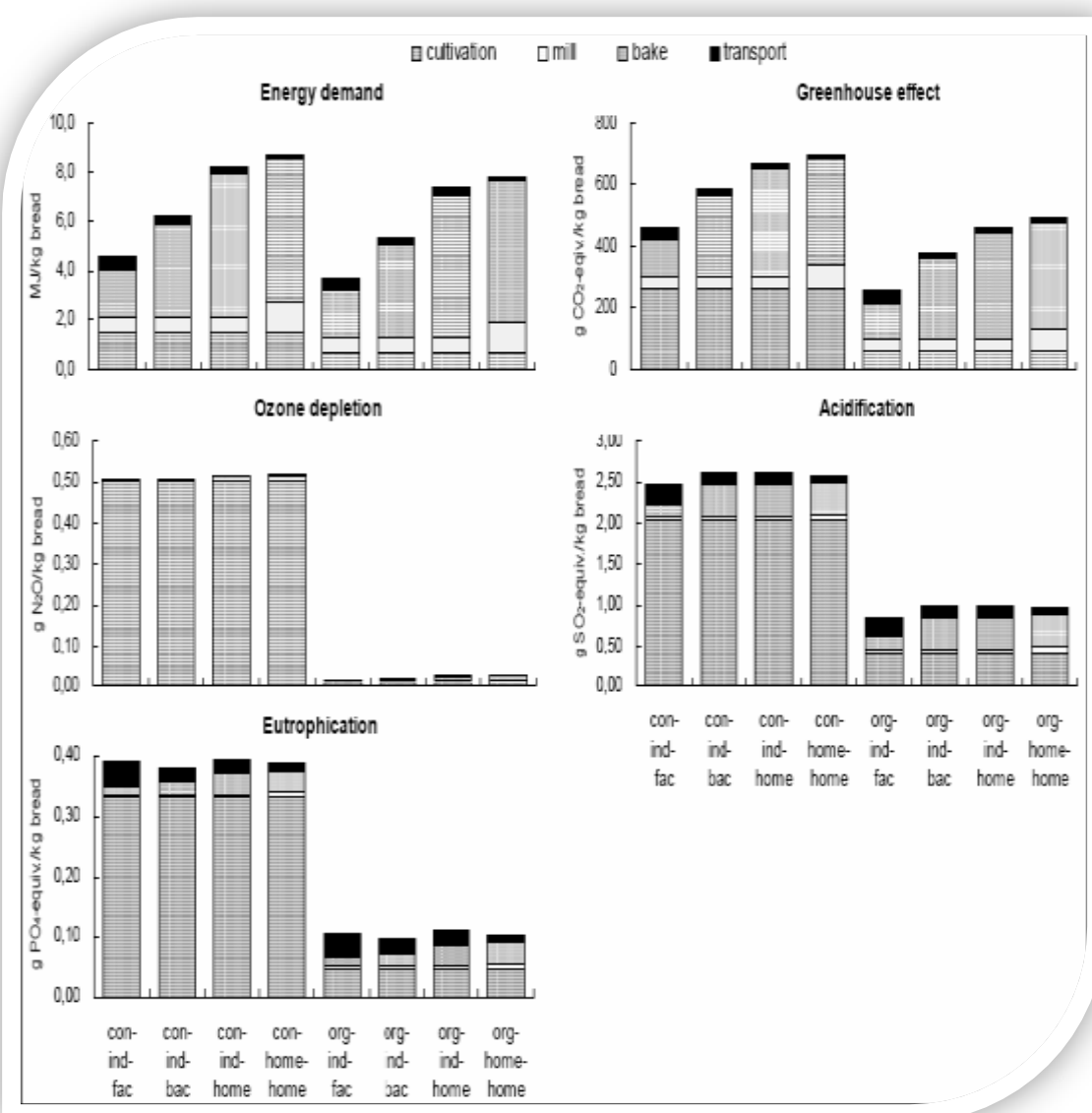
Όμως, εξετάζοντας τις απαιτήσεις γεωργικής γης προκύπτει ότι η καλλιεργήσιμη έκταση στη συμβατική παραγωγή αποτελεί μόνο το 65% της αντίστοιχης που απαιτείται στην οργανική παραγωγή.

Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι στην πρώτη περίπτωση (συμβατική) χρησιμοποιούνται χημικά λιπάσματα με αποτέλεσμα να υπάρχει αυξημένη παραγωγή με περισσότερες όμως περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η μεγαλύτερη διαφορά όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις εντοπίζεται ανάμεσα στη βιομηχανική και οικιακή παραγωγή παρά στη συμβατική και τη βιολογική καλλιέργεια.

Συμπερασματικά το σενάριο που συνδυάζει βιολογική καλλιέργεια σιταριού, βιομηχανική κατεργασία και ένα μεγάλο εργοστάσιο παραγωγής ψωμιού είναι ο καλύτερος τρόπος παραγωγής ψωμιού.

Ωστόσο ο βιολογικός τρόπος απαιτεί μεγαλύτερη έκταση γης από ότι απαιτεί ο συμβατικός τρόπος καλλιέργειας σιταριού.



Σχήμα 3.18: Η συμβολή κάθε διεργασίας σε κάθε κατηγορία επίπτωσης (Braschkat et. al, 2003)

Η παραγωγή και τα στάδια της μεταφοράς καταγράφηκαν ως τα πιο επιβαρύνοντα στάδια για τις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων. Το στάδιο της διεργασίας του ψησίματος είναι σημαντικό για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους και για τη χρήση ενέργειας. Ο ευτροφισμός προκαλείται περισσότερο από την συμβατική καλλιέργεια και συνδέεται με τη ποσότητα του αζώτου που διαφεύγει από τα χωράφια και τις εκπομπές αζωτούχων στοιχείων που προέρχονται από την παραγωγή λιπασμάτων και τη χρήση των τρακτέρ.

3.8.7 AKZ κατά την παραγωγή σιταριού

Η παραγωγή σιταριού στην Ευρώπη διαφοροποιείται όσον αφορά την ένταση της καλλιέργειας, τις παραγόμενες ποσότητες, την ποιότητα σιταριού και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον που οφείλονται στις διαφορετικές καλλιεργητικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται.

Τα εντατικά συστήματα παραγωγής που στηρίζονται στην παροχή μεγάλης ποσότητας λιπάσματος και φυτοπροστατευτικών, είναι οικονομικά συμφέροντα σε πολλές ευρωπαϊκές γεωργικές περιοχές, ωστόσο, μπορούν να επηρεάσουν το περιβάλλον από την υπερβολική χρήση αζώτου, φωσφόρου και φυτοφαρμάκων.

Από την άλλη πλευρά, μια συγκομιδή χαμηλής έντασης δεν είναι απαραίτητα ευνοϊκή για το περιβάλλον, αφού η μειωμένη παραγωγικότητα θα μπορούσε να οδηγήσει στη μετατόπιση της ρύπανσης σε άλλες θέσεις.

Στην παρούσα μελέτη (Charles et. al. 2006) εφαρμόζεται ανάλυση κύκλου ζωής στην παραγωγή σίτου (*Triticum aestivum* L.) που χρησιμοποιείται στην αρτοποιία με σκοπό την περιβαλλοντική αξιολόγηση της παραγωγής, την εκτίμηση των επιπτώσεων του κάθε σταδίου παραγωγής και την βελτίωση των διαδικασιών του συστήματος.

Στόχος της μελέτης είναι ο συνδυασμός της απόδοσης και της ποιότητας του καρπού, ο εντοπισμός των αλληλεπιδράσεων σχετικά με τις καλλιεργητικές τεχνικές και η κατάθεση προτάσεων για βελτιώσεις των ανάλογων πρακτικών παραγωγής.

Η ποιότητα καθορίζεται από την περιεκτικότητα του σιταριού σε πρωτεΐνη και οι ποικιλίες σίτου χαρακτηρίζονται είτε ως χαμηλής παραγωγής με υψηλής ποιότητας πρωτεΐνη, είτε υψηλής απόδοσης με χαμηλής ποιότητας πρωτεΐνη.

Η αξιολόγηση της έντασης των λιπασμάτων γίνεται βάσει τριών παραγόντων: της διατήρησης του τοπίου, της παραγωγής και της παραγωγής σε συνδυασμό με απαιτήσεις στην ποιότητα. Στην πρώτη περίπτωση η εξέταση γίνεται ανά εκτάριο, στη δεύτερη ανά τόνους παραγόμενου σιταριού ενώ στην τρίτη ανά τόνους σιταριού με σταθερή ποιότητα, αφού από τη στιγμή που το σιτάρι αυτό χρησιμοποιείται στην αρτοποιία, πρέπει να έχει κάποια συγκεκριμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Η λειτουργική μονάδα βάσει της οποίας εξετάζεται το σύστημα είναι 1 τόνος παραγόμενο σιτάρι με περιεκτικότητα 13 % σε πρωτεΐνες αφού ένα επίπεδο πρωτεϊνών 13 % σε στεγνό σιτάρι ικανοποιεί τις απαιτήσεις της αρτοποιίας.

Τα όρια του εξεταζόμενου συστήματος αφορούν ένα χωράφι στην Ελβετία και περιλαμβάνουν 4 επεξεργασίες βάσει της ποσότητας λιπασμάτων N που χρησιμοποιούνται.

Για κάθε ένταση αζώτου, τα ποσά φωσφόρου και τα λιπάσματα καλίου ρυθμίζονται συναρτήσει του επιπέδου παραγωγής. Μια τυπική λίπανση περιλαμβάνει: 140 Kg N /ha, 65 Kg

P_2O_5 /ha και 95 Kg K_2O /ha και επαρκή ψεκασμό με τα παρασιτοκτόνα για να προστατευτεί η συγκομιδή.

Στην συγκεκριμένη μελέτη ομαδοποιήθηκαν οι εισροές και οι εκροές, και αναλύθηκαν μόνο τα λιπάσματα.

Η απογραφή των γεωργικών εισροών βασίζεται στους Audsley et. al. (1997) καθώς και τους Gaillard et. al. (1997), ενώ οι άμεσες εκπομπές από το χωράφι υπολογίστηκαν κατά τον τρόπο που προτείνουν οι Gaillard and Nemecek (1999).

Όσον αφορά στις εκπομπές από τα νιτρικά, αυτές αξιολογήθηκαν κάτω από διαφορετικές συνθήκες και μεθόδους και η ποσοτικοποίησή τους διαφέρει ανάλογα με τις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Στην μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τρία μοντέλα που έδωσαν σημαντικές διαφορές στις εκπομπές αζώτου:

- Ένα ισορροπημένο μοντέλο εισροών-εκροών που θεωρεί τις εισροές με τη μορφή της λίπανσης και της απόθεσης και τις εκροές με τη μορφή της συγκομιδής καρπού και των εκπομπών αζώτου που καθορίζονται από την απογραφή του κύκλου ζωής (LCI) (εκπομπές N_2O , NH_3 , και NO_x).
- Το μοντέλο του Walther (1998) που θεωρεί ότι τα νιτρικά μένουν στο έδαφος, απορροφώνται από τα φυτά και διηθούνται στο έδαφος
- Το χειρίστο σενάριο που βασίζεται στο μοντέλο του Walther (1998), και που θεωρεί ότι υπάρχει διήθηση από τα 100 Kg N /ha και απώλεια της μισής ποσότητας από την επιπρόσθετη που εφαρμόζεται σε μεγαλύτερα επίπεδα λίπανσης.

Για την καταγραφή των δεδομένων λήφθηκαν υπόψη υπόψη βρετανικά και ελβετικά συστήματα παραγωγής σίτου, ενώ το σύστημα παραγωγής σίτου που εξετάζεται εφαρμόζει την ορθή γεωργική πρακτική σύμφωνα με τους ελβετικούς όρους όπως περιγράφονται από Gaillard και Nemecek (2002).

Η προστασία συγκομιδών με παρασιτοκτόνα εκτιμήθηκε η ίδια για όλα τα σενάρια ενώ η ποιότητα προσδιορίζεται από την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη αν και απαιτείται προσδιορισμός περισσότερων στοιχείων.

Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων περιλαμβάνει τις εξής **κατηγορίες επιπτώσεων**:

- κατανάλωση ενέργειας
- χρήση γης
- φαινόμενο του θερμοκηπίου
- σχηματισμός φωτο-οξειδωτικών

- οξίνιση
- ευτροφισμός
- οικοτοξικότητα στο νερό
- οικοτοξικότητα στο έδαφος
- τοξικότητα στον άνθρωπο

Κατά την εξέταση ανά εκτάριο προκύπτει ότι η χρήση λιπασμάτων μικρής έντασης, έχει τις μικρότερες συνέπειες σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων, ενώ η χρήση λιπασμάτων μεγάλης έντασης έχει μεγαλύτερες συνέπειες στην οικοτοξικότητα στο έδαφος, στην τοξικότητα στον άνθρωπο, στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την οξίνιση.

Για την κατηγορία επίπτωσης που αφορά τη χρήση γης, όλες οι εντάσεις λιπασμάτων, έχουν ίσες και μικρής έντασης συνέπειες.

Κατά την εξέταση ανά τόνους παραγόμενου σιταριού, προκύπτει ότι η αύξηση στην ένταση των λιπασμάτων από 140 σε 220 Kg N ανά εκτάριο επιφέρει μειώσεις στις επιπτώσεις στη χρήση γης, τον ευτροφισμό, την τοξικότητα στο νερό.

Αντίθετα, επιφέρει αύξηση σε όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες επιπτώσεων κυρίως στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην τοξικότητα στο έδαφος και τον άνθρωπο. Η βέλτιστη ποσότητα λιπάσματος από γεωργική σκοπιά είναι περίπου 140Kg N ανά εκτάριο, που αντιστοιχεί στις μέσες συνθήκες ανάπτυξης του σίτου αρτοποιίας στην Ελβετία.

Όσον αφορά την εξέταση ανά τόνους σιταριού με σταθερή ποιότητα παρατηρείται ότι με την αύξηση της ποσότητας λιπασμάτων αυξάνεται η τοξικότητα στο έδαφος.

Όπως προκύπτει από την εξέταση του συστήματος η επιλογή του λιπάσματος συνεισφέρει σημαντικά στις κατηγορίες επιπτώσεων που αφορούν την οξίνιση, την οικοτοξικότητα στο έδαφος και στον άνθρωπο.

Η ποσότητα λιπασμάτων παίζει σημαντικό ρόλο στις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων και αποτελεί βασικό σημείο που επιδέχεται βελτίωση.

Όσον αφορά στον ευτροφισμό, όπως προκύπτει από άλλες έρευνες, η βασική συμβολή προέρχεται από το φώσφορο, ενώ το άζωτο φαίνεται να έχει αμελητέα επίδραση.

Η παραγωγή και η μεταφορά των λιπασμάτων παίζει σημαντικό ρόλο στις επιπτώσεις που σχετίζονται με την ενέργεια, καθώς καθορίζουν το 40 % της κατανάλωσης της ενέργειας.

Πρόκειται για μια απλουστευμένη AKZ όσον αφορά τα όρια του συστήματος, την περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας, την επιλογή της λειτουργικής μονάδας και τους δείκτες των επιπτώσεων. Σε αυτή τη μελέτη εξετάστηκε η παραγωγή σιταριού ανά εκτάριο,

όπως και η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος ενώ καθορίστηκε η σημασία της χρήσης λιπάσματος στα συστήματα παραγωγής.

Συμπερασματικά, η χρήση των λιπασμάτων αζώτου είναι αποδοτική και συμβάλλει κατά ένα μεγάλο μέρος στην αυξημένη παραγωγικότητα του σίτου αλλά προκαλεί σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επιπλέον, η περιβαλλοντική αξιολόγηση του συστήματος παραγωγής σίτου δεν μπορεί να βασιστεί μόνο σε μια ανάλυση του αζώτου, αλλά απαιτείται ένα σύστημα μεγαλύτερης κλίμακας που να συμπεριλαμβάνει και άλλους σημαντικούς γεωργικούς παράγοντες όπως η βιοποικιλότητα και οι πολλαπλές λειτουργίες του γεωργικού συστήματος

3.8.8 ΑΚΖ κατά την παραγωγή μύρας

Στην Ελλάδα οι Koroneos et. al. (2005) εφήρμοσαν Ανάλυση Κύκλου Ζωής για την παραγωγή μύρας με σκοπό τον καθορισμό των σταδίων που συνδέονται με τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ο τύπος της μύρας που επιλέχθηκε ήταν 'lager' που παράγεται από Ζυθοποιία στην Β. Ελλάδα (ΒΙΠΕ Σίνδου, Θεσσαλονίκη). Δεδομένου ότι η έρευνα έγινε σε στενή συνεργασία με τον τοπικό παραγωγό ήταν δυνατό να ληφθεί ένας μεγάλος αριθμός συγκεκριμένων στοιχείων απαραίτητων για την απογραφή δεδομένων.

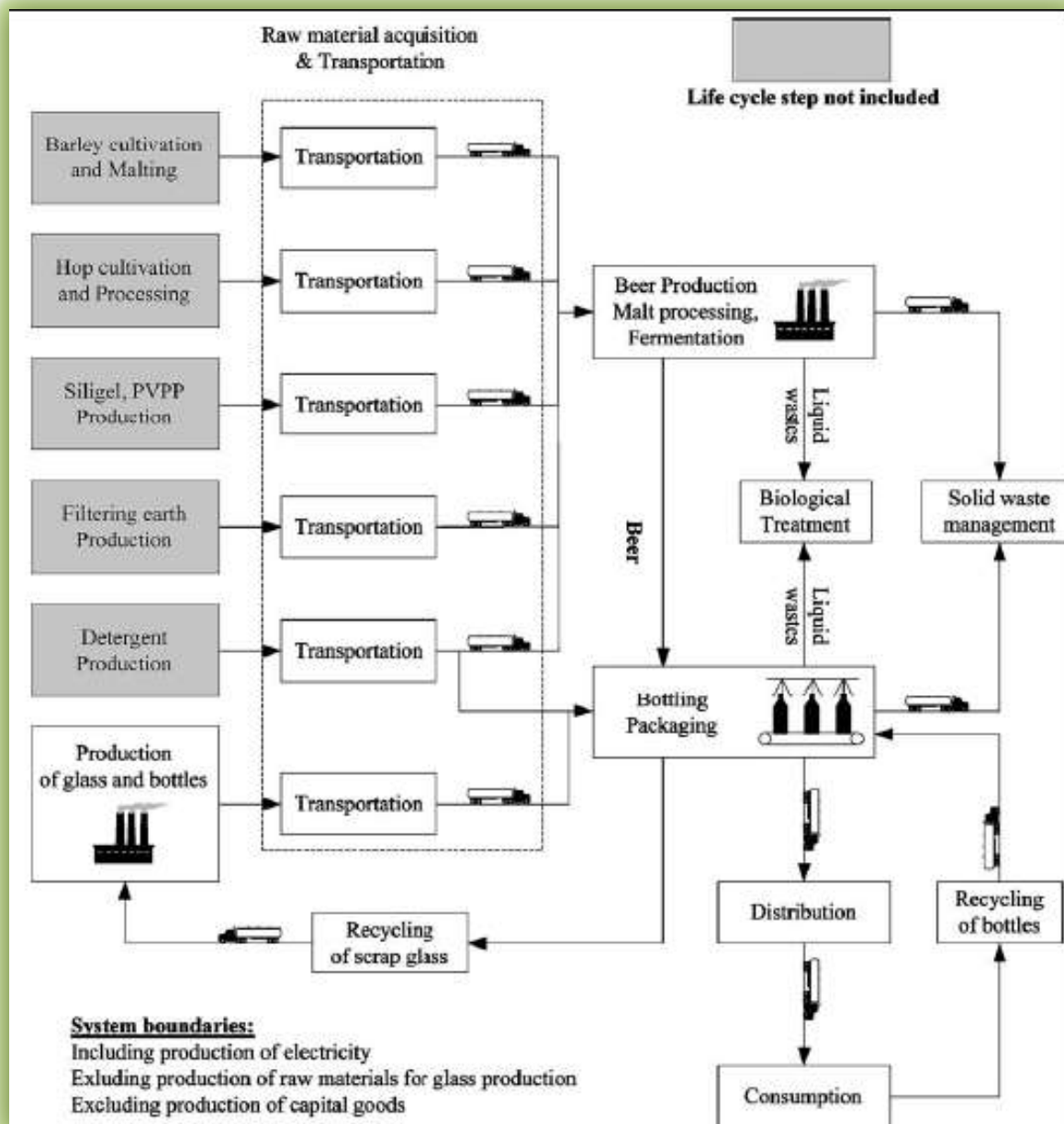
Ο κύριος στόχος της ανάλυσης ήταν ο καθορισμός των κύριων σημείων που συνδέονται με την παραγωγή μύρας, εντοπίζοντας τα στάδια του κύκλου ζωής τα οποία οδηγούν στις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και η κατάθεση προτάσεων για τη βελτιστοποίηση του συστήματος.

Το υπό εξέταση προϊόν είναι μία από τις πιο κοινές μάρκες μύρας στην Ελλάδα, το οποίο διατίθεται σε πράσινα μπουκάλια του μισού λίτρου. Η καλλιέργεια του κριθαριού και η παραγωγή της βύνης δεν περιλαμβάνεται στα όρια του συστήματος.

Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας περιλαμβάνουν :

- *Απόκτηση πρώτων υλών*: η μεταφορά των πρώτων υλών στο εργοστάσιο ζύμωσης αποτελεί το πρώτο στάδιο της διαδικασίας. Οι πρώτες ύλες παράγονται κάποιες στην Ελλάδα και κάποιες άλλες σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης. Στο σύστημα υπολογίστηκαν οι συντελεστές αέριας εκπομπής και η κατανάλωση καυσίμου καθώς χρησιμοποιούνται φορτηγά τα οποία καταναλώνουν πετρέλαιο κατά τη μεταφορά πρώτων υλών.
- *Παραγωγή μύρας*: τα κύρια συστατικά για την παραγωγή μύρας είναι το νερό και η βύνη. Για την παραγωγή 1 λίτρου μύρας, απαιτούνται 5.25 λίτρα νερού. Η παραγωγή μύρας γίνεται μαζικά με επεξεργασία 12 τόνων βύνης ανά παρτίδα.
- *Παραγωγή μπουκαλιών*: χρησιμοποιείται ανακυκλωμένο γυαλί για την παραγωγή μπουκαλιών.
- *Συσκευασία και εμφιάλωση*: η εμφιάλωση μιας παρτίδας απαιτεί 140,376 μπουκάλια (0.546 κιλά γυαλιού ανά μπουκάλι) περιλαμβανομένων απωλειών (περίπου 3% από τις οποίες επιστρέφει στον παραγωγό γυαλιού). Από τα μπουκάλια αυτά, περίπου 51% προέρχεται από επιστρεφόμενα μπουκάλια και τα υπόλοιπα από πρωτογενή μπουκάλια.
- *Μεταφορά/αποθήκευση/διανομή*: Η διανομή των στερεών αποβλήτων και των ανακυκλώσιμων υλικών λήφθηκε υπόψη.

Ως λειτουργική μονάδα βάσει της οποίας εξετάζεται το παρόν σύστημα ορίστηκε το ένα μπουκάλι μύρας (βάρος μπουκαλιού και μύρας 1.066 κιλό), το οποίο περιλαμβάνει: 0.52 λίτρα μύρας (520 γραμμάρια μύρας) και 0.546 κιλά πράσινου μπουκαλιού.



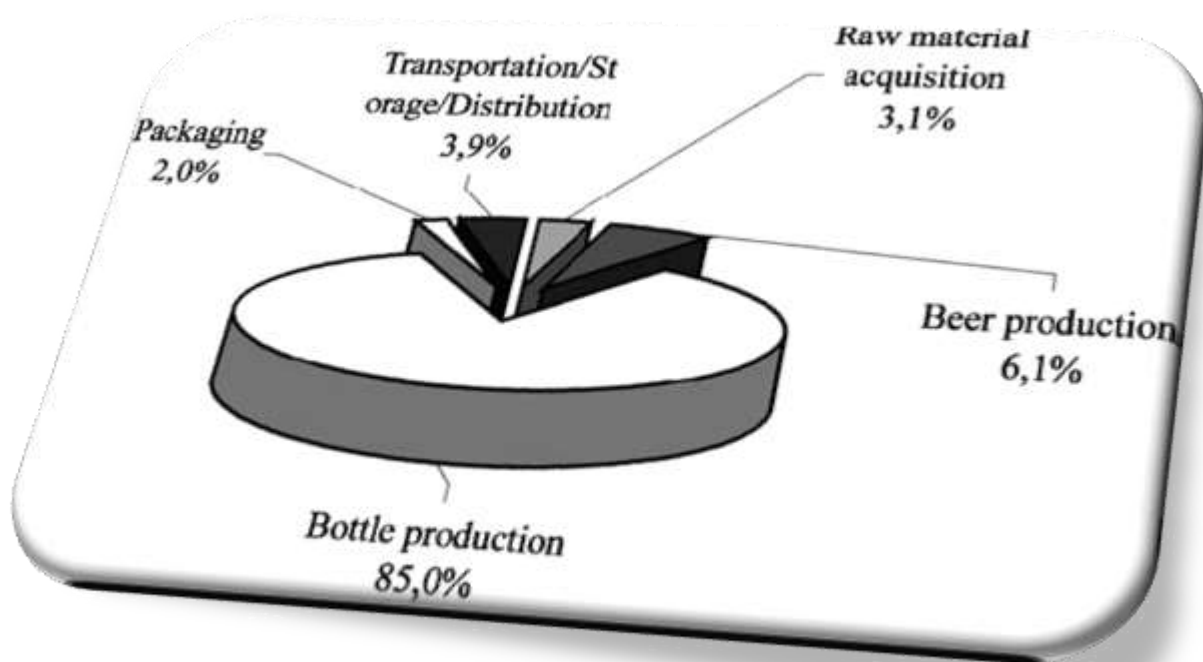
Σχήμα 3.19: Η παραγωγική διαδικασία των μπουκαλιών μύρας (Koroneos et. al, 2005)

Κατά την ανάλυση του συστήματος οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που εξετάστηκαν περιλαμβάνουν:

- την κλιματική αλλαγή που συνδέεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου,
- τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος,
- την οξίνιση,

- τον ευτροφισμό,
- την δημιουργία αιαθαλομίχλης
- την ανθρώπινη τοξικότητα.
- την οικοτοξικότητα.

Από την ανάλυση προέκυψε ότι η παραγωγή μπουκαλιού συνεισφέρει στη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στον κύκλο ζωής της μπίρας (85%). Στην παραγωγή του μπουκαλιού η ενέργεια προέρχεται κυρίως από πετρέλαιο (71%) ακολουθούμενο από ηλεκτρισμό (21.4%) και φυσικό αέριο (5.3%). Το πετρέλαιο αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας στο όλο σύστημα παραγωγής μπίρας (67.3%) ακολουθούμενο από ηλεκτρισμό (20.7%) και μαζούτ (HFO 6.4%).



Σχήμα 3.20: Η κατανάλωση ενέργειας από κάθε διεργασία κατά την παραγωγική διαδικασία της μπίρας (Koroneos et. al, 2005)

Η ένταση άνθρακα ορίζεται ως τα κιλά ισοδύναμου CO₂ τα οποία παράγονται από τη διεργασία ή τον κύκλο παραγωγής ενός προϊόντος ανά μονάδα ενέργειας που καταναλώνεται. Η ένταση άνθρακα αποτελεί δείκτη περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης της διεργασίας.

Υψηλή ένταση άνθρακα σημαίνει χαμηλή απόδοση ενέργειας ή χρήση καυσίμου χαμηλού βαθμού ή και τα δύο. Η παραγωγή μύρας και η απόκτηση των πρώτων υλών έχουν μεγαλύτερη ένταση άνθρακα από την παραγωγή του μπουκαλιού, τη συσκευασία και τη μεταφορά/αποθήκευση/διανομή.

Η ένταση του άνθρακα κατά την απόκτηση των πρώτων υλών και τη μεταφορά/αποθήκευση/διανομή, εξαρτάται από τα χιλιόμετρα μεταφοράς. Η υψηλή τιμή του υποσυστήματος παραγωγής μύρας οφείλεται στη χρήση μαζούτ.

Η παραγωγή μπουκαλιών συνεισφέρει στο μεγαλύτερο βαθμό στο φαινόμενο του θερμοκηπίου λόγω της κατανάλωσης πετρελαίου.

Μέσα από την κανονικοποίηση μπορεί να υπολογιστεί η βαρύτητα των επιπτώσεων. Η οικοτοξικότητα και η δημιουργία αιθαλομίχλης φαίνεται να συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο επίπεδο σημαντικότητας ενώ η παραγωγή μπουκαλιών και η συσκευασία όπως προκύπτει συμβάλλουν σε αυτές τις δύο κατηγορίες επιπτώσεων.

Καταλήγοντας η παραγωγή μπουκαλιών που ακολουθείται από την συσκευασία και την παραγωγή μύρας συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στις κατηγορίες των επιπτώσεων που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη. Κατά συνέπεια η προσπάθεια να ελαχιστοποιηθούν οι δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις που προκαλούνται από την παραγωγή μύρας πρέπει να εστιάσουν στην ελαχιστοποίηση των εκπομπών που παράγονται κατά τη διάρκεια αυτών των σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας.

4. Περιβαλλοντική Αξιολόγηση της καλλιέργειας της πιπεριάς.

Εισαγωγή

Η εκπόνηση μιας ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής αξιολόγησης κύκλου ζωής για οποιοδήποτε προϊόν ενέχει πολλές δυσκολίες εξαιτίας της πολυπλοκότητας του συστήματος που αποτελείται από πολλά στάδια.

Οι δυσκολίες προκύπτουν από την έλλειψη στοιχείων που είναι απαραίτητα για την ανάλυση κάθε σταδίου της παραγωγικής διαδικασίας αλλά και από την εμπλοκή πολλών επιστημονικών κλάδων όπως η γεωπονία, η μηχανική περιβάλλοντος κ.α., έτσι λοιπόν και στην παρούσα μελέτη η εξεύρεση δεδομένων εισροής υπήρξε εξαιρετικά δύσκολη λόγω απουσίας σχετικών καταγραφών.

4.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εξέταση του κύκλου ζωής της καλλιέργειας πιπεριάς σε θερμοκήπιο και στην ύπαιθρο με απώτερο στόχο την σύγκριση των δύο καλλιεργητικών τεχνικών για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία προέκυψαν από επιτόπια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον Αγροτικό Συνεταιρισμό Τυμπακίου αλλά και σε υπαίθριες και θερμοκηπιακές καλλιέργειες της περιοχής. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν με τη μέθοδο της συνέντευξης από γεωπόνους και ανθρώπους που απασχολούνται στον αγροτικό τομέα κι έχουν γνώση του αντικειμένου της έρευνας.

4.2 Καθορισμός ορίων συστήματος.

Το σύστημα που εξετάζεται περιστρέφεται γύρω από την καλλιέργεια της πιπεριάς. Το συγκεκριμένο προϊόν καλλιεργείται σε μεγάλο βαθμό στην Κρήτη και ειδικά στην περιοχή της Μεσσαράς λόγω της ύπαρξης κατάλληλου κλίματος και καλλιεργητικής έκτασης.

Η καλλιέργεια πραγματοποιείται στην περιοχή Τυμπακίου και καταλαμβάνει έκταση 1 στρέμματος. Το σύστημα που ερευνήθηκε περιλαμβάνει 8 βασικές διαδικασίες, οι επτά εκ των οποίων είναι γεωργικές εργασίες κι ακόμη μια είναι η μεταφορά του προϊόντος.

1. Προετοιμασία εδάφους
2. Φύτευση
3. Άρδευση
4. Φυτοπροστασία
5. Λίπανση
6. Συγκομιδή του παραχθέντος προϊόντος
7. Μεταφορά στον Αγροτικό Συνεταιρισμό Τυμπακίου

8. Καθαρισμός καλλιέργειας.

4.3 Διάγραμμα ροής



Σχήμα 4.1: Διάγραμμα ροής του εξεταζόμενου συστήματος

4.4 Λειτουργική μονάδα.

Η παραγωγή πιπεριάς από 1 στρέμμα καλλιέργειας στην περιοχή Τυμπακίου.

4.5 Πηγές δεδομένων.

Τα πρωτογενή στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση αυτή αφορούν καλλιεργητικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από γεωπόνους μέσω συνέντευξης σε επιτόπια έρευνα. Τα στοιχεία σχετικά με τις καταναλώσεις καυσίμων γεωργικών μηχανημάτων προέρχονται από επικοινωνία με αγρότες οι οποίοι είναι γνώστες της χρήσης του κατάλληλου γεωργικού μηχανολογικού εξοπλισμού. Οι συντελεστές εκπομπών ρύπων που χρησιμοποιήθηκαν στο στάδιο της απογραφής δεδομένων αντλήθηκαν από το πρόγραμμα Sima Pro 5.

4.5 Περιγραφή του συστήματος: Παραδοχές- Αναλυτική Περιγραφή των διαδικασιών.

Γενικά στοιχεία

Η πιπεριά *Capsicum annum* var. *annum* ανήκει στην Οικογένεια Solanaceae. Καλλιεργείται σήμερα σε μεγάλες εκτάσεις στις εύκρατες και τροπικές ζώνες, κυρίως για τον καρπό της, ο οποίος χρησιμοποιείται σαν λαχανικό ή μπαχαρικό – καρύκευμα. Υπάρχουν αρκετά είδη και βοτανικές ποικιλίες στο γένος *capsicum*, γεγονός που συντελεί στην μεγάλη διαφοροποίηση που υπάρχει στους καρπούς, όσον αφορά τον βαθμό καυστικότητας, το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα.

Καταγωγή – Ιστορική αναδρομή

Η πιπεριά είναι ενδογενές φυτό των τροπικών περιοχών της Νοτίου Αμερικής. Σπόροι πιπεριάς ηλικίας πέραν των 5000 π.Χ. έχουν βρεθεί και αναγνωρίζεται σε αρχαιολογικές ανασκαφές στο Tahuakan στο Μεξικό, πιθανόν από άγρια φυτά του γένους *Capsicum annum*. Στο Περού βρέθηκαν υπολείμματα του γένους *Capsicum baccatum* ηλικίας 2000 π.Χ.. Κατά μία εκδοχή, η πιπεριά εξαπλώθηκε από το Περού στο Μεξικό, ενώ μία δεύτερη εκδοχή το Μεξικό αποτελεί ξεχωριστό ανεξάρτητο κέντρο, όπου υπάρχει και αρκετή διαφοροποίηση βοτανικών ποικιλιών.



Εικόνα 4.1: Πιπεριά φλάσκα

Η καλλιέργεια της πιπεριάς χρονολογείται από πολύ παλιά στη Νότιο Αμερική. Η τύποι της γλυκιάς πιπεριάς ήταν γνωστοί επίσης από πολύ παλιά, αλλά μόνο πρόσφατά έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη σπουδαιότητα. Οι πιπεριές υπήρξαν συμβολικά φυτά για τους Ινδιάνους της Νοτίου Αμερικής και έπαιξαν σημαντικό ρόλο στις θρησκευτικές τους τελετουργίες.

Η πρώτη ευρωπαϊκή αναφορά για την πιπεριά γίνεται το 1493 από τον Peter Martyr, που αναφέρει ότι ο Κολόμβος βρήκε πολύ καυτερές πιπεριές. Με τα ταξίδια του Κολόμβου η πιπεριά ήρθε στην Ευρώπη και έγινε αμέσως αποδεκτή. Η σχετικά μεγάλη περίοδος διατήρησης της βλαστικής ικανότητας του σπόρου και η ευκολία της διακίνησής του, συνέβαλλαν στην ευρεία διάδοση της πιπεριάς σε πολλές άλλες τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου. Στην Ινδία έγινε ευρέως δεκτή, και ήδη το 1542 αναφέρεται ότι ήταν γνωστά 3 είδη πιπεριάς. Σήμερα η Ινδία αποτελεί και την πρώτη χώρα εξαγωγής κόκκινης πιπεριάς. Στις ΗΠΑ οι καλλιέργεια της πιπεριάς δεν διαδόθηκε γρήγορα, αλλά σήμερα αποτελεί προϊόν μεγάλης οικονομικής σημασίας.

Βοτανικοί χαρακτήρες

Η πιπεριά είναι **φυτό** μονοετές ή διετές, ποώδες, με κορμό και βλαστούς, διακλαδίζεται και έχει την τάση να αναπτύσσεται προς τα πάνω. Οι **βλαστοί** είναι ελαφρά ξυλώδης στη βάση, χωρίς επεμβάσεις αναπτύσσονται σε ύψος 0,3 – 0,8 μ, είναι εύθραυστοι και με το βάρος της καρποφορίας πολλές φορές σπάζουν.

Αρχικά το φυτό αναπτύσσεται μονοστέλεχο, σχηματίζει κορμό (κύριο βλαστό), και στη συνέχεια διακλαδίζεται και σχηματίζει δύο και σπανιότερα τρεις βλαστούς (βλαστοί πρώτης τάξης). Μεταξύ των δύο αυτών βλαστών σχηματίζεται ο πρώτος οφθαλμός – άνθος που θα δώσει τον πρώτο καρπό. Ο οφθαλμός αυτός λέγεται βασικός οφθαλμός (crown bud). Κάθε βλαστός ^{1ης} τάξης, μετά την παραγωγή ενός ή δύο φύλλων, διακλαδίζεται και δίνει δύο βλαστούς (βλαστοί ^{2ης} τάξης), που στη διακλάδωση τους, φέρουν ανθοφόρους οφθαλμούς. Η ανάπτυξη συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο δηλαδή κάθε καινούργιος βλαστός διακλαδίζεται και στη διακλάδωση σχηματίζεται οφθαλμός που θα δώσει καρπό. Με τον τρόπο αυτό, αναπτύσσεται το φυτό (χωρίς επεμβάσεις) και παίρνει θαμνώδη μορφή.

Τα φύλλα είναι απλά, λεπτά, ελλειπτικά, οξύληκτα, ακέραια με πράσινο χρώμα στην άνω επιφάνεια και πιο ανοιχτό πράσινο χρώμα στην κάτω επιφάνεια. Ο μίσχος των φύλλων έχει μήκος 3 έως 5 εκατοστά

Η **Ρίζα** είναι πασσάλωδης και φτάνει σε βάθος 90 έως 120 εκατοστά. Το φυτό έχει την ικανότητα να αναπτύσσει δυνατή κεντρική ρίζα, αλλά συνήθως αυτή κόβεται ή σταματά να

αναπτύσσεται μετά τη φύτευση και δημιουργούνται πλευρικές διακλαδιζόμενες ρίζες που φτάνουν σε ανάλογο βάθος.

Τα άνθη είναι μονήρη στις διακλαδώσεις των βλαστών και φέρουν μίσχο με 1,5 εκατοστό μήκος. Φέρουν κωδωνοειδή κάλυκα με 5 ή περισσότερα οδοντωτά σέπαλα, που συνήθως μεγαλώνουν και περιβάλλουν την βάση του άνθους. Έχουν στεφάνη διαμέτρου 8-15 χιλιοστά με 5 ή περισσότερα πέταλα, που είναι συνήθως λευκά ή λευκοπράσινα. Φέρουν 5 ή περισσότερους στήμονες που βρίσκονται κοντά στη βάση της στεφάνης. Οι ανθήρες έχουν ιώδη απόχρωση και σκίζονται κατά μήκος. Η ωοθήκη είναι δίχωρη ή τρίχωρη ή τετράχωρη και φέρει στύλο που είναι απλός άσπρος ή ιώδης. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, αυτογονιμοποιούμενα και μερικώς σταυρογονιμοποιούμενα.

Είναι φυτό ουδέτερο στο φωτοπεριοδισμό δηλαδή για να σχηματιστούν και να εμφανιστούν τα άνθη, δεν επηρεάζονται σημαντικά από το μήκος της ημέρας. Στα άνθη της πιπεριάς, η ωρίμανση του στίγματος και των ανθέρων είναι ταυτόχρονη, η επικονίαση και η γονιμοποίηση γίνεται μετά το άνοιγμα του άνθους. Το άνθος παραμένει ανοιχτό για 2 – 3 ημέρες. Η αυτογονιμοποίηση ευνοείται γιατί ο ποδίσκος κύρτεται ώστε το άνθος να βλέπει προς τα κάτω, και έτσι πιο εύκολα η γύρη πέφτει πάνω στο στίγμα.

Ο καρπός είναι σαρκώδη ράγα ποικίλου σχήματος με ομφαλό στην κορυφή, υποβαστάζεται από έναν ποδίσκο λίγο ως πολύ μακρύ και εμφανίζεται όρθιος ή κυρτός προς τα κάτω. Είναι πολύχωρος και πολύσπερμος και φέρει κοιλότητα μεταξύ του πλακούντα και των τοιχωμάτων του καρπού. Αρχικά το χρώμα του είναι πράσινο ή πρασινοϊώδες, και όταν ωριμάσει χρωματίζεται ερυθρός, καστανέρυθρος, κίτρινος, κιτρινοπράσινος, πορτοκαλί ή ιώδες. Το χρώμα του καρπού οφείλεται σε μείγμα καροτινοειδών, με κυριότερη ουσία την καψανθίνη (C40 H38 O3) και σε μικρότερο βαθμό στα α και β καροτίνη, ξανθοφύλλη, ζεαξανθίνη, κρυπτοφάνη.

Η γεύση της γλυκιάς πιπεριάς είναι ευχάριστη, δροσιστική με πολύ ελαφρά δριμύτητα. Η δριμύτητα οφείλεται σε αλκαλοειδή καυστική ουσία, την καψαϊκίνη (C18 H27 NO3) που βρίσκεται συγκεντρωμένη κυρίως στα διαφράγματα (septa) και στον πλακούντα του καρπού και όχι τόσο στα τοιχώματα του. Οι σπόροι έχουν μικρή ποσότητα της καυστικής ουσίας.

Ποικιλίες

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εμπορικών τύπων. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κυρίως:

- Οι φλάσκες πιπεριές. Καλλιεργούνται κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα και στη Θεσσαλία.
- Οι τύπου Lamuyo (που μοιάζουν με τις φλάσκες αλλά είναι ελαφρά επιμήκεις). Καλλιεργούνται σε θερμοκήπια της Νότιας Ελλάδος.

- Οι μακριές ανοιχτοπράσινες (τύπου Κέρατο). Καλλιεργούνται σε θερμοκήπια της Ιεράπετρας και της Ημαθίας.
- Οι καυτερές, οι γλυκιές πιπεριές (τύπου Φλωρίνης) και οι τοματο-πιπεριές. Καλλιεργούνται σε μικρές εκτάσεις στη Βόρεια Ελλάδα.

Οι καρποί τύπου Φλάσκας σε διάφορα χρώματα (κόκκινο, κίτρινο, πορτοκαλί κ.α.). Είναι κατά 90% εισαγόμενοι και μόνο ένα 10% παράγεται σε θερμοκήπια της Κρήτης (Ιεράπετρα).

Τα είδη της πιπεριάς κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

A. ΠΙΠΕΡΙΑ ΦΛΑΣΚΑ

- ΠΙΠΕΡΙΑ ΦΛΑΣΚΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ

Υβρίδια: Bonita F1, Nilo F1, Carisma F1,

Ποικιλίες: Mazurka, Flamengo, Sirtaki, Polka, Tarando.

- ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ ΕΛΑΦΡΑ ΕΠΙΜΗΚΗΣ

Υβρίδιο: Colombo F1

- ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ ΕΠΙΜΗΚΗΣ (Lamuyo)

Υβρίδια: Cleopatra No4 F1, Omer F1

- ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΥΠΟΥ Lamuyo

Υβρίδια: Mayata F1, Vidi F1, Vilmorin F1, Ludo F1, Lazer F1, Genil F1



Εικόνα 4.2: Πιπεριά τύπου Φλωρίνης

- ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ ΤΥΠΟΥ “BLOCKY”

Υβρίδια: Twingo F1, Denver F1, Salario F1, Sandorio F1, Cleopatra1 F1

- ΠΙΠΕΡΙΑ ΓΕΜΙΣΤΗ

Υβρίδια: Osir F1, Bellany F1, Mogador F1,

Ποικιλίες: California Wonder, Π-14 (Μακεδονίας)7. ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΥΠΟΥ ΝΤΟΛΜΑ

Υβρίδιο: ChampionF1

B. ΠΙΠΕΡΙΑ ΜΑΚΡΙΑ (κίτρινη – κόκκινη) γλυκιά

- ΠΙΠΕΡΙΑ ΚΕΡΑΤΟ

Υβρίδια: Sammy F1, Sammy F2, Leuor F1, Victoria F1, Ferosa F1, Banan F1

Ποικιλίες: Π-13

- ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΥΠΟΥ ΦΛΩΡΙΝΗΣ

Υβρίδια: Spad F1, Zorba F1, Leuor F1, Capricoru F1, Diablo F1

Ποικιλίες: Tina, Platica.

Γ. ΠΙΠΕΡΙΑ ΚΑΥΤΕΡΗ

Υβρίδια: Bajonet F1, Jumbo F1, 467 F1

Ποικιλίες: Anaheim Chili, Cahenna, Hot long

Δ. ΤΟΜΑΤΟΠΙΠΕΡΙΑ

Ανήκουν οι βιομηχανικές πιπεριές

Υβρίδιο: Boga F1

Ποικιλία: Liebesapfel

Εχθροί και ασθένειες

Τα πιο σοβαρά προβλήματα που αναφέρονται συχνά στα θερμοκήπια είναι:

Έντομα:

- Trialeurodes vaporariorum (ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ)
- Aphis sp (ΑΦΙΔΕΣ)
- Tetranychus urticae (ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΤΕΤΡΑΝΥΧΟΣ)
- Meloidogyne incognita (ΝΗΜΑΤΩΔΕΙΣ)

Μύκητες:

- Botrytis cinerea (ΒΟΤΡΥΤΗΣ)
- Leveillula taurica (ΩΙΔΙΟ)
- Sclerotinia sclerotiorum (ΣΚΛΗΡΩΤΙΝΙΑΣΗ)
- Verticillium dahliae (ΒΕΡΤΙΣΙΔΙΟ)
- Fusarium spp (ΦΟΥΖΑΡΙΟ)



Εικόνα 4.3: Πιπεριά τύπου καυτερή

- Pythium spp (ΠΥΘΙΟ)
- Rhizoctonia solani (ΡΙΖΟΚΤΟΝΙΑ)
- Phytophthora spp (ΦΥΤΟΦΘΟΡΑ)

Βακτήρια:

- Xanthomonas campestris pv. vesicatoria (ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΚΗΛΙΔΩΣΗ)
- Pseudomonas solanacearum (ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΜΑΡΑΝΣΗ)

Ιοί:

- CMV (ΜΩΣΑΪΚΟ ΑΓΓΟΥΡΙΑΣ)
- TMV (ΜΩΣΑΪΚΟ ΚΑΠΝΟΥ)

Στοιχεία για την καλλιέργεια της πιπεριάς

Στην Ελλάδα το ποσοστό έκτασης στις υπό κάλυψη καλλιέργειες είναι 1/10 σε σχέση με τις υπαίθριες καλλιέργειες.

Μία σειρά από αιτίες που ωθούν τους παραγωγούς στην καλλιέργεια θερμοκηπιακής πιπεριάς είναι:

- α)** Σημαντική ζήτηση του προϊόντος στην εγχώρια αγορά και ιδιαίτερα στο εξωτερικό κατά τους χειμερινούς μήνες,
 - β)** Η εξαιρετική διατροφολογική αξία του καρπού της,
 - γ)** Το προσοδοφόρο της καλλιέργειάς της,
 - δ)** Η ύπαρξη περιοχών στην Ελλάδα με ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες,
 - ε)** Η διάδοση και τελειοποίηση των θερμοκηπίων,
- καθιστούν την καλλιέργεια της πιπεριάς υπό κάλυψη ενδιαφέρουσα, και αφήνουν περιθώρια αύξησης της καλλιεργούμενης έκτασης, ενώ παράλληλα οι προοπτικές εξαγωγής πιπεριάς, που να είναι ανταγωνιστική στις αγορές του εξωτερικού, διαγράφονται ευνοϊκές .

Η καλλιέργεια πιπεριάς στο νομό Ηρακλείου

Στο νομό Ηρακλείου και στις περιοχές της Μεσσαράς (Τυμπακίου – Μοιρών) καλλιεργούνται τα εξής είδη πιπεριάς (ΥΠΑΑΤ, 2006α):

- Τύπου Κέρατο σε ποσοστό 60%

Sammy F1 και Sammy F2: με φυτό εύρωστο – ζωνρό, που αντέχει στο κρύο, με υψηλή παραγωγικότητα και πολύ καλή ποιότητα καρπών.

- Τύπου Φλάσκας σε ποσοστό 30%

Cleopatra No 4 F1: είναι πρώιμο και παραγωγικό υβρίδιο και αντέχει στο κρύο, στον ιό του μωσαϊκού του καπνού και στις τραχειομυκώσεις. Ο καρπός είναι τετράλοβος επιμήκης με χονδρά τοιχώματα, μέσου βάρους 200 gr και με σκούρο γυαλιστερό πράσινο χρώμα. Κατά την πλήρη ωρίμανση του γίνεται κόκκινος.

Sonar F1: είναι πρώιμο υβρίδιο, φυτό ανοικτής ανάπτυξης και ύψους 1,4 – 1,6 cm, με αντοχή στο κρύο, καρποδέοντας και σε χαμηλές θερμοκρασίες και δίνοντας υψηλές αποδόσεις. Οι καρποί είναι τετράλοβοι, βάρους 220 – 250 gr σκούρου πράσινου γυαλιστερού χρώματος.

Vidi F1: μεσοόψιμο υβρίδιο με καρπό τετράλοβο. Φυτό ύψους 60 έως 65 cm πολύ ζωηρό.

- Τύπου Καυτερή σε ποσοστό 5%
- Τύπου Φλωρίνης σε ποσοστό 5%
- Capricorn F1: Ανθεκτικό στο TMV. Φυτό εύρωστο μεσαίου ύψους, όρθιο, με φύλλωμα που σκεπάζει καλά. Καρπός μακρύς μήκους 25 cm και μέσο βάρος καρπού 200 gr. Χρώμα έντονο κόκκινο.

4.5.1 Αναλυτική περιγραφή της καλλιέργειας πιπεριάς

Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου

Θερμοκρασία αέρος: Η πιπεριά είναι φυτό θερμής εποχής, έχει ανάγκη από υψηλές θερμοκρασίες. Η θερμοκρασία την ημέρα πρέπει να είναι $22 - 24^{\circ}\text{C}$ και τη νύχτα $18 - 19^{\circ}\text{C}$. Το φυτό αντέχει σε σχετικά υψηλά θερμοκρασίες (30°C) αλλά οι θερμοκρασίες πάνω από 35°C πρέπει να αποφεύγονται, γιατί προκαλούν ανθόρροια. Όταν η θερμοκρασία πλησιάζει στους 40°C υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για τα φυτά.

Θερμοκρασία εδάφους: Όταν η φύτευση γίνεται στο έδαφος η θερμοκρασία του εδάφους πρέπει να βρίσκεται στους $22 - 24^{\circ}\text{C}$ για καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης της βλάστησης. Τα φυτά είναι ευαίσθητα στο ψύχος όταν η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή. Η ανύψωση της θερμοκρασίας στο έδαφος επιτυγχάνεται πιο εύκολα όταν υπάρχει στο θερμοκήπιο δίκτυο υπόγειας θέρμανσης. Εάν όμως δεν υπάρχει υπόγεια θέρμανση η αύξηση θερμοκρασίας του εδάφους επιτυγχάνεται με εδαφοκάλυψη των γραμμών φύτευσης με διαφανές πλαστικό. Επίσης η ανύψωση της θερμοκρασίας μπορεί να γίνει με τη δημιουργία χαμηλών σαμαριών, έτσι ώστε η ηλιακή ακτινοβολία να μπορεί να ανεβάσει την θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στο σαμάρι η μεταφύτευση του φυτού γίνεται σε μικρό βάθος ώστε οι ρίζες να βρίσκονται προς την

επιφάνεια του εδάφους, όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες και ο αερισμός καθώς και η περιεκτικότητα του νερού σε υψηλά επίπεδα.

Υγρασία αέρα: Για την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού η υγρασία πρέπει να είναι γύρω στο 70-75%, όση δηλαδή και στο σπορείο. Καλό είναι η σχετική υγρασία να μην πέφτει κάτω από το 65% γιατί πολύ ξηρό περιβάλλον προκαλεί αποβολή των ανθέων και υποβάθμιση της ποιότητας του καρπού. Επίσης δεν πρέπει να ανεβαίνει πάνω από 80% γιατί υπάρχει μεγάλος κίνδυνος προσβολής από βοτρυτή (Ολύμπιος, 2001).

Το έδαφος για την ανάπτυξη της πιπεριάς

Τα καλύτερα εδάφη για καλλιέργεια πιπεριάς είναι τα μέσης σύστασης εδάφη, ελαφριά, βαθιά, και αποστραγγιζόμενα. Τα πλούσια σε οργανική ουσία και γόνιμα εδάφη δίνουν τις καλύτερες αποδόσεις. Τα αμμώδη εδάφη, εφόσον έχουν μεσημβρινή έκθεση είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για πρώιμες καλλιέργειες, αρκεί να εξασφαλίζεται η γονιμότητα και η απαιτούμενη υγρασία. Το ευνοϊκότερο PH εδάφους για καλλιέργεια είναι 5,5 – 6,5. Μπορεί να καλλιεργηθεί και σε ουδέτερα ως και σε ελαφρώς αλκαλικά εδάφη. Τα φυτά έχουν μικρή ανθεκτικότητα στα άλατα του εδάφους. Οι αποδόσεις μειώνονται κατά 10% σε συγκέντρωση αλάτων $EC_e = 2\text{mmhos/cm}$ (αγωγιμότητα εδαφικού διαλύματος στο 25 βαθμούς Κελσίου), κατά 25% σε $EC_e = 3\text{mmhos/cm}$ και κατά 50% σε $EC_e = 5\text{mmhos/cm}$.

Βασική λίπανση πιπεριάς

Τα νεαρά φυτά θα πρέπει να βρούνε ευνοϊκό περιβάλλον για να εγκατασταθούν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα στο έδαφος. Η βασική λίπανση θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να δημιουργήσει ένα κατάλληλο θρεπτικό καθεστώς που απαιτεί η πιπεριά. Επίσης η βασική λίπανση θα πρέπει να προστίθεται μετά από μία ανάλυση εδάφους ώστε να αποφασιστούν οι ποσότητες, σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας.

Η βασική λίπανση θα πρέπει να γίνεται πριν την φύτευση, γι' αυτό το λόγο η κοπριά ενσωματώνεται με μία άροση βάθους 30 – 40 εκατοστά, με την οποία μπορούν να καλυφθούν και τα χημικά λιπάσματα.

Μεταφύτευση πιπεριάς

Η μεταφύτευση γίνεται όταν τα φυτά αποκτήσουν 2 - 3 πραγματικά φύλλα και το ριζικό σύστημα των νεαρών φυτών έχει καταβάλλει όλο τον όγκο του υποστρώματος στο γλαστράκι ή στον κύβο εδάφους. Γίνεται στο θερμοκήπιο από αρχές έως τέλος Σεπτεμβρίου.

Επίσης η μεταφύτευση θα πρέπει να γίνεται σε εδάφη αρκετά ψιλοχωματισμένα και ελαφρώς συμπιεσμένα στην επιφάνεια. Αμέσως με τα την μεταφύτευση ακολουθεί πότισμα για καλύτερη επαφή και ανάπτυξη των ριζών στο έδαφος του θερμοκηπίου. Πριν την μεταφύτευση συνίσταται σκληραγώγηση των φυτών με περιορισμό του νερού άρδευσης.

Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 50 cm. μεταξύ των φυτών και μεταξύ των γραμμών 80 cm σε ποσοστό 90%. Η φύτευση γίνεται σε διπλές γραμμές κατά ζεύγη, δηλαδή την διάταξη: διάδρομος – διπλή γραμμή φυτών – διάδρομος. Κατά τη μέθοδο αυτή το πλάτος του διαδρόμου κυμαίνεται από 90 – 100 cm, η απόσταση μεταξύ των διπλών γραμμών φύτευσης 40 – 50 cm και επί της κάθε γραμμής τα φυτά σε αποστάσεις 30 – 50 cm.

Αφαίρεση ανθέων

Η αρχική βλάστηση είναι σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία της καλλιέργειας. Γι' αυτόν τον λόγο θα πρέπει να αφαιρείται ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός (crown bud) ή και οι δύο ανθοφόροι οφθαλμοί που βρίσκονται μεταξύ των δευτερογενών βλαστών, έτσι ώστε να μην επιβαρύνει τα φυτά η ανάπτυξη του καρπού, πριν αυτά αναπτυχθούνε αρκετά ώστε να εξασφαλίζεται μία καλή παραγωγή. Γενικά συνιστάται να αποφεύγεται η καρπόδεση στα πρώτα 40 εκατοστά του ύψους του φυτού. Η αφαίρεση των ανθέων μπορεί να γίνεται με το χέρι που όμως αποτελεί μια κοπιαστική εργασία που έχει και υψηλό κόστος.

Άρδευση

Η πιπεριά είναι πολύ ευπαθές φυτό τόσο στο ξηρό έδαφος όσο και στο πολύ υγρό. Γι' αυτόν το λόγο το πότισμα θα πρέπει να γίνεται συχνά, και με μικρές ποσότητες την πρώτη περίοδο μετά το μεταφύτευμα και στη συνέχεια να εφαρμόζονται μεγαλύτερες ποσότητες καθώς αυξάνει η φυτομάζα. Η κατανάλωση νερού είναι μεγαλύτερη σε θερμοκήπια θερμαινόμενα απ' ότι σε θερμοκήπια που δεν θερμαίνονται ή έχουν απλή αντιπαγετική προστασία. Οι ανάγκες σε νερό μιας καλλιέργειας πιπεριάς που ποτίζεται με μέθοδο στάγδην ανέρχονται στα 556 ³ m /στρέμμα.

Η ποιότητα του νερού είναι σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία της καλλιέργειας. Όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού άρδευσης είναι 1,5 2,2 και 3,4 mmhos/cm τότε η παραγωγή μειώνεται αντίστοιχα 10%, 25% και 50%. Το νερό που θα χρησιμοποιηθεί για τον ψεκασμό θα πρέπει να είναι καλής ποιότητας γιατί η παρουσία μεγάλης ποσότητας ιόντων νατρίου και χλωρίου προκαλεί εγκαύματα στα φύλλα.

Το σύστημα άρδευσης που χρησιμοποιούν οι παραγωγοί στο Τυμπάκι σε ποσοστό 90% είναι κυρίως με στάγδην άρδευση, δηλαδή σταλακτηφόρο σωλήνα Φ20, ενώ το 10% των

παραγωγών χρησιμοποιούνε μπεκ σύστημα τεχνητής βροχής. Το 60% των παραγωγών δεν χρησιμοποιούνε θέρμανση ενώ το 40% χρησιμοποιεί.

Υποστήλωση – κλάδεμα πιπεριάς

Χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι υποστήλωσης:

1. Στερέωση βλαστών με κατακόρυφους σπάγκους. Με τη μέθοδο αυτή πρέπει να κλαδεύεται το φυτό με τέτοιο τρόπο ώστε να αφήνονται λίγοι βλαστοί, από 1 έως 4. Οι υπόλοιποι αφαιρούνται ή κορυφολογούνται στο πρώτο ή δεύτερο φύλλο, για να αναπτυχθεί και ο καρπός που βρίσκεται στη βάση της διακλάδωσης. Κάθε βλαστός που αφήνεται δένεται με ξεχωριστό σπάγκο στο οριζόντιο ή οριζόντια σύρματα, που βρίσκονται πάνω από τις γραμμές φύτευσης. Το κλάδεμα επαναλαμβάνεται μία φορά την εβδομάδα.

2. Στερέωση φυτών με οριζόντια δίκτυα ή άλλα υλικά. Με τη μέθοδο αυτή τα φυτά στερεώνονται με την χρησιμοποίηση οριζόντιων δικτύων. Όπως και στην προηγούμενη μέθοδο, όλοι οι βλαστοί που βρίσκονται κάτω από την πρώτη διακλάδωση αφαιρούνται. Κατόπιν τοποθετείται οριζόντια πάνω από τα φυτά σε ύψος 50 – 60 cm πλαστικό δίκτυ που στερεώνεται σε πασσάλους στα άκρα των γραμμών φύτευσης. Το δίκτυ είναι αραιό 20 x 20 cm. Οι βλαστοί περνούν από το δίκτυ και βρίσκουν στήριξη. Εάν υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη του φυτού, τότε μπορεί να τοποθετηθεί και δεύτερο δίκτυ, σε απόσταση 30 cm. από το πρώτο, και ίσως και τρίτο στην ίδια απόσταση.

Με την συγκεκριμένη μέθοδο χρειάζονται πολλά εργατικά στην αρχή δηλαδή στην τοποθέτηση δικτύου. Η συγκομιδή γίνεται πιο δύσκολα λόγω αναζήτησης του καρπού με αποτέλεσμα να προκαλείται ζημιά στους βλαστούς. Με το δίκτυ σχηματίζονται φυτά με πυκνό φύλλωμα, με αποτέλεσμα ο κίνδυνος του βοτρώτη και άλλων ασθενειών να είναι μεγαλύτερος. Ο διαχωρισμός των φυτών από το δίκτυ είναι δύσκολος και προβληματικός.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η καλύτερη μέθοδος υποστήλωσης είναι με σπάγκο γιατί εξασφαλίζει καλύτερη ποιότητα καρπών και περιορίζεται σημαντικά ο κίνδυνος από παθογόνα.

Επιφανειακή λίπανση

Η πιπεριά έχει υψηλές απαιτήσεις σε άζωτο, γι' αυτό τα αζωτούχα λιπάσματα (νιτρικής μορφής) προστίθενται στην καλλιέργεια επιφανειακά, σε 3 έως 4 δόσεις ανά 20 έως 30 ημέρες με έναρξη ένα μήνα μετά τη μεταφύτευση.

Κατά κανόνα με την επιφανειακή λίπανση δίνονται το άζωτο και το κάλιο. Για ενθάρρυνση της πρώτης βλαστικής ανάπτυξης των φυτών, η σχέση μεταξύ N και K πρέπει να είναι 1:1 δηλαδή νιτρικό κάλιο 120 γραμ. και νιτρική αμμωνία 110 γραμ. σε ένα λίτρο νερό για

παρασκευή βασικού διαλύματος. Το βασικό διάλυμα αραιώνεται 200 φορές (1:200) με νερό ποτίσματος πριν φτάσει στα φυτά. Στη συνέχεια δίνεται η αναλογία αζώτου και καλίου 1:2 περισσότερο κάλιο για να βοηθηθεί η καρποφορία. Νιτρικό κάλιο 160 γραμ. και νιτρική αμμωνία 50 γραμ. σε ένα λίτρο νερό για παρασκευή διαλύματος.

Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται στο "στάδιο του ώριμου πράσινου" καρπού και αυτό χαρακτηρίζεται από το σκούρο γυαλιστερό πράσινο χρώμα. Στο στάδιο αυτό ο καρπός έχει το μέγιστο μέγεθος και διατηρείται περισσότερο χρόνο, μετά τη συγκομιδή.

Κατά τη συγκομιδή ο καρπός κόβεται με το χέρι ή με μαχαίρι ή ψαλίδι και μαζί με αυτόν κόβεται και ένα μέρος του μίσχου του. Έτσι μετασυλλεκτικά διατηρείται φρέσκο το προϊόν για μεγαλύτερο διάστημα, επειδή ο μίσχος είναι σκληρός και δεν χάνεται εύκολα η υγρασία από την τομή.

Η συγκομιδή αρχίζει 2–3 μήνες μετά τη μεταφύτευση. Επαναλαμβάνεται κάθε 10 – 12 ημέρες όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, ενώ όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές 1 – 2 φορές την εβδομάδα. Η συγκομιδή στο θερμοκήπιο ξεκινάει το Νοέμβριο και τελειώνει αρχές Ιουνίου, ανάλογα με τις τιμές του προϊόντος μετά τις γιορτές του Πάσχα.

Κατάλληλα μέσα συσκευασίας είναι διάφοροι τύποι κιβωτίων όπως ανοιχτά επαναχρησιμοποιούμενα πλαστικά και ξύλινα καφάσια για τις τοπικές αγορές, καθώς και χάρτινα κιβώτια μιας χρήσης για τοπικές αγορές και για εξαγωγή. Επίσης οι καρποί συσκευάζονται και σε ατομικές συσκευασίες του μισού κιλού σε χάρτινους ή πλαστικούς δίσκους που καλύπτονται με σελοφάν και προσφέρονται στον καταναλωτή.

Συνθήκες διατήρησης και αποθήκευσης του καρπού

Οι καρποί διατηρούνται για πολλές εβδομάδες στο ψυγείο σε θερμοκρασία $6 - 10^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία 85 – 90%. Σε συνθήκες δωματίου αλλά και στο ψυγείο οι καρποί που έφτασαν στην πλήρη ανάπτυξη τους διατηρούνται περισσότερο χρόνο από τους καρπούς που συγκομίστηκαν νωρίς.

Αποδόσεις

Οι αποδόσεις επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες και κυρίως από τις συνθήκες καλλιέργειας και την χρησιμοποιούμενη ποικιλία. Η μέση απόδοση στην Ελλάδα από

καλλιέργειες γλυκιάς πιπεριάς κυμαίνεται από 5 έως 8 tn / στρέμμα. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου εξασφαλίζονται αποδόσεις 10 – 15 tn / στρέμμα (Ολύμπιος, 2001) .

4.5.2 Καλλιέργεια σε θερμοκήπιο

Παρατίθενται οι παραδοχές που έγιναν για την μοντελοποίηση του συστήματος στο στάδιο της Απογραφής των δεδομένων καθώς και η αναλυτική περιγραφή των διαδικασιών.

- Η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα στην αγροτική περιοχή Τυμπακίου.
- Η θερμοκηπιακή καλλιέργεια καταλαμβάνει έκταση 1 στρέμμα.
- Η καλλιεργητική περίοδος αφορά το διάστημα μεταξύ των μηνών 15 Ιουλίου έως 20 Μαΐου.
- Η καλλιέργεια υλοποιείται με βάση τα πρότυπα της Ολοκληρωμένης διαχείρισης.
- Άπο την εδαφολογική ανάλυση προέκυψε ότι το είδος του εδάφους της καλλιέργειας είναι αμμοπηλώδες.
- Στο θερμοκήπιο δεν υπάρχει θέρμανση λόγω ύπαρξης κατάλληλων καιρικών συνθηκών.
- Χρησιμοποιούνται 370 κιλά νάιλον για την εγκατάσταση του θερμοκηπίου.

Προετοιμασία εδάφους:

- Το βασικό γεωργικό μηχάνημα που χρησιμοποιείται είναι ένας γεωργικός ελκυστήρας (τρακτέρ), 50 ίππων, καθώς πρόκειται για καλλιέργεια μικρής έκτασης, πάνω στον οποίο εφαρμόζονται τα διάφορα γεωργικά εξαρτήματα.
- Ο ελκυστήρας καταναλώνει πετρέλαιο.
- Για την προετοιμασία του χωραφιού πριν τη σπορά πραγματοποιήθηκε όργωμα με τρακτέρ εφαρμόζοντας το εξάρτημα καλλιεργητή.

Βασική λίπανση:

- Εφαρμογή κοπριάς αιγοπροβάτων (οργανική ουσία) ποσότητας 10 κυβικών.

Φρεζάρισμα:

- Πραγματοποιήθηκε με τρακτέρ εφαρμόζοντας το εξάρτημα φρέζα.

Τοποθέτηση λάστιχου άρδευσης:

- Χρησιμοποιήθηκε 400 μέτρα σταλακτηφόρος σωλήνας.
- Το λάστιχο που τοποθετείται για την άρδευση παραμένει για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο.

Ηλιοαπολύμανση:

- Τοποθέτηση νάυλον ποσότητας 80 κιλών.

Απολύμανση:

- Ως απολυμαντικό μέσο χρησιμοποιήθηκε το Βαπάμ.

Φύτευση:

- Εγκατάσταση 1800 φυτών.

Άρδευση:

- Ο τρόπος άρδευσης είναι στάγδην.
- Το νερό προέρχεται από ιδιωτική γεώτρηση που αντλεί 10- 12 κυβικά νερό/ ώρα , με ισχύ κινητήρα 4 ίππους, κατανάλωση ρεύματος 5 kwh.
- Χρησιμοποιήθηκαν 630 κυβικά νερού καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο.
- Υπολογίστηκε ότι για την άντληση του νερού που χρησιμοποιήθηκε για άρδευση η γεώτρηση λειτούργησε περίπου 53 ώρες και κατανάλωσε 263 kwh ηλεκτρικού ρεύματος.

Λίπανση:

- Η καταγραφή των λιπάνσεων παρουσιάζεται σε πίνακα και προέρχεται από το τετράδιο καταγραφών του παραγωγού.
- Τα κουτιά και οι συσκευασίες φυτοφαρμάκων – λιπασμάτων καίγονται.

Ψεκασμοί – Ζιζανιοκτόνα:

- Η καταγραφή των ψεκασμών παρουσιάζεται σε πίνακα και προέρχεται από το τετράδιο καταγραφών του παραγωγού.
- Οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν με ψεκαστικό εδάφους.

Καλλιεργητικές Φροντίδες:

- Δεν έγινε χρήση μηχανικού μέσου.

Συγκομιδή:

- Η ποσότητα συγκομιδής είναι 14 τόνοι.

- Πραγματοποιήθηκε χρήση μηχανικού μέσου κατά την στοίβαξη του συγκομισμένου προϊόντος σε κιβώτια.

Μεταφορά:

- Η ποσότητα συγκομιδής μεταφέρθηκε στον συνεταιρισμό Τυμπακίου που απέχει 3 km από την καλλιέργεια.

Καθαρισμός καλλιέργειας

- Πραγματοποιήθηκε με το γεωργικό ελκυστήρα στο τέλος της καλλιέργειας μετά την συγκομιδή.

4.5.3 Υπαίθρια καλλιέργεια

Παρατίθενται οι παραδοχές που έγιναν για την μοντελοποίηση του συστήματος στο στάδιο της Απογραφής των δεδομένων καθώς και η αναλυτική περιγραφή των διαδικασιών.

- Η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα στην αγροτική περιοχή Τυμπακίου.
- Η υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς καταλαμβάνει έκταση 1 στρέμμα.
- Η καλλιεργητική περίοδος αφορά το διάστημα μεταξύ των μηνών Μαρτίου- Νοεμβρίου.
- Άπο την εδαφολογική ανάλυση προέκυψε ότι το είδος του εδάφους της καλλιέργειας είναι αμμοπηλώδες.

Προετοιμασία εδάφους:

- Το βασικό γεωργικό μηχάνημα που χρησιμοποιείται είναι ένας γεωργικός ελκυστήρας (τρακτέρ), 50 ίππων καθώς πρόκειται για καλλιέργεια μικρής έκτασης, πάνω στον οποίο εφαρμόζονται τα διάφορα γεωργικά εξαρτήματα.
- Ο ελκυστήρας καταναλώνει πετρέλαιο.
- Για την προετοιμασία του χωραφιού πριν τη σπορά πραγματοποιήθηκε όργωμα με τρακτέρ εφαρμόζοντας το εξάρτημα καλλιεργητή.
- Στην υπαίθρια καλλιέργεια δεν πραγματοποιείται απολύμανση εδάφους γιατί είναι οικονομικά ασύμφορη.

Βασική λίπανση:

- Πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή από κοκκώδη λιπάσματα, περιεκτικότητας 11-15-15 (N, P, K) , ποσότητας 100 κιλών.

Φρεζάρισμα:

- Πραγματοποιήθηκε με τρακτέρ εφαρμόζοντας το εξάρτημα φρέζα.

Τοποθέτηση λάστιχου άρδευσης:

- Χρησιμοποιήθηκε 400 μέτρα σταλακτηφόρος σωλήνας.
- Το λάστιχο που τοποθετείται για την άρδευση παραμένει για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο.

Εδαφοκάλυψη:

- Τοποθετήθηκε νάυλον ποσότητας 5 κιλών το οποίο στο τέλος της καλλιεργειας παραμένει στο έδαφος.

Κάλυψη καλλιεργειας:

- Τοποθετήθηκε νάυλον ποσότητας 15 κιλών.

Φύτευση:

- Εγκατάσταση 1500 φυτών.

Άρδευση:

- Ο τρόπος άρδευσης είναι στάγδην.
- Το νερό προέρχεται από ιδιωτική γεώτρηση που αντλεί 10- 12 κυβικά νερό/ ώρα , με ισχύ κινητήρα 4 ίππους, κατανάλωση ρεύματος 5 kwh.
- Χρησιμοποιήθηκαν 600 κυβικά νερού καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο.
- Υπολογίστηκε ότι για την άντληση του νερού που χρησιμοποιήθηκε για άρδευση η γεώτρηση λειτούργησε περίπου 50 ώρες και κατανάλωσε 250 kwh ηλεκτρικού ρεύματος.
- Οι ανάγκες σε νερό άρδευσης είναι μεγαλύτερες απ' ό,τι στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια.

Λίπανση:

- Η καταγραφή των λιπάνσεων παρουσιάζεται σε πίνακα και προέρχεται από το τετράδιο καταγραφών του παραγωγού.
- Οι λιπάνσεις δεν διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό από τις εφαρμογές στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια.
- Τα κουτιά και οι συσκευασίες φυτοφαρμάκων – λιπασμάτων καίγονται.

Ψεκασμοί – Ζιζανιοκτόνα:

- Η καταγραφή των ψεκασμών παρουσιάζεται σε πίνακα και προέρχεται από το τετράδιο καταγραφών του παραγωγού.
- Οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν με ψεκαστικό εδάφους.
- Οι ψεκασμοί στην υπαίθρια καλλιέργεια διαφέρουν από την θερμοκηπιακή καθώς ο κύκλος ζωής στην υπαίθρια είναι μικρότερος οπότε πραγματοποιούνται λιγότεροι ψεκασμοί, ειδικά σε μυκητοκτόνα.

Καλλιεργητικές Φροντίδες:

- Δεν έγινε χρήση μηχανικού μέσου.

Συγκομιδή:

- Η ποσότητα συγκομιδής είναι 6,5 τόνοι.
- Πραγματοποιήθηκε χρήση μηχανικού μέσου κατά την στοίβαξη του συγκομισμένου προϊόντος σε κιβώτια.

Μεταφορά:

- Η ποσότητα συγκομιδής μεταφέρθηκε στον συνεταιρισμό Τυμπακίου που απέχει 3 km από την καλλιέργεια.

Καθαρισμός καλλιέργειας:

- Πραγματοποιήθηκε με το γεωργικό ελκυστήρα στο τέλος της καλλιέργειας μετά την συγκομιδή.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι εισροές της κάθε καλλιέργειας βάσει της καλλιεργητικής τεχνικής που εφαρμόστηκε.

Πίνακας 4.1: Εισροές της καλλιέργειας σε θερμοκήπιο

Καλλιέργεια πιπεριάς θερμοκηπίου		Μονάδα
Στρεμματική απόδοση	14000	kg
Νερό	630	ton
Λίπασμα N	21	kg
Λίπασμα P	18	kg
Ασβέστιο	3	kg
Μαγνήσιο	1540	g
Λίπασμα K	25	kg
Φυτοφάρμακα	3817	g
Κοπριά	1	ton
Θείο	5	kg
Νάιλον B250	450	kg
Πετρέλαιο B250	6872	MJ
Μεταφορά με φορτηγό(<3.5t) B250	35	tkm
Ηλεκτρική Ενέργεια	263	kWh

Πίνακας 4.2: Εισροές σε υπαίθρια καλλιέργεια

Υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς		Μονάδα
Στρεμματική απόδοση	6500	kg
Νερό	600	ton
Λίπασμα N	17	kg
Λίπασμα P	20	kg
Ασβέστιο	1	kg
Μαγνήσιο	600	g
Λίπασμα K	20	kg
Φυτοφάρμακα	1673	g
Πετρέλαιο B250	5117	MJ
Μεταφορά με φορτηγό(<3.5t) B250	18	tkm
Νάιλον B250	20	kg
Ηλεκτρική ενέργεια	250	kWh

4.6. Sima Pro & Eco-indicator 99

SimaPro 5

Για την περιβαλλοντική αξιολόγηση του εξεταζόμενου συστήματος χρησιμοποιήθηκε ένα λογισμικό εργαλείο ή πρόγραμμα όπως συνηθίζεται να λέγεται το SimaPro 5. Το λογισμικό SimaPro 5 είναι ένα επαγγελματικό εργαλείο συλλογής, ανάλυσης και καταγραφής της περιβαλλοντικής επίδοσης προϊόντων και υπηρεσιών. Κατασκευάστηκε από την ολλανδική εταιρεία συμβούλων Pre Consultants. Με τη χρήση αυτού, μπορούν εύκολα να μοντελοποιηθούν και να αναλυθούν σύνθετοι κύκλοι ζωής με ένα συστηματικό και σαφή τρόπο, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14040.

Το όνομα του λογισμικού SimaPro προέρχεται από τη φράση “System for Integrated Environmental Assessment of Products” η οποία στα ελληνικά αποδίδεται ως «Σύστημα για την Ολοκληρωμένη Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Προϊόντων». Δεν χρησιμοποιείται όμως μόνο για προϊόντα, αλλά και για διαδικασίες και υπηρεσίες. Από το 1990 που κυκλοφόρησε, έχει χρησιμοποιηθεί από μεγάλες βιομηχανίες, εταιρείες συμβούλων και πανεπιστημιακά ιδρύματα (Life Cycle Software tools, PreConsultants).

Το πρόγραμμα διαθέτει κάποιες βάσεις δεδομένων, από τις οποίες μπορούν να ληφθούν στοιχεία για υλικά και διαδικασίες του εκάστοτε μοντέλου. Αυτές που είναι διαθέσιμες στην έκδοση που υπάρχει στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο είναι οι εξής:

- Ecoinvent v1
- ETH-ESU 96
- BUWAL 250
- Dutch Input-Output Database
- US Input Output Database
- Industry data
- IDEMAT 2001
- Franklin US LCI database
- Data archive
- Dutch Concrete database
- IVAM
- FEFCO

Για την εκτίμηση των επιπτώσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάποιες μέθοδοι, που εμπεριέχονται στο πρόγραμμα. Αυτές είναι:

- Eco-Indicator 99
- Eco-Indicator 95
- CML 92
- CML 2 (2001)

- EDIP/UMIP
- EPS 2000
- Ecopoints 97

Όλες οι μέθοδοι εκτίμησης των επιπτώσεων που εμπεριέχει το SimaPro είναι σύμφωνες με το πρότυπο ISO 14042 και αποτελούνται από τα εξής στάδια: χαρακτηρισμός, εκτίμηση των ζημιών (προαιρετικά), κανονικοποίηση (προαιρετικά) και στάθμιση (προαιρετικά). Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Eco-Indicator 99.

Οι τρεις τελευταίες διεργασίες είναι προαιρετικές. Αυτό σημαίνει ότι είναι πάντα διαθέσιμες σε όλες τις μεθόδους. Όταν δημιουργείται μια νέα μέθοδο, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεταξύ των προαιρετικών διεργασιών της εκτίμησης των επιπτώσεων. Τα αποτελέσματα δείχνουν μόνο τις διεργασίες που επιλέχτηκαν. Η εκτίμηση ζημιάς είναι ένα νέο βήμα, που προστίθεται για να επιτευχθεί η χρήση κάποιων μεθόδων, των λεγόμενων «endpoint methods», όπως είναι η μέθοδος Eco-Indicator 99 και η EPS 2000. Ο σκοπός της εκτίμησης των ζημιών είναι η συγκέντρωση ενός αριθμού δεικτών κατηγοριών επιπτώσεων σε μία κατηγορία ζημιάς.

Χαρακτηρισμός

Οι ουσίες που συνεισφέρουν σε μια κατηγορία επιπτώσεων, πολλαπλασιάζονται με ένα συντελεστή χαρακτηρισμού, ο οποίος δηλώνει τη σχετική συνεισφορά της ουσίας. Έτσι μπορεί να αντιμετωπίσει ως συντελεστής ισοδυναμία. Για παράδειγμα, ο συντελεστής χαρακτηρισμού για το CO₂ στη κατηγορία επίπτωσης κλιματική αλλαγή μπορεί να είναι ίσος με 1, ενώ ο συντελεστής χαρακτηρισμού για το μεθάνιο μπορεί να είναι 21. Αυτό σημαίνει ότι η έκλυση 1 kg μεθανίου συνεισφέρει στην κλιματική αλλαγή όσο 21 kg CO₂.

Εκτίμηση ζημιών

Κάποιες μέθοδοι έχουν μια φάση εκτίμησης ζημιών. Σε αυτή τη φάση οι δείκτες των κατηγοριών επιπτώσεων που έχουν κοινή ομάδα μπορούν να αθροιστούν. Για παράδειγμα, στη μέθοδο Eco-Indicator 99, όλες οι κατηγορίες επιπτώσεων που αναφέρονται στην Ανθρώπινη υγεία, εκφράζονται με τη μονάδα DALY (Disability Adjusted Life Years: συνολικά έτη ζωής που χάνονται) και για αυτό μπορούν να αθροιστούν. Σε αυτή τη μέθοδο επιτρέπεται να προστεθούν DALY που προκαλούνται από καρκινογόνες ουσίες με DALY που προκαλούνται από την Κλιματική αλλαγή.

Κανονικοποίηση

Πολλές μέθοδοι επιτρέπουν τα αποτελέσματα των δεικτών των κατηγοριών επιπτώσεων να συγκρίνονται με μια τιμή αναφοράς (ή κανονική τιμή). Αυτό σημαίνει ότι, η κατηγορία επιπτώσεων διαιρείται με την τιμή αναφοράς. Η τιμή αναφοράς μπορεί να επιλεγεί χωρίς περιορισμούς, αλλά συχνά χρησιμοποιείται ως τιμή αναφοράς το αποτέλεσμα της διαίρεσης του ετήσιου περιβαλλοντικού φορτίου σε μια χώρα ή σε μια ήπειρο, με τον αριθμό κατοίκων.

Μετά από την κανονικοποίηση, όλες οι κατηγορίες επιπτώσεων έχουν την ίδια μονάδα (l/yr), όποτε η σύγκριση τους γίνεται εύκολα με ευκολία. Η κανονικοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί στα αποτελέσματα του χαρακτηρισμού και της εκτίμησης ζημιών, αναλόγως της δομής που επιλέχτηκε για τη μέθοδο.

Στάθμιση

Κάποιες μέθοδοι επιτρέπουν τη στάθμιση των κατηγοριών επιπτώσεων. Αυτό σημαίνει ότι, τα αποτελέσματα των δεικτών των κατηγοριών επιπτώσεων (ή ζημιών) πολλαπλασιάζονται με συντελεστές στάθμισης και αθροίζονται για να σχηματιστεί ένα τελικό σκορ. Η στάθμιση μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε κανονικοποιημένες, όσο και σε μη κανονικοποιημένες τιμές, μιας και κάποιες μέθοδοι όπως η EPS δεν περιλαμβάνουν βήμα κανονικοποίησης (SimaPro Reference Manual, 2003).

Eco-indicator 99

Η μέθοδος Eco-indicator 99 αποτελεί την εξέλιξη της μεθόδου Eco-indicator 95. Η κανονικοποίηση και η στάθμιση πραγματοποιούνται σε επίπεδο κατηγορίας ζημιών (επίπεδο endpoint σε ορολογία του ISO).

Χρησιμοποιούνται τρεις κατηγορίες ζημιών, στις οποίες αθροίζονται οι 11 κατηγορίες επιπτώσεων:

Ανθρώπινη Υγεία

(μονάδα: DALY= Disability adjusted life years: συνολικά έτη ζωής που χάνονται, αυτό σημαίνει ότι σταθμίζονται διαφορετικές ζημιές που προκαλούνται από ασθένειες). Μοντέλα αναπτύχθηκαν για τις αναπνευστικές και τις καρκινογόνες επιδράσεις, τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, της καταστροφής της στοιβάδας του όζοντος και ραδιενεργή ακτινοβολία.

Ποιότητα Οικοσυστήματος

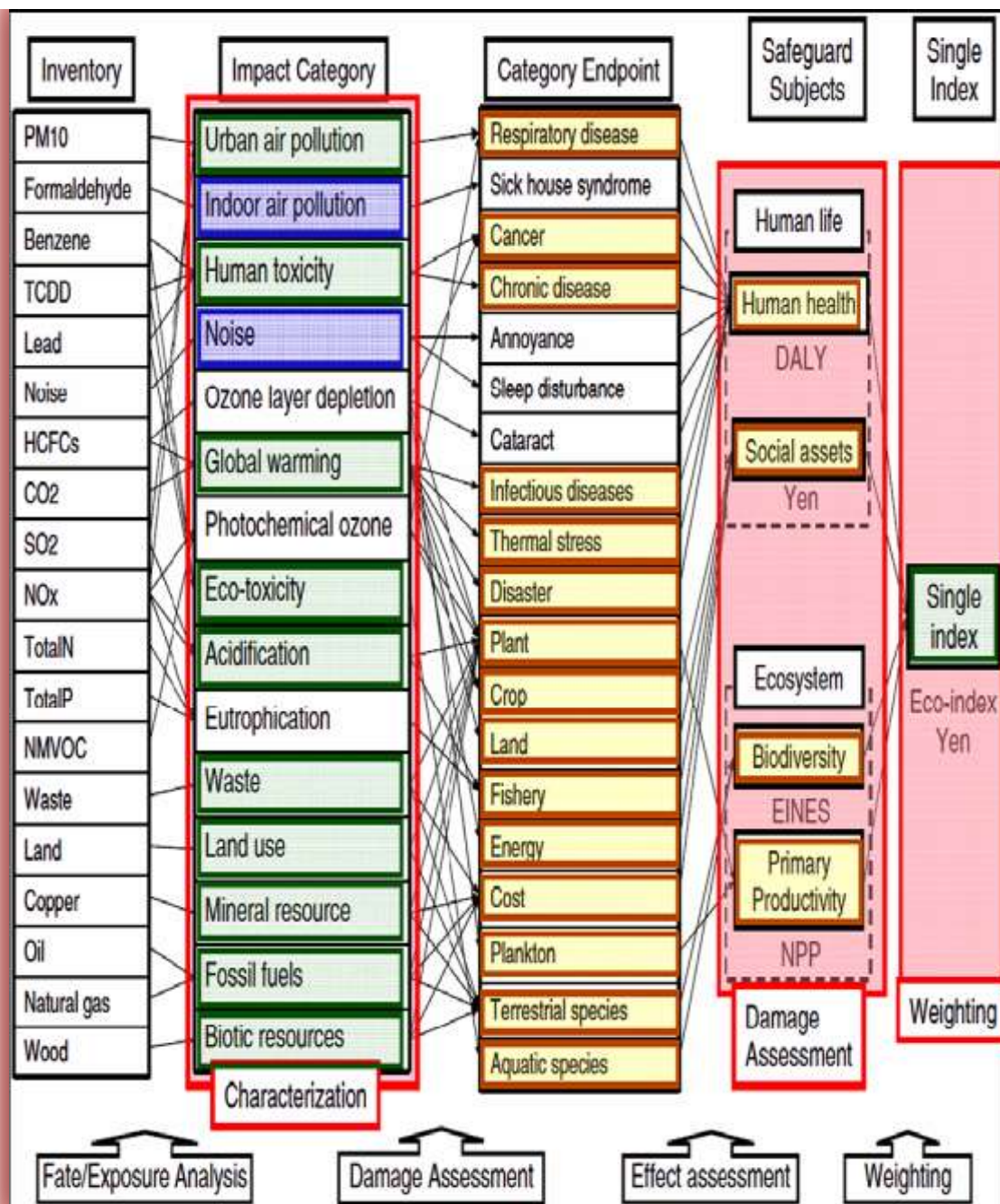
(μονάδα: PDF*m2yr, PDF=Potentially Disappeared Fraction of plant species: κλάσμα δυνητικά εξαφανισμένων φυτικών ειδών). Οι ζημιές στην ποιότητα του οικοσυστήματος εκφράζονται ως το ποσοστό των ειδών που έχουν εξαφανιστεί σε μια συγκεκριμένη περιοχή λόγω του

περιβαλλοντικού φορτίου. Αυτός ο ορισμός δεν είναι τόσο ομογενής όσο ο ορισμός για την Ανθρώπινη Υγεία:

- Η οικοτοξικότητα εκφράζεται ως το ποσοστό όλων των παρόντων ειδών στο περιβάλλον που ζουν υπό τοξικό στρες (PAF).
- Η οξίνιση και ο ευτροφισμός λαμβάνονται υπόψη ως μια μόνο κατηγορία επιπτώσεων. Εδώ μοντελοποιείται η ζημιά σε συγκεκριμένα είδη (αγγειώδη φυτά) σε φυσικές περιοχές.
- Η χρήση γης και η μετατροπή της γης βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα της εμφάνισης αγγειακών φυτών ως μια λειτουργία του τύπου χρήσης γης και του μεγέθους της περιοχής. Λαμβάνονται υπόψη η τοπική ζημιά στην απασχολημένη ή τροποποιημένη περιοχή, αλλά και η τοπική ζημιά στα οικοσυστήματα.

Φυσικοί πόροι

(MJ surplus energy=Additional energy requirement to compensate lower future ore grade: Πρόσθετη απαίτηση σε ενέργεια για να αντισταθμιστούν τα χαμηλότερα αποθέματα κοιτασμάτων). Η λήψη φυσικών πόρων σχετίζεται με μια παράμετρο, η οποία υποδεικνύει την ποιότητα των εναπομείναντων κοιτασμάτων ορυκτών πόρων και ορυκτών καυσίμων. Και στις δυο περιπτώσεις η εξαγωγή αυτών των φυσικών πόρων θα έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις σε μελλοντική εκμετάλλευση.



Σχήμα 4.2: Γενική αναπαράσταση της μεθοδολογίας του Eco-indicator 99 (SimaPro Reference manual, 2003)

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται οι διαφορετικές διεργασίες και τα ενδιάμεσα αποτελέσματα. Πραγματοποιείται ένας σαφής διαχωρισμός μεταξύ των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων (γκρι πλαίσια) και των διεργασιών (λευκά πλαίσια), (Eco-indicator 99, Methodology report, 3rd revised edition).

4.7 Αποτελέσματα Ανάλυσης

4.7.1 Αποτελέσματα Ανάλυσης καλλιέργειας σε θερμοκήπιο

4.7.1.1 Χαρακτηρισμός

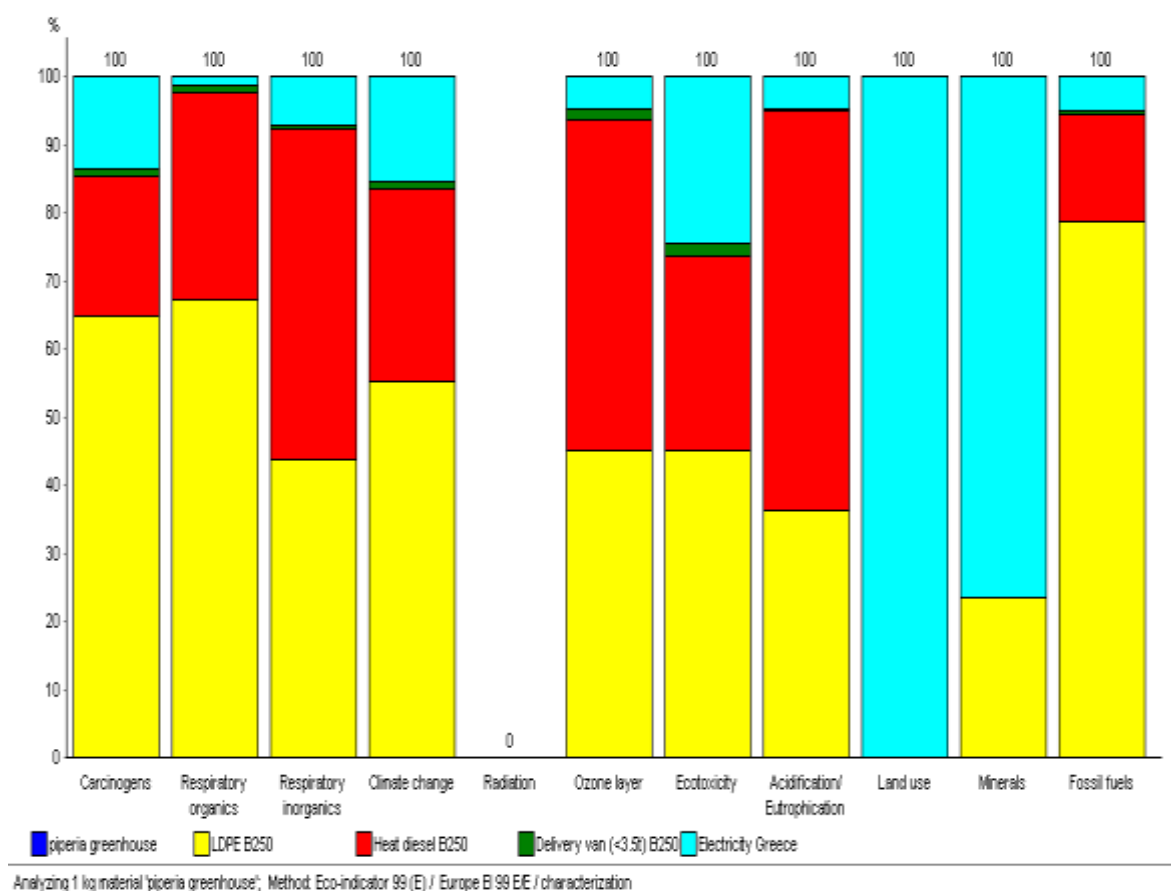
Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επίπτωσης

Κατηγορία επίπτωσης	Μονάδα	Σύνολο	Νάιλον LDPE B250	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Ηλεκτρική ενέργεια
Καρκινογόνες ουσίες	DALY	4.53E-09	2.94E-09	9.27E-10	4.81E-11	6.14E-10
Αναπνεύσιμες Οργανικές Ενώσεις	DALY	1.02E-09	6.86E-10	3.12E-10	1.24E-11	1.24E-11
Αναπνεύσιμες Ανόργανες Ενώσεις	DALY	1.39E-07	6.08E-08	6.73E-08	5.54E-10	1.01E-08
Κλιματική Αλλαγή	DALY	2.95E-08	1.63E-08	8.4E-09	2.94E-10	4.57E-09
Ακτινοβολία	DALY	x	x	x	X	x
Καταστροφή Στοιβάδας Όζοντος	DALY	7.35E-11	3.32E-11	3.56E-11	1.21E-12	3.51E-12
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	0.00747	0.00338	0.00212	0.000139	0.00184
Οξίνιση/Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0.00691	0.00251	0.00405	0.000027	0.000331
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0.00012	x	x	X	0.00012
Ορυκτά	MJ surplus	0.0000214	5.01E-06	x	X	0.0000164
Ορυκτά καύσιμα	MJ surplus	0.275	0.216	0.0437	0.00151	0.0139

Στο στάδιο του χαρακτηρίσμού οι εκπομπές του συστήματος έχουν κατηγοριοποιηθεί σε 11 μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων. Έτσι επιτυγχάνεται ο εντοπισμός της συμβολής του κάθε σταδίου της παραγωγικής διαδικασίας της πιπεριάς σε κάθε μια από τις κατηγορίες επιπτώσεων.

Εξετάζοντας τον πίνακα 4.1 προκύπτει ότι η παραγωγική διαδικασία της καλλιέργειας πιπεριάς σε θερμοκήπιο συνεισφέρει σε κάθε κατηγορία επίπτωσης με εξαίρεση αυτή της ραδιενέργειας κι αυτό λόγω της απουσίας χρήσης της στις διαδικασίες στο παρόν σύστημα.

Η μεγαλύτερη αρνητική επίπτωση προκαλείται από τα ορυκτά καύσιμα ενώ σημαντικές επιπτώσεις παρατηρούνται και στις κατηγορίες οικοτοξικότητας και ευτροφισμού.



Σχήμα 4.3: Χαρακτηρισμός ανά κατηγορία επίπτωσης

Στο σχήμα 4.3 φαίνεται ότι στις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό το νάιλον, το πετρέλαιο, ενώ ειδικά στη χρήση γης την μεγαλύτερη συνεισφορά κατέχει η ηλεκτρική ενέργεια κάτι που οφείλεται στο μεγάλο ποσοστό χρήσης λιγνίτη για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

4.7.1.2 Εκτίμηση επιπτώσεων:

Τα αποτελέσματα όλων των κατηγοριών επιπτώσεων του πίνακα 4.4 αθροίζονται περαιτέρω και δημιουργούνται έτσι 3 νέες κατηγορίες επιπτώσεων :

1. Επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση πόρων.
2. Επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία.
3. Επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα.

Οι επιπτώσεις στην **ανθρώπινη υγεία** αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία, η οποία προκύπτει από την συγκέντρωση των επιπτώσεων της καρκινογένεσης, της κλιματικής αλλαγής, της λέπτυνσης της στοιβάδας του όζοντος, τις αναπνεύσιμες οργανικές και ανόργανες ουσίες, τη ραδιενέργεια.

Στη γενική κατηγορία επιπτώσεων που αφορά την **ποιότητα του οικοσυστήματος**, συγκεντρώνονται οι επιπτώσεις από τη χρήση γης, την οικοτοξικότητα και τον ευτροφισμό/οξίνιση.

Η τρίτη αθροιστική κατηγορία επιπτώσεων είναι οι επιπτώσεις που σχετίζονται με τους φυσικούς πόρους και προκύπτει από το σύνολο των επιπτώσεων που προκαλούνται από την εξαγωγή των ορυκτών καυσίμων κι άλλων ορυκτών πόρων.

Όπως παρατηρείται στον πίνακα 4.4 από τη λειτουργία του εξεταζόμενου συστήματος προκύπτουν επιπτώσεις και στις τρεις μεγάλες κατηγορίες.

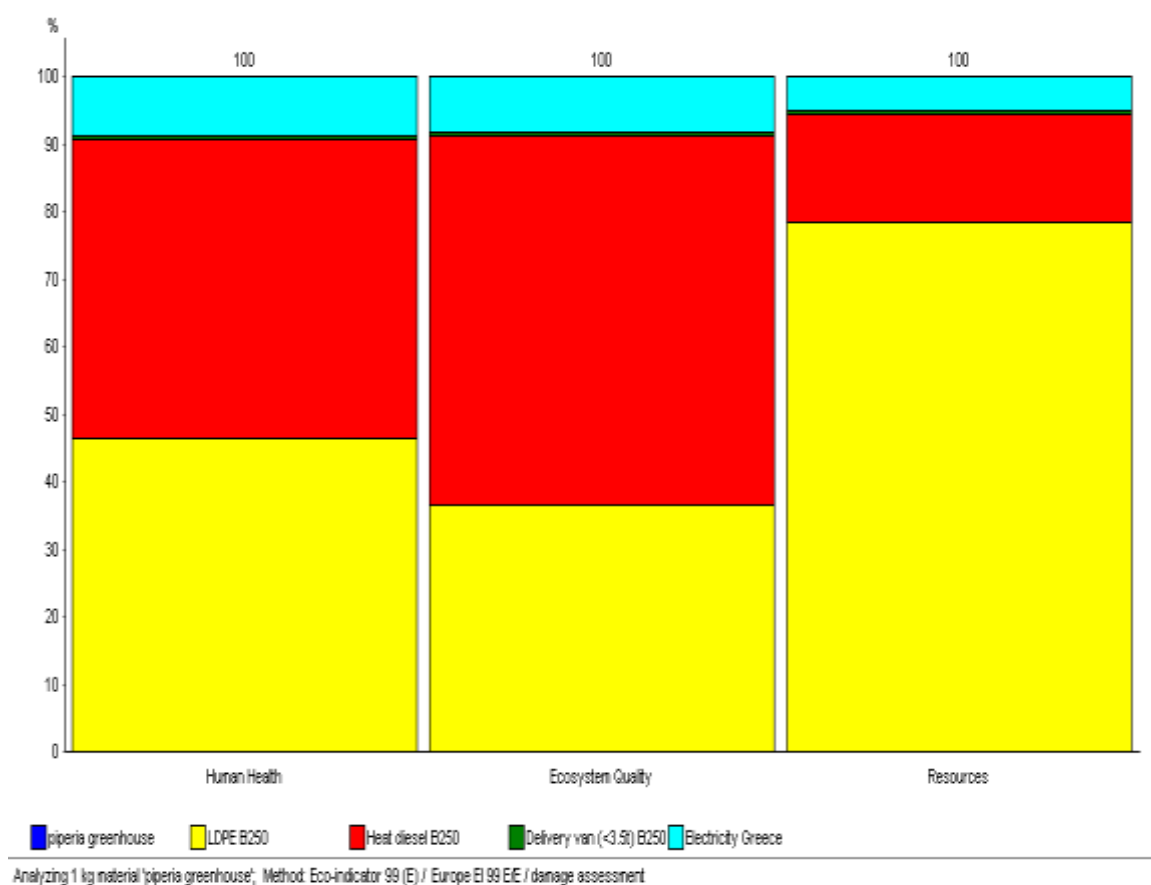
Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα εκτίμησης επιπτώσεων συνολικά

Κατηγορία επίπτωσης	Μονάδα	Σύνολο	Νάιλον LDPE B250	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Ηλεκτρική ενέργεια
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	0.000000 174	8.07E-08	0.00000007 7	9.1E-10	1.53E-08
Ποιότητα οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0.00778	0.00284	0.00426	0.000041	0.000635
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	0.275	0.216	0.0437	0.00151	0.0139

Πιο συγκεκριμένα αναλύοντας τα αποτελέσματα αξίζει να σημειωθεί ότι στην πρώτη κατηγορία επιπτώσεων που αφορά την ανθρώπινη υγεία πολύ σημαντική συνεισφορά προκύπτει

από το νάιλον και εξίσου σημαντική από το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται στις γεωργικές εργασίες.

Στη δεύτερη κατηγορία επιπτώσεων που αφορά την ποιότητα του οικοσυστήματος συνεισφέρει περισσότερο το πετρέλαιο αντίθετα με την τρίτη κατηγορία επιπτώσεων, τους φυσικούς πόρους, στην οποία την σημαντικότερη συνεισφορά προκαλεί το νάιλον του θερμοκηπίου.



Σχήμα 4.4: Συνολική εκτίμηση επιπτώσεων

Όπως προκύπτει κι από το σχήμα 4.4 η μεγαλύτερη συνεισφορά στις τρεις κατηγορίες επιπτώσεων προέρχεται από τη χρήση νάιλον ενώ ακολουθεί το πετρέλαιο και η ηλεκτρική ενέργεια. Μάλιστα στην κατηγορία των φυσικών πόρων η συμβολή από το νάιλον αγγίζει το 80%, ενώ στην ποιότητα του οικοσυστήματος το πετρέλαιο είναι αυτό που συμβάλλει περισσότερο σε ποσοστό περίπου 55%. Στην ανθρώπινη υγεία το νάιλον συνεισφέρει σχεδόν ισόποσα με το πετρέλαιο σε ποσοστό 45% περίπου.

4.7.1.3 Κανονικοποίηση

Με την μέθοδο της κανονικοποίησης προβάλλεται με σαφήνεια η βαρύτητα που έχει η κάθε μια από τις κατηγορίες επιπτώσεων. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με τη χρήση συντελεστών εκτίμησης επιπτώσεων. Ο υπολογισμός της περιβαλλοντικής εξίσωσης υπολογίζεται με βάση την εξίσωση:

$$\text{Environmental score} = \text{Characterized Value} \times \text{Normalization} \times \text{Weighting Factor}$$

Οι συντελεστές στάθμισης που χρησιμοποιήθηκαν είναι προεπιλεγμένοι συντελεστές του Eco- indicator 95 για τις κατηγορίες επιπτώσεων.

Πίνακας 4.5: Συντελεστές στάθμισης για κάθε περιβαλλοντική επίπτωση

Περιβαλλοντική Επίπτωση	Ταξινόμηση	Συντελεστής Στάθμισης
Φαινόμενο του θερμοκηπίου	NOH LCA manual (IPCC)	2,5
Καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος	NOH LCA manual (IPCC)	100
Οξίνιση	NOH LCA manual (IPCC)	10
Ευτροφισμός	NOH LCA manual (IPCC)	5
Θερινή Αιθαλομίχλη	NOH LCA manual (IPCC)	2,5
Χειμερινή Αιθαλομίχλη	WHO Air Quality Guidelines	5
Εντομοκτόνα	Active Ingredient	25
Βαρέα Μέταλλα	WHO Air Quality Guidelines For Drinking Water	5
Καρκινογόνες Ουσίες	WHO Air Quality Guidelines	10

Σύμφωνα με τον πίνακα των συντελεστών στάθμισης των κατηγοριών επιπτώσεων οι μεγαλύτερες επιπτώσεις προκαλούνται από τη λέπτυνση της στοιβάδας του όζοντος και από τη χρήση φυτοφαρμάκων.

Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να περιορίζονται -όπου είναι αυτό εφικτό- η χρήση φυτοφαρμάκων αλλά και ουσιών που συμβάλλουν στη λέπτυνση της στοιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Επιπλέον οι συντελεστές στάθμισης για τη καρκινογένεση και την οξίνιση φαίνονται να είναι υψηλότεροι από τους συντελεστές στάθμισης άλλων κατηγοριών επιπτώσεων που σημαίνει ότι πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία σε αυτές τις δύο κατηγορίες όταν επιλέγεται μια καλλιέργεια.

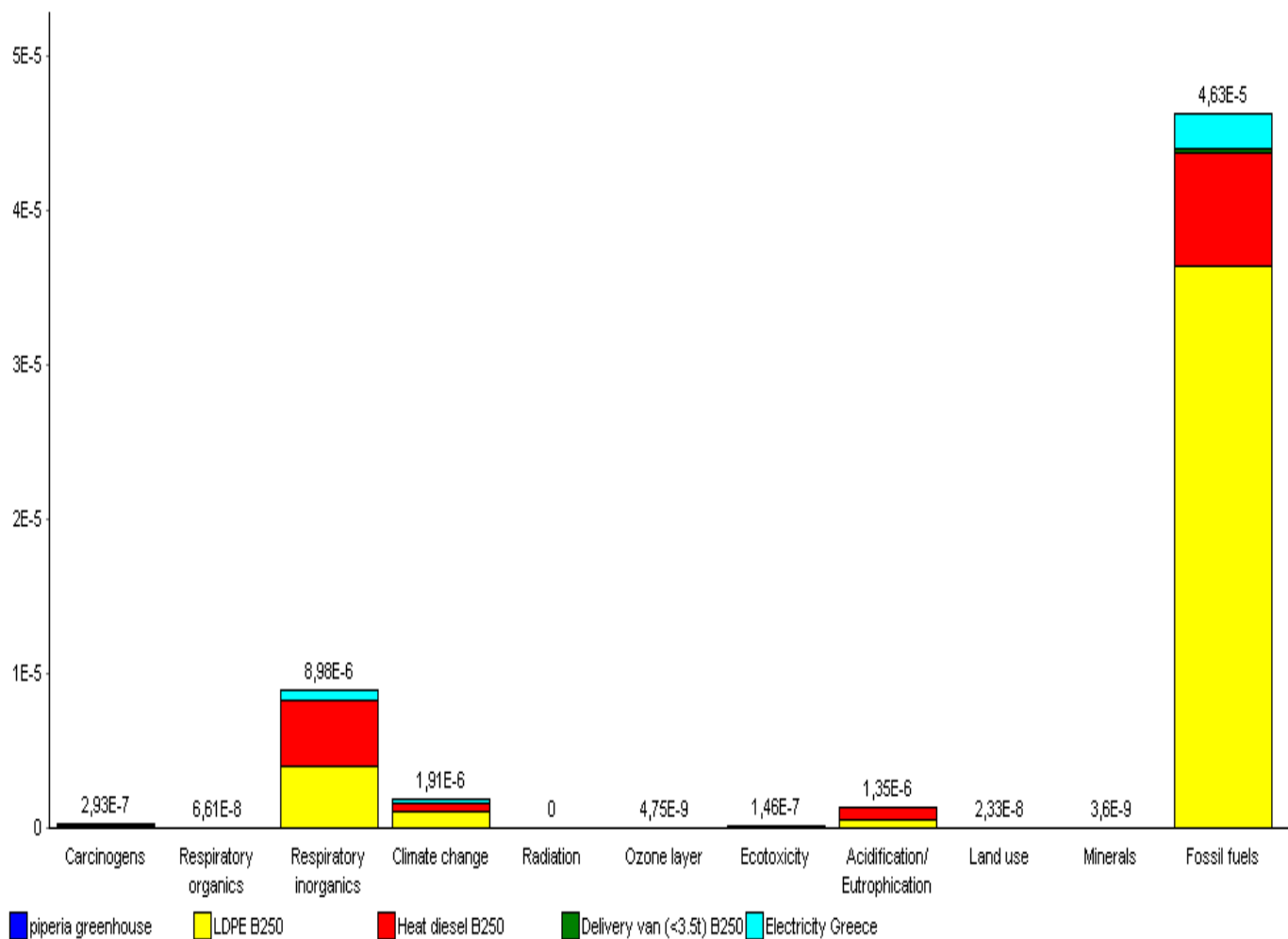
Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

Από τον πίνακα 4.6 όπως είναι εμφανές πολύ σημαντική είναι η κατηγορία επίπτωσης που αφορά τα ορυκτά καύσιμα. Επόμενη κατηγορία επίπτωσης που παρουσιάζει ιδιαίτερη βαρύτητα είναι οι αναπνεύσιμες ανόργανες ουσίες ενώ όπως είναι αναμενόμενο αξιόλογη είναι η κλιματική και σε μικρότερο βαθμό η οξίνιση / ευτροφισμός.

Όσον αφορά τις υπόλοιπες κατηγορίες επιπτώσεων δεν παρατηρούνται αξιόλογες επιδράσεις.

Πίνακας 4.6: Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

Κατηγορία επίπτωσης	Σύνολο	Νάιλον LDPE B250	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Ηλεκτρική Ενέργεια
Καρκινογόνες Ουσίες	0.000000 293	0.00000019	0.00000006	3.11E-09	3.97E-08
Αναπνεύσιμες Οργανικές Ενώσεις	6.61E-08	4.44E-08	2.02E-08	8E-10	8.02E-10
Αναπνεύσιμες Ανόργανες Ενώσεις	0.000008 98	0.00000393	0.00000436	3.59E-08	0.000000654
Κλιματική Αλλαγή	0.000001 91	0.00000105	0.000000544	1.91E-08	0.000000296
Ακτινοβολία	x	x	x	x	x
Στοιβάδα του Οζοντος	4.75E-09	2.15E-09	2.3E-09	7.81E-11	2.27E-10
Οικοτοξικότητα	0.000000 146	6.58E-08	4.13E-08	2.72E-09	3.59E-08
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	0.000001 35	0.00000048 9	0.00000079	5.27E-09	6.46E-08
Χρήση Γης	2.33E-08	x	x	x	2.33E-08
Ορυκτά	3.6E-09	8.41E-10	x	x	2.76E-09
Ορυκτά Καύσιμα	0.000046 3	0.0000363	0.00000735	0.000000254	0.00000233



Analyzing 1 kg material 'piperia greenhouse'; Method: Eco-indicator 99 (E) / Europe EI 99 E/E / normalization

Σχήμα 4.5: Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

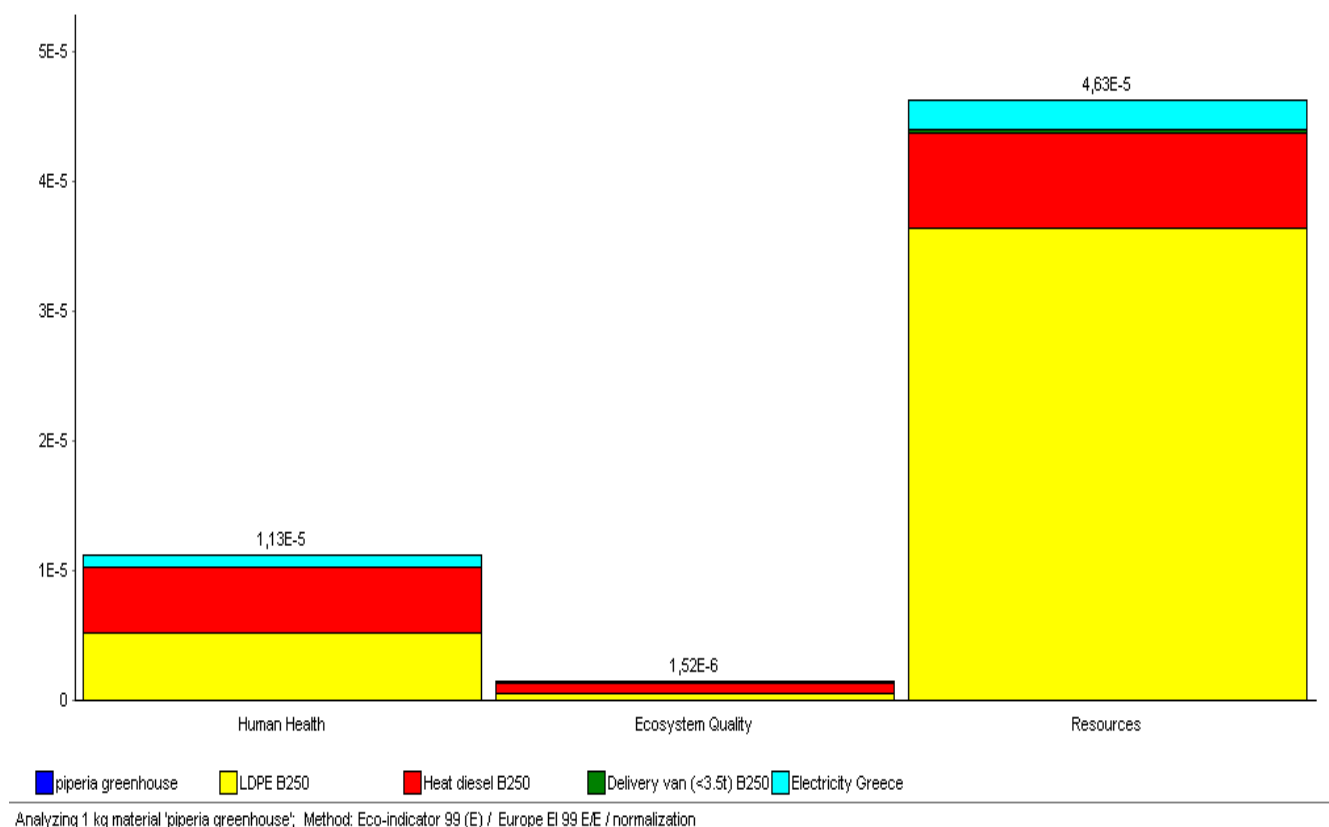
Η κατηγορία ορυκτών καυσίμων κρίνεται ιδιαίτερης προσοχής από άποψη σημαντικότητας καθώς καταλαμβάνει το υψηλότερο ποσοστό από όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων εξαιτίας από την συμβολή του νάιλον.

Τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης των 11 κατηγοριών επιπτώσεων του σχήματος 4.5 συναθροίζονται και παρουσιάζονται στις τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων στον πίνακα 4.7 και στο σχήμα 4.6.

Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα κανονικοποίησης συνολικά

Κατηγορία Επίπτωσης	Σύνολο	Νάιλον LDPE B250	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Ηλεκτρική ενέργεια
Ανθρώπινη Υγεία	0.0000113	0.00000522	0.00000498	5.89E-08	0.000000991
Ποιότητα οικοσυστήματος	0.00000152	0.00000055 4	0.000000831	7.99E-09	0.000000124
Φυσικοί Πόροι	0.0000463	0.0000363	0.00000735	0.000000254	0.00000233

Το μεγαλύτερο ποσοστό σημαντικότητας ανήκει στην κατηγορία των φυσικών πόρων και οφείλεται κυρίως στη χρήση νάιλον, ενώ σημαντική κρίνεται και η επίδραση από το πετρέλαιο στην συγκεκριμένη κατηγορία.



Σχήμα 4.6: Διάγραμμα κανονικοποίησης συνολικά

Εξετάζοντας το σχήμα 4.6 παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται στην κατηγορία επιπτώσεων που αφορά τους φυσικούς πόρους και προκαλείται στο μεγαλύτερο βαθμό από το νάιλον.

Σημαντική είναι και η επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία προερχόμενη κι αυτή από το νάιλον αλλά και από το πετρέλαιο ενώ μικρότερη βαρύτητα παρουσιάζει η επίπτωση που προκαλείται στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

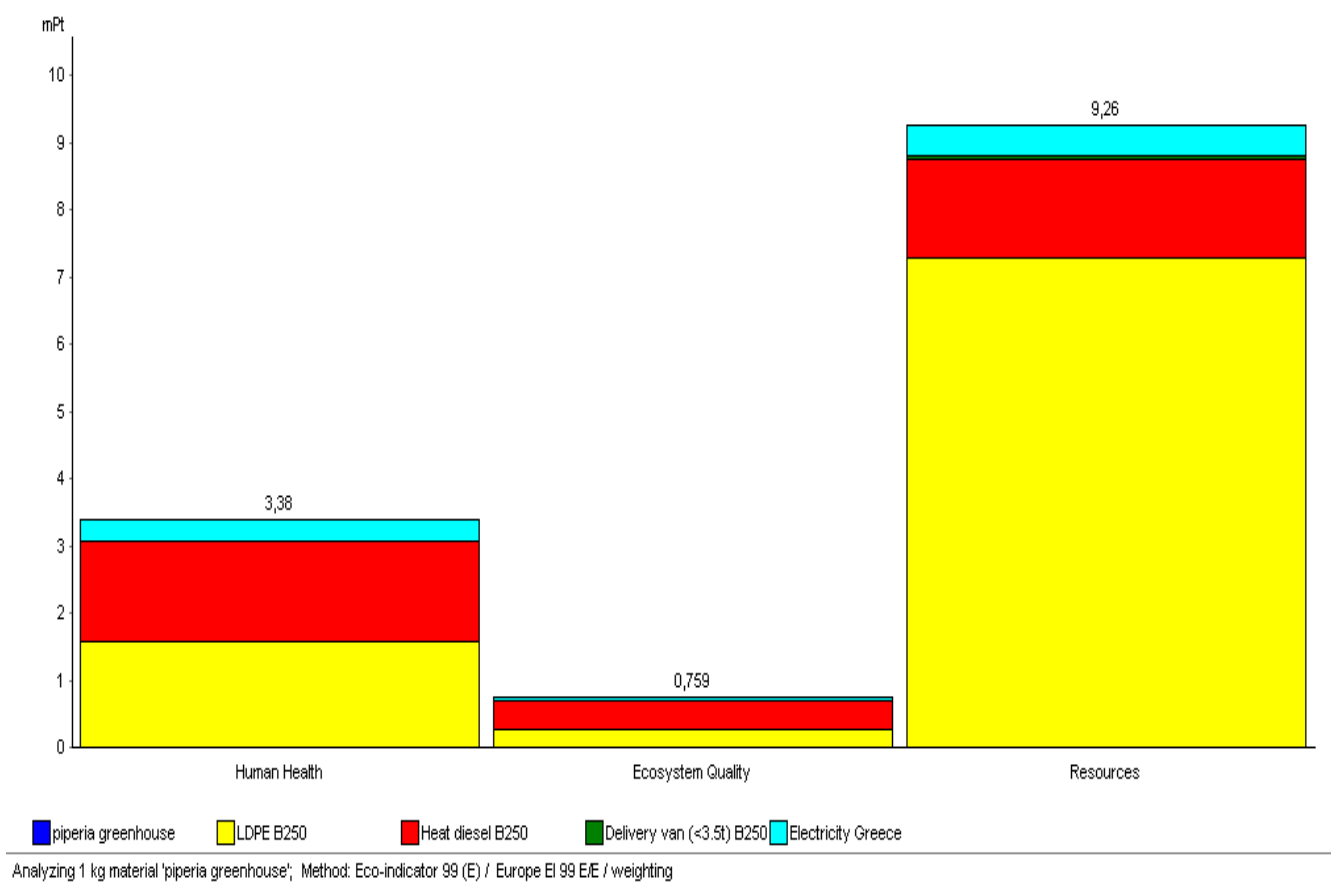
4.7.1.4 Σκορ επιπτώσεων

Τα αποτελέσματα του περιβαλλοντικού σκορ για κάθε μια από τρεις ευρύτερες κατηγορίες επιπτώσεων δείχνουν ότι το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό σκορ καταγράφεται στην κατηγορία των φυσικών πόρων (0.00926 Pt) και σε αυτό συνεισφέρει στο μεγαλύτερο βαθμό το νάιλον (0.00727 Pt), το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται για τις γεωργικές εργασίες (0.00147 Pt) και η ηλεκτρική ενέργεια (0.000466 Pt)

Πίνακας 4.8: Συνολικό σκόρ επιπτώσεων

Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Σύνολο	Νάιλον LDPE B250	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Ηλεκτρική ενέργεια
Σύνολο	Pt	0.0134	0.00911	0.00338	0.0000725	0.000825
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0.00338	0.00157	0.00149	0.0000177	0.000297
Ποιότητα οικοσυστήματος	Pt	0.000759	0.000277	0.000416	0.000004	0.0000619
Φυσικοί Πόροι	Pt	0.00926	0.00727	0.00147	0.0000509	0.000466

Αξιοσημείωτο καθορίζεται και το περιβαλλοντικό σκορ στην κατηγορία επίπτωσης που σχετίζεται με την ανθρώπινη υγεία (0.00338 Pt) το οποίο προκύπτει στο μεγαλύτερο ποσοστό του από το νάιλον (0.00157 Pt) και το πετρέλαιο (0.00149).



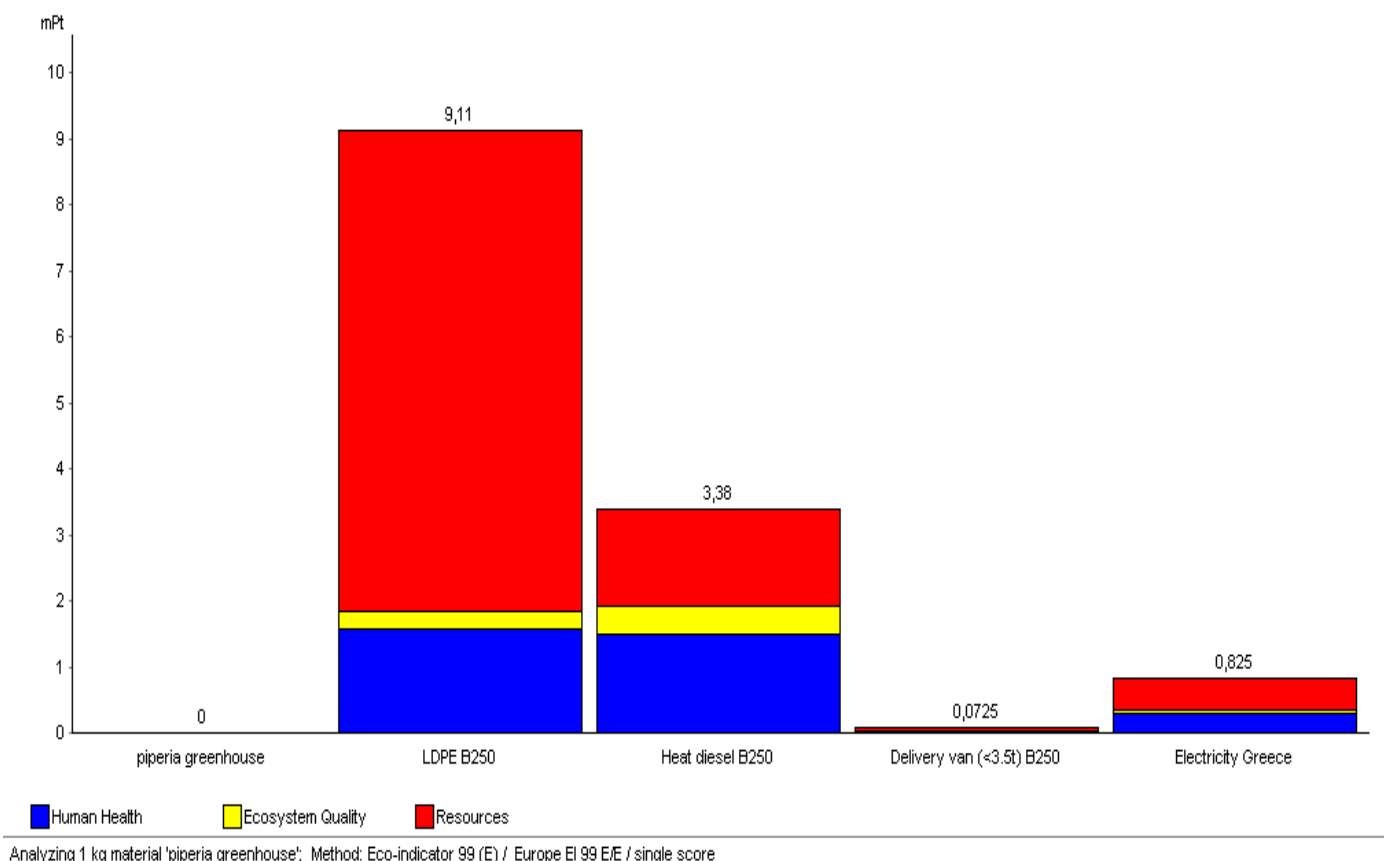
Σχήμα 4.7: Συνολικό σκόρ επιπτώσεων

4.7.1.5 Περιβαλλοντικό σκορ ανά τελική κατηγορία επιπτώσεων

Στον πίνακα 4.9 και στο σχήμα 4.8 παρουσιάζεται το συνολικό σκορ επιβάρυνσης του εξεταζόμενου συστήματος σε κάθε ευρύτερη κατηγορία επίπτωσης. Όπως είναι εμφανές το μεγαλύτερο σκορ σημειώνεται στους φυσικούς πόρους (0.00926 Pt) προερχόμενο από τη χρήση νάιλον στο μεγαλύτερο μέρος του (0.00727 Pt). Ακολουθεί η επιβάρυνση στην ανθρώπινη υγεία (0.00338 Pt) και τέλος στην ποιότητα του οικοσυστήματος (0.000759 Pt)

Πίνακας 4.9: Περιβαλλοντικό σκόρ ανά τελική κατηγορία επιπτώσεων

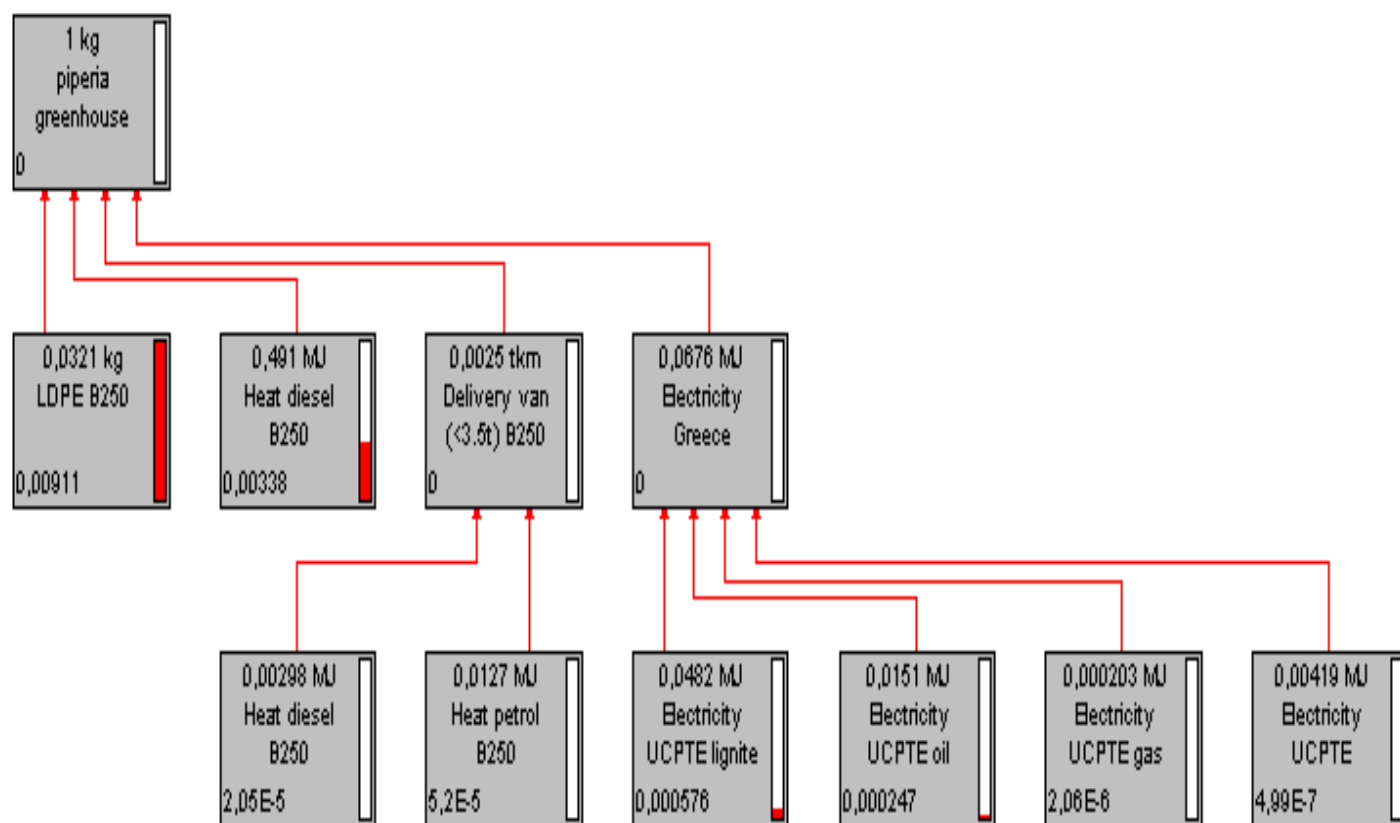
Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Σύνολο	Νάιλον LDPE B250	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Ηλεκτρική Ενέργεια
Σύνολο	Pt	0.0134	0.00911	0.00338	0.0000725	0.000825
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0.00338	0.00157	0.00149	0.0000177	0.000297
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0.000759	0.00027 7	0.000416	0.000004	0.0000619
Φυσικοί Πόροι	Pt	0.00926	0.00727	0.00147	0.0000509	0.000466



Σχήμα 4.8: Περιβαλλοντικό σκορ ανά τελική κατηγορία επιπτώσεων

Από το σχήμα προκύπτει το συμπέρασμα ότι το νάιλον προκαλεί τη μεγαλύτερη επιβάρυνση ειδικά στην κατηγορία επίπτωσης που σχετίζεται με τους φυσικούς πόρους, ενώ ακολουθεί το πετρέλαιο με σημαντική επιβάρυνση στην ανθρώπινη υγεία και στους φυσικούς πόρους.

Μικρότερη επιβάρυνση φαίνεται να προκύπτει στην ποιότητα του οικοσυστήματος προκληθείσα στο μεγαλύτερο μέρος της από το πετρέλαιο.



Σχήμα 4.9: Δένδρο παραγωγικής διαδικασίας

4.7.2 Αποτελέσματα Ανάλυσης υπαίθριας καλλιέργειας

4.7.2.1 Χαρακτηρισμός

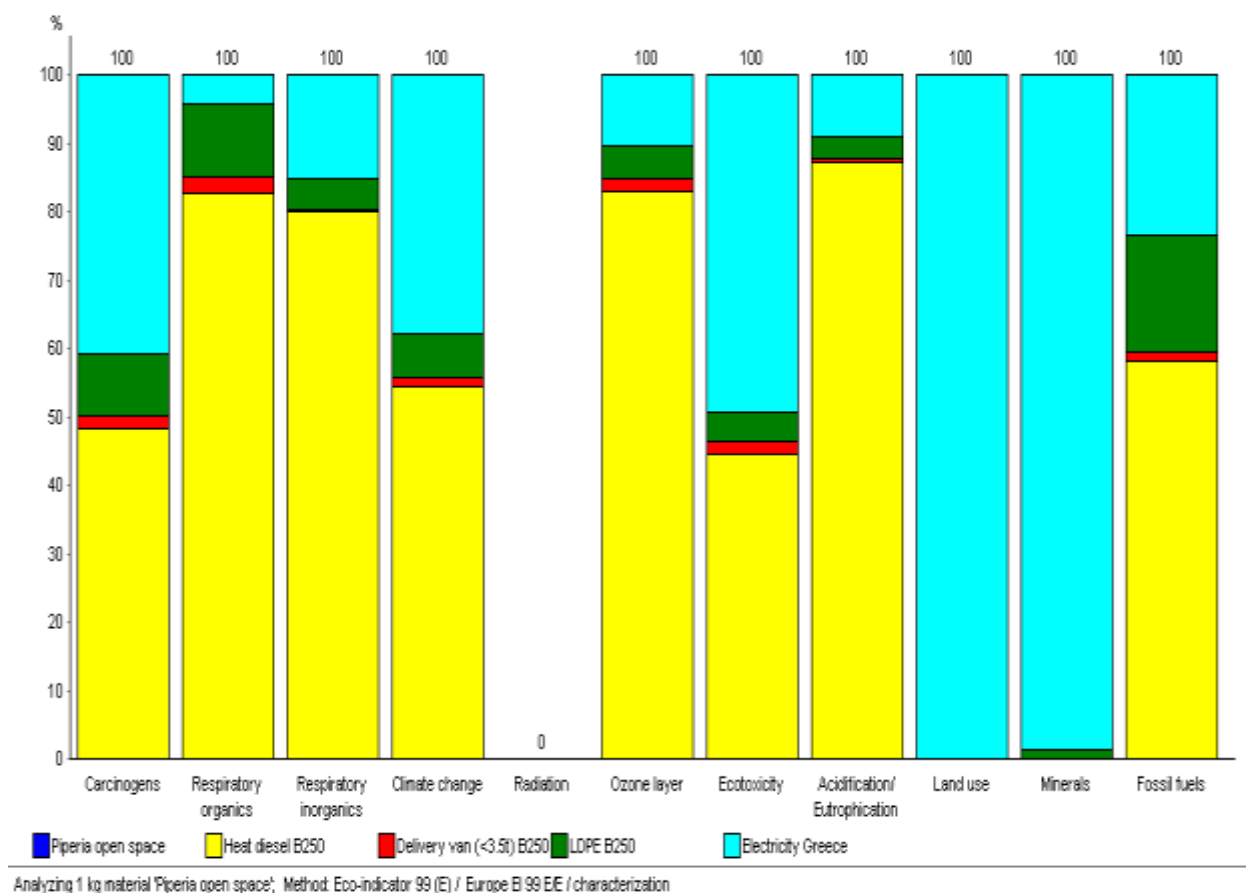
Εξετάζοντας τον πίνακα 4.10 σαφής είναι ο εντοπισμός της συνεισφοράς του κάθε σταδίου παραγωγικής διαδικασίας της υπαίθριας καλλιέργειας πιπεριάς σε κάθε κατηγορία επίπτωσης.

Πίνακας 4.10: Αποτελέσματα χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επίπτωσης

Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Σύνολο	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Νάιλον LDPE B250	Ηλεκτρική Ενέργεια
Καρκινογόνα	DALY	3.08E-09	1.49E-09	5.33E-11	2.81E-10	1.26E-09
Αναπνεύσιμες Οργανικές Ενώσεις	DALY	6.05E-10	5E-10	1.37E-11	6.56E-11	2.54E-11
Αναπνεύσιμες Ανόργανες Ενώσεις	DALY	1.35E-07	0.000000108	6.14E-10	5.82E-09	2.07E-08
Κλιματική Αλλαγή	DALY	2.47E-08	1.35E-08	3.26E-10	1.56E-09	9.36E-09
Ακτινοβολία	DALY	x	x	x	x	x
Καταστροφή στοιβάδας Όζοντος	DALY	6.87E-11	5.7E-11	1.34E-12	3.18E-12	7.19E-12
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	0.00764	0.00339	0.000154	0.000323	0.00377
Οξίνιση / Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0.00744	0.0065	0.00003	0.00024	0.000678
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0.000245	x	x	x	0.000245
Ορυκτά	MJ surplus	3.41E-05	x	x	0.000000479	0.0000336
Ορυκτά Καύσιμα	MJ surplus	0.121	0.0702	0.00168	0.0207	0.0284

Αρνητικές συνεισφορές παρουσιάζονται σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων, με εξαίρεση σε αυτή της ραδιενέργειας κι αυτό λόγω της απουσίας χρήσης της στις διαδικασίες στο παρόν σύστημα.

Η μεγαλύτερη αρνητική επίπτωση προκαλείται στην κατηγορία ορυκτών καυσίμων ενώ σημαντικές επιπτώσεις παρατηρούνται στη χρήση γης.



Σχήμα 4.10: Χαρακτηρισμός ανά κατηγορία επίπτωσης

Στις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων, με εξαίρεση τη χρήση γης και τα ορυκτά, η μεγαλύτερη συνεισφορά στις επιπτώσεις προκαλείται από το πετρέλαιο.

Όσον αφορά τη χρήση γης και τα ορυκτά φαίνεται αποκλειστικά να ευθύνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας η οποία είναι απαραίτητη στο εξεταζόμενο σύστημα για την κάλυψη των αναγκών άρδευσης.

Στις κατηγορίες των καρκινογόνων ουσιών, των αναπνεύσιμων οργανικών ουσιών αλλά και των ορυκτών καυσίμων κάποιο μέρος προκαλείται και από τη χρήση νάιλον κάτι που υπάρχει και στις υπόλοιπες κατηγορίες αλλά σε σχετικά μικρότερο βαθμό.

4.7.2.2 Εκτίμηση επιπτώσεων

Τα αποτελέσματα όλων των κατηγοριών επιπτώσεων του σχήματος 4.10 αθροίζονται περαιτέρω και δημιουργούνται έτσι 3 νέες κατηγορίες επιπτώσεων :

1. Επιπτώσεις που προκαλούνται στην χρήση πόρων.
2. Επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία.
3. Επιπτώσεις που προκαλούνται στο οικοσύστημα.

Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα εκτίμησης επιπτώσεων συνολικά

Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Σύνολο	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Νάιλον LDPE B250	Ηλεκτρική Ενέργεια
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	1.64E-07	0.000000124	1.01E-09	7.73E-09	3.13E-08
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0.00845	0.00684	0.0000454	0.00027 2	0.0013
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	0.121	0.0702	0.00168	0.0207	0.0284

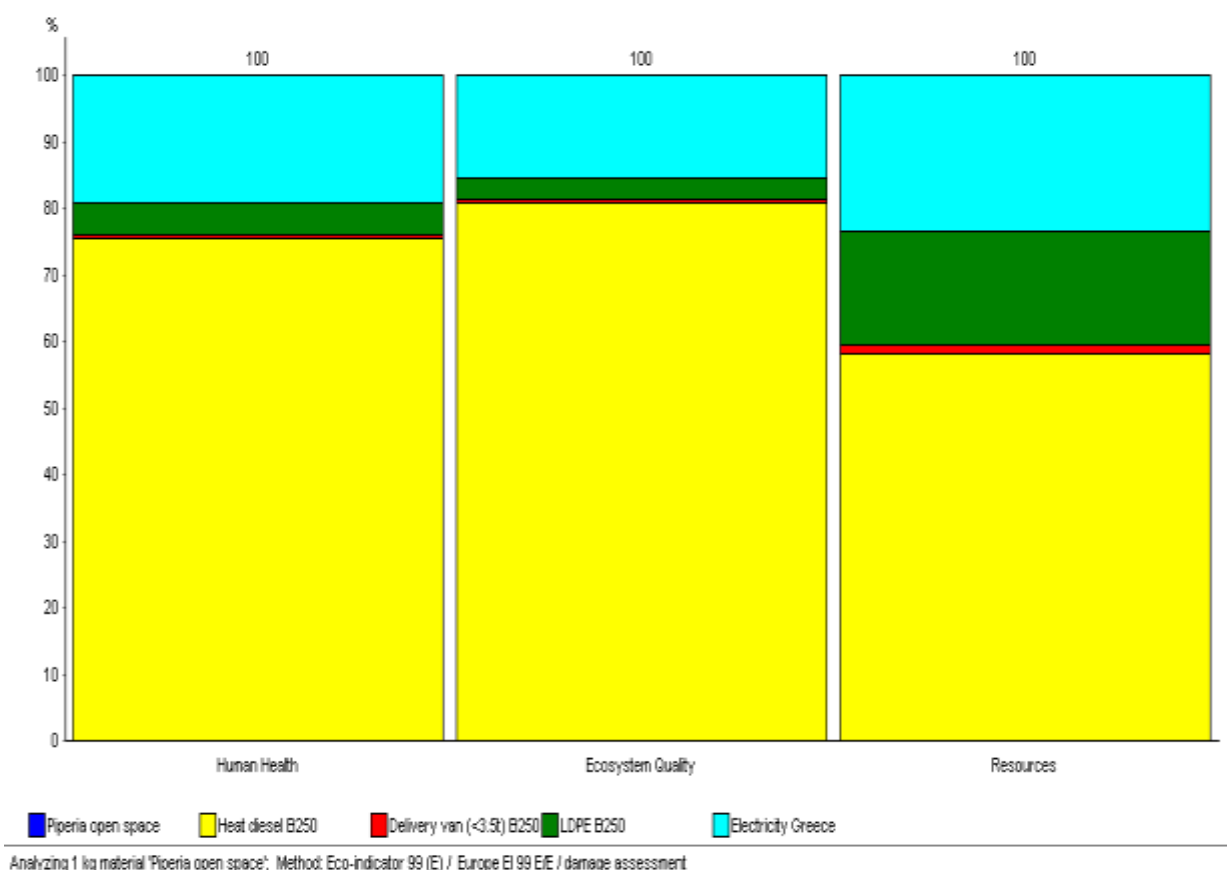
Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία, η οποία προκύπτει από την συγκέντρωση των επιπτώσεων της καρκινογένεσης, της κλιματικής αλλαγής,

της λέπτυνσης της στοιβάδας του όζοντος, τις αναπνεύσιμες οργανικές και ανόργανες ουσίες, τη ραδιενέργεια.

Στη γενική κατηγορία επιπτώσεων που αφορά την ποιότητα του οικοσυστήματος, συγκεντρώνονται οι επιπτώσεις από τη χρήση γης, την οικοτοξικότητα και τον ευτροφισμό/οξίνιση.

Η Τρίτη αθροιστική κατηγορία επιπτώσεων είναι οι επιπτώσεις από τη χρήση φυσικών πόρων και προκύπτει από το σύνολο των επιπτώσεων που προκαλούνται από την εξαγωγή των ορυκτών καυσίμων κι άλλων ορυκτών πόρων.

Όπως παρατηρείται στον πίνακα 4.11 από τη λειτουργία του εξεταζόμενου συστήματος προκύπτουν επιπτώσεις και στις τρεις μεγάλες κατηγορίες.



Σχήμα 4.11: Συνολική εκτίμηση επιπτώσεων

Παρατηρώντας το σχήμα 4.11 είναι ξεκάθαρη η συνεισφορά του πετρελαίου και στις τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων.

Πρώτα απ' όλα στην ποιότητα του οικοσυστήματος και σε ποσοστό που αγγίζει το 80% , το σημαντικότερο ρόλο φαίνεται να διαδραματίζει το πετρέλαιο ενώ ακολουθεί η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και το νάιλον. Παρόμοια και στην ανθρώπινη υγεία.

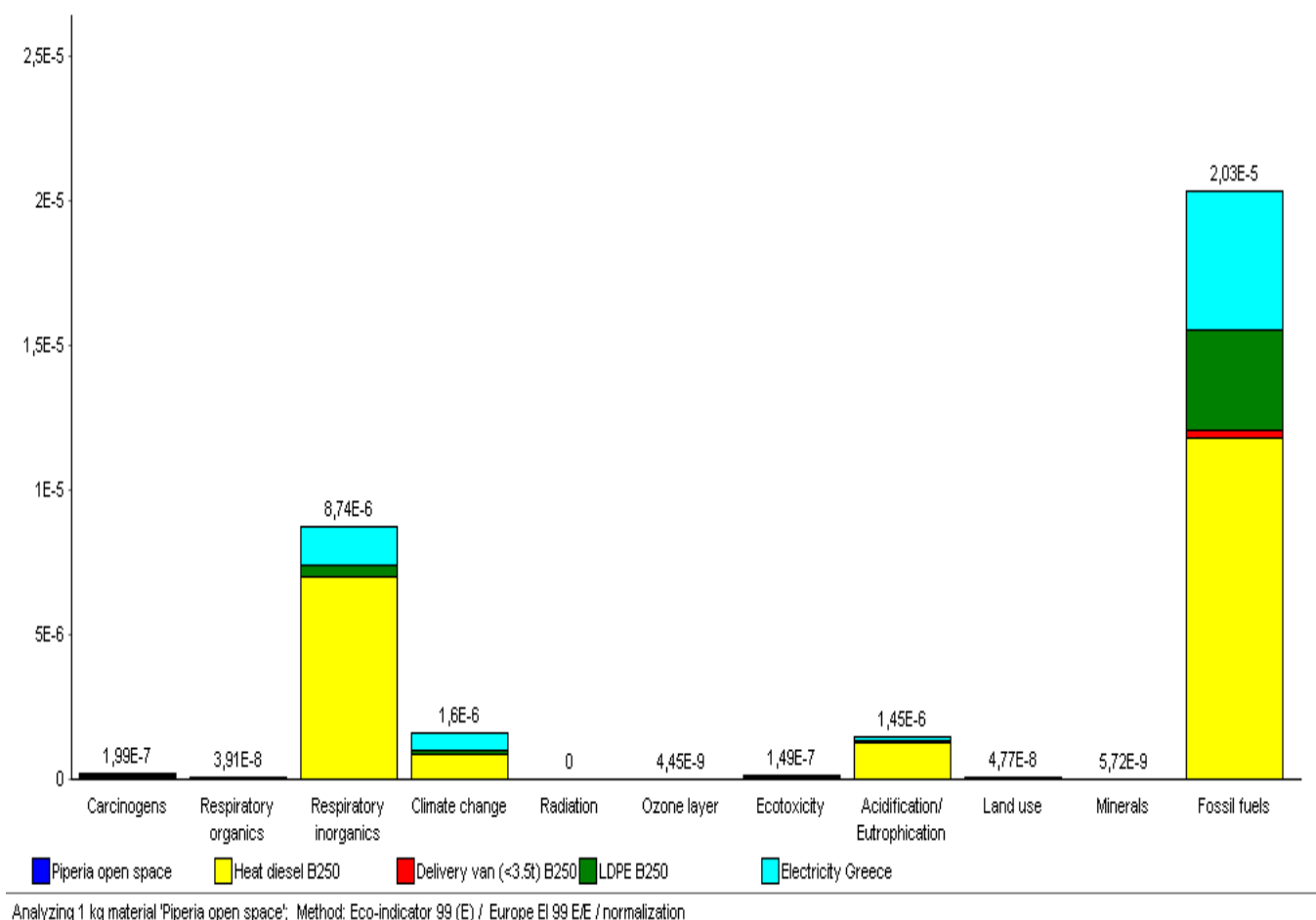
Στους φυσικούς πόρους το νάιλον φαίνεται να έχει κάποια σχετικά μεγαλύτερη συνεισφορά σε σχέση με τις άλλες δύο κατηγορίες επιπτώσεων, όπως και η ηλεκτρική ενέργεια.

4.7.2.3 Κανονικοποίηση

Με την μέθοδο της κανονικοποίησης προβάλλεται με σαφήνεια η βαρύτητα που έχει η κάθε μια από τις κατηγορίες επιπτώσεων.

Πίνακας 4.12: Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

Κατηγορία Επίπτωσης	Σύνολο	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Νάιλον LDPE B250	Ηλεκτρική Ενέργεια
Καρκινογόνες Ουσίες	1.99E-07	9.62E-08	3.45E-09	1.82E-08	8.13E-08
Αναπνεύσιμες Οργανικές Ουσίες	3.91E-08	3.23E-08	8.86E-10	4.25E-09	1.64E-09
Αναπνεύσιμες Ανόργανες Ουσίες	8.74E-06	0.00000699	3.97E-08	0.000000377	0.00000134
Κλιματική Αλλαγή	0.000001 6	0.000000872	2.11E-08	0.000000101	0.000000605
Ακτινοβολία	x	x	x	x	x
Στοιβάδα Όζοντος	4.45E-09	3.69E-09	8.66E-11	2.06E-10	4.65E-10
Οικοτοξικότητα	1.49E-07	6.62E-08	3.01E-09	6.3E-09	7.35E-08
Οξίνιση/ Ευτροφισμός	1.45E-06	0.00000127	5.84E-09	4.68E-08	0.000000132
Χρήση Γης	4.77E-08	x	x	x	4.77E-08
Ορυκτά	5.72E-09	x	x	8.05E-11	5.64E-09
Ορυκτά Καύσιμα	0.000020 3	0.0000118	0.000000282	0.00000348	0.00000477



Σχήμα 4.12: Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

Κατά την παραγωγική διαδικασία της υπαίθριας καλλιέργειας πιπεριάς η σημαντικότερη επίπτωση διακρίνεται στην κατηγορία ορυκτών καυσίμων και οφείλεται στο μεγαλύτερο μέρος της στην χρήση πετρελαίου, στην ηλεκτρική ενέργεια και στο νάιλον.

Αξιοσημείωτη είναι και η κατηγορία επίπτωσης που αφορά τις αναπνεύσιμες ανόργανες ενώσεις στην οποία επίσης η μεγαλύτερη συμβολή προέρχεται από το πετρέλαιο.

Η κλιματική αλλαγή ανήκει κι αυτή στις κατηγορίες που παρουσιάζουν κάποιο βαθμό σημαντικότητας.

Σημαντική αλλά σε μικρό βαθμό είναι και η επίπτωση που σχετίζεται με την οξίνιση/ευτροφισμό. Οι υπόλοιπες κατηγορίες επιπτώσεων δεν φαίνεται να έχουν αξιόλογη βαρύτητα.

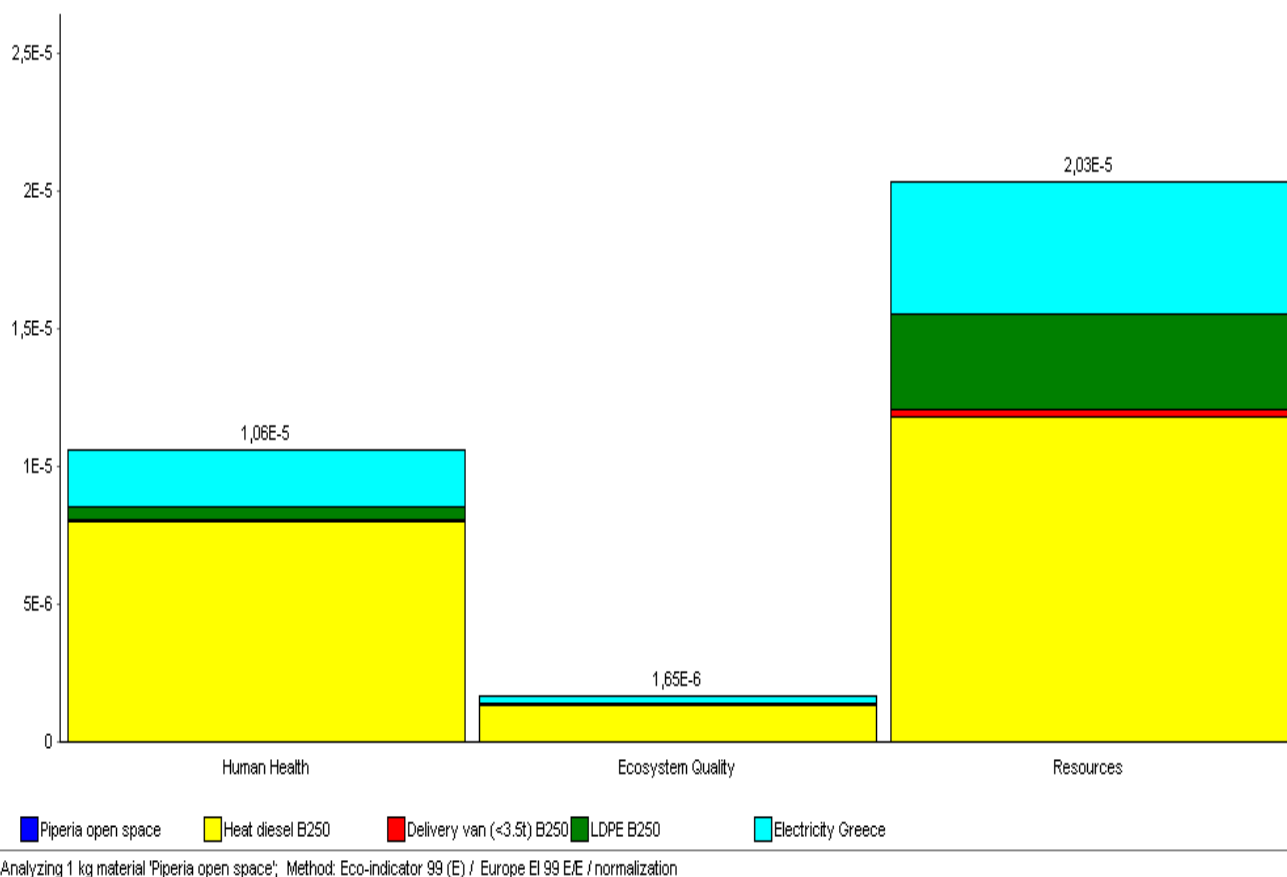
Συνολική κανονικοποίηση

Τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης των 11 κατηγοριών επιπτώσεων του σχήματος 4.12 συναθροίζονται και παρουσιάζονται στις τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων στον πίνακα 4.13 και στο σχήμα 4.13

Οι συντελεστές στάθμισης που χρησιμοποιήθηκαν είναι προεπιλεγμένοι συντελεστές του Eco- indicator 95 για τις κατηγορίες επιπτώσεων.

Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα κανονικοποίησης συνολικά

Κατηγορία Επίπτωσης	Σύνολο	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Νάιλον LDPE B250	Ηλεκτρική Ενέργεια
Ανθρώπινη Υγεία	1.06E-05	0.00000799	6.52E-08	0.00000005	0.00000203
Ποιότητα Οικοσυστήματος	1.65E-06	0.00000133	8.85E-09	5.31E-08	0.000000254
Φυσικοί Πόροι	2.03E-05	0.0000118	0.000000282	0.00000348	0.00000477



Σχήμα 4.13: Διάγραμμα κανονικοποίησης συνολικά

Από το διάγραμμα διακρίνουμε ότι η υπαίθρια καλλιέργεια έχει σημαντικές επιπτώσεις στους φυσικούς πόρους και σε αυτό συντελεί στο μεγαλύτερο μέρος η κατανάλωση πετρελαίου, η ηλεκτρική ενέργεια και το νάιλον.

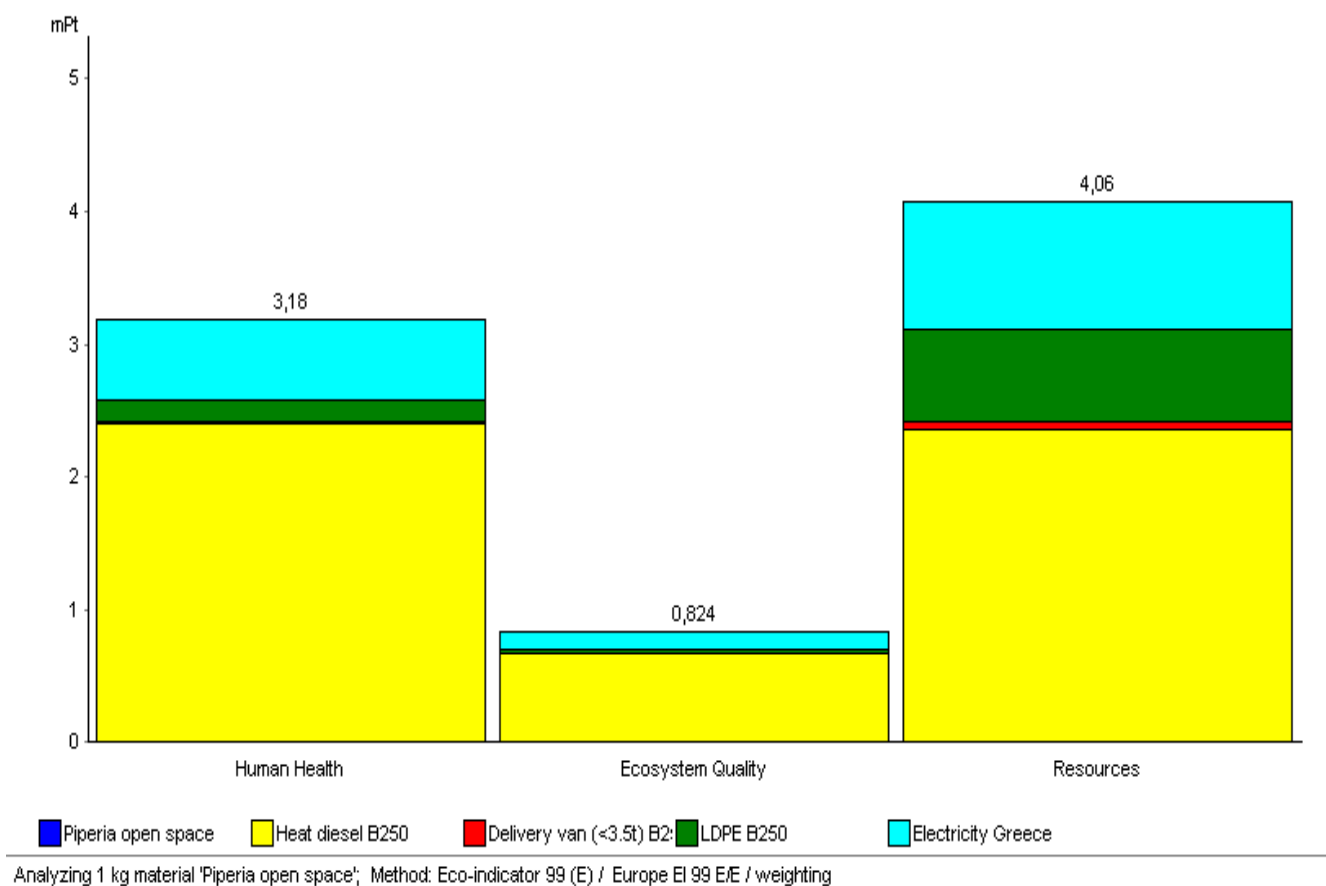
Σημαντική είναι όμως και η επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία που προκαλείται κι αυτή στο μεγαλύτερο μέρος από το πετρέλαιο. Μικρότερη είναι η επίπτωση στην ποιότητα οικοσυστήματος.

4.7.2.4 Σκορ επιπτώσεων

Πίνακας 4.14: Συνολικό σκορ επιπτώσεων

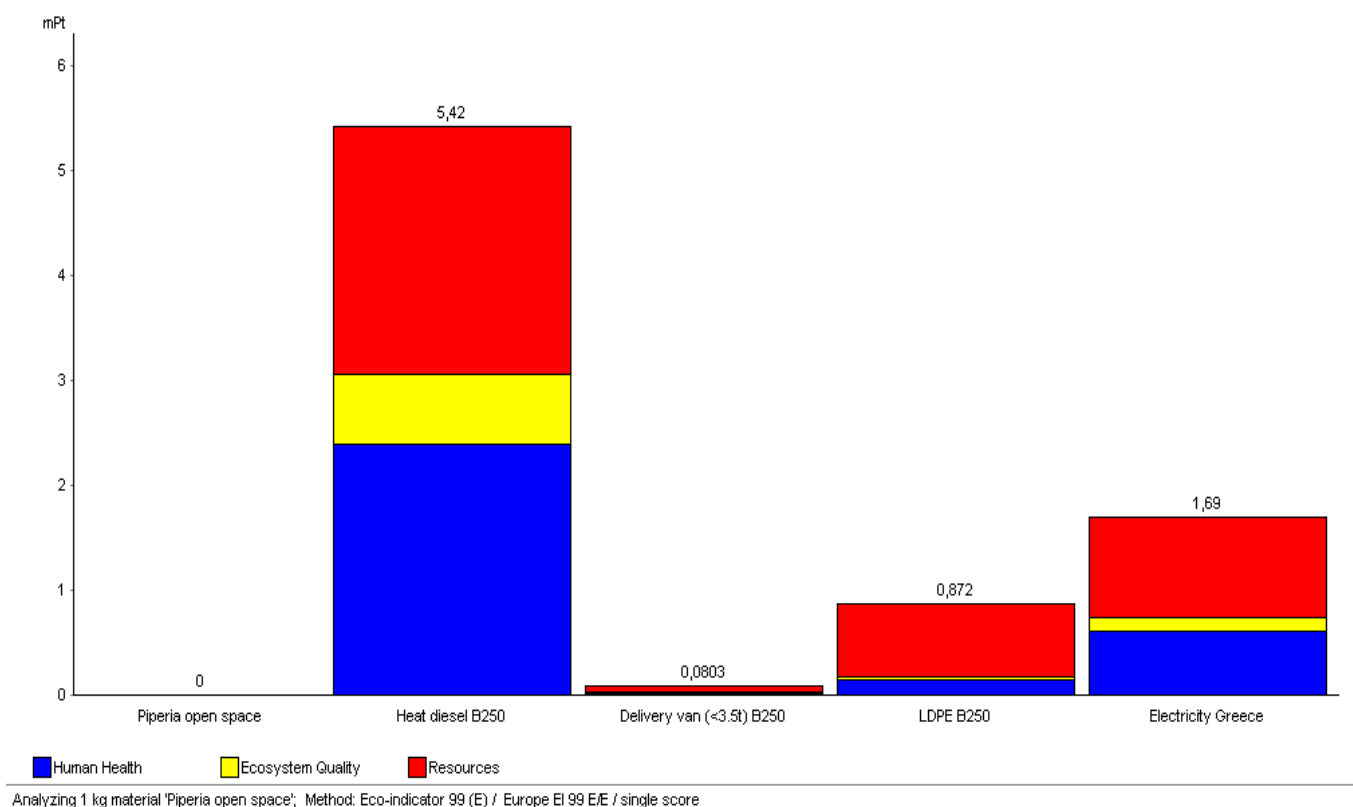
Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Σύνολο	Πετρέλαιο B250	Μεταφορά με φορτηγό (<3.5t) B250	Νάιλον LDPE B250	Ηλεκτρική Ενέργεια
Σύνολο	Pt	0.00806	0.00542	0.0000803	0.000872	0.00169
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0.00318	0.0024	0.0000196	0.00015	0.000608
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0.000824	0.000667	0.00000443	0.000026 5	0.000127
Φυσικοί Πόροι	Pt	0.00406	0.00236	0.0000563	0.000696	0.000955

Τα αποτελέσματα του περιβαλλοντικού σκορ για κάθε μια από τρεις ευρύτερες κατηγορίες επιπτώσεων δείχνουν ότι το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό σκορ καταγράφεται στην κατηγορία των φυσικών πόρων (0.00406 Pt) και σε αυτό συνεισφέρει στο μεγαλύτερο βαθμό το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται για τις γεωργικές εργασίες (0.00236 Pt), η ηλεκτρική ενέργεια (0.000955 Pt) και το νάιλον (0.000696 Pt).



Σχήμα 4.14: Συνολικό σκορ επιπτώσεων

4.7.2.5 Περιβαλλοντικό σκορ ανά τελική κατηγορία επιπτώσεων



Σχήμα 4.15: Περιβαλλοντικό σκορ ανά τελική κατηγορία επιπτώσεων

Αναλύοντας το διάγραμμα καταλήγουμε στο ότι το πετρέλαιο έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά στις επιπτώσεις, κυρίως στην ανθρώπινη υγεία και στους φυσικούς πόρους ενώ λιγότερο στην ποιότητα του οικοσυστήματος.

Σημαντικό μέρος των επιπτώσεων οφείλεται και στην ηλεκτρική ενέργεια, ειδικά στις κατηγορίες φυσικών πόρων και στην ανθρώπινης υγείας.

4.7.3 Αποτελέσματα Σύγκρισης

4.7.3.1 Χαρακτηρισμός

Στο στάδιο του χαρακτηρισμού οι εκπομπές του συστήματος έχουν κατηγοριοποιηθεί σε 11 μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων. Στον πίνακα 4.15 παρουσιάζεται η συμβολή της καλλιέργειας σε θερμοκήπιο καθώς και της υπαίθριας καλλιέργειας σε κάθε μια από τις κατηγορίες επιπτώσεων επιτρέποντας έτσι την σύγκριση των δύο καλλιεργητικών τεχνικών ως προς τις επιπτώσεις.

Πίνακας 4.15: Αποτελέσματα χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επίπτωσης

Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Πιπεριά θερμοκηπίου	Πιπεριά Υπαίθρια
Καρκινογόνα	DALY	4.53E-09	3.08E-09
Αναπνεύσιμες Οργανικές Ενώσεις	DALY	1.02E-09	6.05E-10
Αναπνεύσιμες Ανόργανες Ενώσεις	DALY	0.000000139	0.000000135
Κλιματική Αλλαγή	DALY	2.95E-08	2.47E-08
Ακτινοβολία	DALY	x	x
Καταστροφή Στοιβάδας Όζοντος	DALY	7.35E-11	6.87E-11
Οικοτοξικότητα	PAF*m2yr	0.00747	0.00764
Οξίνιση / Ευτροφισμός	PDF*m2yr	0.00691	0.00744
Χρήση Γης	PDF*m2yr	0.00012	0.000245
Ορυκτά	MJ surplus	0.0000214	0.0000341
Ορυκτά Καύσιμα	MJ surplus	0.275	0.121

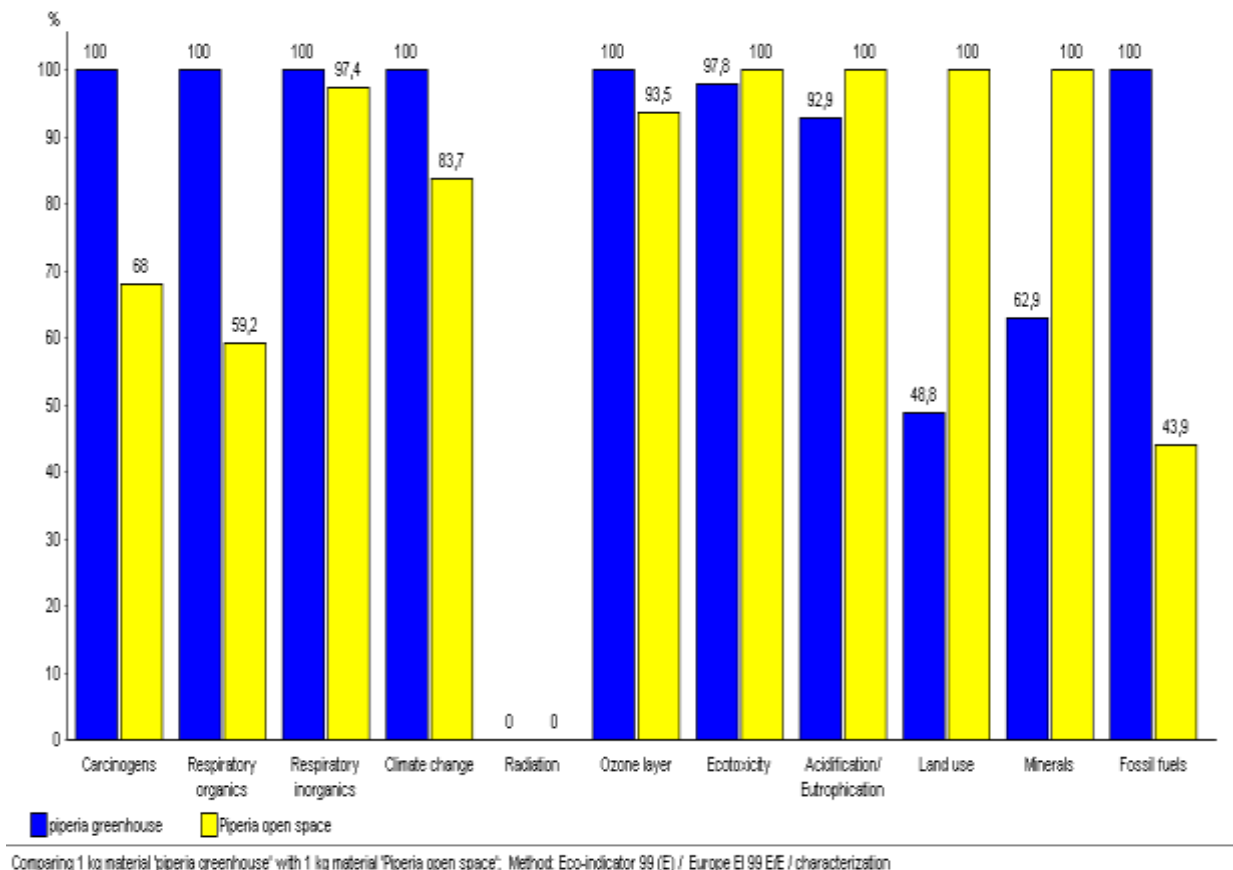
Αρνητικές επιπτώσεις παρουσιάζονται σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων και από τις δυο καλλιεργητικές τεχνικές, με εξαίρεση σε αυτή της ραδιενέργειας κι αυτό λόγω της απουσίας χρήσης της στις διαδικασίες στο παρόν σύστημα.

Τόσο στην καλλιέργεια που συντελείται στο θερμοκήπιο όσο και στην υπαίθρια καλλιέργεια η μεγαλύτερη αρνητική επίπτωση προκαλείται στην κατηγορία ορυκτά καύσιμα ενώ σημαντικές επιπτώσεις παρατηρούνται και στις κατηγορίες οικοτοξικότητας και ευτροφισμού.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην υπαίθρια καλλιέργεια παρουσιάζονται σημαντικότερες επιπτώσεις στην χρήση γης κι αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για τις ανάγκες της άρδευσης που είναι πιο μεγάλες σε σχέση με την καλλιέργεια σε θερμοκήπιο.

Εμφανής όμως είναι και η μεγαλύτερη συνεισφορά της υπαίθριας καλλιέργειας στις κατηγορίες επιπτώσεων οικοτοξικότητας και οξίνισης / ευτροφισμού λόγω της ανάγκης χρήσης περισσότερων ζιζανιοκτόνων.

Όσον αφορά την καλλιέργεια σε θερμοκήπιο φαίνεται να υπερτερεί στις αναπνεύσιμες οργανικές και αναπνεύσιμες ανόργανες ουσίες, στην κλιματική αλλαγή, στα καρκινογόνα, στην λέπτυνση της στοιβάδας του όζοντος και στα ορυκτά καύσιμα.



Σχήμα 4.16: Χαρακτηρισμός ανά κατηγορία επίπτωσης

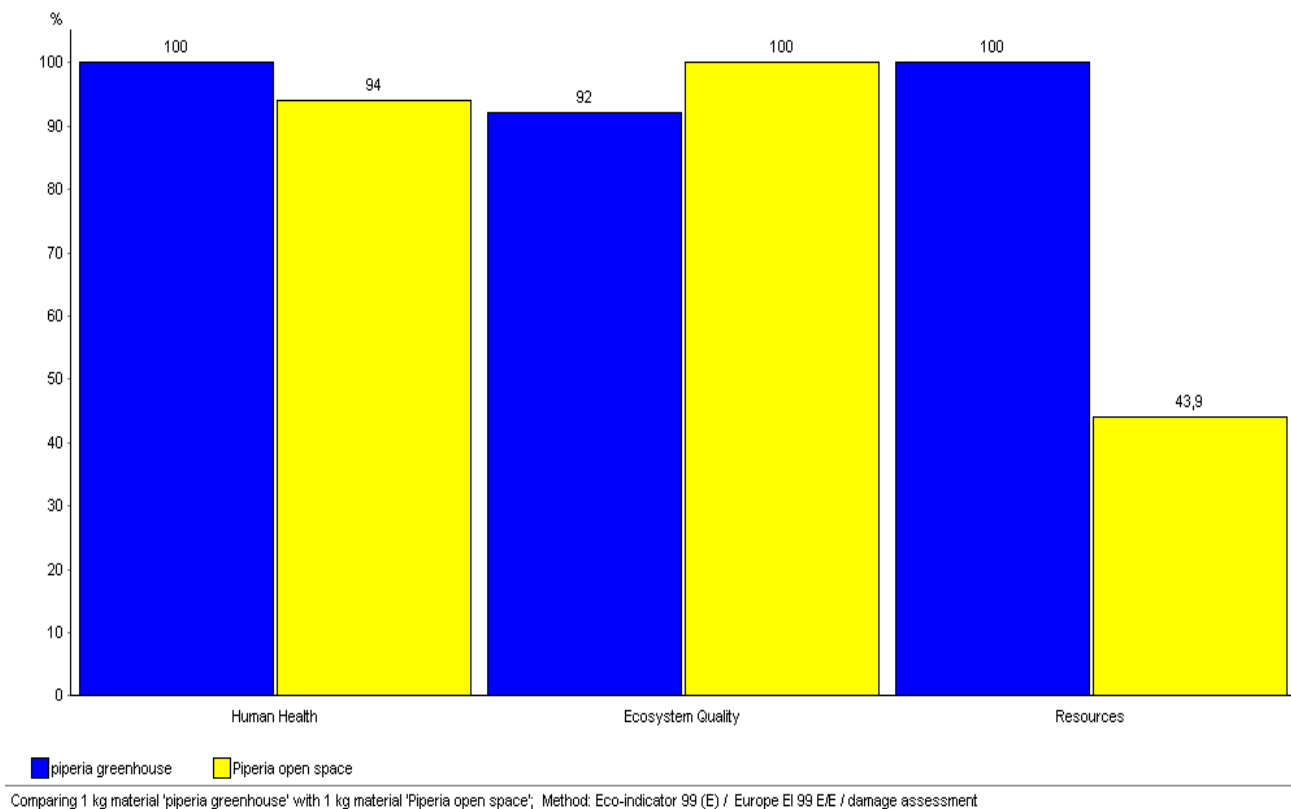
4.7.3.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων

Με τη δημιουργία τριών ευρύτερων κατηγοριών επιπτώσεων μετά από άθροιση των 11 κατηγοριών είναι εφικτή η σύγκριση των δύο καλλιεργητικών τεχνικών με βάση την συμβολή τους σε κάθε μια από τις κατηγορίες επιπτώσεων.

Πίνακας 4.16: Αποτελέσματα εκτίμησης επιπτώσεων συνολικά

Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Πιπεριά Θερμοκηπίου	Πιπεριά υπαίθρια
Ανθρώπινη Υγεία	DALY	0.000000174	0.000000164
Ποιότητα Οικοσυστήματος	PDF*m2yr	0.00778	0.00845
Φυσικοί Πόροι	MJ surplus	0.275	0.121

Έτσι λοιπόν, στην κατηγορία επιπτώσεων που αφορά την ανθρώπινη υγεία αλλά και στην κατηγορία των φυσικών πόρων φαίνεται να συμβάλλει περισσότερο η καλλιέργεια στο θερμοκήπιο ενώ η ποιότητα του οικοσυστήματος επηρεάζεται περισσότερο από την υπαίθρια καλλιέργεια.



Σχήμα 4.17: Συνολική εκτίμηση επιπτώσεων

Μάλιστα όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα 4.17 στην κατηγορία των φυσικών πόρων η καλλιέργεια στο θερμοκήπιο συμβάλλει σε διπλάσιο βαθμό σε σχέση με την υπαίθρια καλλιέργεια.

Όσον αφορά την ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα του οικοσυστήματος η διαφορά μεταξύ των δύο καλλιεργητικών τεχνικών δεν είναι τόσο αξιόλογη.

4.7.3.3 Κανονικοποίηση

Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

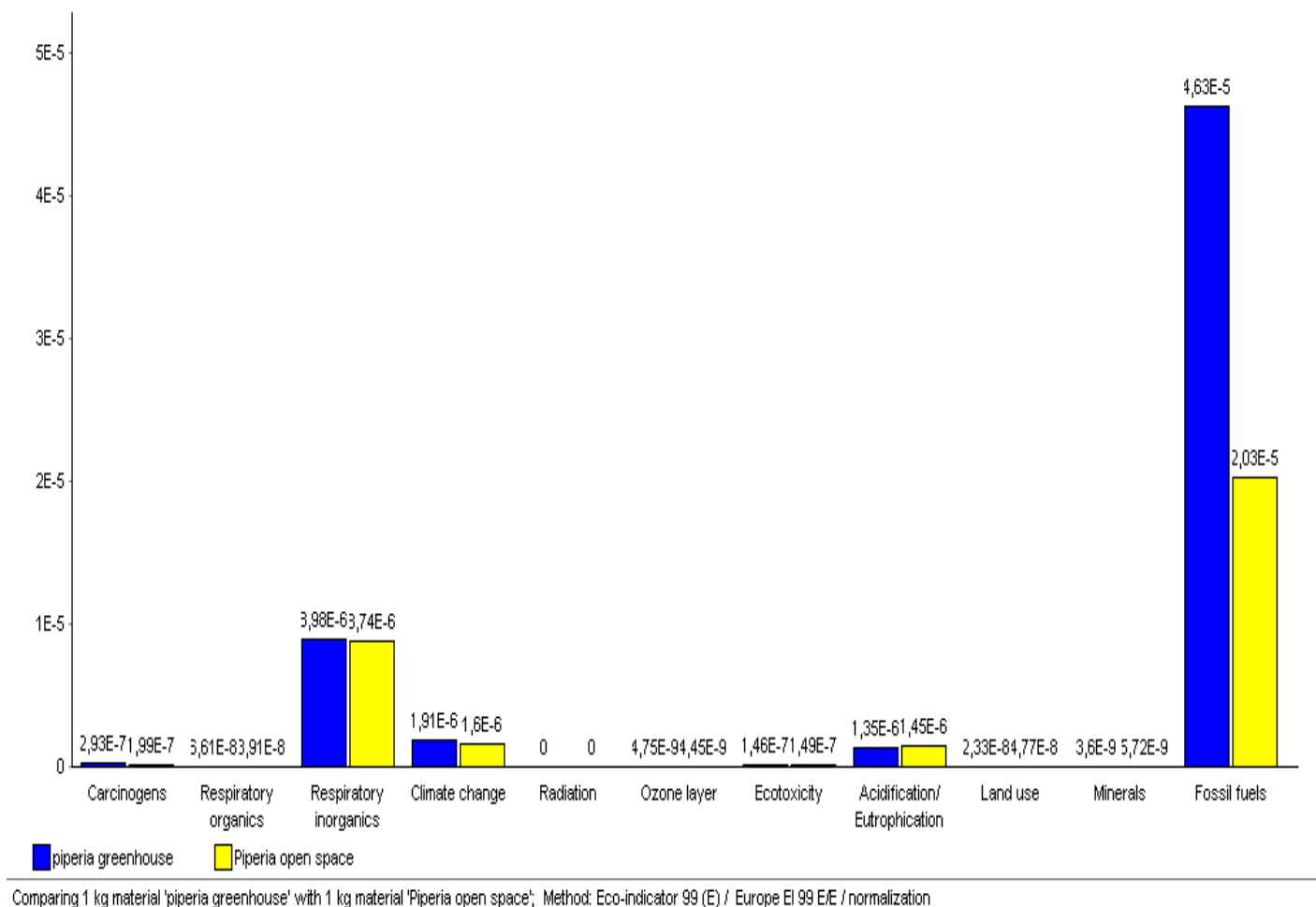
Με την μέθοδο της κανονικοποίησης προβάλλεται με σαφήνεια η βαρύτητα που έχει η κάθε μια από τις κατηγορίες επιπτώσεων σε κάθε καλλιεργητική τεχνική.

Μέσα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στον πίνακα 4.17 προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη βαρύτητα από όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων παρουσιάζουν τα ορυκτά καύσιμα.

Πιο συγκεκριμένα, η καλλιέργεια της πιπεριάς σε θερμοκήπιο φαίνεται να προκαλεί την πιο σημαντική επίδραση που είναι αυτή που σχετίζεται με τα ορυκτά καύσιμα.

Πίνακας 4.17: Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Πιπεριά Θερμοκηπίου	Πιπεριά Υπαίθρια
Καρκινογόνες Ουσίες		0.000000293	0.000000199
Αναπνεύσιμες Οργανικές Ουσίες		6.61E-08	3.91E-08
Αναπνεύσιμες Ανόργανες Ουσίες		0.00000898	0.00000874
Κλιματική Αλλαγή		0.00000191	0.0000016
Ακτινοβολία		x	x
Στοιβάδα Όζοντος		4.75E-09	4.45E-09
Οικοτοξικότητα		0.000000146	0.000000149
Οξίνιση / Ευτροφισμός		0.00000135	0.00000145
Χρήση Γης		2.33E-08	4.77E-08
Ορυκτά		3.6E-09	5.72E-09
Ορυκτά Καύσιμα		0.0000463	0.0000203



Σχήμα 4.18: Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

Στο σχήμα 4.18 μεγάλη βαρύτητα και στις δύο καλλιεργητικές τεχνικές φαίνεται να έχει η κατηγορία επίπτωσης που αφορά τα ορυκτά καύσιμα με μεγάλη συμβολή της καλλιέργειας σε θερμοκήπιο.

Εξίσου σημαντική και στις δύο καλλιεργητικές τεχνικές είναι η επίπτωση των αναπνεύσιμων ανόργανων ενώσεων.

Η κλιματική αλλαγή ανήκει κι αυτή στις κατηγορίες που παρουσιάζουν κάποιο βαθμό σημαντικότητας.

Σημαντική αλλά σε μικρό βαθμό είναι και η επίπτωση που σχετίζεται με την οξίνιση/ ευτροφισμό στην συνεισφορά της οποίας δεν διαφέρουν σημαντικά οι δύο καλλιεργητικές τεχνικές ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες επιπτώσεων δεν φαίνεται να έχουν αξιόλογη βαρύτητα.

Κανονικοποίηση Συνολικά

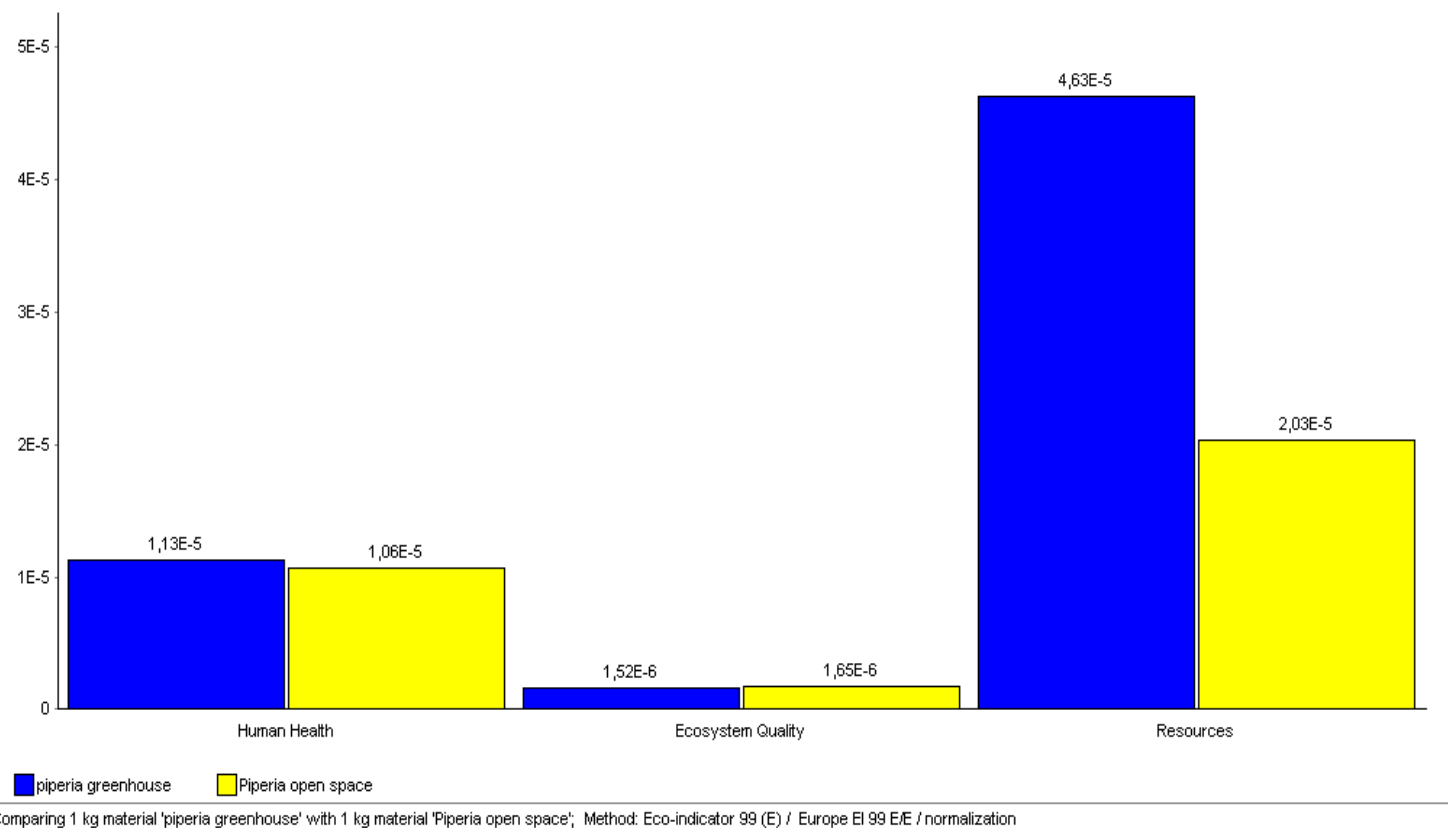
Πίνακας 4.18: Αποτελέσματα κανονικοποίησης συνολικά

Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Πιπεριά θερμοκηπίου	Πιπεριά Υπαίθρια
Ανθρώπινη Υγεία		0.0000113	0.0000106
Ποιότητα Οικοσυστήματος		0.00000152	0.00000165
Φυσικοί Πόροι		0.0000463	0.0000203

Παρατηρώντας τον πίνακα 4.18 προκύπτει η κατηγορία φυσικών πόρων είναι αυτή που συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη βαρύτητα και μάλιστα η μεγαλύτερη συμβολή στην συγκεκριμένη επίπτωση προέρχεται από την καλλιέργεια της πιπεριάς σε θερμοκήπιο.

Υψηλός βαθμός σημαντικότητας διακρίνεται επιπλέον στην κατηγορία επίπτωσης που αφορά την ανθρώπινη υγεία με πιο βασική την συνεισφορά της καλλιέργειας σε θερμοκήπιο.

Όσον αφορά την ποιότητα του οικοσυστήματος δεν κρίνεται ιδιαίτερα αξιόλογη, αλλά στην συγκεκριμένη κατηγορία επίπτωσης η συμβολή της υπαίθριας καλλιέργειας είναι μεγαλύτερη.



Σχήμα 4.19: Διάγραμμα κανονικοποίησης συνολικά

Η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο συνεισφέρει πιο πολύ στην κατηγορία επίπτωσης των φυσικών πόρων που έχει την υψηλότερη βαρύτητα στις κατηγορίες επιπτώσεων, ενώ στην ανθρώπινη υγεία η συνεισφορά της υπαίθριας και της καλλιέργειας σε θερμοκήπιο δεν παρουσιάζουν τόσο μεγάλη διαφορά.

Λιγότερο σημαντική φαίνεται να είναι η κατηγορία που αφορά την ποιότητα του οικοσυστήματος.

4.7.3.4 Σκόρ Επιπτώσεων

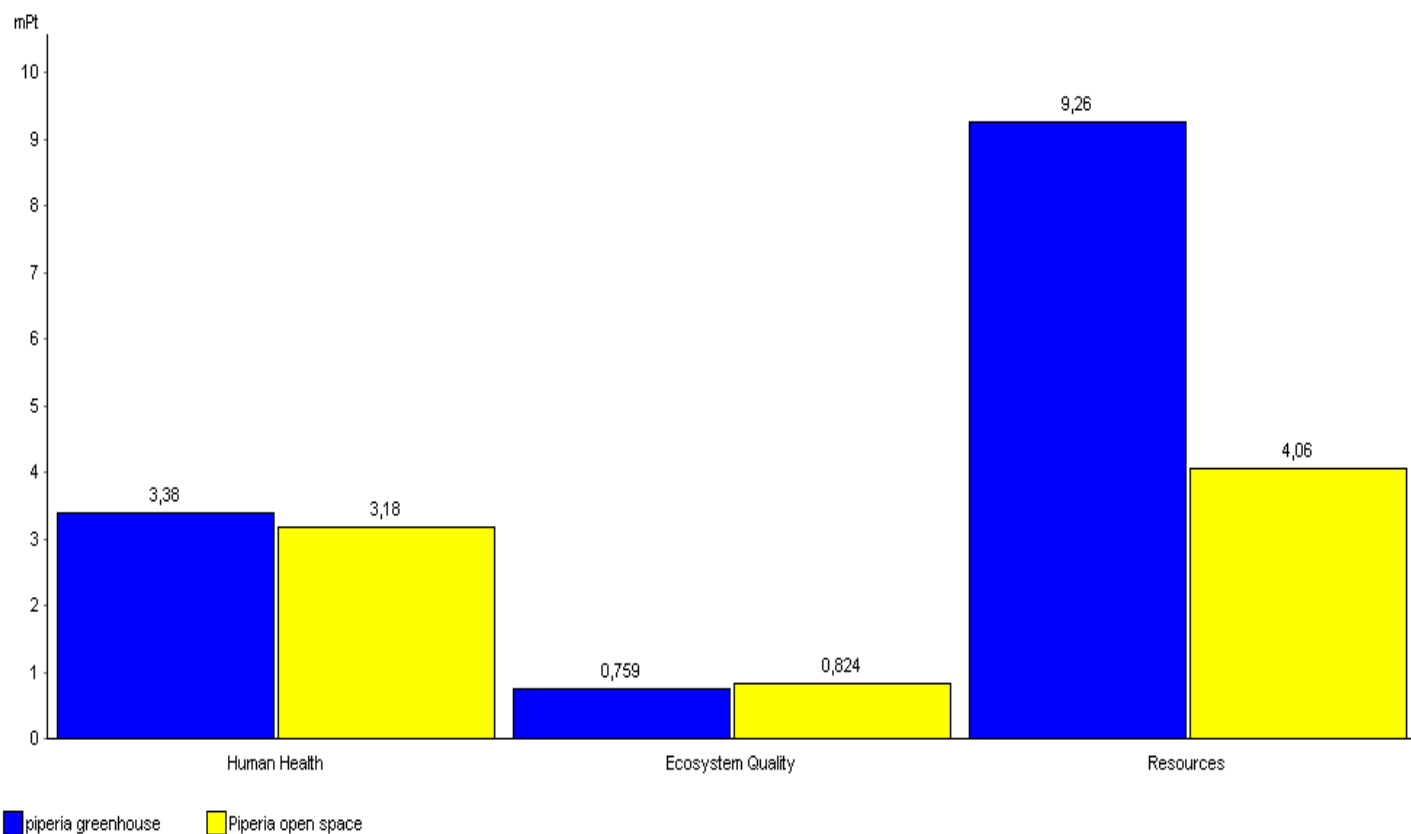
Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Πιπεριά θερμοκήπιου	Πιπεριά Υπαίθρια
Σύνολο	Pt	0.0134	0.00806
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0.00338	0.00318
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0.000759	0.000824
Φυσικοί Πόροι	Pt	0.00926	0.00406

Πίνακας 4.19: Συνολικό σκορ επιπτώσεων

Τα αποτελέσματα του περιβαλλοντικού σκορ για κάθε μια από τρεις ευρύτερες κατηγορίες επιπτώσεων δείχνουν ότι το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό σκορ καταγράφεται στην κατηγορία των φυσικών πόρων και πιο συγκεκριμένα από την καλλιέργεια πιπεριάς σε θερμοκήπιο (0.00926 Pt). Στην ίδια κατηγορία επίπτωσης το σκορ που καταγράφει η υπαίθρια καλλιέργεια είναι (0.00406 Pt).

Στην κατηγορία επίπτωσης της ανθρώπινης υγείας η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο συμβάλλει περισσότερο με σκορ (0.00338 Pt) ενώ στην κατηγορία της ποιότητας του οικοσυστήματος η υπαίθρια καλλιέργεια καταγράφει σκορ (0.000824 Pt) ενώ η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο (0.000759 Pt).

Συνολικά η καλλιέργεια πιπεριάς σε θερμοκήπιο συγκεντρώνει σκορ (0.0134 Pt) ενώ η υπαίθρια καλλιέργεια (0.00806 Pt)



Comparing 1 kg material 'piperia greenhouse' with 1 kg material 'Piperia open space'; Method: Eco-indicator 99 (E) / Europe EI 99 E/E / weighting

Σχήμα 4.20: Συνολικό σκορ επιπτώσεων

4.7.3.5 Περιβαλλοντικό σκόρ ανά τελική κατηγορία επιπτώσεων

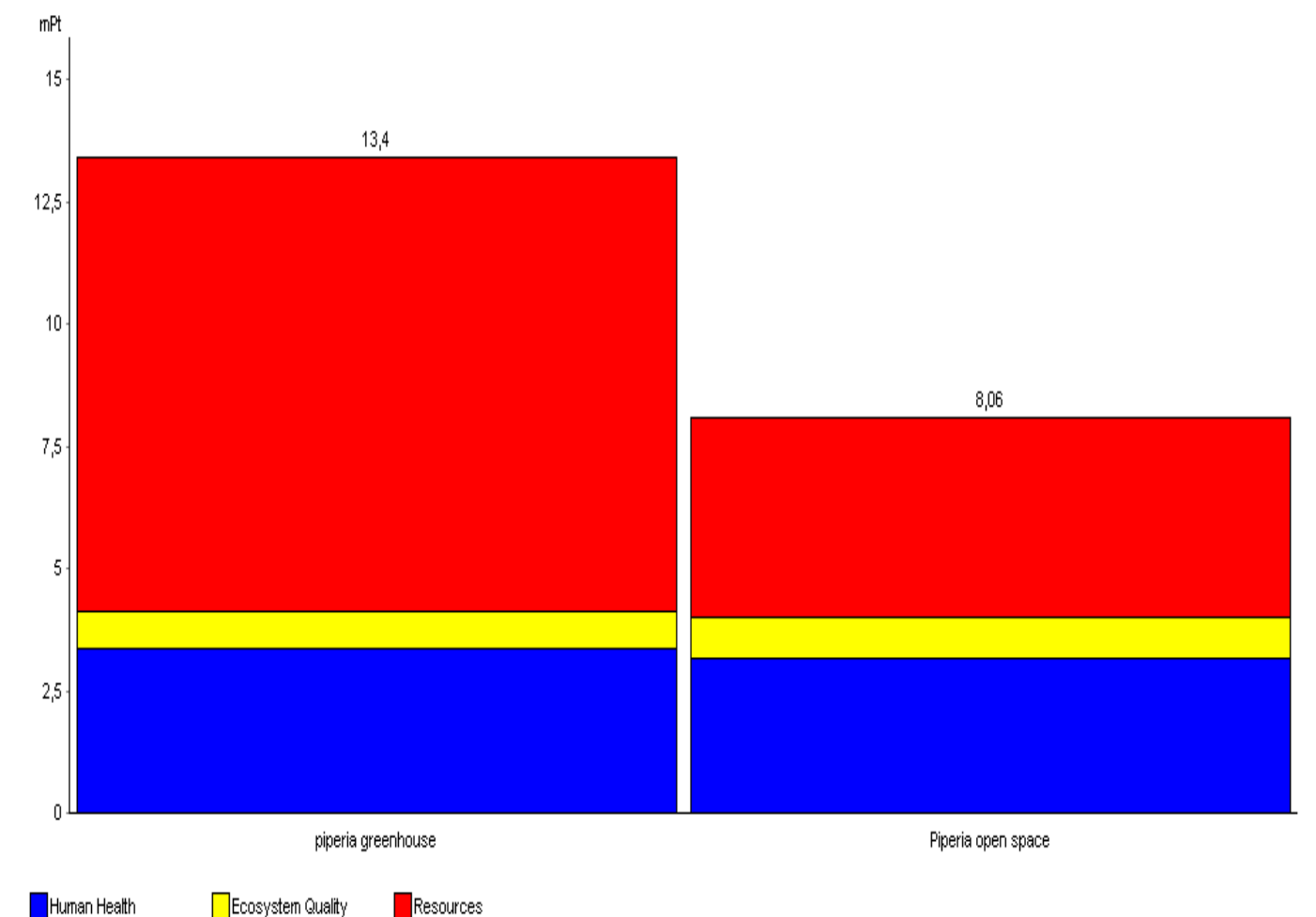
Πίνακας 4.20: Περιβαλλοντικό σκόρ ανά τελική κατηγορία επιπτώσεων

Κατηγορία Επίπτωσης	Μονάδα	Πιπεριά Θερμοκηπίου	Πιπεριά Υπαίθρια
Σύνολο	Pt	0.0134	0.00806
Ανθρώπινη Υγεία	Pt	0.00338	0.00318
Ποιότητα Οικοσυστήματος	Pt	0.000759	0.000824
Φυσικοί Πόροι	Pt	0.00926	0.00406

Στον πίνακα 4.20 και στο σχήμα 4.21 παρουσιάζεται το συνολικό σκόρ επιβάρυνσης του εξεταζόμενου συστήματος από κάθε καλλιεργητική τεχνική σε κάθε ευρύτερη κατηγορία επίπτωσης.

Όπως είναι εμφανές το μεγαλύτερο σκόρ σημειώνεται στους φυσικούς πόρους (0.00926 Pt) προερχόμενο από την καλλιέργεια σε θερμοκήπιο. Αυτό οφείλεται στην χρήση νάιλον που είναι απαραίτητο για την παραγωγική διαδικασία με βάση την συγκεκριμένη τεχνική.

Ακολουθεί η επιβάρυνση στην ανθρώπινη υγεία (0.00338 Pt) και τέλος στην ποιότητα του οικοσυστήματος (0.000759 Pt).



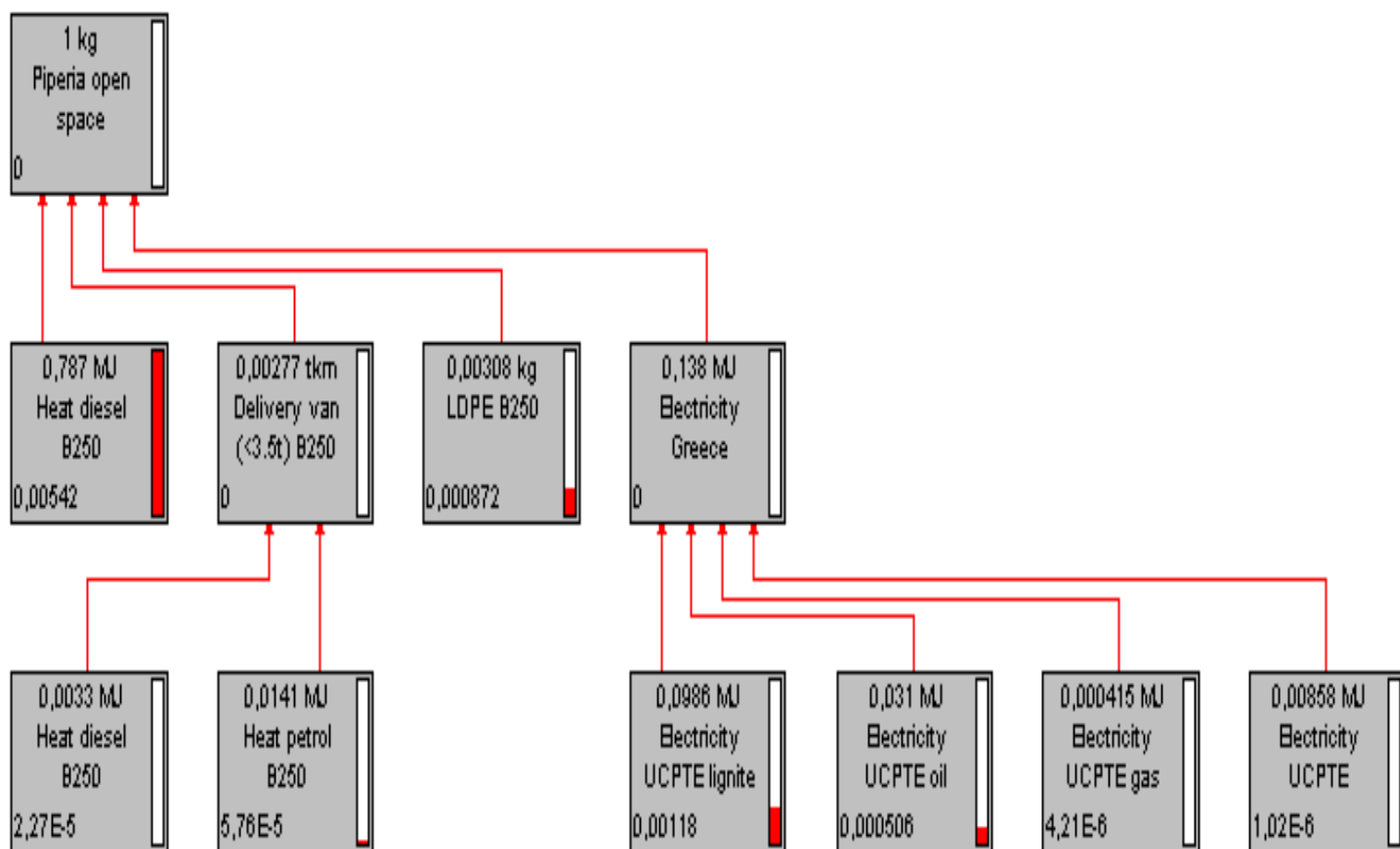
Comparing 1 kg material 'piperia greenhouse' with 1 kg material 'Piperia open space'; Method: Eco-indicator 99 (E) / Europe EI 99 E/E / single score

Σχήμα 4.21: Περιβαλλοντικό σκορ ανά τελική κατηγορία επιπτώσεων

Η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο σημειώνει το υψηλότερο περιβαλλοντικό σκορ σχετικά με την υπαίθρια καλλιέργεια.

Μάλιστα όπως προκύπτει κι από τη διαγραμματική απεικόνιση της συμβολής των δύο καλλιεργητικών τεχνικών σε κάθε μια από τις ευρύτερες κατηγορίες επιπτώσεων, η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο συνεισφέρει περισσότερο στην κατηγορία των φυσικών πόρων που είναι και η πιο σημαντική επίπτωση, ενώ αξιόλογη είναι και η συμβολή της στις επιπτώσεις που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία.

Η υπαίθρια καλλιέργεια κρίνεται λιγότερο επιβαρυντική αλλά συμβάλλει σε μεγαλύτερο βαθμό στην κατηγορία επίπτωσης που αφορά την ποιότητα του οικοσυστήματος.



Σχήμα 4.22: Δένδρο παραγωγικής διαδικασίας

5. Συμπεράσματα

Οι καλλιέργειες διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της επιφάνειας της γης και της ατμόσφαιρας, και με αυτόν τον τρόπο συνήθως επηρεάζουν τον καιρό και το κλίμα. Οι επιπτώσεις της φυτοκάλυψης μπορούν να ενισχύσουν τη μεταβλητότητα του κλίματος αυξάνοντας ή/και διευρύνοντας τα ακραία φαινόμενα όπως πλημμύρες και ξηρασίες.

Κατά την εξέταση των αλληλεπιδράσεων με το κλίμα, παρατηρείται έντονη ανησυχία για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από γεωργικές εργασίες, τα οποία συνδέονται με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας της γης.

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει την παραγωγή τροφίμων στις αγροτικές κοινότητες και την άσκηση της γεωργίας μέσα από τις μακροπρόθεσμες αλλαγές στα οικοσυστήματα και από την αυξημένη συχνότητα και ένταση των ακραίων φαινομένων όπως καύσωνες, ξηρασίες, πλημμύρες, κυκλώνες, κατολισθήσεις και εξάρσεις ασθενειών.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρθηκαν οι απόψεις του IPCC «Κλιματική Αλλαγή 2007» που αφορά στην μεταβλητότητα του κλίματος. Μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση σχολιάστηκαν αφενός οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών, οι επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στα φυτά, και αφετέρου η συμβολή της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή. Επίσης προτάθηκαν μέτρα προσαρμογής της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή.

Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει ότι οι επιπτώσεις του καιρού και του κλίματος στη γεωργία είναι τόσο πολλαπλές που η βελτίωση των αποφάσεων και η μείωση της έκθεσης σε κλιματικό κίνδυνο είναι θεμελιώδεις για να διατηρηθούν επαρκή πρότυπα παραγωγής και να ενισχυθεί η βιώσιμη γεωργία.

Οι αναλύσεις σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης έχουν δείξει ότι όταν η προσαρμογή εφαρμόζεται πλήρως, είναι δυνατόν να γίνουν μεγάλες μειώσεις των δυσμενών επιδράσεων από την κλιματική αλλαγή.

Η υιοθέτηση σωστών και περιβαλλοντικά βιώσιμων πρακτικών στον τομέα αυτό μπορεί να έχει θετική επιρροή στο κλίμα, επιτρέποντας την ίδια τη γεωργία να ενεργήσει θετικά για να αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή.

Στα πλαίσια της αειφόρου γεωργίας εντάσσονται η βιολογική γεωργία και η ολοκληρωμένη διαχείριση, θέματα που αναπτύσσονται στο δεύτερο κεφάλαιο.

Η βιολογική γεωργία αναφέρεται σε ένα σύστημα γεωργικής παραγωγής, φυτικών και ζωικών προϊόντων στο οποίο δεν χρησιμοποιούνται χημικά γεωργικά φάρμακα και ανόργανα χημικά λιπάσματα.

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Γεωργικής Παραγωγής αποσκοπεί στη διαχείριση της αγροτικής εκμετάλλευσης με τρόπο που να οδηγεί στην παραγωγή ποιοτικών και οικονομικά αποδεκτών προϊόντων, ενώ παράλληλα διατηρείται και αναβαθμίζεται το περιβάλλον. Συνδυάζει ολιστικά βιολογικές, χημικές, φυσικές, τεχνολογικές μεθόδους, ενώ χαρακτηριστικό της αποτελεί η ενσωμάτωση των νέων μέσων στα ήδη υπάρχοντα συστήματα και όχι η αντικατάσταση κάποιου από αυτά.

Δεδομένου ότι δεν είναι δυνατή η πραγματοποίηση μιας διεργασίας ή δραστηριότητας η οποία δεν θα καταναλώνει ενέργεια και δεν θα επιβαρύνει το περιβάλλον αποδεσμεύοντας διαφόρων ειδών απόβλητα, το καλύτερο στο οποίο μπορεί να προσδοκά κανείς είναι η ελαχιστοποίηση τόσο της χρήσης της ενέργειας όσο και της αποδέσμευσης αποβλήτων. Το πρώτο βήμα προς το σκοπό αυτό είναι η ορθή καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης ώστε να αποτελέσει το υπόβαθρο με βάση το οποίο θα κριθεί και θα συγκριθεί κάθε μελλοντική προσπάθεια βελτίωσης.

Η Ανάλυση κύκλου Ζωής είναι μια τυποποιημένη μέθοδος η οποία επιτρέπει την ολοκληρωμένη καταγραφή, ποσοτικοποίηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μια υπηρεσία στο πλαίσιο μιας δεδομένης αναζήτησης.

Η ΑΚΖ ως εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης, συμβάλλει στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων μέσω της επιλογής των υλικών, της διαδικασίας αλλαγής του σχεδιασμού προϊόντων, της αυξημένης επαναχρησιμοποίησης, της εκμετάλλευσης των υποπροϊόντων και της ανακύκλωσης.

Στο τρίτο λοιπόν κεφάλαιο η βιβλιογραφική ανασκόπηση εστιάζει στην αξιολόγηση του κύκλου ζωής στον τομέα των τροφίμων. Παρουσιάζονται κάποιες μελέτες ΑΚΖ που έχουν διεξαχθεί για γεωργικά και βιομηχανικά τρόφιμα. Η ανασκόπηση στη βιβλιογραφία δείχνει ότι η γεωργική παραγωγή είναι η δυναμική ζώνη στον κύκλο ζωής των τροφίμων ενώ η ΑΚΖ μπορεί να βοηθήσει για να προσδιορίσει περισσότερες βιώσιμες επιλογές. Λόγω της πρόσφατης ανάπτυξης των μεθοδολογιών ΑΚΖ και των προγραμμάτων διάδοσης από τους διεθνείς και τοπικούς οργανισμούς, η χρήση της αυξάνεται γρήγορα στα γεωργικά και βιομηχανικά τρόφιμα.

Επίσης από τις μελέτες προκύπτει ότι όταν η ΑΚΖ συνδέεται με άλλες προσεγγίσεις παρέχει τις πιο αξιόπιστες και εκτενείς πληροφορίες στους περιβαλλοντικά συνειδητούς φορείς χάραξης πολιτικής, τους παραγωγούς, και τους καταναλωτές στην επιλογή των βιώσιμων προϊόντων και των διαδικασιών παραγωγής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η περιβαλλοντική αξιολόγηση της καλλιέργειας της πιπεριάς ορίζοντας αρχικά τον σκοπό, τα όρια του συστήματος, τη λειτουργική μονάδα,

περιγράφοντας αναλυτικά την καλλιέργεια της πιπεριάς, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από καλλιέργεια πιπεριάς σε θερμοκήπιο και από υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς και τέλος συγκρίνονται οι δύο καλλιεργητικές τεχνικές.

Με την μέθοδο της κανονικοποίησης προβλήθηκε με σαφήνεια η βαρύτητα που έχει η κάθε μια από τις κατηγορίες επιπτώσεων σε κάθε καλλιεργητική τεχνική.

Το βασικό συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι κατά την παραγωγή της πιπεριάς και στις δύο καλλιεργητικές τεχνικές η πιο σημαντική επίπτωση σημειώνεται στην κατηγορία των φυσικών πόρων στην οποία συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό η χρήση νάιλον στην καλλιέργεια θερμοκηπίου και η κατανάλωση πετρελαίου για τις γεωργικές εργασίες στην υπαίθρια καλλιέργεια. Αξιοσημείωτες είναι και οι επιπτώσεις που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα του οικοσυστήματος λόγω της χρήσης φυτοφαρμάκων.

Προτάσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία θα μπορούσε να αποτελέσει έναυσμα για περαιτέρω διερεύνηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την αγροτική παραγωγή. Σε μια χώρα, όπως η Ελλάδα, όπου ο πρωτογενής τομέας καταλαμβάνει ένα τόσο μεγάλο ποσοστό, αδήριτη κρίνεται η ανάγκη εξέτασής του ως προς τις επιπτώσεις της αγροτικής παραγωγής στο περιβάλλον.

Κατά την ανασκόπηση βιβλιογραφικών πηγών και υπαρχουσών ερευνών ΑΚΖ που σχετίζονται με την εξέταση περιβαλλοντικών επιπτώσεων αγροτικών προϊόντων έγινε εμφανές ότι στην Ελλάδα το ποσοστό διεξαγωγής τους είναι πολύ μικρό.

Προτείνεται λοιπόν η περιβαλλοντική αξιολόγηση κι άλλων αγροτικών προϊόντων και ειδικά αυτών που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες και σε διάφορα γεωργικά συστήματα.

Στην παρούσα μελέτη το σύστημα που διερευνήθηκε αφορά την Ολοκληρωμένη Διαχείριση, επειδή όμως σε ένα μεγάλο μέρος καλλιεργειών εφαρμόζεται η συμβατική γεωργία κατά την οποία οι εισροές είναι πολύ περισσότερες θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον η εξέταση ενός τέτοιου συστήματος και ειδικά η σύγκρισή του με συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης ή βιολογικής γεωργίας.

Επίσης στο εξεταζόμενο σύστημα δεν λήφθηκαν υπόψη εισροές από μηχανισμούς θέρμανσης ή εξαερισμού καθώς το σύστημα καλλιέργειας θερμοκηπίου που μελετήθηκε τοποθετείται σε περιοχή της Κρήτης όπου το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων δεν έχουν θέρμανση.

Από την εξέταση όμως κάποιου συστήματος σε άλλη περιοχή όπου οι κλιματολογικές συνθήκες δεν είναι τόσο ήπιες σίγουρα θα προέκυπταν τελείως διαφορετικά αποτελέσματα.

Με την εφαρμογή της AKZ παρέχεται μια πιο σφαιρική αντίληψη για τις επιπτώσεις της γεωργίας στο περιβάλλον, ενώ καθίσταται εφικτός ο εντοπισμός των σημείων εκείνων που επιδέχονται βελτίωση, επιτυγχάνοντας τη Βιώσιμη Ανάπτυξη.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

Andersson, K., Ohlsson, T. and P. Olsson (1998), “Screening life cycle assessment (LCA) of tomatoketchup: a case study”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 6, pp. 277

Anwar, M.R., O’Leary, G., McNeil, D., Hossain H., Nelson, R., (2007), “Climate change impact on rainfed wheat in south-eastern Australia”, *Field Crops Research*, Vol. 104, 139–147

Ashmore, M. R., (2005), “Assessing the future global impacts of ozone on vegetation. Plant”, *Cell and Environment*, Vol. 28, 942-964.

Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M.J., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A., Perfecto, I., (2007), “Organic agriculture and the global food supply”. *Renewable Agriculture and Food Systems*, Vol.22, 86-108.

Bakker J.C., Bot G.P.A., Challa H., Van de Braak N.J.,(1995), “*Greenhouse climate control*”, Wageningen Pers

Batchelor, C., (1999), “Improving water use efficiency as part of integrated catchment management”. *Agricultural Water Management*, Vol.40, 249-263.

Baumgartner T., Rubik F. (1993), “Evaluation Techniques for Eco-Balances and Life Cycle Assessment”, *European Environment*, No 3, pp. 18-22.

Berglund R. L., Lawson C. T. (1992), “Preventing Pollution in the CPI”, *Chemical Engineering*, February Supplement, pp. 17-30

Bi, P., Parton, K.A. (2008), “Effect of climate change on Australian rural and remote regions: What do we know and what do we need to know?” *Australian Journal of Rural Health*, Vol.16 (1), 2-4.

Bingham G, Ervin C. (1991), «Getting the Source - Strategies for Reducing Municipal Solid Waste, Executive Summary» - Excerpts from: “The Final Report of the Strategies for Source

Reduction Steering Committee”, *World Wild Fund and The Conservation Foundation*, Maryland.

Bobbink, R. and Lamers L.P.M., (2002), “Effects of increased nitrogen deposition”. In: Bell, J.N.B., and Treshow M., (eds) *Air Pollution and Plant Life*, Wiley, West Sussex, pp. 201-203

Bousted I. (1992), “Eco-Balance Methodology for Commodity Thermoplastics European Centre for Plastics in the Environment” - *PWMI*, Brussels.

Briassoulis D., Waaijenberg D., Gratraud J., von Eslner B., (1997), “Mechanical Properties of Covering Materials for Greenhouses”: Part 1, General Overview, *Journal of Agriculture Engineering Research*, Vol. 67, pp.81-96

Bridges J. S., Curran M. A., Hoagland N. T. (1994), “Industrial Pollution Research Opportunities Using Life-Cycle Assessment Methodologies”, Presented at the ASME Joint International Power Generation Conference, Phoenix, October 2-6.

Buendía, B., Allende,A., Nicolás, E., Alanrcón, J.J., Gil, M.I., (2008), “Effect of Regulated Deficit Irrigation and Crop Load on the Antioxidant Compounds of Peaches”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.56, 3601–3608.

Calvo, E., Martin C., Sanz, M.J., (2007), “Ozone Sensitivity Differences in Five Tomato Cultivars: Visible Injury and Effects on Biomass and Fruits”, *Water, Air and Soil Pollution*, Vol.186, 176-181.

Burgess, A.A. und Brennan, D.J. (2001), “Application of life cycle assessment to chemical processes”, *Chemical Engineering Science*, Vol.56, 2589-2604.

Calatayud, A., Iglesias, D.J., Talón, M., Barreno, E., (2006), “Effects of long-term ozone exposure on citrus: Chlorophyll a fluorescence and gas exchange”, *Photosynthetica*, Vol.44 (4), 548-554.

Cederberg, C. and B. Mattsson (2000), “Life cycle assessment of milk production - a comparison of conventional and organic farming”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 8(1), pp. 49-60.

Ciambrone, D. (1997). “Environmental Life Cycle Analysis”, Lewis Publishers, New York.

Collins, C.D., Bell, J.N.B., (2002), “Effects of volatile organic compounds”. In: Bell, J.N.B., and Treshow M., (eds). *Air Pollution and Plant Life*, Wiley, West Sussex, pp. 173-186.

Cooper, P.J.M., Dimes, J., Rao K. P. C., Shapiro B., Shiferaw, B., Twomlow, S. (2008), “Coping better with current climatic variability in the rain-fed farming systems of sub-Saharan Africa: An essential first step in adapting to future climate change?” *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 126, 24–35.

Crescimanno, F. G., Germana, M. A., Meleti, M. R., Orecchio, S. and Vitale, M.C., (2000), “Secondary stress in several edible citrus cultivars caused by heavy metal air pollution”, *Aerobiologia*, Vol.16, 137–142.

Curran, M.A. (2000), “Life Cycle Assessment: An International Experience”, *Environmental Progress*, Vol.19(2), pp. 65-71

Curran M. A. (1993), “Broad-Based Environmental Life Cycle Assessment”, *Environ. Sci. Techno* no 1., Vol. 27, No 3, pp. 430-436.

Davison, A.W., and Cape, N.J., (2003), “Atmospheric nitrogen compounds—issues related to agricultural systems”, *Environment International*, Vol.29, 181– 187.

Dickey, J.H., (2000),. “Air pollution: Overview of sources and health effects”, Part VII *Disease-a-Month*, Vol.46, pp.566-589.

Douville H, Chauvin F, Planton S, Royer JF, Salas y Mélia D, Tyteca S (2002), “Sensitivity of the hydrological cycle to increasing amounts of greenhouse gases and aerosols”, *Climate Dynamics*, Vol.20, pp. 45–68.

Earl G., Moilanen T. (1995), “A Practical Model for Economic Evaluation of Environmental Investment”, *Chemical Technology Europe*, Vol. 2, No 5, pp. 17-19.

E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register, (2008), Available at <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l28149.htm>

Erisman, J.W., Bleeker, A., Galloway, J., Sutton, M.S., (2007), “Reduced nitrogen in ecology and the environment”, *Environmental Pollution*, Vol.150, 140-149.

FAOSTAT Data, (2009), <http://faostat.fao.org/faostat/>

Fagnano, M., Maggio, A., (2008), “Ozone Risk Assessment for European Vegetation”, *Italian Journal of Agronomy*, Vol.1, 3-5

Farmer, A., (2002), “Effects of particulates”. In: Bell, J.N.B., and Treshow M., (eds) *Air Pollution and Plant Life*, Wiley, West Sussex, pp. 187-200.

Fava J. A., Denison R., Jones B., Curran M. A., Vigon B. et al. (1991), “A Technical Framework for Life-Cycle Assessments”, SETAC Foundation, Vermont.

Fiscus, E. L., Fitzgerald, L., Burkey, B., Burkey K., (2005), “Crop responses to ozone: uptake, modes of action, carbon assimilation and partitioning”, *Plant, Cell and Environment*, Vol.28, 997–1011.

Flückiger, W., Braun, S., Hiltbrunner, E., (2002), “Effects of air pollution on biotic stress”. In: Bell, J.N.B., and Treshow M., (eds), *Air Pollution and Plant Life*, Wiley, West Sussex, pp. 379-406.

Fouhy K. (1993), “Life Cycle Analysis Sets New Priorities”, *Chemical Engineering*, Vol. 100, No 7, pp. 30-39.

Fuhrer, J., (2003), “Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol.97, 1–20.

Fumagalli, I., Gimeno, B.S., Velissariou, D., De Temmerman L., Mills G., (2001), “Evidence of ozone-induced adverse effects on crops in the Mediterranean region”, *Atmospheric Environment*, Vol.35, 2583-2587.

Goumenaki, E., Fernandez I.G., Papanikolaou A., Papadopoulou D., Askianakis C., Kouvarakis G., Barnes J., (2007), “Derivation of ozone flux-yield relationships for lettuce: A key horticultural crop”, *Environmental Pollution*, Vol.146, 699-706.

Grantz, D.A., Garnerb, J.H.B, Johnson, D.W., (2003), “Ecological effects of particulate matter”, *Environment International*, Vol.29, 213– 239.

Hospido, A., Moreira, M. T. and G. Feijoo, (2003), “Simplified life cycle assessment of galician milk production”, *International Dairy Journal*, Vol.13, pp.783-796

Hulme M, Crossley J, Lister D, Briffa KR, Jones PD (2000), “Climate observations and GCM validation”. Interim Annual Report to the Department of the Environment, Transport and the Regions, April 1999 to March 2000, CRU, Norwich.

Iglesias, D.J., Calatayud, A., Barreno, E., Primo-Milo, E., Talon, M., (2006), “Responses of citrus plants to ozone: leaf biochemistry, antioxidant mechanisms and lipids peroxidation”, *Plant Physiology and Biochemistry*, Vol.44, 125-131.

IPCC WG I (2007), “Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I. In: Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” (eds Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL), pp. 38, 39, 40, 54, 73, 74, 85, 872. *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC WG II (2001), “Climate change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II. In: Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” (eds Houghton JTY, Ding DJ, Griggs M, Noguera M, van der Linden PJ, Dai X, Maskell

K, Johnson CA), pp. 249, 250, 251, 273, 278, 285, 289, 290, 296. *Cambridge University Press*, Cambridge, New York, NY, USA.

ISO 14040 (1997), “Environmental Management – Life Cycle Assessment - Principles and Framework”. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

ISO 14041 (1998), “Environmental Management – Life Cycle Assessment – Goal and Scope Definition and Inventory Analysis”. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

ISO 14042 (2000), “Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment”. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

ISO 14043 (2000), “Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Interpretation”. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Jackson S. L. (1994), “Certification of Environmental Management Systems - ISO 9000 and Competitive Advantage”, *Environmental TQM*, McGraw - Hill, pp. 33-42.

Jain, V., Pal, M., Raj A., and Khetarpal, S., (2007), “Photosynthesis and nutrient composition of spinach and fenugreek grown under elevated carbon dioxide concentration”, *Biologia plantarum*, Vol.51 (3), 559-562.

Jarvis, A., Lane, A., Hijmans R.J., (2008), “The effect of climate change on crop wild relatives”. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol.126, 13–23.

Khan, M.R., and Khan, M.W., (1999), “Effects of intermittent ozone exposures on powdery mildew of cucumber”, *Environmental and Experimental Botany*, Vol.42, 163–171.

Kloppfer W. (1992), “Survey of Activities, Life-Cycle Assessment”, Workshop Report, *Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, April, pp. 29-33.

Koroneos, C., Roumbas, G., Gabari, Z., Papagiannidou, E. and N. Moussiopoulos (2005), "Life cycle assessment of beer production in Greece", *Journal of Cleaner Production*, Vol.13, pp. 433 – 439.

Legge A.H., and Krupa S.V., (2002), "Effects of sulphur dioxide". In: Bell, J.N.B., and Treshow M., (eds) , *Air Pollution and Plant Life*, Wiley, West Sussex, pp. 135-162.

Lindfors L. -G. (1992), "Evaluation in Relation to Applications of LCA, Life-Cycle Assessment", Workshop Report, Society of Environmental Toxicology and Chemistry, April, pp. 107-109

Marisa, C., Almelda, R., and Teresa M., Vasconcelos, S.D., (2003), "Lead contamination in portuguese red wines from Douro region: from the Vineyard to the final product", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.51, 3021-3023

McCune, D.C., Weinstein, L.H., (2002), "Effects of fluorides", In: Bell, J.N.B., and Treshow M., (eds) *Air Pollution and Plant Life*, Wiley, West Sussex, pp. 163-172.

Mills, G., Holland, M., Buse, A., Cinderby, S., Hayes, F., & Emberson, L. D, (2003), "Introducing response modifying factors into a risk assessment for ozone effects on crops in Europe", In G. P. Karlsson, G. Sellden, & H. Pleijel (Eds.), *Establishing ozone critical levels II*. UNECE Workshop Report. IVL report B 1523 (pp. 74–88). Gothenburg, Sweden: Swedish Environmental Research Institute.

Mimikou, M.A., Kanellopoulou S.P., Baltas E.A., (1999), "Human implication of changes in the hydrological regime due to climate change in Northern Greece", *Global Environmental Change*, Vol.9 139-156.

Mitchell TD, Hulme M, New M., (2002), "Climate data for political areas", *Area*, Vol.34, pp.109-112.

Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D., Gaillard, G., (2005), “Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau”. *Schriftenreihe der FAL* 58. FAL Reckenholz, Zürich.

Niggli, U., Fliessbach, A., Schmid, H. and Kasterine, A., (2007), “Organic farming and climate change”. International Trade Centre UNCTAD/WTO, Geneva, p.27

Öko-Institut, (2007). Arbeitspapier: Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Authors: Fritsche U. and Eberle U. Öko-Institut Darmstadt. Download at the Öko-Institut

Ortiz, R., Sayre, K. D., Govaerts, B., Gupta, R., Subbarao, G.V., Ban, T., Hodson, D., Dixon, J.M., Ortiz-Monasterio, J.I., Reynolds, M., (2008), “Climate change: Can wheat beat the heat?”, *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Vol.126, 46-58.

Pelfini, M., Santilli, M., (2008), “Frequency of debris flows and their relation with precipitation: A case study in the Central Alps, Italy”, *Geomorphology*, Vol.101, pp. 721-730.

Piementel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., Seidel, R., (2005), “Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems”, *Bioscience*, Vol.55, pp.573-582.

Qaderi, M.M., Kurepin, L.V., Reid, D.N., (2006), “Biochemical and ultra structural changes in plant foliage exposed to auto-pollution”, *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol.120, pp.585–602.

Qadir, M., Boers, Th.M., Schubert, S., Ghafoor, A., Murtaza, G., (2003), “Agricultural water management in water-starved countries: challenges and opportunities”, *Agricultural Water Management*, Vol.62, pp.165–185.

Ribas, A., and Peñuelas, J., (2000), “Effects of ethylene diurea as a protective antiozonant on beans (*Phaseolus vulgaris* cv. Lit) exposed to different tropospheric ozone doses in Catalonia (NE Spain)”, *Water, Air and Soil Pollution*, Vol.117, pp.263–271.

Rozakis S., Soldatos P., Papadakis G., Kyritsis S., Papantonis D., (1997), “Evaluation of an Integrated Renewable energy System for Electricity Generation in Rural Areas”, *Energy Policy*, Vol. 25 (3), pp. 337-347

Ross Hume Hall (1990), “Health and the Global Environment”, *Policy Press*, UK.

Rubik F., Baumgartner T., (1992), “Technological Innovation in the Plastics Industry and its Influence on the Environmental Problems of the Plastic Waste: Evaluation of Eco-Balances”, Monitor - Sast Activity (sast project No 7), Commission of the European Communities, Brussels.

Salomone R., (2003), “Life cycle assessment applied to coffee production: investigating environmental impacts to aid decision making for improvements at company level”, *Science and Technology, Food, Agriculture & Environment* Vol.1(2), pp. 295-300.

Schröder, W., Schmidt, G., Hasenclever, J., (2006), “Geostatistical analysis of data on air temperature and plant phenology from Baden-Württemberg (Germany) as a basis for regional scaled models of climate change”, *Environmental Monitoring and Assessment*, pp. 27–43.

Seglin J. L. (1990), “The McGraw Hill 36 - Hour Marketing Course”, McGraw, New York

Smith, P., D., Martino, Z., Cai, D., Gwary, H., Janzen, P., Kumar, B., McCarl, S., Ogle, F., O’Mara, C., Rice, B., Scholes, O., Sirotenko, (2007), “Agriculture. In Climate Change (2007): Mitigation”. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer), *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Soja, G., Reichenauer, T.G., Eid, M., Soja, A-M., Schaber, R., Gangl, H., 2004. “Long-term ozone exposure and ozone uptake of grapevines in open-top chambers”. *Atmospheric Environment*, Vol.38, pp.2313-2321.

Sullivan M. S., Ehrenfeld J. R. (1994), "Reducing Life Cycle Environmental Impacts: An Industry Survey of Emerging Tools and Programs", *Environmental TQM*, McGraw-Hill, pp. 283-304.

Thompson, C., R., Gerrit K., and Hensel, G.E., (1971), "Effects of ambient levels of NO₂ on Navel Oranges", *Environmental Science and Technology*, Vol.5, pp. 1017-1019.

Trigui M., Barrigton S., Gauthier L., (2001), "A Strategy for Greenhouse Climate Control", Part I: Model Development, *Journal of Agriculture Engineering Research*, Vol. 78, pp. 407-413

Wright R. (2005), "Environmental Science toward a sustainable future", Pearson Education, Inc.

Vandermeiren, K., Black, C., Pleijel, H., De Temmerman, L., (2005), "Impact of rising tropospheric ozone on potato: Effects on photosynthesis, growth productivity and yield quality", *Plant, Cell and Environment*, Vol.28, pp.982–996.

Verma, A. and Singh S. N., (2006), "Biochemical and ultra structural changes in plant foliage exposed to auto-pollution", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol.120, pp.585 602.

Vigon B. W., Tolle D. A. (1993), "Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles", U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Vohrer M. (1992), "Waste Management in a Closed - Loop Economy", *Beverage Can Makers Europe News*, Nr 7, December, pp. 1-3.

Von Elsner B., Briassoulis D., Waaijenberg D., Mistriotis A., von Zabeltitz C., Graatrad J., Russo G., Suay- Cortes R., (2000a), "Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouse in European Union Countries": Part I, Design Requirements, *Journal of Agriculture Engineering Research*, Vol. 75, pp. 1-16

Von Elsner B., Briassoulis D., Waaijenberg D., Mistriotis A., von Zabeltitz C., Graatrad J., Russo G., Suay- Cortes R., (2000b). "Review of Structural and Functional Characteristics of

Greenhouse in European Union Countries”: Part II, Typical Designs, *Journal of Agriculture Engineering Research*, Vol. 75, pp. 111-126

Wallace, J.S., (2000), “Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol.82, pp.105–119

Wang G, (2005), “Agricultural drought in a future climate: results from 15 global climate models participating in the IPCC 4th assessment”, *Climate Dynamics*, Vol.25, pp.739–753.

Ελληνική

Αμπελιώτης, Κ. (2002), «Η εφαρμογή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στη Διαχείριση των Συσκευασιών». Πρακτικά 1ου Εθνικού Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Φεβρουάριος 2000, Αθήνα.

Βαλαβανίδης, Α., (2007). «Προβλήματα περιβαλλοντικής τοξικολογίας ρύπανση του εδάφους από τοξικές ουσίες», Κεφαλαίο 1ο, 3ο, 5ο.Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Βακαλουνάκης, Δ., (2006), «Η φυτοπροστασία στη βιολογική γεωργία. Γενικές αρχές & μέθοδοι», Σ.Τ.Ε.Γ., Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο.

Βλοντάκη, Γ., Δεσύλλα, Μ., Μπίστη, Μ., (2000), «Στοιχεία βιολογικής γεωργίας» , Β Τάξη ΤΕΕ, Τομέας Γεωπονίας τροφίμων και περιβάλλοντος, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

Βλούτογλου Ε. (2000), «Μυκητολογικές ασθένειες της πιπεριάς», *Γεωργία – Κτηνοτροφία*, Τεύχος 10: 38-54.

Γιαννοπολίτης, Κ., (2005), «Οδηγός γεωργικών φαρμάκων», Αγρότυπος, Αθήνα

Δημητράκης Κ.Γ.,(1998), «Λαχανοκομία», Εκδ. Αγρότυπος, Αθήνα

Ευρωπαϊκή Επιτροπή , (2007). «Μεταρρύθμιση του τομέα των Οπωροκηπευτικών»

Καμπουράκης, Ε., (2002), «Βιολογική γεωργία.», Σ.ΤΕ.Γ., Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο.

Καρυπίδης Φ., 2008. «Ειδικά Θέματα Ποιότητας. Εφαρμογές στη Γεωργία και στα Τρόφιμα», Ζήτη, Θεσσαλονίκη,

Λιγοξυγκάκης, Ε., (1999), «Οικολογική γεωργία & αειφόρος ανάπτυξη». Ημερίδα με θέμα: «Βασικές αρχές της βιολογικής γεωργίας, αξιολόγηση, προοπτικές και περιορισμοί στο νομό Δωδεκανήσου»

Λιγοξυγκάκης Ε. (2006), «Βιολογική Γεωργία», Σ.ΤΕ.Γ., Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο.

Λιγοξυγκάκης Ε., (2002), «Χημικά Σκευάσματα και Φυτοπροστασία», Σ.ΤΕ.Γ., Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο.

Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γ., (2001), «Θερμοκήπια, Περιβάλλον-Υλικά-Κατασκευή-Εξοπλισμός», Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε, Αθήνα

Μαλαθράκης Ν. (1992), «Η ανάπτυξη και η αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών στα θερμοκήπια.» Τριμερίδα Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Εχθρών και Ασθενειών Κηπευτικών σε Θερμοκήπια, Ιεράπετρα. σελ.139-157

Μαλαθράκης Ν. (1992), «Συνδυασμένη καταπολέμηση των ασθενειών του φυλλώματος των κηπευτικών και ανθέων υπό κάλυψη». Τριμερίδα «Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Εχθρών και Ασθενειών Κηπευτικών σε Θερμοκήπια», Ιεράπετρα. σελ.157-165.

Μαρούλης Α.Ι, Χατζηαντωνίου Μαρούλη Κ., Τσιομλεκτσής Α, Χρηστίδης Σ., (2004). «Χημεία και Καθημερινή Ζωή. Φυτοφάρμακα και Λιπάσματα. Η πράσινη Προσέγγιση», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο

Μελάς Δ., (2008). Ατμοσφαιρική ρύπανση. Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Μολασιώτης Α. (2005) , Βιολογική Καλλιέργεια της Ελιάς, Πτυχιακή διατριβή, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τ.Ε.Ι Μακεδονίας,

Μουσιόπουλος, Ν. (1999), «Ανάλυση Κύκλου Ζωής», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη

Ολύμπιος Χ.Μ. (2001), «Η Τεχνική της Καλλιέργειας των Κηπευτικών στα Θερμοκήπια». Αθ. Σταμούλης. Αθήνα.

ΟΠΕΓΕΠ ,(2009), Κατευθυντήρια οδηγία για την εφαρμογή του προτύπου agro2, Agrocet,2^η έκδοση

ΟΠΕΓΕΠ, (2004α), «Βιολογική Γεωργία». Ενημερωτικό φυλλάδιο, 16 σελίδες.

ΟΠΕΓΕΠ (2004β), «Ολοκληρωμένη Διαχείριση στη Γεωργική Παραγωγή», Ενημερωτικό φυλλάδιο, 16 σελίδες.

ΟΠΕΓΕΠ (1999α). «Πρότυπο Πειραματικής Εφαρμογής Agrocet Agro 2.1», Αθήνα, 11 σελίδες.

ΟΠΕΓΕΠ (1999β), «Πρότυπο Agrocet Agro 2.2», Αθήνα, 25 σελίδες.

Παναγόπουλος Χ.Γ.(1995), «Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών». Β΄ Έκδοση. Σταμούλη. Αθήνα.

Παναγόπουλος, Χ., (2000), «Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών», Σταμούλη, Αθήνα.

Παπαδάκη-Μπουρναζάκη, Μ., (2006), «Οι ζωικοί εχθροί των κηπευτικών και η αντιμετώπισή τους», Σ.ΤΕ.Γ., Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο.

Παπαδημητράκης Μ. (1992), «Κατάρτιση – εφαρμογή προγράμματος ολοκληρωμένης αντιμετώπισης εχθρών και ασθενειών στην τομάτα θερμοκηπίου.» Τριμερίδα Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση Εχθρών και Ασθενειών Κηπευτικών σε Θερμοκήπια Ιεράπετρα. σελ.191-197

Παπαηλιάκης, Μ., (2004), «Ο Ευρωπαϊκός κανονισμός 2092/91 περί βιολογικού τρόπου παραγωγής και η διαδικασία ελέγχου και πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων»

Παρασκευόπουλος Κ.,(2000), «Σύγχρονη λαχανοκομία», Ψυχάλου, Αθήνα

Πατεράκη Ε. (2007), Δυνατότητα Ανάπτυξης της Βιολογικής Ελαιοκαλλιέργειας στο Ν. Χανίων με Εδάφη στην Επαρχία Κισσάμου, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά

Πολυράκης Ι. Θ. (2003). «Περιβαλλοντική Γεωργία», Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα

Σιδηράς, Ν., (2005), «Βιολογική γεωργία-Φυτική παραγωγή»,ΔΗΩ, Αθήνα.

Σπαντιδάκης, Κ., (2002), «Βιολογικές καλλιέργειες στο θερμοκήπιο. Εμπειρίες-Πρακτικές», ΔΗΩ, Ρέθυμνο.

Σταμόπουλος, Δ. Κ.,(1999), «Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών», ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.

ΥΠΑΑΤ, (2007), Προοπτικές τομέα νωπών κηπευτικών

ΥΠΑΑΤ, 2006α. Μελέτη για τις Θερμοκηπιακές Καλλιέργειες, την Ελαιοκομία και την Αιγοπροβατοτροφία στην Κρήτη, στα πλαίσια επάρκειας βοσκοτόπων και προστασίας του περιβάλλοντος για την ολοκληρωμένη αγροτική ανάπτυξη της περιοχής ,Β φάση ΕΤΑΕΜ ΑΕ-Γεωπονικό πανεπιστήμιο Αθηνών

ΥΠΑΑΤ, 2006β. Ποιότητα και περιβάλλον. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Γεωργοοικονομικών & Κοινωνιολογικών Ερευνών, ΠΑΣΕΓΕΣ, Αθήνα

ΥΠΕΧΩΔΕ , (2007), Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικής Εκτίμησης για το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τη Βιομηχανία. Κεφάλαιο 6, σελ.28-31

Χατζημπίρος Κ. (2001), «Οικολογία, Οικοσυστήματα και Προστασία του Περιβάλλοντος», Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Χελλασιντ Α.Ε.,(1995), «Κηπευτικά», Γεωργική Τεχνολογία, Αθήνα

Χελλασιντ Α.Ε.,(2000), «Κηπευτικά», Γεωργική Τεχνολογία, Αθήνα

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

EISA, 2008, European Initiative For Sustainable Development in Agriculture.www.sustainable-agriculture.org

FAO, 2008, Low greenhouse Gas Agriculture Mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems 14p available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/Fao/oio/ai731e/ai78//e00.pdf>

ΕΣΥΕ, 2008. Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος, www.statistics.gr

ΚΕΠΕΑΝ, 2008 Κέντρο Περιφερειακής Ανάπτυξης Κρήτης και Νοτίου Αιγαίου, www.kepean.gr

ΟΠΕΓΕΠ, 2008 Οργανισμός Πιστοποίησης και Επίβλεψης Γεωργικών Προϊόντων, www.agrocert.gr

ΥΠΑΑΤ, 2008 Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, www.minagric.gr,

<http://www.europa.eu.int.com>

<http://www.agroplan.gr>

<http://www.spold.org>

<http://www.agrotypos.gr>

<http://www.Crete-region.gr>

<http://www.agrocert.gr>

<http://.www.Koppert.nl>

http://www.minenv.gr/11/00/SMPE.biomixania/kef_6_DA_100607.pdf

http://lap.physics.auth.gr/pms/upload/WEB_POLLUTION.DOC

http://www.chem.uoa.gr/courses/organiki_1/oikotoxikologia/

www.sustainable-agriculture.org

www.statistics.gr

www.kepean.gr

www.minagric.gr,

Παράρτημα

ι) Πίνακας απογραφής δεδομένων από την καλλιέργεια σε θερμοκήπιο

Emission compartment	Substance	Unit	Delivery van (<3.5t) B250	Electricity Greece	Heat diesel B250	LDPE B250	piperia greenhouse
Non material emission	radioactive substance to air	Bq	46.1	605	742	10300	
Non material emission	radioactive substance to water	Bq	0.434	5.58	7.09	96.4	
Raw material	baryte	kg		0.00000558			
Raw material	bentonite	kg		0.00000223			
Raw material	calcium (Ca)	kg					0.000214
Raw material	cobalt (in ore)	kg		9.53E-14			
Raw material	herbicide	kg					0.00273
Raw material	K-fertiliser	kg					0.00179
Raw material	limestone	kg				0.00000482	
Raw material	magnesium (in ore)	kg					0.00011
Raw material	manure	kg					0.0714
Raw material	marl	kg		0.000105			
Raw material	methane (kg)	kg		0.00000345			
Raw material	N-fertiliser	kg					0.0015
Raw material	P-fertiliser	kg					0.00129
Raw material	palladium (in ore)	kg		1.16E-15			
Raw material	platinum (in ore)	kg		2.74E-15			
Raw material	rhenium (in ore)	kg		5.79E-16			

Raw material	rhodium (in ore)	kg		8.67E-16			
Raw material	rock salt	kg		0.0000027		0.000257	
Raw material	sand, clay	kg				0.000000643	
Raw material	silver	kg		3.43E-09			
Raw material	sulphur	kg					0.000357
Raw material	uranium (in ore)	kg	5.29E-10	6.94E-09	8.52E-09	0.000000119	
Raw material	water	kg		0.954			
Raw material	water (well, for processing)	kg					45
Raw material	wood	kg	5.75E-08	0.00000268	0.000000924		
Raw material	zeolite	kg		8.11E-08			
Airborne emission	Al	kg		0.000000113			
Airborne emission	B	kg		0.000000631			
Airborne emission	Ba	kg		2.59E-09			
Airborne emission	Be	kg		2.4E-11			
Airborne emission	benzaldehyde	kg		2.38E-13			
Airborne emission	Br	kg		1.35E-08			
Airborne emission	Ca	kg		0.000000467			
Airborne emission	cobalt	kg		2.53E-09			
Airborne emission	cyanides	kg		1.11E-12			
Airborne emission	dust (coarse)	kg		0.0000309			
Airborne emission	Fe	kg		0.000000133			
Airborne emission	H2S	kg		1.07E-09			

Airborne emission	HCl	kg	5.42E-09	0.00000292	7.94E-08	0.00000225	
Airborne emission	HF	kg	5.66E-10	0.000000304	8.29E-09	0.000000161	
Airborne emission	I	kg		1.12E-08			
Airborne emission	K	kg		1.45E-08			
Airborne emission	La	kg		7.07E-11			
Airborne emission	Mg	kg		0.000000071			
Airborne emission	Mn	kg	1.97E-12	1.35E-09	3.18E-11	1.13E-09	
Airborne emission	Mo	kg		7.67E-10			
Airborne emission	Na	kg		5.06E-08			
Airborne emission	P	kg		1.72E-09			
Airborne emission	phenol	kg		1.11E-11			
Airborne emission	Pt	kg		1.69E-16			
Airborne emission	Sb	kg		3.07E-10			
Airborne emission	Sc	kg		1.16E-11			
Airborne emission	Se	kg		4.07E-09			
Airborne emission	silicates	kg		0.00000112			
Airborne emission	Sn	kg		3.87E-11			
Airborne emission	Sr	kg		2.74E-09			
Airborne emission	Th	kg		1.16E-10			
Airborne emission	Ti	kg		2.53E-09			
Airborne emission	Tl	kg		6.19E-13			
Airborne emission	U	kg		4.08E-11			
Airborne emission	V	kg		7.15E-08			
Airborne emission	Zr	kg		6.35E-13			
Waterborne emission	Acid as H ⁺	kg		1.59E-10			
Waterborne	Ag	kg		3.5E-11			

emission							
Waterborne emission	Al	kg	9.6E-09	0.000000162	0.000000156	0.000000514	
Waterborne emission	alkanes	kg		7.59E-09			
Waterborne emission	alkenes	kg		6.89E-10			
Waterborne emission	anorg. dissolved subst.	kg	0.00000076		0.0000228	0.00000116	
Waterborne emission	AOX	kg	7.73E-11	2.02E-10	2.32E-09	2.15E-09	
Waterborne emission	B	kg		2.11E-09			
Waterborne emission	Ba	kg	5.12E-08	0.0000000159	0.000000149	0.000000018	
Waterborne emission	baryte	kg		0.000000109			
Waterborne emission	Be	kg		8.83E-14			
Waterborne emission	BOD	kg	1.77E-09	2.73E-09	5.32E-08	0.000000643	
Waterborne emission	calcium compounds	kg		0.000000215			
Waterborne emission	chlorobenzenes	kg		1.79E-17			
Waterborne emission	Cl-	kg	0.00000107	0.00000327	0.0000316	0.000000418	
Waterborne emission	Co	kg		3.2E-10			
Waterborne emission	COD	kg	5.77E-08	0.0000000048	0.000000174	0.000000082	
Waterborne emission	crude oil	kg		2.79E-09			

Waterborne emission	Cs	kg		5.83E-11			
Waterborne emission	CxHy	kg		0.00000139			
Waterborne emission	CxHy aromatic	kg	1.71E-08	3.52E-08	0.000000504	0.000000482	
Waterborne emission	CxHy chloro	kg	1.77E-11	6.89E-12	5.18E-10	7.39E-10	
Waterborne emission	cyanide	kg	7.77E-11	3.73E-10	2.34E-09	2.35E-09	
Waterborne emission	dichloroethane	kg		5.72E-12			
Waterborne emission	dissolved organics	kg		4.49E-10			
Waterborne emission	dissolved substances	kg		7.01E-08			
Waterborne emission	DOC	kg	9.6E-11		2.8E-10	0.000000643	
Waterborne emission	ethyl benzene	kg		1.4E-09			
Waterborne emission	fats/oils	kg				0.000000643	
Waterborne emission	Fe	kg	1.82E-08	0.0000313	0.000000332	0.000000707	
Waterborne emission	fluoride ions	kg		2.88E-09			
Waterborne emission	glutaraldehyde	kg		1.34E-10			
Waterborne emission	H2S	kg		3.18E-11			
Waterborne emission	HOCL	kg		8.46E-08			
Waterborne emission	I	kg		5.83E-09			

Waterborne emission	K	kg		0.000000328			
Waterborne emission	Kjeldahl-N	kg	7.29E-09		0.000000219	0.000000193	
Waterborne emission	Mg	kg		0.000000228			
Waterborne emission	Mn	kg		6.92E-09			
Waterborne emission	Mo	kg		5.46E-10			
Waterborne emission	N-tot	kg	4.21E-08	0.000000111	0.000000126	0.0000000321	
Waterborne emission	Na	kg		0.0000192			
Waterborne emission	NH4+	kg	4.31E-08		0.00000013	0.0000000161	
Waterborne emission	nitrate	kg	0.000000013	4.18E-08	0.0000000389	0.0000000161	
Waterborne emission	oil	kg	0.000000534		0.00000158		
Waterborne emission	P-tot	kg		1.24E-12			
Waterborne emission	phenol	kg		8.58E-09			
Waterborne emission	phenols	kg	2.65E-09		7.83E-08	7.71E-08	
Waterborne emission	phosphate	kg	7.7E-10	1.02E-08	1.54E-08	0.0000000161	
Waterborne emission	S	kg		1.78E-09			
Waterborne emission	salt	kg		0.0000683			
Waterborne emission	Sb	kg		4.99E-12			

Waterborne emission	Se	kg		8.57E-10			
Waterborne emission	Si	kg		2.59E-11			
Waterborne emission	Sn	kg		2.96E-12			
Waterborne emission	SO3	kg		9.74E-11			
Waterborne emission	Sr	kg		0.000000355			
Waterborne emission	sulphate	kg	0.000000456		0.000011	0.0000675	
Waterborne emission	sulphates	kg		0.0000674			
Waterborne emission	sulphide	kg	6.17E-10		1.86E-08	1.74E-08	
Waterborne emission	suspended substances	kg	0.00000115	0.00000338	0.0000337	0.0000161	
Waterborne emission	Ti	kg		9.6E-09			
Waterborne emission	TOC	kg	0.000000191	0.000000454	0.00000544	0.00000321	
Waterborne emission	tributyltin	kg		8.27E-11			
Waterborne emission	V	kg		8.99E-10			
Waterborne emission	W	kg		1.35E-12			
Waterborne emission	xylene	kg		5.49E-09			
Solid emission	final waste (inert)	kg		0.000171			
Solid emission	mineral waste (mining)	kg				0.000836	

Solid emission	produc. waste (not inert)	kg		0.00147			
Solid emission	waste bioactive landfill	kg				0.00038 6	
Solid emission	waste in incineration	kg				0.00003 54	
Raw material	gas from oil production	m3		0.0000567			
Raw material	process and cooling water	m3				0.00077 1	
Solid emission	high active nuclear waste	m3		1.18E-12			
Solid emission	low,med. act. nucl. waste	m3		3.53E-09			
Raw material	energy from hydro power	MJ		0.00584			
Raw material	pot. energy hydropower	MJ	0.000034 1		0.00054 9	0.0174	
Non material emission	heat losses to air	MJ		0.148			
Non material emission	heat losses to soil	MJ		0.0000455			
Non material emission	heat losses to water	MJ		0.0284			

ii) Πίνακας Απογραφής δεδομένων υπαίθριας καλλιέργειας

Emission compartment	Substance	Unit	Delivery van (<3.5t) B250	Electricity Greece	Heat diesel B250	LDPE B250	Piperia open space
Non material emission	radioactive substance to air	Bq	51.1	1240	1190	985	
Non material emission	radioactive substance to water	Bq	0.481	11.4	11.4	9.23	
Raw material	baryte	kg		0.0000114			
Raw material	bentonite	kg		0.00000456			
Raw material	calcium (Ca)	kg					0.000154
Raw material	cobalt (in ore)	kg		1.95E-13			
Raw material	herbicide	kg					0.000257
Raw material	K-fertiliser	kg					0.00308
Raw material	limestone	kg				0.000000462	
Raw material	magnesium (in ore)	kg					0.0000923
Raw material	marl	kg		0.000215			
Raw material	methane (kg)	kg		0.00000706			
Raw material	N-fertiliser	kg					0.00262
Raw material	P-fertiliser	kg					0.00308
Raw material	palladium (in ore)	kg		2.37E-15			
Raw material	platinum (in ore)	kg		5.61E-15			
Raw material	rhenium (in ore)	kg		1.19E-15			
Raw material	rhodium (in ore)	kg		1.77E-15			
Raw material	rock salt	kg		0.00000552		0.0000246	
Raw material	sand, clay	kg				6.15E-08	
Raw material	silver	kg		7.03E-09			

Raw material	uranium (in ore)	kg	5.86E-10	1.42E-08	1.37E-08	1.14E-08	
Raw material	water	kg		1.95			
Raw material	water (well, for processing)	kg					92.3
Raw material	wood	kg	6.36E-08	0.00000548	0.00000148		
Raw material	zeolite	kg		0.000000166			
Airborne emission	Al	kg		0.000000232			
Airborne emission	B	kg		0.00000129			
Airborne emission	Ba	kg		5.31E-09			
Airborne emission	Be	kg		4.91E-11			
Airborne emission	benzaldehyde	kg		4.87E-13			
Airborne emission	Br	kg		2.76E-08			
Airborne emission	Ca	kg		0.000000956			
Airborne emission	cobalt	kg		5.18E-09			
Airborne emission	cyanides	kg		2.28E-12			
Airborne emission	dust (coarse)	kg		0.0000633			
Airborne emission	Fe	kg		0.000000273			
Airborne emission	H2S	kg		2.2E-09			
Airborne emission	HCl	kg	0.00000000 6	0.00000597	0.00000012 7	0.000000 215	
Airborne emission	HF	kg	6.27E-10	0.000000622	1.33E-08	1.54E-08	
Airborne emission	I	kg		0.000000023			
Airborne emission	K	kg		2.96E-08			
Airborne emission	La	kg		1.45E-10			
Airborne emission	Mg	kg		0.000000145			
Airborne emission	Mn	kg	2.18E-12	2.76E-09	5.1E-11	1.08E-10	
Airborne emission	Mo	kg		1.57E-09			
Airborne emission	Na	kg		0.000000104			
Airborne emission	P	kg		3.52E-09			
Airborne emission	phenol	kg		2.28E-11			
Airborne emission	Pt	kg		3.46E-16			

Airborne emission	Sb	kg		6.28E-10			
Airborne emission	Sc	kg		2.38E-11			
Airborne emission	Se	kg		8.34E-09			
Airborne emission	silicates	kg		0.00000229			
Airborne emission	Sn	kg		7.92E-11			
Airborne emission	Sr	kg		5.62E-09			
Airborne emission	Th	kg		2.38E-10			
Airborne emission	Ti	kg		5.18E-09			
Airborne emission	Tl	kg		1.27E-12			
Airborne emission	U	kg		8.35E-11			
Airborne emission	V	kg		0.000000146			
Airborne emission	Zr	kg		1.3E-12			
Waterborne emission	Acid as H ⁺	kg		3.25E-10			
Waterborne emission	Ag	kg		7.17E-11			
Waterborne emission	Al	kg	1.06E-08	0.000000332	0.00000025	0.000000492	
Waterborne emission	alkanes	kg		1.55E-08			
Waterborne emission	alkenes	kg		1.41E-09			
Waterborne emission	anorg. dissolved subst.	kg	0.0000086		0.000366	0.00000111	
Waterborne emission	AOX	kg	8.56E-11	4.13E-10	3.73E-09	2.06E-10	
Waterborne emission	B	kg		4.33E-09			
Waterborne emission	Ba	kg	5.67E-08	0.000000326	0.00000239	0.000000172	
Waterborne emission	baryte	kg		0.00000222			

Waterborne emission	Be	kg		1.81E-13			
Waterborne emission	BOD	kg	1.96E-09	5.59E-09	8.53E-08	0.000000615	
Waterborne emission	calcium compounds	kg		0.00000441			
Waterborne emission	chlorobenzenes	kg		3.66E-17			
Waterborne emission	Cl-	kg	0.0000119	0.000067	0.000506	0.0000004	
Waterborne emission	Co	kg		6.55E-10			
Waterborne emission	COD	kg	6.39E-08	9.83E-08	0.00000279	0.00000462	
Waterborne emission	crude oil	kg		5.72E-09			
Waterborne emission	Cs	kg		1.19E-10			
Waterborne emission	CxHy	kg		0.00000284			
Waterborne emission	CxHy aromatic	kg	0.000000019	0.000000072	0.000000808	4.62E-08	
Waterborne emission	CxHy chloro	kg	1.96E-11	1.41E-11	8.31E-10	7.08E-11	
Waterborne emission	cyanide	kg	8.6E-11	7.63E-10	3.75E-09	2.25E-10	
Waterborne emission	dichloroethane	kg		1.17E-11			
Waterborne emission	dissolved organics	kg		9.19E-10			
Waterborne emission	dissolved substances	kg		0.000000144			
Waterborne emission	DOC	kg	1.06E-10		4.49E-10	6.15E-08	

Waterborne emission	ethyl benzene	kg		2.87E-09			
Waterborne emission	fats/oils	kg				0.000000615	
Waterborne emission	Fe	kg	2.02E-08	0.000064	0.000000532	0.000000677	
Waterborne emission	fluoride ions	kg		5.89E-09			
Waterborne emission	glutaraldehyde	kg		2.74E-10			
Waterborne emission	H2S	kg		6.5E-11			
Waterborne emission	HOCL	kg		0.000000173			
Waterborne emission	I	kg		1.19E-08			
Waterborne emission	K	kg		0.000000671			
Waterborne emission	Kjeldahl-N	kg	8.08E-09		0.000000352	1.85E-08	
Waterborne emission	Mg	kg		0.000000466			
Waterborne emission	Mn	kg		1.42E-08			
Waterborne emission	Mo	kg		1.12E-09			
Waterborne emission	N-tot	kg	4.66E-08	0.000000228	0.00000203	3.08E-08	
Waterborne emission	Na	kg		0.0000394			
Waterborne emission	NH4+	kg	4.77E-08		0.00000208	1.54E-08	
Waterborne emission	nitrate	kg	1.44E-08	8.55E-08	0.000000624	1.54E-08	

Waterborne emission	oil	kg	0.000000591		0.0000253		
Waterborne emission	P-tot	kg		2.54E-12			
Waterborne emission	phenol	kg		1.76E-08			
Waterborne emission	phenols	kg	2.94E-09		0.000000126	7.38E-09	
Waterborne emission	phosphate	kg	8.53E-10	0.000000021	2.46E-08	1.54E-08	
Waterborne emission	S	kg		3.65E-09			
Waterborne emission	salt	kg		0.00014			
Waterborne emission	Sb	kg		1.02E-11			
Waterborne emission	Se	kg		1.75E-09			
Waterborne emission	Si	kg		5.29E-11			
Waterborne emission	Sn	kg		6.05E-12			
Waterborne emission	SO3	kg		1.99E-10			
Waterborne emission	Sr	kg		0.000000727			
Waterborne emission	sulphate	kg	0.000000505		0.0000179	0.00000646	
Waterborne emission	sulphates	kg		0.000138			
Waterborne emission	sulphide	kg	6.84E-10		2.98E-08	1.66E-09	
Waterborne emission	suspended substances	kg	0.00000128	0.00000692	0.0000541	0.00000154	

Waterborne emission	Ti	kg		1.97E-08			
Waterborne emission	TOC	kg	0.000000212	0.00000093	0.00000872	0.000000308	
Waterborne emission	tributyltin	kg		1.69E-10			
Waterborne emission	V	kg		1.84E-09			
Waterborne emission	W	kg		2.76E-12			
Waterborne emission	xylene	kg		1.12E-08			
Solid emission	final waste (inert)	kg		0.00035			
Solid emission	mineral waste (mining)	kg				0.00008	
Solid emission	produc. waste (not inert)	kg		0.00301			
Solid emission	waste bioactive landfill	kg				0.0000369	
Solid emission	waste in incineration	kg				0.00000338	
Raw material	gas from oil production	m3		0.000116			
Raw material	process and cooling water	m3				0.0000738	
Solid emission	high active nuclear waste	m3		2.42E-12			
Solid emission	low,med. act. nucl. waste	m3		7.22E-09			
Raw material	energy from hydro power	MJ		0.012			
Raw material	pot. energy hydropower	MJ	0.0000378		0.000881	0.00166	

Non material emission	heat losses to air	MJ		0.302			
Non material emission	heat losses to soil	MJ		0.0000932			
Non material emission	heat losses to water	MJ		0.0582			

iii) Πίνακας απογραφής δεδομένων σύγκρισης καλλιεργητικών τεχνικών

Emission compartment	Substance	Unit	piperia greenhouse	Piperia open space
Non material emission	radioactive substance to air	Bq	11700	3460
Non material emission	radioactive substance to water	Bq	110	32.5
Raw material	baryte	kg	0.00000558	0.0000114
Raw material	bentonite	kg	0.00000223	0.00000456
Raw material	calcium (Ca)	kg	0.000214	0.000154
Raw material	cobalt (in ore)	kg	9.53E-14	1.95E-13
Raw material	herbicide	kg	0.00273	0.000257
Raw material	K-fertiliser	kg	0.00179	0.00308
Raw material	limestone	kg	0.00000482	0.000000462
Raw material	magnesium (in ore)	kg	0.00011	0.0000923
Raw material	manure	kg	0.0714	
Raw material	marl	kg	0.000105	0.000215
Raw material	methane (kg)	kg	0.00000345	0.00000706
Raw material	N-fertiliser	kg	0.0015	0.00262
Raw material	P-fertiliser	kg	0.00129	0.00308
Raw material	palladium (in ore)	kg	1.16E-15	2.37E-15
Raw material	platinum (in ore)	kg	2.74E-15	5.61E-15
Raw material	rhenium (in ore)	kg	5.79E-16	1.19E-15
Raw material	rhodium (in ore)	kg	8.67E-16	1.77E-15
Raw material	rock salt	kg	0.00026	0.0000301
Raw material	sand, clay	kg	0.000000643	6.15E-08
Raw material	silver	kg	3.43E-09	7.03E-09
Raw material	sulphur	kg	0.000357	
Raw material	uranium (in ore)	kg	0.000000135	3.98E-08
Raw material	water	kg	0.954	1.95
Raw material	water (well, for	kg	45	92.3

	processing)			
Raw material	wood	kg	0.00000366	0.00000703
Raw material	zeolite	kg	8.11E-08	0.000000166
Airborne emission	Al	kg	0.000000113	0.000000232
Airborne emission	B	kg	0.000000631	0.00000129
Airborne emission	Ba	kg	2.59E-09	5.31E-09
Airborne emission	Be	kg	2.4E-11	4.91E-11
Airborne emission	benzaldehyde	kg	2.38E-13	4.87E-13
Airborne emission	Br	kg	1.35E-08	2.76E-08
Airborne emission	Ca	kg	0.000000467	0.000000956
Airborne emission	cobalt	kg	2.53E-09	5.18E-09
Airborne emission	cyanides	kg	1.11E-12	2.28E-12
Airborne emission	dust (coarse)	kg	0.0000309	0.0000633
Airborne emission	Fe	kg	0.000000133	0.000000273
Airborne emission	H2S	kg	1.07E-09	2.2E-09
Airborne emission	HCl	kg	0.00000525	0.00000632
Airborne emission	HF	kg	0.000000473	0.000000651
Airborne emission	I	kg	1.12E-08	0.000000023
Airborne emission	K	kg	1.45E-08	2.96E-08
Airborne emission	La	kg	7.07E-11	1.45E-10
Airborne emission	Mg	kg	0.000000071	0.000000145
Airborne emission	Mn	kg	2.51E-09	2.92E-09
Airborne emission	Mo	kg	7.67E-10	1.57E-09
Airborne emission	Na	kg	5.06E-08	0.000000104
Airborne emission	P	kg	1.72E-09	3.52E-09
Airborne emission	phenol	kg	1.11E-11	2.28E-11
Airborne emission	Pt	kg	1.69E-16	3.46E-16
Airborne emission	Sb	kg	3.07E-10	6.28E-10
Airborne emission	Sc	kg	1.16E-11	2.38E-11
Airborne emission	Se	kg	4.07E-09	8.34E-09

Airborne emission	silicates	kg	0.00000112	0.00000229
Airborne emission	Sn	kg	3.87E-11	7.92E-11
Airborne emission	Sr	kg	2.74E-09	5.62E-09
Airborne emission	Th	kg	1.16E-10	2.38E-10
Airborne emission	Ti	kg	2.53E-09	5.18E-09
Airborne emission	Tl	kg	6.19E-13	1.27E-12
Airborne emission	U	kg	4.08E-11	8.35E-11
Airborne emission	V	kg	7.15E-08	0.000000146
Airborne emission	Zr	kg	6.35E-13	1.3E-12
Waterborne emission	Acid as H ⁺	kg	1.59E-10	3.25E-10
Waterborne emission	Ag	kg	3.5E-11	7.17E-11
Waterborne emission	Al	kg	0.00000547	0.00000109
Waterborne emission	alkanes	kg	7.59E-09	1.55E-08
Waterborne emission	alkenes	kg	6.89E-10	1.41E-09
Waterborne emission	anorg. dissolved subst.	kg	0.000247	0.000376
Waterborne emission	AOX	kg	4.76E-09	4.43E-09
Waterborne emission	B	kg	2.11E-09	4.33E-09
Waterborne emission	Ba	kg	0.0000035	0.00000295
Waterborne emission	baryte	kg	0.00000109	0.00000222
Waterborne emission	Be	kg	8.83E-14	1.81E-13
Waterborne emission	BOD	kg	0.00000649	0.000000708
Waterborne emission	calcium compounds	kg	0.00000215	0.00000441
Waterborne emission	chlorobenzenes	kg	1.79E-17	3.66E-17
Waterborne emission	Cl-	kg	0.000363	0.000586
Waterborne emission	Co	kg	3.2E-10	6.55E-10
Waterborne emission	COD	kg	0.0000501	0.00000757
Waterborne emission	crude oil	kg	2.79E-09	5.72E-09
Waterborne emission	Cs	kg	5.83E-11	1.19E-10
Waterborne emission	CxHy	kg	0.00000139	0.00000284
Waterborne emission	CxHy aromatic	kg	0.00000104	0.000000945

Waterborne emission	CxHy chloro	kg	1.28E-09	9.35E-10
Waterborne emission	cyanide	kg	5.13E-09	4.82E-09
Waterborne emission	dichloroethane	kg	5.72E-12	1.17E-11
Waterborne emission	dissolved organics	kg	4.49E-10	9.19E-10
Waterborne emission	dissolved substances	kg	7.01E-08	0.000000144
Waterborne emission	DOC	kg	0.000000643	6.21E-08
Waterborne emission	ethyl benzene	kg	1.4E-09	2.87E-09
Waterborne emission	fats/oils	kg	0.00000643	0.000000615
Waterborne emission	Fe	kg	0.0000387	0.0000652
Waterborne emission	fluoride ions	kg	2.88E-09	5.89E-09
Waterborne emission	glutaraldehyde	kg	1.34E-10	2.74E-10
Waterborne emission	H2S	kg	3.18E-11	6.5E-11
Waterborne emission	HOCL	kg	8.46E-08	0.000000173
Waterborne emission	I	kg	5.83E-09	1.19E-08
Waterborne emission	K	kg	0.000000328	0.000000671
Waterborne emission	Kjeldahl-N	kg	0.00000042	0.000000379
Waterborne emission	Mg	kg	0.000000228	0.000000466
Waterborne emission	Mn	kg	6.92E-09	1.42E-08
Waterborne emission	Mo	kg	5.46E-10	1.12E-09
Waterborne emission	N-tot	kg	0.00000174	0.00000233
Waterborne emission	Na	kg	0.0000192	0.0000394
Waterborne emission	NH4+	kg	0.0000015	0.00000214
Waterborne emission	nitrate	kg	0.000000605	0.00000074
Waterborne emission	oil	kg	0.0000163	0.0000259
Waterborne emission	P-tot	kg	1.24E-12	2.54E-12
Waterborne emission	phenol	kg	8.58E-09	1.76E-08
Waterborne emission	phenols	kg	0.000000158	0.000000136
Waterborne emission	phosphate	kg	0.000000187	6.18E-08
Waterborne emission	S	kg	1.78E-09	3.65E-09
Waterborne emission	salt	kg	0.0000683	0.00014

Waterborne emission	Sb	kg	4.99E-12	1.02E-11
Waterborne emission	Se	kg	8.57E-10	1.75E-09
Waterborne emission	Si	kg	2.59E-11	5.29E-11
Waterborne emission	Sn	kg	2.96E-12	6.05E-12
Waterborne emission	SO3	kg	9.74E-11	1.99E-10
Waterborne emission	Sr	kg	0.000000355	0.000000727
Waterborne emission	sulphate	kg	0.0000791	0.0000248
Waterborne emission	sulphates	kg	0.0000674	0.000138
Waterborne emission	sulphide	kg	3.66E-08	3.22E-08
Waterborne emission	suspended substances	kg	0.0000543	0.0000638
Waterborne emission	Ti	kg	9.6E-09	1.97E-08
Waterborne emission	TOC	kg	0.0000093	0.0000102
Waterborne emission	tributyltin	kg	8.27E-11	1.69E-10
Waterborne emission	V	kg	8.99E-10	1.84E-09
Waterborne emission	W	kg	1.35E-12	2.76E-12
Waterborne emission	xylene	kg	5.49E-09	1.12E-08
Solid emission	final waste (inert)	kg	0.000171	0.00035
Solid emission	mineral waste (mining)	kg	0.000836	0.00008
Solid emission	produc. waste (not inert)	kg	0.00147	0.00301
Solid emission	waste bioactive landfill	kg	0.000386	0.0000369
Solid emission	waste in incineration	kg	0.0000354	0.00000338
Raw material	gas from oil production	m3	0.0000567	0.000116
Raw material	process and cooling water	m3	0.000771	0.0000738
Solid emission	high active nuclear waste	m3	1.18E-12	2.42E-12
Solid emission	low,med. act. nucl. waste	m3	3.53E-09	7.22E-09

Raw material	energy from hydro power	MJ	0.00584	0.012
Raw material	pot. energy hydropower	MJ	0.0179	0.00258
Non material emission	heat losses to air	MJ	0.148	0.302
Non material emission	heat losses to soil	MJ	0.0000455	0.0000932
Non material emission	heat losses to water	MJ	0.0284	0.0582