



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΕΙΦΟΡΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ**

Βασιλική Μαντζαροπούλου

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Σ. Ροζάκης, Αναπλ. Καθηγητής ΓΠΑ(επιβλέπων)

Δ. Σάββας, Αναπλ. Καθηγητής ΓΠΑ

Ε. Κλωνάρης, Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2014

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση του παρόντος έργου.

Ξεκινώντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα αξιότιμα μέλη της επιτροπής, υποβάλλοντας τα σέβη μου και τις ευχαριστίες μου, καταρχήν, στον κύριο Στυλιανό Ροζάκη, ο οποίος, ως επιβλέπων, βρισκόταν δίπλα μου, σε κάθε μου βήμα, τόσο με τις γνώσεις του όσο και με την εμπειρία του, με σκοπό η αρχική ιδέα και έμπνευση να πάρουν την τελική τους μορφή. Επίσης με σεβασμό ευχαριστώ τον κύριο Δημήτριο Σάββα και τον κύριο Ευστάθιο Κλωνάρη, οι οποίοι έδωσαν τα απαραίτητα δομικά στοιχεία, ώστε να στηθούν τα θεμέλια της παρούσας ερευνητικής εργασίας.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους κύριους καθηγητές, Σταύρο Τσουκαλά και Αναστάσιο Τσάμη, καθώς επίσης τον κύριο Δημήτριο Τόρβα Ηλεκτρονικό Μηχανικό MSci in operational Research of Cranfield Institute UK, οι οποίοι ευγενικά ανταποκρίθηκαν στην έκκλησή μου, δίδοντάς μου την βοήθεια και την υποστήριξή τους.

Φυσικά δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους αξιότιμους καθηγητές μου, στο σύνολό τους, καθώς η γνώση και η εμπειρία που μου μετέδωσαν είναι και θα είναι εφόδια στον επαγγελματικό μου στίβο.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, αλλά και τους θείους μου Μαρία και Ιωάννη για την ουσιαστική συνεισφορά τους.

Θα ήθελα να εκφράσω την αγάπη μου και την ευγνωμοσύνη μου στην μητέρα μου Ελένη, η οποία υποστήριζε το έργο μου, από κάθε άποψη, από την αρχή μέχρι την ολοκλήρωσή του.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Θεό για την δύναμη και την φώτιση που μου έδωσε.

Βασιλική Μαντζαροπούλου

Περίληψη

Η υποβάθμιση και η απομείωση των πόρων έχει δημιουργήσει σημαντικούς προβληματισμούς για την ευημερία των κοινωνιών, κυρίως για τους πόρους που αφορούν στην ενέργεια, στο νερό, στη γη και κατά προέκταση στα τρόφιμα. Το ζήτημα, λοιπόν, είναι κατά πόσον μπορεί να επιτευχθεί μία περαιτέρω εντατικοποίηση των συστημάτων παραγωγής με σκοπό την ικανοποίηση της αναμενόμενης αύξησης της ζήτησης τροφίμων, με παράλληλο έλεγχο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η απάντηση στους παραπάνω προβληματισμούς επιχειρείται να δοθεί μέσα από τη διερεύνηση των σύγχρονων αειφορικών γεωργικών μεθόδων και την δυνατότητα εφαρμογής τους σε μια ευρύτερη τοπική κοινωνία η οποία ασπάζεται τις αρχές της αειφορίας και επωφελείται μέσα από τις εφαρμογές τις αειφόρου τοπικής ανάπτυξης. Για τον σκοπό αυτό αναλύθηκαν οι στόχοι της αειφορίας και οι εφαρμογές της στα πλαίσια της γεωργικής τοπικής ανάπτυξης, προσδιορίστηκαν οι οικολογικές κοινότητες τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο (παραδείγματα), διερευνήθηκαν οι σύγχρονες οικολογικές μέθοδοι καλλιέργειας ως προς την χρηστικότητά τους και την αειφορικότητά τους, με στόχο να οριστεί ένα ενδεικτικό μοντέλο εφαρμογής (σε πραγματικά δεδομένα) και να διερευνηθεί η βιωσιμότητά του.

Η έρευνας βασίστηκε σε δύο βασικούς πυλώνες:

A. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

- i. Αειφορική Προσέγγιση: όπου μελετήθηκαν οι αρχές και οι στόχοι της αειφορίας και διερευνήθηκαν οι τρόποι εφαρμογής της
- ii. Σύγχρονες μέθοδοι και σύγχρονα συστήματα καλλιέργειας: όπου διερευνήθηκε η αειφορικότητα και η αποτελεσματικότητά τους

B. Παράδειγμα εφαρμογής: *Τεχνοοικονομική μελέτη εγκατάστασης μονάδας ενυδρειοπονικής καλλιέργειας*

Μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση διερευνήθηκαν οι μέθοδοι και οι πρακτικές που συμβάλλουν στην αυτάρκεια και στην ευημερία μιας τοπικής κοινωνίας, ώστε τελικά να οδηγηθούμε στην επιλογή του κατάλληλου μοντέλου που αυξάνει την βιωσιμότητα της γεωργικής παραγωγής, βελτιώνοντας την σχέση κόστους-ωφελειών για την κοινωνία και το περιβάλλον.

Τους παραπάνω στόχους πλησιάζει περισσότερο η μέθοδος της ενυδρειοπονίας, καθώς αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής τροφίμων υψηλής θρεπτικής αξίας. Το μοντέλο εφαρμογής αφορούσε μια μονάδα ενυδρειοπονίας, σε μεγάλη κλίμακα, με σκοπό τη διατροφική και οικονομική υποστήριξη μιας κοινότητας στη Κ. Μακεδονία.

Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά, καθώς επιβεβαιώθηκε η συμβολή του στην τοπική αειφορική ανάπτυξη, εκπληρώνοντας τους αρχικούς στόχους της μελέτης, οι οποίοι συνοψίζονται ως εξής:

- ✓ Περιβαλλοντικές ωφέλειες
- ✓ Εξοικονόμηση των πόρων
- ✓ Καινοτομικότητα
- ✓ Αυτονομία της τοπικής κοινωνίας
- ✓ Παραγωγή βιοασφαλών προϊόντων φυτικού και ζωικού κεφαλαίου, υψηλής διατροφικής αξίας
- ✓ Βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης
- ✓ Δημιουργία θέσεων εργασίας

Επιστημονική Περιοχή : Αξιολόγηση Επενδύσεων

Λέξεις κλειδιά: *Ενυδρειοπονία, Αειφορία, Υδροπονία, Γεωργία Ακριβείας, Αειφορική γεωργική ανάπτυξη, Οικολογικές κοινότητες, Βιομάζα, ΣΗΘ*

Keywords: *Aquaponics, Sustainability, Hydroponics, Precision Agriculture, Sustainable agricultural development, Eco-villages, Biomass, CHP*

Abstract

The degradation and impairment of resources has created significant concerns for the welfare of societies, as well for energy, water, land, and quality food. The question is whether it can achieve a further intensification of food production, in order to meet the expected increase in demand, while controlling the environmental impact.

The solution comes of the modern sustainable farming methods and their applicability to local communities which adhere to the principles of sustainability and benefit from the sustainable local development. For this purpose is, analyzed the objectives of sustainability and its applications within the local agricultural development, identified ecological communities both in theoretical and practical level (examples), and investigated the modern ecological farming methods in terms of usability and sustainability, aiming to define an indicative model of implementation to ascertain its viability.

The survey was based on two main pillars:

A. Literature Review

- i. Sustainable Approach: where studied the principles, objectives and applications of sustainability
- ii. Modern methods and farming systems: to investigate sustainability

B. Example: Feasibility study of a business scale aquaponic system

Through the literature review where examined the methods and practices that contribute to self-sufficiency and prosperity of a society, in order to select a suitable model that increases the sustainability of agricultural production

Aquaponic systems seems to approach better to these goals above. So it was used as an application model, in large scale, to the nutritional and financial support of a community in Central Macedonia.

The results were encouraging, and confirmed its contribution to local sustainable development, fulfilling the original objectives of the study, which are summarized as:

- ✓ Environmental benefits
- ✓ Saving of resources
- ✓ Innovation
- ✓ Community self-sufficiency
- ✓ Production of quality products with high nutritional value
- ✓ Improvement of living conditions

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract.....	5

Περιεχόμενα

Μελέτης.....	6
Διαγραμμάτων.....	9
Πινάκων.....	9
Εικόνων.....	11

Εισαγωγή.....	13
---------------	----

Κεφάλαιο 1ο Αειφορική προσέγγιση.....	15
1.1 Αειφορική διαχείριση των πόρων.....	15
1.1.1 Αειφόρος ανάπτυξη.....	18
1.1.2. Αειφορική γεωργική ανάπτυξη.....	21
1.1.3. Αειφορικές γεωργικές πρακτικές και τεχνολογία	23
1.2 Αειφορία, γεωργία και κοινωνία.....	27
1.2.1. Αειφορικές κοινότητες.....	30
1.2.2. Αειφορικές κοινότητες στην πράξη.....	36
1.3. Γενικά Συμπεράσματα.....	44

Κεφάλαιο 2^ο Σύγχρονες μέθοδοι και σύγχρονα συστήματα καλλιέργειας.....	45
2.1. Σύγχρονες αειφορικές γεωργικές πρακτικές.....	45
2.2. Γεωργία ακριβίας.....	48
2.2.1. Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην γεωργία ακριβίας.....	49
2.2.2. Συμπεράσματα και εφαρμογές.....	56
2.3. Υδροπονία.....	63
2.3.1. Ιστορική ανασκόπηση της καλλιέργειας εκτός εδάφους.....	65
2.3.2. Συστήματα υδροκαλλιέργειας.....	67
2.3.2.1 Καλλιέργεια σε στάσιμο θρεπτικό διάλυμα.....	68

2.3.2.2. Σύστημα επίπλευσης (Floating system).....	69
2.3.2.3. Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT).....	70
2.3.2.4 Καλλιέργεια σε βαθύ ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (Deep Flow Technique).....	74
2.3.2.5 Επιδαπέδια υδροπονία (Plant Plane Hydroponics).....	75
2.3.2.6 Αεροπονία.....	76
2.3.3. Διαχείριση απορροών συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους.....	78
2.3.3.1 Ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας.....	79
2.3.3.2 Κλειστά συστήματα καλλιέργειας.....	80
2.3.4 Χρησιμότητα και αξία της υδροπονικής καλλιέργειας	81
2.4 Ενυδροπονία-Aquaponics	88
2.4.1. Ορισμός της έννοιας “Ενυδρειοπονία –Aquaponics”	88
2.4.2 Ιστορική αναδρομή.....	89
2.4.3 Περιγραφή του συστήματος Ενυδρειοπονίας –Aquaponics.....	90
2.4.4 Νιτροποίηση.....	94
2.4.5 Είδη φυτών που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια Ενυδρειοπονίας-Aquaponics	97
2.4.6 Η Υδατοκαλλιέργεια σε συστήματα Ενυδρειοπονίας - Aquaponics.....	99
2.4.7 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ενυδρειοπονικής καλλιέργειας.....	107
2.4.8. Συμπεράσματα.....	109
2.4.9 Παραδείγματα και εφαρμογές Aquaponics - Ενυδρειοπονικών συστημάτων.....	111
2.4.9.1 AQUAPONICS σε κτίριο 4 ορ. για οικιακή αυτονομία γειτονιάς σε αστικό κέντρο.....	112
2.4.9.2 Aquaponics NYF Nepal Youth Foundation in Kathmandu- για την υποστήριξη μειονεκτούντων ατόμων και κοινωνικών συνόλων για την επίλυση προβλημάτων επισιτισμού.....	113
2.4.9.3 Urban farming-Aquaponics στην Ολλανδία.....	114
2.4.9.4. Scotland’s First Aquaponics Greenhouse.....	114
2.4.9.5 Aquaponics Training center - Waveney Valley/Department for Environment, Food & Rural Affairs - England	116
2.4.9.6 AQUAPONICS σε πολυκατάστημα στο κέντρο του Λονδίνου.....	117
2.4.9.7 Το σπίτι του μέλλοντος -Home of the future.....	117
Κεφάλαιο 3ο Διερεύνηση εφαρμογής αειφορικών συστημάτων	120

3.1 Επιλογή κατάλληλων μεθόδων και συστημάτων.....	120
3.2 Πρότυπο αειφόρου εκμετάλλευσης	123
3.2.1 Περιγραφή χαρακτηριστικών χώρου εγκατάστασης.....	123
3.2.2 Περιγραφή προτεινόμενου έργου Ενυδρειοπονίας- Aquaponics.....	128
3.2.2.1 Προδιαγραφές θερμοκηπίου.....	131
3.2.2.2 Περιγραφή μονάδας υδατοκαλλιέργειας υπό κάλυψη (θερμοκήπιο).....	137
3.3 Παραγόμενα είδη.....	139
3.3.1 Πέστροφα.....	140
3.3.2 Γαρίδες γλυκού νερού-freshwater prawns.....	143
3.3.3 Μαρούλι – Lettuce.....	149
3.3.4 Βασιλικός – Ocimum basilicum.....	155
3.4. Ανάλυση κόστους.....	159
3.4.1 Κόστος εγκατάστασης θερμοκηπιακής μονάδος ενυδρειοπονικής καλλιέργειας.....	159
3.4.2 Αποσβέσεις παγίων.....	162
3.4.3 Ανάλυση Κόστους πωληθέντων.....	164
3.4.4 Χρηματοδότηση και μετοχικό κεφάλαιο.....	170
3.4.5 Κόστος σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας από βιομάζα.....	171
3.4.6 Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης.....	178
3.4.7 Καθαρές ταμειακές ροές- Υπολογισμός Δεικτών.....	183
3.4.8 Συμπεράσματα.....	188

Επίλογος	191
-----------------------	------------

Βιβλιογραφία.....	193
--------------------------	------------

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1: Οι φάσεις της ανάπτυξης διαχρονικά.....	Σελ.19
Διάγραμμα 2 : Οικολογικά χωριά της Βαλτικής το 2011	Σελ. 36
Διάγραμμα 3 : Αριθμός κατοίκων στις οικολογικές κοινότητες της Βαλτικής.....	Σελ. 37
Διάγραμμα 4 : Αειφορικό σύστημα Aquarini &Walipini Open Source Hub Ικανό να θρέψει μία κοινότητα ή ένα ολόκληρο οικισμό	Σελ. 41
Διάγραμμα5: Ολοκληρωμένο Αειφορικό σύστημα παραγωγής τροφίμων Aquarini, Walpini, and Zen Aquarini Planting and Harvesting Overview	Σελ. 42

Διάγραμμα 6: Κάτοψη του συστήματος Ενυδρειοπονίας UVI του Πανεπιστημίου Παρθένων Νήσων -commercial-scale aquaponic system developed At the University Of the Virgin.Islands(UVI).....	Σελ. 93
Διάγραμμα 7: Προσφορά και εμπόριο πέστροφας στην ΕΕ(2009).....	Σελ. 141
Διάγραμμα 8: Εισαγωγές και εξαγωγές γαρίδας στην Ελλάδα σε τόνους(2000-2008)	Σελ. 148
Διάγραμμα 9: Καθαρά Κέρδη 20ετίας ανά εναλλακτικό σενάριο.....	Σελ.183
Διάγραμμα 10: Προβλεπόμενες καθαρές ταμειακές ροές σε βάθος 20ετίας ανά εναλλακτικό σενάριο.....	Σελ.184
Διάγραμμα 11: Προβλεπόμενη απόδοση επένδυσης σε βάθος 20ετίας ανά εναλλακτικό σενάριο.....	Σελ.187

Πίνακες

Πίνακας 1: Περιγραφή μεγέθους Υδροπονικής Μονάδας	Σελ. 133
Πίνακας 2: Περιγραφή μεγέθους Μονάδας Υδατοκαλλιέργειας Και συνολικό μέγεθος εκμετάλλευσης	Σελ. 139
Πίνακας 3 : Κύρια συστατικά που χρησιμοποιούνται είτε μεμονωμένα Είτε σε συνδυασμό για την εκτροφή γαρίδας γλυκού νερού	Σελ. 145
Πίνακας 4: Σύνοψη των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων μιας ημερήσιας Διατροφής του είδους M.Rosenbergi	Σελ.146
Πίνακας 5 : Παγκόσμια παραγωγή γαρίδας ανά ήπειρο.....	Σελ. 147
Πίνακας 6 : Παραγωγή, εισαγωγές- εξαγωγές γαρίδας στην Ελλάδα σε σχέση με την ΕΕ και ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο της ευρωπαϊκής παραγωγής.....	Σελ. 148
Πίνακας 7: Θρεπτική αξία ανά 100 γρ φύλλων μαρουλιού	Σελ. 154
Πίνακας 8: Βασική συγκέντρωση μακρο- και μικρο- θρεπτικών στοιχείων σε διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας	Σελ. 157
Πίνακας 9: Θρεπτική αξία ανά 5 γρ βασιλικού.....	Σελ. 158
Πίνακας 10: Κόστος επένδυσης Μονάδας Ενυδρειοπονικής καλλιέργειας	Σελ. 160
Πίνακας 11: Αποσβέσεις επένδυσης Μονάδας Ενυδρειοπονικής καλλιέργειας... Σελ.163	
Πίνακας 12: Ανάλυση κόστους - Πέστροφα, Έτος 1ο	Σελ. 164
Πίνακας 13: Ανάλυση κόστους- Πέστροφα, Έτος 2ο	Σελ. 165
Πίνακας 14: Ανάλυση κόστους- Γαρίδες, Έτος 1 ^ο	Σελ. 166
Πίνακας 15: Ανάλυση κόστους- Γαρίδες, Έτος 2ο.....	Σελ. 167
Πίνακας 16: Ανάλυση κόστους- Μαρούλι, Έτος 1ο& 2ο	Σελ. 168
Πίνακας 17: Ανάλυση κόστους- Βασιλικός, Έτος 1ο& 2 ^ο	Σελ. 169

Πίνακας 18: Δαπάνες εργασίας υδατοκαλλιέργειας	Σελ. 169
Πίνακας 19: Δαπάνες εργασίας υδατοκαλλιέργειας	Σελ. 170
Πίνακας 20: Υπολογισμός δόσεων Δανείου	Σελ. 170
Πίνακας 21: Ανάλυση τοκοχρεολυσίων	Σελ. 171
Πίνακας 22: Απόδοση-Δυναμικότητα σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας	Σελ. 172
Πίνακας 23: Συνολική ετήσια απαιτούμενη ενέργεια Ενυδρειοπονικής Μονάδας	Σελ. 172
Πίνακας 24: Μ.Ο τιμής πώλησης και υγρασίας διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα	Σελ. 174
Πίνακας 25: Κόστος εγκατάστασης Σταθμού ΣΗΘ Ενέργειας βιομάζας...	Σελ 177
Πίνακας 26: Πίνακας απεικόνισης: α) MW προς πώληση, β) Εσόδων 1 ^{ου} έτους, γ) Κόστους α υλών 1 ^{ου} έτους.....	Σελ. 178
Πίνακας 27: Δαπάνες διοικητικού προσωπικού.....	Σελ.179
Πίνακας 28: Λειτουργικές δαπάνες.....	Σελ.179
Πίνακας 29: Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσεως/Α σενάριο.....	Σελ.180
Πίνακας 30: Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσεως/Β σενάριο.....	Σελ.181
Πίνακας 31: Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσεως/Γ σενάριο.....	Σελ.182
Πίνακας 25: Δαπάνες διοικητικού προσωπικού	Σελ. 166

Εικόνες

Εικόνα 1: Χάρτης οικολογικών κοινοτήτων στην Ευρώπη.....	Σελ. 35
Εικόνα 2 : Γεωργικός ελκυστήρας χρησιμοποιούμενος στη Γεωργία ακριβείας Σελ. 55	
Εικόνα 3: Καλλιέργεια σε στάσιμο θρεπτικό διάλυμα	Σελ. 68
Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση συστήματος NFT	Σελ. 72
Εικόνα5: Πώς λειτουργεί το σύστημα Aquaponics-Ενυδρειοπονίας.....	Σελ.88
Εικόνα 6: Κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας	Σελ.89
Εικόνα7: Πως λειτουργεί το σύστημα Aquaponics-Ενυδρειοπονίας.....	Σελ.90
Εικόνα 8: Οικιακά συστήματα καλλιέργειας Aquaponics	Σελ.92
Εικόνα 9: Εγκατάσταση Ενυδρειοπονικής καλλιέργειας αριστερά υποσύστημα Υδροπονίας δεξιά υποσύστημα Υδατοκαλλιέργειας	Σελ.92
Εικόνα 10: Παραδείγματα καλλιέργειας φυτών σε συστήματα Aquaponics	Σελ.98

Εικόνα 11: Τιλάπια - Nile tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> Πέρκα - yellow perch, <i>Perca flavescens</i> Γαρίδα <i>Macrobrachium Rosebergii</i> Πέστροφες - Trout Δεξιά κάτω Σελ.100	
Εικόνα12: Υδατοκαλλιέργεια σε κυκλικές δεξαμενές..... Σελ.106	
Εικόνα 13 : Οικιακή αιφορική αυτονομία και αυτάρκεια τροφής σε αστικό περιβάλλον “Future Home”, με σύστημα AquaponicsΣελ.112	
Εικόνα 14: Κέντρο υποστήριξης μειονεκτούντων ατόμων και κοινωνικών συνόλων για την επίλυση προβλημάτων επισιτισμού με αυτονομία και αυτάρκεια τροφής με σύστημα AquaponicsΣελ.113	
Εικόνα 15: Αστική Φάρμα Aquaponics στην Ολλανδία- Urban farming – Uit Je Eigen Stad.....Σελ.114	
Εικόνα 16: Εγκατάσταση Aquaponics μέσα σε υφιστάμενο κτίριο παραδοσιακού οικισμού Scotland's First Aquaponics Greenhouse Σελ.114	
Εικόνα 17α: Προαύλιος χώρος εγκατάστασης Aquaponics σε υφιστάμενο κτίριο παραδοσιακού οικισμού Scotland's First Aquaponics GreenhouseΣελ. 115	
Εικόνα 17β: Προαύλιος χώρος εγκατάστασης Aquaponics σε υφιστάμενο κτίριο παραδοσιακού οικισμού Scotland's First Aquaponics Greenhouse Σελ. 115	
Εικόνα 18: Aquaponics Training center Waveney ValleyΣελ. 116	
Εικόνα19: Κατάστημα Ενυδρειοπονίας στο Λονδίνο,..... Σελ. 117	
Εικόνα20: Το σπίτι του μέλλοντος - Home of the futureΣελ. 118	
Εικόνα 21: Χάρτης ορίων του Δήμου Παιονίας –Περιφέρειας Κεντρικής ΜακεδονίαΣελ. 123	
Εικόνα 22: Χάρτης περιοχής του τόπου εγκατάστασης της προτεινόμενης Μονάδας Ενυδρειοπονίας Σελ. 125	
Εικόνα 23: Διάγραμμα κάλυψης της Οικοπεδικού χώρου εγκαταστάσεων της Μονάδας ΕνυδρειοπονίαςΣελ. 129	
Εικόνα 24: Κατασκευαστικά στοιχεία ΘερμοκηπίουΣελ. 130	
Εικόνα 25: Κάλυψη οροφής θερμοκηπίου – διάφανο φιλμ (PE) υψηλής διαπερατότητας τριών 3 στρώσεωνΣελ. 131	
Εικόνα 26: Πλευρική Κάλυψη Θερμοκηπίου με πολυκαρβονικά (polycarbonate) φύλλα διάφανα ειδικού προφίλΣελ. 131	
Εικόνα 27: Σύστημα Θερμοκουρτίνας του ΘερμοκηπίουΣελ. 132	
Εικόνα 28: Περιγραφή υλικών και συστημάτων θερμοκηπίουΣελ. 134	
Εικόνα 29: Σύστημα Δροσισμού: Ανεμιστήρες δροσισμούΣελ. 135	
Εικόνα 30: Σύστημα υδατοκαλλιέργειαςΣελ. 137	
Εικόνα31: ΣύστημαυδατοκαλλιέργειαςΣελ. 138	
Εικόνα 32: Ιριδίζουσα πέστροφα <i>Oncorhynchus mykiss</i>Σελ. 142	

Εικόνα 33: Θρεπτική αξία πέστροφας ανά 100g	Σελ. 142
Εικόνα 34: Γαρίδα γλυκού νερού <i>Macrobrachium Rosenbergii</i>	Σελ. 145
Εικόνα 35: Διατροφική αξία της γαρίδας	Σελ. 146
Εικόνα36: Κύριες χώρες παραγωγής γαρίδων <i>Macrobrachium rosenbergii</i> παγκοσμίως	Σελ.147
Εικόνα 37: Γαρίδα γλυκού νερού <i>Macrobrachium Rosenbergii</i>	Σελ. 149
Εικόνα38: Παράσταση λειτουργίας Σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας δυναμικότητας 12 Μ	Σελ. 171
Εικόνα 39: Απεικόνιση του αειφορικού κύκλου παραγωγής και χρήσης βιομάζας	Σελ. 173
Εικόνα 40: Ένα σύστημα τροφοδοσίας που παράγει, συλλέγει και παραδίδει το καύσιμο και ένας σταθμός που παράγει και διαθέτει τον ηλεκτρισμό	Σελ. 175

Εισαγωγή

Η διαχρονική εξέλιξη της κοινωνίας, σε παγκόσμιο επίπεδο, έχει αναδείξει τις έννοιες όπως «πράσινος», «αειφόρος», αλλά και την έννοια «ασφάλεια των τροφίμων», εμπεριέχοντας σε αυτές όλα τα κρίσιμα σημεία που αφορούν στην υγιή συνέχιση της εξέλιξης αυτής.

Η σύγχρονη κοινωνία βρίσκεται πλέον αντιμέτωπη με παράγοντες που αφορούν στην αλλαγή του κλίματος, στην περιβαλλοντική κατάρρευση και στη δραματική απομείωση των φυσικών πόρων. Επιπλέον η καιροσκοπική εκβιομηχάνιση στον τομέα των τροφίμων, η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, ο στυγνός ανταγωνισμός στις τιμές των τροφίμων μεταξύ των αναπτυγμένων, των αναπτυσσόμενων και των τρίτων χωρών έφεραν στην επιφάνεια κρίσιμα ζητήματα, που αφορούν στη διασφάλιση των τροφίμων.

Το μοντέλο ανάπτυξης που εφαρμόστηκε έως σήμερα είναι βασισμένο στην οικονομική μεγέθυνση, σύμφωνα με το οποίο ο κύριος στόχος είναι η ικανοποίηση των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών, απομυζώντας τους διαθέσιμους πόρους και αγνοώντας την μελλοντική διαθεσιμότητά τους. Όπως ήταν φυσικό, η εξάντληση και η υποβάθμιση των πόρων, κυρίως εκείνων που αφορούν στην ενέργεια, στο νερό και στη γη είχαν σοβαρό αντίκτυπο στην ευημερία των κοινωνιών.

Η αειφορική προσέγγιση της ανάπτυξης θεωρείται σήμερα αναγκαία, αφού αποτελεί «..την εξακολουθητική δυναμική διαδικασία των συνεχών επιτυχών αποτελεσμάτων των αναπτυξιακών δραστηριοτήτων» (Internal Displacement Monitoring Centre, IDMC, 1987:iii). Η αειφορική γεωργική ανάπτυξη μπορεί να προσφέρει την αναγκαία οικονομική μεγέθυνση, εξασφαλίζοντας παράλληλα την κοινωνική ευημερία και ευζωία, αφού προϋποθέτει τη δημιουργία συστημάτων διαβίωσης, τα οποία προάγουν τη σταθερότητα, την αυτάρκεια, την αειφορική χρήση των πόρων και την κοινωνική ισότητα. Η βιώσιμη εκμετάλλευση των μη ανανεώσιμων πόρων εγγυάται την διαθεσιμότητά τους στο μέλλον μόνον εφόσον πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας κατά το μέγιστο δυνατό τρόπο τους ανανεώσιμους πόρους σε συνδυασμό με την ενδεδειγμένη τεχνολογία η οποία συμβάλλει στη διατήρηση της ισορροπίας του οικοσυστήματος ενώ ταυτόχρονα συντελεί στην αύξηση της απόδοσης και της παραγωγικότητας στον παραγωγικό οικονομικό τομέα, δηλαδή στη διατήρηση της οικονομικής ευημερίας.

ΜΕΡΟΣ Α΄

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Κεφάλαιο 1^ο Αειφορική προσέγγιση

1.1 Αειφορική διαχείριση των πόρων

Ο περιορισμός των διαθέσιμων πόρων αποτελεί την αιτία της εξελικτικής μορφής της οικονομίας και της κοινωνίας. Οι πόροι με μια ευρύτερη έννοια μπορούν να διαχωριστούν σε περιβαλλοντικούς και φυσικούς πόρους, (ως κρίσιμοι πόροι για την παραγωγική διαδικασία αναγνωρίζονται από τους οικονομολόγους) (Σιάρδος και Κουτσούρης, 2004β).

Η σπανιότητα των φυσικών πόρων περιλαμβάνει την ανεπάρκεια των αποθεμάτων, τη μέτρηση των διαθέσιμων ποσοτήτων αυτών καθώς επίσης και την υποκατάσταση τους η οποία είναι δυσχερής και σπάνια μέσω τεχνολογικών επιτευγμάτων (Παπαναγιώτου, 2004).

Οι βασικές απόψεις που διαπραγματεύονται το ζήτημα της σπανιότητας είναι:

- α) Η **Μαλθουσιανή**, η οποία προβλέπει την ανεπάρκεια στο εγγύς μέλλον, υποστηρίζοντας ότι οι πεπερασμένες ποσότητες των μη- ανανεώσιμων πόρων θα αποτελέσουν το βασικό φραγμό στην μακροπρόθεσμη ανάπτυξη,
- β) Η **Νέο- Μαλθουσιανή**, η οποία δίνει έμφαση στα όρια εκμετάλλευσης των πόρων που τίθενται από το ίδιο το περιβάλλον,
- γ) Η **Ρικαρδιανή**, η οποία παρατήρησε ότι εξαντλούνται πρώτα τα καλά αποθέματα και στην συνέχεια τα κατώτερης ποιότητας, τα οποία προκαλούν τη βαθμιαία αύξηση του κόστους και των τιμών, οδηγώντας σε τεχνολογίες υποκατάστασης και ανακύκλωσης, και
- δ) Η **Τεχνολογική** προσέγγιση, η οποία προβλέπει τη δημιουργία συνθετικών υλικών ως πλήρων υποκατάστατων, δεδομένου ότι η τεχνολογική πρόοδος δύναται να συμβάλει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας και στη χρησιμοποίηση των πόρων, καθώς επίσης να μειώσει το κόστος χρήσης τους, δημιουργώντας παράλληλα νέους ανανεώσιμους και διαθέσιμους πόρους, καθιστώντας τους από πρωτεύοντες σε δευτερεύοντες. (Παπαναγιώτου, 2004).

Η ανάπτυξη συνδέθηκε άρρηκτα με την εκβιομηχάνιση, την εισαγωγή νέας τεχνολογίας και τη χρησιμοποίηση μεγαλύτερης ποσότητας φυσικών πόρων,

αποβάλλοντας ρύπους και ανεπιθύμητα κατάλοιπα στο περιβάλλον. Δεδομένης της συνεχούς αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού, το πρόβλημα ρύπανσης του περιβάλλοντος εντείνεται συνεχώς έως σήμερα, προβάλλοντας τα θέματα «ανάπτυξη» και «ποιοτική διατήρηση του περιβάλλοντος» ως δύο αντίθετες κατευθύνσεις.

Η υποβάθμιση και η απομείωση των πόρων έχει δημιουργήσει σημαντικούς προβληματισμούς για την ευημερία των κοινωνιών, κυρίως για τους πόρους που αφορούν στην ενέργεια, στο νερό, στη γη και κατά προέκταση στα τρόφιμα, ζητήματα που δεν μπόρεσαν να λύσουν τόσο η μαζική εξάπλωση της βιομηχανίας όσο και η ταχέως εξελισσόμενη τεχνολογία. Αποτέλεσμα της ταχύτητας ανάπτυξης, είναι να βρεθούν οι κοινωνίες απροετοίμαστες και τα περιβαλλοντικά προβλήματα να αφορούν πλέον σε κάθε γωνιά του πλανήτη.

Προσπάθειες νομοθετικού και θεσμικού περιεχομένου για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων έχουν γίνει διεθνώς, χωρίς δυστυχώς να γίνονται αποδεκτές, ακόμα και σήμερα, από ισχυρές, πολυπληθείς και ταχέως αναπτυσσόμενες χώρες, όπως η Κίνα και οι ΗΠΑ. Για παράδειγμα το 1992, στην Παγκόσμια Διάσκεψη Κορυφής στο Rio de Janeiro, το μήνυμα της περιβαλλοντικής διαχείρισης, ως μέσο υγιούς ανάπτυξης, απέτυχε να αφυπνίσει συνειδήσεις. Το ίδιο αποτέλεσμα είχαν και οι επόμενες συναντήσεις για την προστασία του περιβάλλοντος στο Κιότο, Κάιρο, Ντόχα και Κανκούν, όπου δεν προέκυψε δυστυχώς καμία συμφωνία. Φωτεινό παράδειγμα αποτελεί το πρωτόκολλο του Κιότο του 1997 για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, το οποίο δεν έχει επικυρωθεί ακόμη από τις ΗΠΑ, τη Ρωσία, την Αυστραλία, την Κίνα, τον Καναδά και άλλες χώρες.

Η αειφορική διάσταση της ανάπτυξης είναι επίκαιρη όσο ποτέ άλλοτε.

Θέματα όπως η εξάντληση των ορυκτών καυσίμων σε συνδυασμό με το θέμα της απελευθέρωσης των ρύπων στην ατμόσφαιρα, η υποβάθμιση και η εξάντληση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, η υποβάθμιση και η διάβρωση των καλλιεργήσιμων εδαφικών εκτάσεων, η απαξίωση του γεωργικού τομέα στις αναπτυγμένες κοινωνίες, καθώς επίσης και το μοντέλο του γρήγορου πλουτισμού, είχαν ως αντίκτυπο τη διατάραξη του περιβάλλοντος και της κοινωνίας, θέτοντας σε κίνδυνο τη δημόσια υγεία και ασφάλεια.

Το ζήτημα της ασφάλειας των τροφίμων απασχολεί όλο και περισσότερο τις ανθρώπινες κοινωνίες, λόγω των συχνών και σοβαρών κρουσμάτων ασθενειών σε

παγκόσμια κλίμακα. Διεθνείς συμφωνίες, όπως αυτή που διαμορφώθηκε στα πλαίσια του ΠΟΕ (Παγκόσμιος Οργανισμός Εμπορίου) στον Γύρο της Ουρουγουάης, που αφορά σε μέτρα υγειονομικής και φυτοϋγειονομικής προστασίας, δίνουν τη δυνατότητα περιορισμού των εισαγωγών από χώρες που χρησιμοποιούν τεχνικές εχθρικές με το περιβάλλον.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αφουγκράζοντας την ανάγκη για αλλαγή, υιοθέτησε την πρώτη Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την Αειφόρο Ανάπτυξη, κατά τη σύνοδο του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου στο Γκέτεμποργκ το 2001, με κύριους στόχους όπως είναι, ο περιορισμός των επιπτώσεων που προκαλούνται από την αλλαγή του κλίματος, η ασφάλεια και η ποιότητα των τροφίμων, η εξάλειψη των κινδύνων για την υγεία και το περιβάλλον που συνδέονται με χημικές ουσίες, η βελτίωση της βιώσιμης διαχείρισης των φυσικών πόρων, η μείωση των ζημιών στη βιοποικιλότητα και ο περιορισμός των δυσμενών συνεπειών των μεταφορών.

Σε εθνικό επίπεδο, το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον - Αειφόρος Ανάπτυξη», το οποίο εντάσσεται στο ΕΣΠΑ 2007 – 2013, περιλαμβάνει μια σειρά δράσεων, έργων και περιβαλλοντικών υποδομών μεγάλης κλίμακας και εθνικής εμβέλειας, με σκοπό να συμβάλει στην Αειφορική Διαχείριση των περιβαλλοντικών μέσων και του φυσικού αποθέματος των αστικών κέντρων, καθώς επίσης και στην αναβάθμιση της Δημόσιας Διοίκησης για τη χάραξη και την εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής.

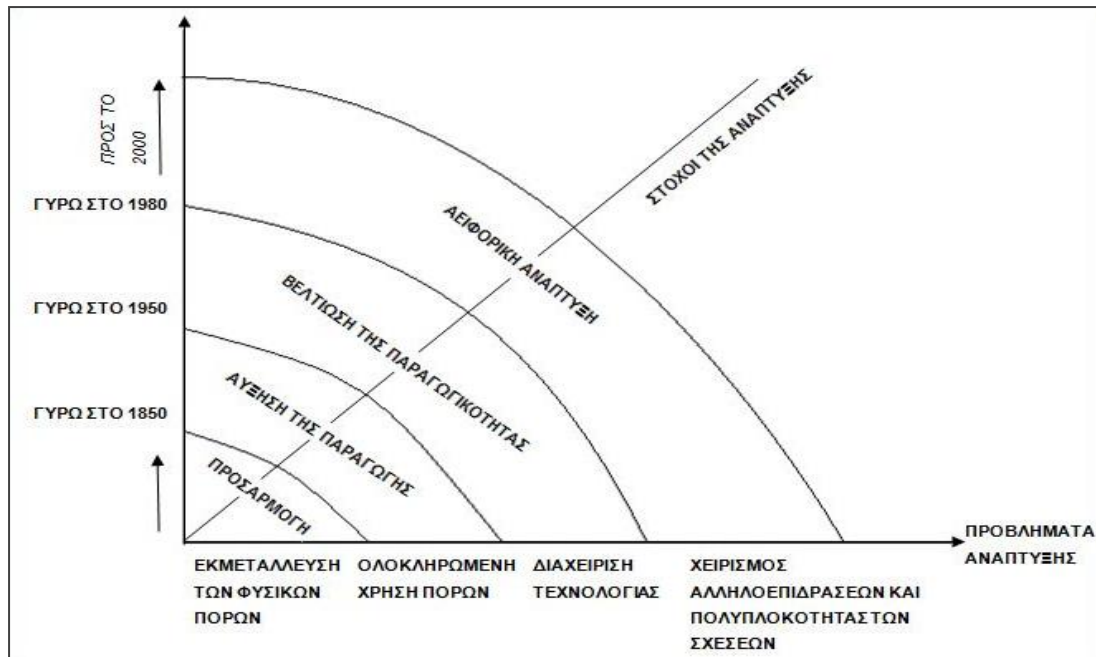
Είναι κοινώς αποδεκτό σήμερα ότι η ανάπτυξη θα πρέπει να μη θέτει σε κίνδυνο τις αναπτυξιακές δυνατότητες των μελλοντικών γενεών. Στόχος κάθε αναπτυξιακής πολιτικής και αναπτυξιακής δράσης θα πρέπει να είναι η διατήρηση της ευημερίας των τοπικών κοινωνιών ως τμημάτων του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου, με τέτοιο τρόπο ώστε να βρίσκονται σε ισόρροπη και αρμονική συνύπαρξη η κοινωνία με το περιβάλλον, ακλουθώντας το μοντέλο της ενεργειακής απεξάρτησης και της αυτάρκειας, εφαρμόζοντας δηλαδή το μοντέλο της αειφόρου ανάπτυξης.

1.1.1 Αειφόρος ανάπτυξη

Ο όρος αειφόρος ανάπτυξη χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από την Παγκόσμια Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης (the Brundtland Commission) το 1987 και ορίστηκε ως «η ανάπτυξη που είναι σε θέση να αντιμετωπίσει τις παρούσες ανθρώπινες ανάγκες, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των επερχόμενων γενεών να αντιμετωπίσουν τις δικές τους ανάγκες». Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης «Αειφορική ανάπτυξη είναι μια δυναμική κοινωνικοοικονομική διαδικασία στην οποία η εκμετάλλευση και η ανανέωση των φυσικών πόρων, ο προσανατολισμός των επενδύσεων και των τεχνολογικών εξελίξεων, καθώς επίσης τα πλαίσια των θεσμικών αλλαγών, είναι συμβατά με τις τρέχουσες και τις μελλοντικές ανάγκες.

Η τεχνοκρατική πραγματικότητα δίνει προτεραιότητα στην οικονομία. Αυτό σημαίνει ότι αντιμετωπίζει σε μεγάλο βαθμό το περιβάλλον και την κοινωνία ως πόρους προς εκμετάλλευση, τόσο ως φυσικούς περιβαλλοντικούς όσο και ως ανθρώπινους. Στην πραγματικότητα όμως η οικονομία εξαρτάται από την κοινωνία και το περιβάλλον (Daly, 1992; Rees, 1995; Wackernagel and Rees, 1996). Η παραγωγή και η ανταλλαγή των εμπορευμάτων αποτελεί μια κοινωνική και μη νομισματική δραστηριότητα. Στην πραγματικότητα όμως η οικονομία εξαρτάται από την κοινωνία και το περιβάλλον (Daly, 1992; Rees, 1995; Wackernagel and Rees, 1996). Η οικονομία βασίζεται στην κοινωνία και το περιβάλλον, η κοινωνία εξαρτάται από το περιβάλλον, ενώ αντίθετα το περιβάλλον υφίσταται και δύναται να συνεχίσει να υπάρχει ανεξάρτητα από την ύπαρξη κοινωνίας και οικονομίας. (Lovelock, 1988). Τα οικονομικά μοντέλα ανάπτυξης, που στοχεύουν στην άνοδο των υλικών αγαθών και μόνον, αγνοώντας το μέλλον, τις πραγματικές επιδράσεις αυτών στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων και το κόστος επιβάρυνσης δημόσιας υγείας, προκαλούν τα σημερινά κοινωνικά και περιβαλλοντικά προβλήματα

Ιστορικά, η ανάπτυξη έχει βασιστεί στο μοντέλο της οικονομικής μεγέθυνσης. Το 1960 υιοθετήθηκε το μοντέλο της ισοδύναμης μεγέθυνσης σε μια προσπάθεια ενσωμάτωσης αρχών κοινωνικού χαρακτήρα, το οποίο διευρύνθηκε το 1980 για να συμπεριλάβει την έννοια της αειφορικής ανάπτυξης. Οι στόχοι της ανάπτυξης σε σχέση με τα προβλήματα διαχρονικά εμφανίζονται στο παρακάτω σχήμα (Peri, 1992):



Διάγραμμα 1. Οι φάσεις της ανάπτυξης διαχρονικά

Η ουσιώδης ενασχόληση των ανεπτυγμένων χωρών με τα περιβαλλοντικά προβλήματα, ωστόσο, ξεκίνησε αφότου ικανοποιήθηκαν οι σημαντικότεροι οικονομικοί αντικειμενικοί σκοποί. Άλλωστε η διερεύνηση εναλλακτικών λύσεων αειφορίας, από την πλευρά της διεθνούς πολιτικής, πάντοτε πραγματοποιείται με σκοπό την μεγιστοποίηση των καθαρών αποτελεσμάτων των οικονομικών δραστηριοτήτων, σε συνδυασμό με την αύξηση ή και την διατήρηση των οικονομικών, οικολογικών και κοινωνικοπολιτισμικών αποθεμάτων. Ως εκ τούτου διαπιστώνεται ότι οι όποιες αποφάσεις λαμβάνονται σήμερα που αφορούν στην εξοικονόμηση των πόρων για την υλοποίηση επενδύσεων, επηρεάζουν άμεσα την κατανομή του εισοδήματος στο μέλλον.

Η βραχύχρονη ανάπτυξη, όπως αποδεικνύεται περίτρανα, η οποία στοχεύει μόνο προς την υλική επιτυχία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία οικονομικών χρεών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών, καθώς επίσης και τη δημιουργία χρεών προς τους φυσικούς πόρους. Αυτό μπορεί να γίνει άμεσα αντιληπτό από την δομή και την εξέλιξη των ανθρώπινων κοινωνιών, που απείχαν από το αειφορικό μοντέλο, αγνοώντας και περιορίζοντας τις διαθέσιμες δυνατότητες των μελλοντικών γενεών, στερώνοντας από αυτές την οικονομική και κοινωνική ισότητα με αποτέλεσμα τη δημιουργία αστάθειας και κοινωνικών εντάσεων.

Ο Ρίγου, ένας από τους πρωτοπόρους στην ενασχόληση με το θέμα της ισότητας μεταξύ των γενεών, υποστήριξε ότι τα άτομα κατανέμουν τους πόρους ανάμεσα στο παρόν και στο μέλλον με μη ορθολογικό τρόπο. Μεταξύ μιας μικρής ικανοποίησης σήμερα και μιας μεγαλύτερης αργότερα δεν επιλέγουν αναγκαστικά την δεύτερη. Παραδείγματα «μυωπικής» συμπεριφοράς συναντώνται συχνά στην γεωργία και στην αλιεία όπου εφαρμόζονται πρακτικές οι οποίες οδηγούν στην εξάντληση των πόρων, σε τέτοιο σημείο ώστε να απειλούνται θαλάσσια είδη με εξαφάνιση και να παρατηρείται εξάντληση της γονιμότητας των εδαφών (Παπαναγιώτου, 2004).

Το περιβάλλον παρέχει τους πόρους που συμβάλλουν άμεσα στην ανθρώπινη ευημερία, καθώς αποτελούν τη βάση της ανθρώπινης ζωής και ευζωίας. Μέσω της αειφορικής ανάπτυξης η προστασία του περιβάλλοντος τείνει να ισορροπηθεί με την οικονομική μεγέθυνση, όταν οι δύο αυτοί παράγοντες βρίσκονται σε αντιπαράθεση. Θα πρέπει όμως να προσδιοριστεί η κατάλληλη κατανομή μεταξύ των διάφορων ανταγωνιστικών χρήσεων, η οποία θα μεγιστοποιεί την κοινωνική ευημερία, λαμβάνοντας υπόψη περιοριστικούς παράγοντες, όπως είναι ο βιολογικός ρυθμός αύξησης των ανανεώσιμων πόρων και η πεπερασμένη διαθέσιμη ποσότητα αυτών.

Το 1972 η «Λέσχη της Ρώμης», μια διεθνής ομάδα επιστημόνων, δημοσίευσε την έρευνα με τίτλο «Όρια της ανάπτυξης»(Meadows et al.) στην οποία υποστήριξαν ότι η συνεχής οικονομική μεγέθυνση ακόμη και δίχως την πληθυσμιακή αύξηση, μπορεί να αποβεί επιζήμια έως καταστροφική. Οι λόγοι που προέβαλαν στην υποστήριξη αυτών των συμπερασμάτων ήταν ότι η γη έχει πεπερασμένες εκτάσεις αρόσιμης γης, δεδομένους ενεργειακούς πόρους και κοιτάσματα μεταλλευμάτων, καθώς επίσης φυσικό όριο ανοχής στην ρύπανση.

Με την ολοκληρωμένη διαχείριση των φυσικών πόρων μπορεί να επιτευχθεί η ορθή εκμετάλλευση των πλουτοπαραγωγικών πηγών, προστατεύοντας παράλληλα το περιβάλλον. Ο όρος της ολοκληρωμένης διαχείρισης περιλαμβάνει το σχεδιασμό, την οργάνωση και την διαχείριση των φυσικών πόρων, λαμβάνοντας υπόψη το περιβαλλοντικό κόστος. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εναρμονιστεί η σχέση περιβάλλοντος και οικονομικής δραστηριότητας, να αποτελέσει δηλαδή τη βάση για μια βιώσιμη αειφορική ανάπτυξη.

1.1.2. Αειφορική γεωργική ανάπτυξη

Η παγκόσμια ζήτηση τροφίμων αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς, δημιουργώντας τεράστιες προκλήσεις για τη βιωσιμότητα της ανάπτυξης της παραγωγής των τροφίμων και των χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων καθώς και των υπηρεσιών που παρέχονται στην κοινωνία. Μεγάλο μέρος των σημερινών αγροτικών εκτάσεων έχει αποδόσεις πολύ χαμηλότερες σε σχέση με τις δυνατότητές του, ενώ η σημερινή πορεία της γεωργικής ανάπτυξης έχει προκαλέσει σοβαρές μακροπρόθεσμες συνέπειες στο περιβάλλον, όπως είναι η διατάραξη και μείωση της βιοποικιλότητας και ο μη έλεγχος των αερίων του θερμοκηπίου. Οι κλιματικές αλλαγές, που επηρεάζουν την κατανομή των ετήσιων βροχοπτώσεων, το ύψος των θερμοκρασιών κτλ, προκαλούν συνεχώς προβλήματα τόσο στις καλλιέργειες, όσο και στην φυσική γλωρίδα και πανίδα. Επακόλουθο των προβλημάτων που προκαλεί η αστάθεια και οι γενικότερες αλλαγές των καιρικών συνθηκών, σε συνδυασμό με την υποβάθμιση και εξάντληση των διαθέσιμων φυσικών πόρων, είναι η επιτακτική ανάγκη εξεύρεσης εναλλακτικών τρόπων καλλιέργειας, οι οποίοι θα αντιμετωπίζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την κλιμάκωση της παγκόσμιας ζήτησης με βιώσιμες και αειφορικές μεθόδους αγροτικής ανάπτυξης.

Η αειφορία ουσιαστικά θεωρείται ως ένα κριτήριο για να διασφαλιστεί η ανάπτυξη με βάση την οικολογική και κοινωνική ισορροπία καθώς και η ποιότητα ζωής. Συνεπώς η αειφορική γεωργική ανάπτυξη είναι μια δυναμική διαδικασία, όπου εφαρμόζονται διαθρωτικές και τεχνολογικές μεταβολές, αξιοποιώντας τους διαθέσιμους παραγωγικούς πόρους, περιορίζοντας την περιβαλλοντική υποβάθμιση και διατηρώντας την παραγωγικότητα, με σκοπό την προώθηση της οικονομικής βιωσιμότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των γεωργών αλλά και της κοινότητας στο σύνολό της.

Η εντατικοποίηση των συστημάτων παραγωγής δημητριακών συνετέλεσε στη συγκράτηση επέκτασης της γεωργίας σε φυσικά οικοσυστήματα και σε ευαίσθητα εδάφη, προστατεύοντας τα από υποβάθμιση λόγω της εντατικής καλλιέργειας. Όμως, παρά το γεγονός ότι η εντατικοποίηση έχει προστατέψει πολλά φυσικά οικοσυστήματα από τη μετατροπή τους σε χώρους γεωργικών χρήσεων, η μεγαλύτερη χρήση των εισροών που εφαρμόστηκαν καθώς επίσης και οι αναποτελεσματικές γεωργικές πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν, συνέβαλαν στην υποβάθμιση της εδαφοκλίνης, δηλαδή στην ελάττωση της οργανικής ουσίας του εδάφους και στη διάβρωσή του, καθώς επίσης στη ρύπανση

των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων και στη μείωση της βιοποικιλότητας των αγροοικοσυστημάτων, ιδιαίτερα εκείνων που επηρεάζονται από δραστηριότητες παραγωγής τροφίμων.

Το ζήτημα, λοιπόν, είναι κατά πόσον μπορεί να επιτευχθεί μία περαιτέρω εντατικοποίηση των συστημάτων παραγωγής με σκοπό την ικανοποίηση της αναμενόμενης αύξησης της ζήτησης τροφίμων, με παράλληλο έλεγχο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, για τη μείωση των περιβαλλοντικών κινδύνων και τη συνεχή βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης. Η λύση φαίνεται να βρίσκεται στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και στην δυνατότητα εξάπλωσής της, η οποία θα διατηρεί τη γονιμότητα του εδάφους, πραγματοποιώντας μια πιο αποτελεσματική χρήση των θρεπτικών ουσιών, ενώ θα ελαχιστοποιεί τις ανάγκες σε νερό και θα ελαχιστοποιεί τις χημικές επεμβάσεις, προσφέροντας τρόπους αύξησης της παραγωγής χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Πυρήνας της καινοτόμου και εξελιγμένης πρακτικής ανάπτυξης της τεχνολογίας είναι η γνώση, η οποία ως κυρίαρχη πηγή της παραγωγικότητας μειώνει την σημαντικότητα των αρνητικών συντελεστών. Στη σύγχρονη βιβλιογραφία βρίσκουμε ολοένα και περισσότερους υποστηρικτές αυτής της ιδέας, όπως είναι ο Toffler (1990:9) ο οποίος υποστηρίζει ό,τι *«η περισσότερο σημαντική οικονομική ανάπτυξη της ζωής μας είναι η ανάπτυξη ενός νέου συστήματος δημιουργίας πλούτου με βάση το μυαλό μας»*. Ανάλογα τίθεται και ο Drucker ο οποίος δηλώνει ό,τι *«η μεγαλύτερη μετακίνηση- μεγαλύτερη ακόμη και από τις μεταβολές στην πολιτική, στην κυβερνητική και στην οικονομία- είναι η μετακίνηση προς την κοινωνία της γνώσης»*. Καθώς υποστηρίζει, το κοινωνικό κέντρο βάρους μετακινείται στον *«εργάτη της γνώσης»* με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται είτε η αποδέσμευση των συντελεστών παραγωγής είτε, η αύξηση της απόδοσης και της παραγωγικότητάς του.

Ως γνωστόν η αειφορική γεωργία αποτελεί το μέσον για την ανάδειξη της γνώσης στη γεωργία, με τέτοιο τρόπο ώστε να αντιμετωπίζονται οι ανάγκες της κοινωνίας, στοχεύοντας στη δημιουργία και διατήρηση ενός υγιούς οικοσυστήματος, μέσα στο οποίο θα βιώνει. Άλλωστε για να επιτύχει το μοντέλο της αειφορικής γεωργικής ανάπτυξης, θα πρέπει να συνδυαστεί η επάρκεια των παραγωγικών συντελεστών με το υψηλό επίπεδο γνώσης και δεξιοτήτων. Η αναγνώριση λοιπόν τού περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων ως θεμέλια της οικονομικής δραστηριότητας, μπορεί να δημιουργήσει τις συνθήκες ικανοποίησης των αναγκών για εξασφάλιση

γεωργικών εκμεταλλεύσεων υψηλών αποδόσεων και κερδών χωρίς να προκληθεί υποβάθμιση των πόρων.

Οι διαστάσεις της αειφορικής γεωργίας είναι πολλαπλές. Στα πλαίσια της βιωσιμότητας θα μπορούσε να οριστεί ως η κάλυψη των σημερινών στόχων της παραγωγής χωρίς να διακυβεύεται το μέλλον, όσον αφορά στην υποβάθμιση ή στη μείωση πόρων. Οι πρακτικές που εφαρμόζονται στην αειφορική γεωργία ανταποκρίνονται στις τρέχουσες και τις μελλοντικές ανάγκες της κοινωνίας, μεγιστοποιώντας το καθαρό όφελος προς αυτήν αφού λαμβάνεται υπόψη όλο το περιβαλλοντολογικό και κοινωνικό κόστος καθώς και τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή των εναλλακτικών αειφορικών πρακτικών. Για την επίτευξη των στόχων της αειφορικής γεωργίας θα πρέπει να εφαρμόζονται πρακτικές αειφορικής χρήσης της ενέργειας για τη μεταποίηση και τις μεταφορές καθώς επίσης να εφαρμόζονται ίδιες πρακτικές αειφορείας και σε άλλους τομείς της οικονομίας που συνδέονται με τον τομέα της γεωργικής παραγωγής. Η επιτυχία του διττού στόχου απόδοσης σε υψηλά επίπεδα της διατήρησης της ποιότητας και της ποσότητας των οικοσυστημικών υπηρεσιών, που προέρχονται από τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους, βασίζεται στην ανάπτυξη και στην διάδοση της επιστημονικής γνώσης και τεχνογνωσίας, όπως επίσης στο ρόλο και στη συμβολή της καινοτομίας στην ανάπτυξη αυτή.

1.1.3. Αειφορικές γεωργικές πρακτικές και τεχνολογία

Τα επόμενα 50 χρόνια εκτιμάται ότι η ταχεία ανάπτυξη θα αναδείξει τις πιο σοβαρές παγκόσμιες ανθρώπινες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι σύγχρονες γεωργικές πρακτικές συνετέλεσαν μεν στην αυξημένη διαθεσιμότητα τροφίμων και στη μείωση του πραγματικού κόστους των γεωργικών εμπορευμάτων, αλλά επηρέασαν το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος που σχετίζεται με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, την απώλεια της βιοποικιλότητας, την απώλεια των προσφερομένων υπηρεσιών των οικοσυστημάτων και τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα της γεωργικής παραγωγής. Ιστορικά μεγάλοι πολιτισμοί αναπτύχθηκαν λόγω της δυναμικής της γεωργίας τους και στη συνέχεια κατέρρευσαν εξαιτίας των

γεωργικών μεθόδων που χρησιμοποιούσαν οι οποίες προκάλεσαν διάβρωση της βάσης των φυσικών τους πόρων¹.

Ο στόχος της αειφορικής γεωργίας είναι η μεγιστοποίηση του καθαρού οφέλους που εισπράττει η κοινωνία από τη γεωργική παραγωγή και από τις προσφερόμενες υπηρεσίες των οικοσυστημάτων, η δημιουργία συστημάτων καλλιέργειας που περιορίζουν ή εξαλείφουν τις περιβαλλοντικές συνέπειες που συνδέονται με τη βιομηχανοποιημένη γεωργία, η αναγνώριση των φυσικών πόρων ως πεπερασμένων και ο καθορισμός συγκεκριμένων ορίων μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης που ενθαρρύνει την ισόρροπη κατανομή των πόρων.

Με την χρήση αειφορικών πρακτικών και μεθόδων επιτυγχάνεται η διατήρηση των φυσικών πόρων, καθώς λαμβάνονται υπόψη η διαθεσιμότητα και ο χρόνος ανάκτησής τους. Αυτό απαιτεί αυξημένη απόδοση των καλλιεργειών, με αυξημένη αποδοτικότητα της χρήσης του αζώτου, του φωσφόρου και του ύδατος, με τρόπο οικολογικό, χρησιμοποιώντας βιώσιμες πρακτικές διαχείρισης που περιλαμβάνουν ορθολογική χρήση των φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων και αντιβιοτικών, δηλαδή αλλαγές στις γεωργικές πρακτικές που ενσωματώνουν την σύγχρονη επιστημονική γνώση και εξασφαλίζουν την μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων.²

Είναι πολλοί οι όροι που επιχειρούν να συνδεθούν με τα αειφορικά γεωργικά συστήματα. Περιλαμβάνουν μεθόδους και πρακτικές που ενισχύουν την αειφορία του γεωργικού συστήματος, παρά το γεγονός ότι καμία δεν είναι ταυτόσημη με την έννοια. Για ορισμένες μεθόδους μάλιστα υπάρχουν αντιρρήσεις ως προς την σχέση τους με τα αειφορικά συστήματα, όπως είναι η βιοτεχνολογία και η γεωργία ακριβείας. Εντούτοις, όπως αναφέρει και ο Ikerd (1996) η αειφορία είναι ο στόχος, ανεξάρτητα από τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την επίτευξή του, εφόσον *«σημασία έχει η κατεύθυνση και όχι ο προορισμός, όπως ένα αστέρι που οδηγεί τα πλοία στη θάλασσα αλλά παραμένει πάντα πέρα από τον ορίζοντα»* (Σιάρδος και Κουτσούρης, 2004β).

Αναφορικά ορισμένες μέθοδοι που ενισχύουν την αειφορία είναι η αμειψισπορά, η βιολογική γεωργία, η εναλλακτική γεωργία, η γεωργία περιορισμένων εισροών, η

¹ Ponting C. A Green History of the World. New York:St. Martin's Press, 1992

² (DeVries, J. & Toenniessen, G. Securing the Harvest²: Biotechnology, Breeding, and Seed Systems for African Crops -CAB International, Wallingford, 2001- Cassman, K. G. Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. Proc. Natl Acad. Sci. USA 96, 5952–5959 (1999)).

γεωργία ακριβείας, η μειωμένη κατεργασία του εδάφους, η πολυκαλλιέργεια και η ολοκληρωμένη διαχείριση. Ιδιαίτερη σημασία έχει η ολοκληρωμένη διαχείριση (Integrated management), όπου η γεωργική εκμετάλλευση και το σύστημα παραγωγής τροφίμων αντιμετωπίζεται ως ένα ολοκληρωμένο σύνολο (Integrated Farming System - IFS, Ολοκληρωμένο Γεωργικό Σύστημα). Σε αυτό το σύστημα παραγωγής πραγματοποιείται η μέγιστη δυνατή και συγχρόνως βιώσιμη αξιοποίηση των φυσικών, οικονομικών και κοινωνικών πόρων (Edwards, 1987), καθιστώντας εφικτή τη διατήρηση της υψηλής παραγωγικότητας. Συνεπώς είναι οικονομικά επωφελής, δίχως να επιβαρύνεται το περιβάλλον, αφού διατηρεί τους διαθέσιμους πόρους. Επιπλέον προστατεύεται η ατομική υγεία των γεωργών και των οικογενειών τους, προσφέροντας συνάμα ασφαλή τρόφιμα στους καταναλωτές, ενώ συντελεί στην ενθάρρυνση για την υιοθέτηση περισσότερων αειφορικών γεωργικών συστημάτων και την αναζωογόνηση της περιοχής³.

Οι στόχοι της αειφορίας επιζητούν να προσεγγιστούν μέσω της εφαρμογής προγραμμάτων ενώ διαχειρίζονται άριστα τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. Οι Πρακτικές της Άριστης Διαχείρισης (Best Management Practices- BMPs) εκφράζουν την αειφορική προσέγγιση των καλλιεργητικών μεθόδων μέσω ορθών γεωργικών πρακτικών. Περιλαμβάνουν καθιερωμένες πρακτικές προστασίας του εδάφους σε συνδυασμό με την προστασία των υδάτινων πόρων. Η καλλιέργειες εδαφοκάλυψης, οι καλλιέργειες για χλωρή λίπανση, όπως και η καλλιέργεια σε λωρίδες συντελούν στον έλεγχο του εδάφους και στην αποφυγή της διάβρωσής του, εφαρμόζοντας ειδικό χρονοδιάγραμμα εφαρμογής χημικών σκευασμάτων για να αποφευχθεί η απώλεια των θρεπτικών ουσιών και φυτοφαρμάκων⁴.

Η επιδίωξη της αειφόρου γεωργίας απαιτεί σημαντική ενίσχυση της γνώσης της διαθέσιμης τεχνολογίας που ενισχύει την επιστημονικά ορθή λήψη. Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δίδεται στην μετουσίωση της πληροφορίας και της γνώσης που αφορούν στην εφαρμογή της τεχνολογίας. Ωστόσο, οι προκλήσεις για τη διάδοση πληροφοριών σχετικά με τις νέες τεχνολογίες ή την αποτελεσματική χρήση των

³ Oren B. Hesterman and Tom L. Thorburn, "A Comprehensive Approach to Sustainable Agriculture: W.K. Kellogg's Integrated Farming Systems Initiative," *Journal of Production Agriculture* (1994)

⁴ Jean M. Rawson, *Congressional Research Service Report to Congress: Sustainable Agriculture* /Washington: Congressional Research Service, Committee for the National Institute for the Environment, 1995

εισροών και τη διαχείριση, είναι τεράστιες, ειδικά σε περιπτώσεις όπου τα προγράμματα επέκτασης είναι αναποτελεσματικά ή εντελώς ανύπαρκτα.

Η τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς, όμως για να εφαρμοστεί αποδοτικά θα πρέπει να προσαρμόζεται και να μετασχηματίζεται από σύστημα σε σύστημα ή κατά την διάδοσή της. Η ουσιαστική συμμετοχή του γεωργού. Όπως χαρακτηριστικά διατυπώνει ο Galjart(1971) τα γνωρίσματα που οδηγούν τα άτομα στο να ανταποκριθούν σε ένα πρόγραμμα τεχνολογικής αλλαγής είναι να επιθυμούν την αλλαγή, να γνωρίζουν πως θα την επιτύχουν και να είναι σε θέση να την πραγματοποιήσουν. Αποτέλεσμα της εισαγωγής της σύγχρονης τεχνολογίας είναι μια πιο περιβαλλοντικά βιώσιμη γεωργία, αλλά και μια πιο δίκαιη διανομή τροφίμων⁵.

Η τεχνολογία ως συντελεστής παραγωγής είναι τόσο σημαντική όσο οι τρεις κλασικοί συντελεστές, έδαφος, εργασία και κεφάλαιο (Antholt, 1994). Επιδρά άμεσα στην σπανιότητα των πόρων, συντελώντας στην καλύτερη και πιο αποτελεσματική αξιοποίησή τους, μέσα από την έρευνα και την καινοτομία, προσφέροντας συγχρόνως την δυνατότητα υποκατάστασης ή αντικατάστασή τους, αυξάνοντας τα περιθώρια κέρδους. Ο Smith τη θεώρησε ως το κλειδί για την προαγωγή «του πλούτου των εθνών», ενώ ο Schumpeter συνέδεσε την τεχνολογική πρόοδο με την οικονομική ανάπτυξη.

Η αποδοχή των καινοτομιών από τους γεωργούς, με σκοπό τον εκσυγχρονισμό των τρόπων καλλιέργειας, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αντιμετώπιση των διαθρωτικών προβλημάτων του γεωργικού τομέα, επιδρώντας άμεσα στην αύξηση της παραγωγής. Κίνητρα και πολιτικές για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας της γεωργίας και των υπηρεσιών του οικοσυστήματος είναι ζωτικής σημασίας για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις για τη βελτίωση της απόδοσης χωρίς να διακυβεύεται η ακεραιότητα του περιβάλλοντος ή η δημόσια υγεία. Χωρίς επαρκείς επενδύσεις, η απόδοση των κερδών και η προστασία του περιβάλλοντος μπορεί να είναι ανεπαρκείς για τη μετάβασή τους προς τη βιώσιμη γεωργία⁶. Η ένταξη της σύγχρονης τεχνολογίας στη γεωργία θεωρείται ως θέμα πρώτης προτεραιότητας, αφού μέσω των καινοτομιών επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση και εξοικονόμηση των παραγωγικών πόρων. Το αποτέλεσμα είναι η ποιοτική αναβάθμιση τόσο της εκμετάλλευσης, όσο

⁵ Global food demand and the sustainable intensification of agriculture, David Tilman, Christian Balzerb, Jason Hillc, and Belinda L. Beforta, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America PNAS

⁶ Agricultural sustainability and intensive production practices, David Tilman, Kenneth G. Cassman, Pamela A. Matson, Rosamond Naylor & Stephen Polasky, Nature magazine

και του προϊόντος, αποτελώντας μια αποτελεσματική στρατηγική οικονομικής ανάπτυξης (Χ. Ζιωγάνας, 2004).

1.2 Αειφορία, γεωργία και κοινωνία

Η ανάπτυξη δεν μπορεί να είναι ικανοποιητική και δίκαιη αν δεν βελτιώνει συνεχώς το επίπεδο διαβίωσης και αν η πρόοδος ευνοεί μόνο μια μικρή μερίδα του πληθυσμού. Ο αντικειμενικός σκοπός της ανάπτυξης και κατά προέκταση της αγροτικής ανάπτυξης είναι η αύξηση της ανθρώπινης ευημερίας. Η ευημερία μπορεί να εκφραστεί μέσω της αυξημένης κατανάλωσης προϊόντων και υπηρεσιών, μέσω της αύξησης της παραγωγής για άμεση κατανάλωση, της αύξησης του εισοδήματος, και της βελτίωσης της ποιότητας του διαιτολογίου. Επιπλέον η ευημερία αφορά στην θετική πνευματική και ψυχολογική αντιμετώπιση της καθημερινότητας, δηλαδή στην ύπαρξη ανάγκης για πρόοδο, που συνοδεύεται από το αίσθημα της αισιοδοξίας. Η διασφάλιση και η διατήρηση αυτή της ευημερίας στο μέλλον αποτελεί και τον κύριο στόχο της αειφορίας.

Τα χαρακτηριστικά της αειφορικής ανάπτυξης, όπως αναφέρονται και σε προηγούμενα κεφάλαια, αφορούν δράσεις όπου δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον και το οικοσύστημα, ενώ πραγματοποιούνται με γνώμονα την διατηρησιμότητα και την αρχή της πρόληψης, ώστε να μπορούν να καλύπτονται οι ανάγκες των μελλοντικών γενεών. Επίσης στοχεύουν στην βελτίωση της ποιότητας ζωής και στην ισοτιμία μεταξύ των μελών της κοινωνίας.

Όπως διαφαίνεται από τα παραπάνω η υγιής ανάπτυξη δεν μπορεί παρά να είναι αειφορική. Παρόλα αυτά η συνεχής αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, σε συνδυασμό με την επίσης συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση των τροφίμων, είχε ως αποτέλεσμα την εφαρμογή της εντατικής-βιομηχανοποιημένης καλλιέργειας. Επιπλέον η εξελικτική πορεία των κοινωνιών, έφερε το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού στα αστικά κέντρα, ενώ ο εναπομείνας αγροτικός πληθυσμός, αποποιούμενος τις ευθύνες του, χρησιμοποιεί κάθε τεχνολογικό δυνατό μέσο, χωρίς να διερευνήσει τις απαιτούμενες τεχνολογικές ενέργειες κατά περίπτωση προκειμένου

να καλυφθούν οι απαιτήσεις της ευρύτερης κοινωνίας σε εισροές. Αποτέλεσμα αυτής της πορείας ήταν η υποβάθμιση και η εξάντληση των πόρων, αλλά και η εμφάνιση ποικίλων κινδύνων για την δημόσια υγεία, όπως είναι οι μολυσμένοι υδροφόροι ορίζοντες, τα επιβαρυμένα σε χημικά τρόφιμα κ.α.

Οι γεωργικές πρακτικές καθορίζουν όχι μόνο το επίπεδο της παραγωγής τροφίμων αλλά και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Περίπου το ήμισυ της παγκόσμιας ωφέλιμης γης χρησιμοποιείται ήδη για ποιμαντική ή για εντατική καλλιέργεια. Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των γεωργικών πρακτικών είναι συνήθως δύσκολο να μετρηθούν, και να γίνουν ορατές οι αρνητικές επιρροές προς τους παραγωγούς, προς τις γεωργικές εισροές, προς την αγροτική κοινωνία και γενικότερα προς την ευρύτερη επωφελούμενη, από τις γεωργικές εισροές, κοινωνία. Η κοινωνία λαμβάνει πολλά οφέλη από το οικοσύστημα, είτε με φυσικό τρόπο, είτε με την διαχείριση του. Λανθασμένες γεωργικές πρακτικές μπορούν να μειώσουν την ικανότητα των οικοσυστημάτων να παρέχουν αγαθά και υπηρεσίες. Η παροχή γεωργικών προϊόντων και υπηρεσιών των οικοσυστημάτων προς τον άνθρωπο είναι τόσο απαραίτητη τόσο για την ποιότητα της ζωής του όσο και για την επιβίωσή του.

Η ανάπτυξη αειφορικών πρακτικών είναι επιτακτική, αφού μπορούν να επιτύχουν την μεγιστοποίηση των ωφελειών προς την κοινωνία σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων προς το περιβάλλον. Καθώς λοιπόν οι διατροφικές ανάγκες διπλασιάζονται, είναι ζωτικής σημασίας οι γεωργικές πρακτικές να τροποποιηθούν ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις, ακόμη και αν πιθανόν προκληθεί μερική αύξηση του κόστους παραγωγής⁷.

Οι βιώσιμες γεωργικές πρακτικές ανταποκρίνονται στις τρέχουσες και τις μελλοντικές ανάγκες της κοινωνίας, διασφαλίζουν τη δημόσια υγεία και μεγιστοποιούν το καθαρό όφελος για την κοινωνία, λαμβάνοντας υπόψη πάντα τα υπέρ και τα κατά των πρακτικών αυτών. Αυτό σημαίνει ότι για να μεγιστοποιηθεί το καθαρό όφελος που λαμβάνει η κοινωνία από την γεωργία, θα πρέπει να υπάρχει ένας πληρέστερος υπολογισμός τόσο του κόστους όσο και των ωφελειών των εναλλακτικών γεωργικών πρακτικών, που θα αποτελέσει και τη βάση της ηθικής πολιτικής και δράσης⁸.

⁷ Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices David Tilman PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences

⁸ Nature magazine, Agricultural sustainability and intensive production practices, David Tilman¹, Kenneth G. Cassman³, Pamela A. Matson^{4,5}, Rosamond Naylor⁵ & Stephen Polasky²

Η δημιουργία πιο οικολογικά σχεδιασμένων γεωργικών συστημάτων, που εκμεταλλεύονται την παραδοσιακή γεωργική γνώση και την συνδυάζουν με την καινοτομία και την τεχνολογία, μπορούν να επιφέρουν μια οικολογική κατεύθυνση στη διαδικασία εντατικοποίησης, επιτυγχάνοντας τους στόχους της αειφορικής ανάπτυξης.

Δεν υποστηρίζεται η υποκατάσταση της συμβατικής γεωργίας από την αειφορική, αλλά ο επαναπροσδιορισμός της σε κατευθύνσεις οικονομικής αποτελεσματικότητας, κοινωνικής δικαιοσύνης και περιβαλλοντικής ισορροπίας, όπου θα επικρατούν συνθήκες αγοράς υγιούς ανταγωνισμού και ποικιλότητας στα προσφερόμενα αγαθά και υπηρεσίες.

Η εφαρμογή μιας οικολογικής στρατηγικής βάσης διαχείρισης μπορεί να αυξήσει την βιωσιμότητα της γεωργικής παραγωγής, βελτιώνοντας την σχέση κόστους-ωφελειών για την κοινωνία και το περιβάλλον. Η ευρεία εφαρμογή αυτών των στρατηγικών θα απαιτήσει όμως την συνεισφορά της κοινωνίας, των φορέων και της επιστημονικής κοινότητας, για την χάραξη πολιτικής, για την μετάδοση της γνώσης και της πληροφόρησης⁹.

Η ανάγκη για την ανασυγκρότηση της γεωργίας είναι δεδομένη. Νέες προοπτικές θα πρέπει να εμφανιστούν. Η τοπική γνώση χρειάζεται να ενσωματωθεί στις αρχές της αειφορίας, οι οποίες θα οδηγήσουν σε αρχές με ηθικό πλαίσιο, σε αρετές άμιλλας, αμοιβαίας εμπιστοσύνης και υπευθυνότητας. Άλλωστε, δεν είναι οι πρακτικές που κάνουν την ανάπτυξη αειφορική, αλλά οι άνθρωποι, την οποία βιώνουν μέσα από την βελτίωση της ποιότητας της ζωής τους, διατηρώντας την κατάσταση ευημερίας για αυτούς, αλλά και για τις γενεές που θα ακολουθήσουν. Πρόκειται για μια πολυεπίπεδη και πολυατομική προσέγγιση, όπου εμπλέκονται πολλές δράσεις και πολλοί δρώντες, όπου ο στόχος είναι μια δυναμική ισορροπία μεταξύ κοινωνικών, πολιτισμικών και οικονομικών απαιτήσεων που συνάδουν με την ικανοποίηση της ανάγκης για την προστασία του περιβάλλοντος. Συνεπώς ο επαναπροσδιορισμός της αγροτικής ανάπτυξης αφορά στη δημιουργία νέων δικτύων, επαναξιοποίησης και ανασυνδυασμού των πόρων, καθώς και του κοινωνικού, του πολιτισμικού και του οικολογικού κεφαλαίου.

⁹ Agricultural Intensification and Ecosystem Properties, P. A. Matson*, W. J. Parton, A. G. Power, M. J. Swift, Science Magazine

1.2.1. Αειφορικές κοινότητες

Στο συνέδριο για την Δημόσια Διοίκηση της Αφρικής, που διεξήχθη στο Cambridge της Αγγλίας το 1948, ένας από τους κύριους ορισμούς που δόθηκαν για την έννοια της τοπικής ανάπτυξης είναι: *«Μια διαδικασία στην οποία τα άτομα μια κοινότητας οργανώνονται για την κατάρτιση σχεδίων και την ανάληψη δράσης κατά την οποία προσδιορίζουν τις ανάγκες τους και τα προβλήματά τους, εφαρμόζοντας αυτά τα σχέδια με τη μέγιστη δυνατή χρησιμοποίηση κοινοτικών πόρων και συμπληρώνοντας αυτούς τους πόρους με υπηρεσίες και υλικά που τους δίδονται από εξωκοινοτικές, κυβερνητικές και μη, υπηρεσίες»*. Ενώ σύμφωνα με την επιτροπή εμπειρογνομόνων του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ, 1963) η έννοια της τοπικής ανάπτυξης ορίστηκε ως: *«μια διαδικασία με την οποία ενώνονται οι προσπάθειες των ατόμων με αυτές των κρατικών αρχών για τη βελτίωση των οικονομικών, των κοινωνικών και των πολιτισμικών συνθηκών των κοινοτήτων, για την ενσωμάτωση των κοινοτήτων στη ζωή του έθνους προκειμένου να τις επιτρέψει να συμβάλουν τα μέγιστα στην εθνική πρόοδο. Συνεπώς, η σύνθετη αυτή διαδικασία συγκροτείται από δύο βασικά στοιχεία: τη συμμετοχή των ιδίων ατόμων σε προσπάθειες που αποβλέπουν στη βελτίωση του επιπέδου διαβίωσης, οι οποίες βασίζονται όσο το δυνατόν περισσότερο στη δική τους πρωτοβουλία εφοδιασμένη με τεχνικές και υπηρεσίες που την ενθαρρύνουν, με αυτοβοήθεια και αμοιβαία βοήθεια και τις κάνουν πιο αποτελεσματικές. Οι δε προσπάθειες αυτές εκφράζονται σε προγράμματα σχεδιασμένα με τρόπο που να επιτυγχάνουν μια μεγάλη ποικιλία συγκεκριμένων βελτιώσεων»*

Όπως μπορεί να διαπιστωθεί και οι δύο ορισμοί δίνουν έμφαση στην αυτοβοήθεια, δηλαδή στο γεγονός ότι η κοινοτική ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί μέσα από συναινετικές διαδικασίες,, που αποβλέπουν στην αυτάρκεια του κοινοτικού συνόλου.

Σύμφωνα με τον Warren η έννοια της τοπικής ανάπτυξης ορίζεται ως *«μία διαδικασία βοήθειας των ανθρώπων μιας κοινότητας για την ανάλυση των προβλημάτων τους, για την άσκηση μιας όσο το δυνατόν μεγαλύτερης αυτονομίας, και για την προαγωγή της συναισθηματικής τους ταύτισης με την κοινότητα, τόσο με τα άτομα όσο και με τις οργανώσεις της»*. Όπως διαπιστώνεται, στον ορισμό του Warren, όπως και στον προηγούμενο ορισμό της επιτροπής εμπειρογνομόνων του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ, 1963), εμπεριέχεται η έννοια τη τεχνικής βοήθειας για την σχεδίαση και την εφαρμογή των προγραμμάτων της τοπικής ανάπτυξης. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι τοπική ανάπτυξη είναι : *«μία διαδικασία*

βοήθειας των ανθρώπων μιας κοινότητας για την ανάλυση των προβλημάτων τους, για την άσκηση μιας όσο το δυνατόν μεγαλύτερης αυτονομίας, για την προαγωγή της συναισθηματικής τους ταύτισης με την κοινότητα, τόσο με τα άτομα, όσο και με τις οργανώσεις της».

Αυτό που μπορούμε να διακρίνουμε από τους παραπάνω, αλλά και από τους περισσότερους ορισμούς της βιβλιογραφίας είναι ότι ο βασικός πυλώνας της τοπικής ανάπτυξης είναι η αυτοβοήθεια. Αποτελεί δε βασική στρατηγική της υλοποίησης των προγραμμάτων ανάπτυξης, με στόχο τη βελτίωση των συνθηκών ζωής και εργασίας στις τοπικές κοινωνίες.

Η κρίση που βιώνουμε σήμερα δεν είναι απλά ένα σημερινό φαινόμενο, αλλά ένα επακόλουθο ενός συσσωρευτικού αποτελέσματος, μιας σειράς από λανθασμένες δράσεις. Η κρίση ξεκίνησε από τις μικρές κοινότητες, οι οποίες είτε γιατί βίωναν την ερήμωση, είτε τον αποκλεισμό τους και την αποκοπή τους από τα αστικά κέντρα και ιδιαίτερα από τα κέντρα αποφάσεων, είτε επίσης γιατί βίωναν την εξαθλίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών λόγω ανεπάρκειας πόρων, και τέλος είτε γιατί βίωναν όλους μαζί αυτούς τους παράγοντες. Ιδιαίτερα όμως, οι παράγοντες που τις οδήγησε σε αυτές τις συνθήκες κρίσης, ήταν η αδυναμία μέτρησης του προβλήματος, η έλλειψη πνεύματος αλληλεγγύης, η μη κινητοποίηση των συλλογικών και τοπικών φορέων, η έλλειψη συνοχής, ο αποπροσανατολισμός από τα πραγματικά προβλήματα του τόπου και κυρίως η έλλειψη κοινού οράματος.

Τα βασικά στοιχεία του ορισμού της κοινότητας είναι ο μικρός αριθμός κατοίκων, ο καθορισμένος γεωγραφικός χώρος, η συγκροτημένη διαβίωση των ατόμων, οι κοινοί θεσμοί, οι κοινές αξίες και πεποιθήσεις και η συναισθηματική ταύτιση. Όταν το μόνο στοιχείο που συνδέει του κατοίκους μιας κοινότητας είναι ο γεωγραφικός χώρος και ο ατομικός αριθμός τους, τότε είναι φανερό ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί κανένα μοντέλο τοπικής ανάπτυξης. Φυσικά στην δυσπραγία αυτή συμβάλλει πολύ και η πολιτεία, με τον λανθασμένο τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος. Παρότι σήμερα η κρίση έχει μεταφερθεί στα αστικά κέντρα και η επιστροφή των πολιτών στην ύπαιθρο αποτελεί συχνή επιλογή, τα μέτρα για την ενίσχυση της αποκέντρωσης των αστικών περιοχών δεν είναι επαρκή. Όμως σε κάθε περίπτωση η πραγματική ή φιλοσοφική προσέγγιση της τοπικής ανάπτυξης βασίζεται πάντοτε στην αυτοβοήθεια, στην αυτάρκεια και στη συλλογικότητα.

Οι κοινότητες μπορούν να βελτιωθούν αν υιοθετήσουν μια σειρά από αειφορικές δράσεις και να μετατραπούν σε βιώσιμες κοινότητες για τους κατοίκους τους, αλλά και για το οικοσύστημα που τις περιβάλλει.

Το προεδρικό συμβούλιο των ΗΠΑ για την Αειφορική Ανάπτυξη (The President's Council on Sustainable Development), πρότεινε το 1997 μια σειρά από στόχους για την δημιουργία αειφορικών οικισμών. Παρά το γεγονός ότι αντανακλούν περισσότερο συνθήκες μιας αναπτυγμένης χώρας, μπορούν να αποτελέσουν την βάση για την ανάπτυξη δράσεων σε οποιαδήποτε χώρα (Γ. Δαουτόπουλος 2004).

Οι στόχοι είναι οι εξής:

1. Η συμμετοχή των πολιτών στα κοινά και στην λήψη των αποφάσεων.
2. Η δημιουργία συνθηκών που επιτρέπει σε όλους να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους.
3. Η βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων μέσω ενός ολοκληρωμένου και συγκροτημένου πληροφοριακού πλαισίου για τις μακροχρόνιες οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς και για τα αναμενόμενα κοινωνικά κόστη και οφέλη.
4. Εφαρμογή αειφορικού σχεδιασμού με σκοπό την μείωση των ενεργειακών αναγκών και για την προσφορά καλύτερων συνθηκών διαβίωσης.
5. Βελτίωση των μεταφορών και διαθέσιμων δικτύων
6. Προώθηση της απασχόλησης, ώστε μέσω της οικονομικής ανάπτυξης να ικανοποιούν τις ανάγκες τους, διατηρώντας και βελτιώνοντας το περιβάλλον παράλληλα.
7. Ενίσχυση της εκπαίδευσης και της κατάρτισης.
8. Μεγιστοποίηση των ωφελειών και ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των οικονομικών δραστηριοτήτων με τη χρησιμοποίηση αειφορικών τεχνολογιών.
9. Δημιουργία κοινοτήτων με συνθήκες ασφάλειας
10. Η εξασφάλιση υγιούς περιβάλλοντος, για όλους τους πολίτες με ταυτόχρονη πρόσβαση στη φύση, σε καθαρό νερό και ασφαλή τρόφιμα.

Οι παραπάνω αντιλήψεις και στόχοι εκφράζονται επίσης μέσα από τα χαρακτηριστικά του αειφορικού οικισμού σύμφωνα με την Τοπική Ατζέντα 21.

Η Τοπική Ατζέντα 21 είναι μια διαδικασία σύμφωνα με την οποία οι τοπικές αρχές του πλανήτη καλούνται να εργαστούν συλλογικά με όλους τους τοπικούς φορείς και του πολίτες, ώστε να εφαρμοστούν οι αρχές της αειφορικής ανάπτυξης σε τοπικό επίπεδο. Δημιουργήθηκε το 1992 με την συμμετοχή περισσότερων από 100 χωρών και αντιπροσώπων, από 10.000 και πλέον Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις, στην Διάσκεψη Κορυφής των Ηνωμένων Εθνών στο Ρίο της Βραζιλίας με στόχο την προώθηση των αρχών της αειφόρου ανάπτυξης.

Σύμφωνα με το Συμβούλιο των Δήμων και Περιφερειών της Ευρώπης (1999), τα χαρακτηριστικά ενός οικισμού θα πρέπει να είναι τα εξής (Γ. Δαουτόπουλος 2004):

- Οι πόροι που χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά σε συνδυασμό με την μείωση των απορριμμάτων και την χρήση διαδικασιών ανακύκλωσης
- Μείωση των ρύπων στο ύψος της φέρουσας ικανότητας αφομοίωσης των οικοσυστημάτων
- Προστασία της βιοποικιλότητας καθολικά
- Πρόσβαση σε κάθε πολίτη σε τροφή, νερό, σε στέγη και χαμηλού κόστους καύσιμα
- Πρόσβαση των πολιτών σε εργασία που τους ικανοποιεί
- Προστασία της υγείας των πολιτών με τη δημιουργία ασφαλούς περιβάλλοντος, καθαρού και ευχάριστου, με έμφαση στην πρόληψη των ασθενειών και την κατάλληλη περίθαλψη
- Πρόσβαση σε υπηρεσίες, εγκαταστάσεις και αγαθά που δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον
- Προστασία της ελευθερίας του λόγου και του τρόπου έκφρασης, αλλά και κάθε χαρακτηριστικού όπως φύλο, από μορφές βίας
- Πρόσβαση σε δεξιότητες, γνώση και πληροφόρηση με σκοπό την ολοκληρωμένη συμμετοχή στην κοινωνία
- Συμμετοχή όλων των ομάδων πολιτών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων
- Ευκαιρίες για συμμετοχή σε πολιτισμικά αγαθά και αναψυχή για όλους τους πολίτες
- Ανθρώπινες διαστάσεις των οικισμών, δίχως να υπερβαίνει την φέρουσα ικανότητά τους
- Τόποι, χώροι και αντικείμενα που συνδυάζου τη σημασία και την ομορφιά με τη χρησιμότητα

Όπως διατύπωσε και ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών στην έκθεση του για τις Παγκόσμιες Περιβαλλοντικές Προοπτικές (GLOBAL ENVIRONMENT OUTLOOK 2000), «η σημερινή πορεία δεν είναι βιώσιμη και αναβολή της δράσης δεν είναι πλέον μια επιλογή». Η δημιουργία αειφορικών κοινοτήτων είναι επιβεβλημένη.

Τα τελευταία χρόνια οι δράσεις υλοποίησης προγραμμάτων με σκοπό την δημιουργία αειφορικών οικισμών βρίσκει όλο και περισσότερους υποστηρικτές ανά τον κόσμο.

Παράδειγμα τέτοιων υποστηρικτικών δράσεων είναι το Παγκόσμιο Δίκτυο Οικολογικών Οικισμών – Global Ecovillage Network (GEN) . Το Παγκόσμιο Δίκτυο Οικολογικών Χωριών αποτελεί μια παγκόσμια συλλογική δράση ανθρώπων και κοινοτήτων (οικολογικά χωριά) αφιερωμένων στον αειφορικό τρόπο ζωής, ο οποίος εφαρμόζει προγράμματα αποκατάστασης του περιβάλλοντος, επιστρέφοντάς του περισσότερες εισροές από ό, τι έχουν ληφθεί από αυτό. Επίσης πραγματοποιείται διακίνηση ιδεών και πληροφοριών, μεταφορά τεχνολογιών, καθώς και ανάπτυξη πολιτισμικών και εκπαιδευτικών ανταλλαγών. Η γέννηση του GEN πραγματοποιήθηκε το 1991 στη Δανία από εκπροσώπους οικολογικών κοινοτήτων από όλο τον κόσμο, όπου κλήθηκαν να συζητήσουν στρατηγικές για την περαιτέρω ανάπτυξη της έννοιας των οικολογικών κοινοτήτων.

Το Global Ecovillage Network (GEN) ορίζει τις οικολογικές κοινότητες ως αστικές ή αγροτικές κοινότητες ανθρώπων που στοχεύουν στην σύσταση ενός υποστηρικτικού κοινωνικού περιβάλλον, όπου ο τρόπος ζωής τους έχει τις ελάχιστες επιπτώσεις για το περιβάλλον. Για να επιτευχθεί αυτό, ενσωματώνουν διάφορες πτυχές του αειφορικού σχεδιασμού, όπως αειφορική καλλιέργεια, οικολογική δόμηση, χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, κοινοτικές δράσεις δόμησης. Αποτελεί ένα μοντέλο αειφορικής διαβίωσης, συνειδητά σχεδιασμένο, μέσω συμμετοχικών διαδικασιών, που έχει σκοπό τη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας όπου και οι τέσσερις διαστάσεις της αειφορίας(οικονομική, οικολογική, κοινωνική και πολιτιστική) αλληλοενισχύονται. Αντιπροσωπεύει ένα αποτελεσματικό, προσιτό τρόπο για την καταπολέμηση της υποβάθμισης του κοινωνικού, οικολογικού και πνευματικού μας περιβάλλοντος. Είναι το αποτέλεσμα της συλλογικής δράσης για μια ολιστική και υγιή ανάπτυξη.

Οι Οικολογικές κοινότητες κερδίζουν γρήγορα την αναγνώριση, αποτελώντας έμπνευση για την ευρύτερη κοινωνία, έχοντας αποδείξει ότι η ανθρώπινη κοινότητα,

έχοντας την κατάλληλη γνώση, μέσα από ένα κοινό σκοπό, συνειδητά, μπορεί να ενισχύσει και να βελτιώσει το περιβάλλον στα οποία ζει.

Map of ecovillages in Europe



Εικόνα 1. Χάρτης οικολογικών κοινοτήτων στην Ευρώπη Πηγή: GEN, 2013



Μέσα από τις Πέντε Αρχές των οικολογικών χωριών (Jonathan Dawson) διακρίνονται οι έννοιες που στοιχειοθετούν αυτές τις οικολογικές δράσεις ως μέρος της τοπικής ανάπτυξης:¹⁰

1. Είναι ιδιωτικές πρωτοβουλίες πολιτών.

¹⁰ (Paraphrased from Ecovillages: New Frontiers for Sustainability, by Jonathan Dawson-President of GEN, Co-Director of GEN-Europe-, Chelsea Green Publishing, 2006)

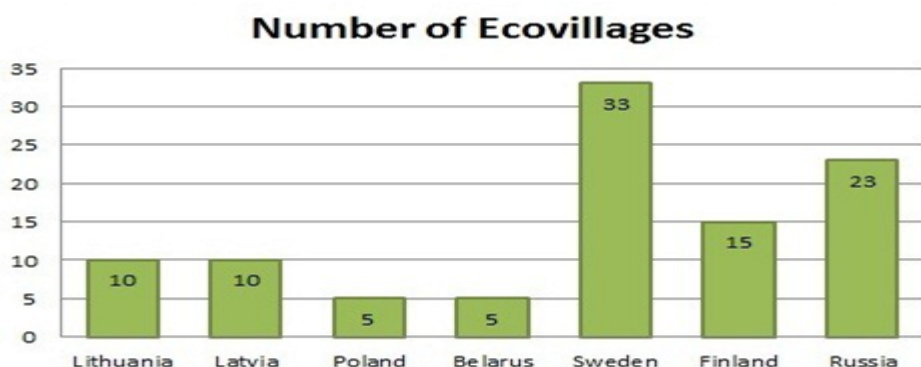
2. Δίνουν αξία στην κοινοτικό τρόπο ζωής.
3. Έχουν χαμηλή εξάρτηση από εξωτερικές πηγές εισροών και τείνουν στην αυτάρκεια
4. Υποδηλώνουν μια ισχυρή αίσθηση κοινών αξιών, που χαρακτηρίζεται ως πνευματική άποψη.
5. Συχνά λειτουργούν ως κέντρα έρευνας και χώροι επίδειξης προσφέροντας εκπαίδευση και έμπνευση.

1.2.2. Αειφορικές κοινότητες στην πράξη

European Ecovillage Network

Παράδειγμα οικολογικών κοινοτήτων και μελών του Παγκόσμιου Δικτύου των Οικολογικών Κοινοτήτων είναι οι οικισμοί της περιοχής της Βαλτικής Θάλασσας (Baltic Sea Region-BSR). Οι περισσότεροι οικισμοί ιδρύθηκαν μεταξύ του 2000 και 2011, ειδικότερα στις χώρες Λιθουανία, Λετονία, Λευκορωσία και Ρωσία. Στη Φινλανδία και στην Πολωνία το ήμισυ των οικολογικών χωριών δημιουργήθηκαν το ίδιο χρονικό διάστημα, αν και το άλλο μισό είναι πάνω από τριάντα ετών. Ομοίως και στη Ρωσία υπάρχουν παλαιότερα οικολογικά χωριά. Η κατάσταση στη Σουηδία είναι εντελώς διαφορετική, αφού 25 από τα 33 γνωστά οικολογικά χωριά ιδρύθηκαν κατά την περίοδο 1967-1999, ενώ μόνο 8 κατά τη διάρκεια του XXI αιώνα.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει, ότι η μεγαλύτερη πυκνότητα των οικολογικών χωριών υπάρχει στη Σουηδία και στη Ρωσία. Διαπιστώθηκε επίσης, ότι από τις αρχές του 2011, η Σουηδία είχε 19 εγγεγραμμένες πρωτοβουλίες για την δημιουργία οικολογικών κοινοτήτων.

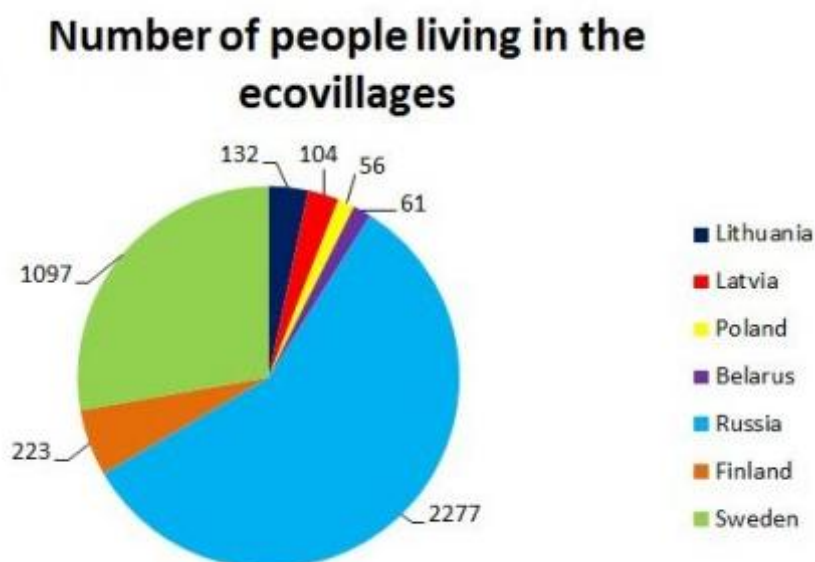


Διάγραμμα 2 : Οικολογικά χωριά της Βαλτικής το 2011, Πηγή GEN



Στη Λιθουανία, στη Λετονία και στη Λευκορωσία το κίνημα των ecovillage έχει μόλις αρχίσει αλλά ο αριθμός τους αυξάνεται συνεχώς. Στην Πολωνία και τη Φινλανδία μπορεί κανείς να βρει οικολογικά χωριά που εμφανίστηκαν στις αρχές του XXI αιώνα. Συνολικά, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 5 ετών, τα οικολογικά χωριά γνωρίζουν μια σημαντική αύξηση του αριθμού τους, μια τάση που συνεχίζεται θετικά.

Καθώς το κίνημα των ecovillage δυναμώνει, ο αριθμός των ανθρώπων που επιλέγουν να ζήσουν σε οικολογικά χωριά αυξάνεται. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο αριθμός των ανθρώπων που ζουν σε οικολογικά χωριά στις αντίστοιχες χώρες.



Διάγραμμα 3 : Αριθμός κατοίκων στις οικολογικές κοινότητες της Βαλτικής

Τα Οικολογικά χωριά είναι προσανατολισμένα προς τη δημιουργία κοινότητας με κοινωνικο-πολιτισμικό περιβάλλον. Μέχρι στιγμής, οι μεγαλύτερες κοινότητες βρέθηκαν στη Ρωσία και τη Σουηδία. Η Ρωσία έχει περίπου 23 γνωστά οικολογικά χωριά. Σε τρεις κοινότητες ζουν 100-300, ενώ στις υπόλοιπες, ο αριθμός κυμαίνεται από 9 έως 90 κατοίκους. Ο μέσος αριθμός των κατοίκων εκτιμάται ότι θα διαμορφωθεί στο μέλλον περίπου στα 58 άτομα ανά χωριό. Στη Σουηδία υπάρχουν 5-6 οικολογικές κοινότητες όπου διαμένουν 100-300 κάτοικοι με μέσο όρο κατοίκων που φτάνει τους 71.

Ecovillages and North-South Reconciliation

Εν όψει της αλλαγής του κλίματος και της εξάντλησης των πόρων, ένα δίκτυο που χτίζει γέφυρες μεταξύ Βορρά και Νότου σε ένα πνεύμα πραγματικής συνεργασίας, εμπιστοσύνης και αμοιβαίου σεβασμού μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη. Πρόκειται για ένα σημείο εκκίνησης για αποτελεσματικές στρατηγικές και σχέδια που επιτρέπουν μια από κοινού αποκλιμάκωση των οικολογικών αποτυπωμάτων Στο πλαίσιο της συνεργασίας του GEN προωθείται η δημιουργία εταιρικών σχέσεων μεταξύ των κοινοτήτων και πολιτών των χωρών του Βορρά και Νότου για την ανοικοδόμηση ανθεκτικών κοινοτήτων αλληλεγγύης, όπου και οι δύο πλευρές αναγνωρίζουν, ο ένας στον άλλον, με μια κοινή αίσθηση ευθύνης για την παγκόσμια περιβαλλοντική και την κοινωνική δικαιοσύνη. Αυτό το αίσθημα αποτελεί και την κινητήρια δύναμη τέτοιων δράσεων, από όλο και περισσότερους ανθρώπους που συνειδητοποιούν ότι η λύση δεν θα βρεθεί αναπαράγοντας την αναπτυξιακή πορεία που περιγράφεται από τις βιομηχανικές κοινωνίες.

Κεντρική ιδέα των παραπάνω δράσεων είναι ότι *ο στόχος πρέπει να είναι ο σεβασμός και η διατήρηση της τοπικής σοφίας και της αειφορικής παράδοσης, με την δημιουργική ενσωμάτωση καινοτόμων τεχνολογιών, όπου κρίνεται απαραίτητο.*

Μια 100% ενεργειακά αυτόνομη κοινότητα υπόδειγμα αειφορίας

Ένα άλλο υπόδειγμα επιτυχημένης εφαρμογής της τοπικής αειφορικής ανάπτυξης, αποτελεί το Φέλντχαϊμ στη Γερμανία. Οι κάτοικοι επένδυσαν δικά τους χρήματα για να κατασκευάσουν το δικό τους ενεργειακό δίκτυο με στόχο να απολαύσουν χαμηλότερες τιμές ηλεκτρισμού και θέρμανσης στο μέλλον, επιτυγχάνοντας μια ενεργειακά αυτόνομη πόλη η οποία δεν εξαρτάται πλέον από τα ορυκτά καύσιμα ή την πυρηνική ενέργεια.

Στο Φέλντχαϊμ των 150 κατοίκων οι ανεμογεννήτριες είναι περισσότερες από τα σπίτια. Περιβάλλεται από ένα **αιολικό πάρκο 47 ανεμογεννητριών** που “καλωσορίζουν” τον επισκέπτη στην πόλη.

Στην άκρη της πόλης μια συστοιχία φωτοβολταϊκών τροφοδοτεί το δίκτυο. Κάθε κάτοικος συνεισέφερε 3000 Ευρώ το 2010 για να κατασκευαστεί ένα αυτόνομο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Οι τιμές ηλεκτρισμού είναι κατά μέσο όρο 30% φθηνότερες από αυτές που ισχύουν στη γερμανική αγορά και καθορίζονται στο

κοινοτικό συμβούλιο. Κάθε νοικοκυριό καταναλώνει σύμφωνα με συγκεκριμένες ποσοστώσεις ώστε να διασφαλιστεί η ευστάθεια του δικτύου.

Η πόλη φιλοξενεί επίσης σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, ενώ επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη εγκαταστάσεων αποθήκευσης ενέργειας για παραγωγή δύο ημερών ώστε να παρακαμφθούν οι κανονισμοί που ρυθμίζουν και ουσιαστικά αποθαρρύνουν την κερδοσκοπική πώληση ενέργειας πίσω στο κεντρικό δίκτυο από συστήματα όπως αυτό του Φέλντχαϊμ. Εξοικονομεί με αυτό τον τρόπο το 30% του κόστους ενέργειας.

Οι κάτοικοι του Φέλντχαϊμ απολαμβάνουν επίσης θέρμανση 10% φθηνότερη από το μέσο Γερμανό. Μια εγκατάσταση βιοαερίου καίει τα αέρια που παράγονται από τη χώνευση των τοπικών αγροτικών, οργανικών αποβλήτων και είναι συνδεδεμένη με κάθε νοικοκυριό του χωριού.

Την ίδια ώρα συνεχίζεται η συζήτηση για τον τρόπο με τον οποίο το νομοθετικό πλαίσιο ευνοεί τα μονοπώλια ηλεκτρισμού και αποθαρρύνει την αυτόνομη παραγωγή.

Το μοντέλο του Φέλντχαϊμ ίσως δεν γίνεται να λειτουργήσει παντού. Αγροτικά απόβλητα, τεράστιες εκτάσεις γης και η κινητοποίηση και συνεργασία μεταξύ των κατοίκων αποτελούν βασικούς παράγοντες επιτυχίας του εγχειρήματος, συχνά δυσεύρετους.

Ωστόσο, η γερμανική πόλη αποτελεί υπόδειγμα αειφορίας και ενεργειακής αυτονομίας για όλο τον κόσμο.(econews, 2013)

Κρατική χρηματοδότηση για υδροπονικές καλλιέργειες

Η χρηματοδότηση για την ανάπτυξη των επιχειρήσεων του Αμπού Ντάμπι ξεκίνησε από κρατική οργάνωση πριν από πέντε χρόνια και έχει ήδη χορηγήσει 140 εκατ. Ευρώ για οικονομική ενίσχυση διαφόρων προγραμμάτων “κοινωνικής επιχειρηματικότητας” που αφορούν αγρότες και ψαράδες. Ένα από τα τελευταία προγράμματα, χρηματοδοτούμενο από το κρατικό Κέντρο Αγροτικών Υπηρεσιών έχει σκοπό τον εκσυγχρονισμό των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ίδιο πρόγραμμα έχει χρηματοδοτήσει το μεγαλύτερο Project Ενυδατοκαλλιέργειας στον κόσμο που έλαβε χώρα πέρυσι στο Baniyas. Η τεχνική συνδυάζει την παραδοσιακή υδατοκαλλιέργεια – εκτροφή ψαριών σε δεξαμενές- με ένα σύστημα που χρησιμοποιεί τα απόβλητα των ψαριών ως λίπασμα στα υδροπονικά κηπευτικά.

«Η προτεραιότητα στήριξης της γεωργίας σε όλα τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (ΗΑΕ) οδήγησε στη συνεργασία με το κέντρο αυτό, υποστηρίζοντας τους αγρότες με την εμπειρία και τις γνώσεις τους», δήλωσε η σύμβουλος ανάπτυξης κ. Fatema Mohammed.

Το πρόγραμμα εστιάζει στους αγρότες, προσφέροντας τους δάνεια μέχρι 650.000 ΕΥΡΩ. Απαραίτητη προϋπόθεση για να κάνει κάποιος αίτηση, είναι να διαθέτει άδεια ιδιοκτησίας καθώς και μια πηγή νερού. Κάποιες περιοχές κοντά στο Al Ain δεν έχουν πηγή νερού, πράγμα που καθιστά αναγκαία αλλά και εξαιρετικά δαπανηρή τη χρήση δεξαμενής.

Η Fatema Mohammed θεωρεί πως *«όποιος επιδιώκει να πάρει δάνειο δεν μπορεί να είναι απλά ένας επενδυτής, πρέπει να γνωρίζει το αγρόκτημα και να θέλει να παράγει τρόφιμα».*

Σύμφωνα με τη διαδικασία, ο αγρότης πρέπει να είναι κάτοικος των ΗΑΕ και δεν επιτρέπεται να έχει απόδημο συνεργάτη. Θα πρέπει να συμπληρώσει μία αίτηση, και με βάση αυτή θα συνταχθεί στη συνέχεια ένα επιχειρηματικό μοντέλο. Η αίτηση αποστέλλεται στο Κέντρο Εξυπηρέτησης των Αγροτών, το οποίο θα παράσχει συμβουλές για τις τεχνικές πτυχές του έργου. Στη συνέχεια διεξάγεται μια επίσκεψη στην τοποθεσία και αποφασίζεται το κόστος του έργου. Οι περισσότεροι από τους αιτούντες είναι στην δυτική περιοχή Al Gharbia. Η ιδέα να μετατρέψουν τα συμβατικά τους αγροκτήματα σε μοντέρνα προκαλεί μεγάλο ενθουσιασμό.

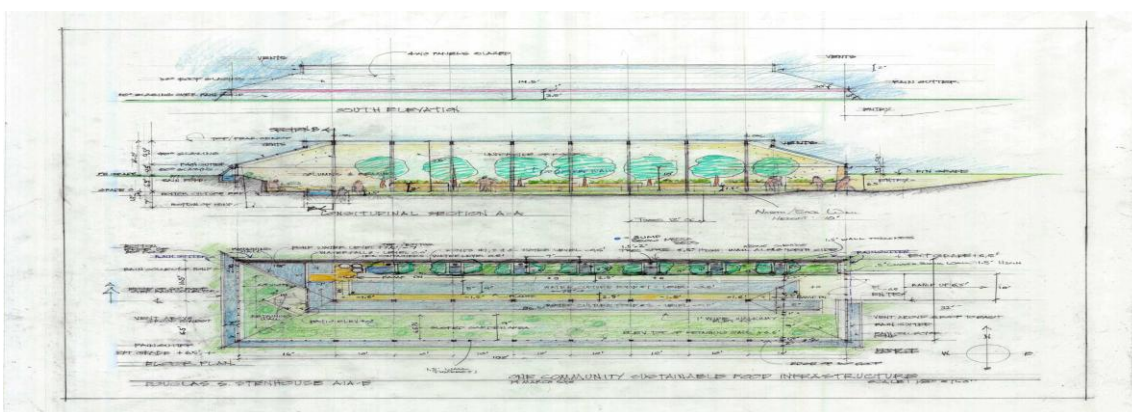
Όπως δήλωσε και ο Δρ. Robert Caudwell, Τεχνικός Διευθυντής Ανάπτυξης του κέντρου *«θέλουμε να παροτρύνουμε κάθε αγρόκτημα στο Αμπού Ντάμπι να ασχοληθεί με την υδροπονία».* Ακόμα και αν ο αγρότης χρειάζεται περισσότερα χρήματα, εξετάζουμε την περίπτωση του. Μετά από δύο χρόνια οι αγρότες πρέπει να αρχίσουν να αποπληρώνουν το δάνειο με μηνιαίες δόσεις, ενώ η επιχείρησή τους θα βρίσκεται υπό παρακολούθηση από το χρηματοδοτικό πρόγραμμα για πέντε χρόνια. **Μέχρι στιγμής έχουν εγκριθεί 21 έργα με κόστος έως και 7 εκατ. Ευρώ.**

Οι δράσεις αυτές αποτελούν άλλο ένα δείγμα αειφορίας, όπου προωθείται μέσα από κοινοτικά πλαίσια και αναπτύσσεται μέσα από συλλογικές δράσεις. Είναι προγράμματα που έχουν στόχο την εξοικονόμηση και την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των πόρων και την μεγιστοποίηση των ωφελειών τους, ενσωματώνοντας συνδυαστικά την νέα και εξελιγμένη τεχνολογία και επιστημονική γνώση με την παράδοση και την τοπική εμπειρία.

Πλήρες Αειφορικό Σύστημα Ενυδρειοπονίας ικανό να καλύψει τις ανάγκες μιας ολόκληρης κοινότητας-οικισμού

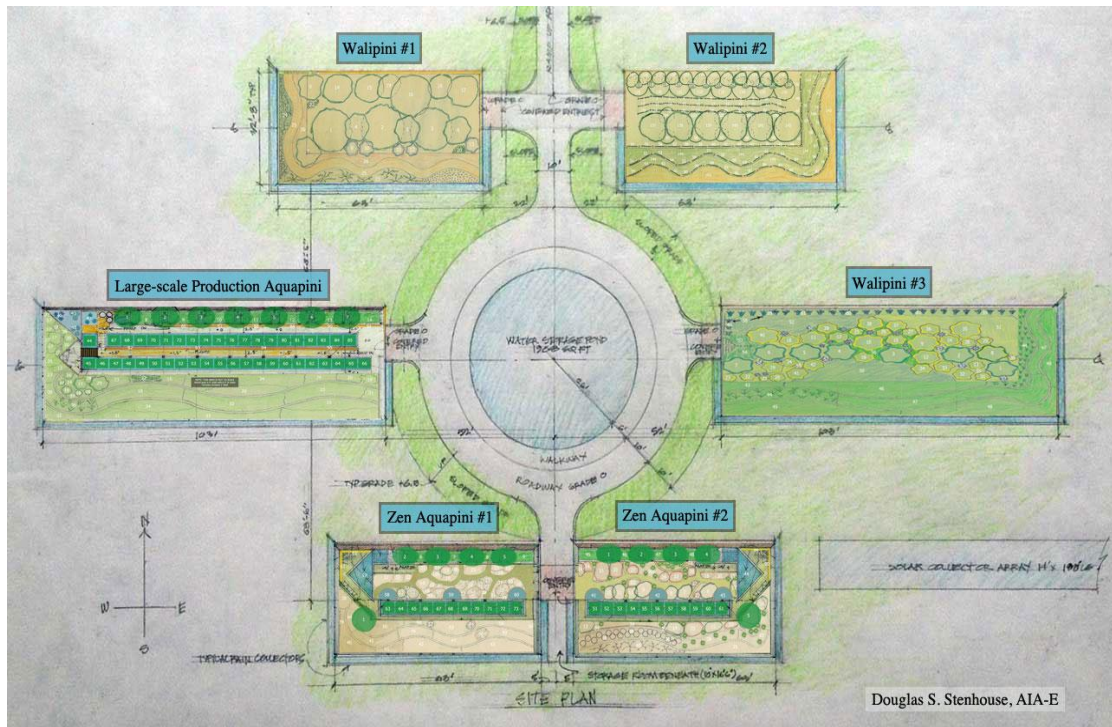
Μία ομάδα επιστημόνων ανέπτυξε μια πρωτοβουλία ανοιχτής δράσης, σε παγκόσμιο επίπεδο, για τον σχεδιασμό ενός αειφορικού συστήματος παραγωγής τροφίμων, ικανού να θρέψει μία κοινότητα, ή έναν ολόκληρο οικισμό. Το αειφορικό αυτό σύστημα το ονομάζουν **Aquarini & Walipini Open Source Hub**, και έχει επεκτασιμότητα προκειμένου να καλύψει ανάγκες πολυπληθών οικισμών. Υποστηρίζουν ότι θα αποτελέσει παράδειγμα αειφορικής παραγωγής τροφίμων σε όλη την υφήλιο.

Το walipini είναι ένα σύστημα παραγωγής τροφίμων μέσα στο έδαφος. Ενώ το aquarini είναι ένα walipini όταν περιλαμβάνει aquaponics (συμβιωτικό σύστημα υδροπονίας και υδατοκαλλιέργειας). Αυτές οι εγκαταστάσεις κατασκευάζονται μέσα στο έδαφος, για το λόγο ότι κάτω από τη γραμμή παγετού, η γη διατηρεί μια θερμοκρασία 55 βαθμών. Κατασκευάζοντας τις εγκαταστάσεις βυθισμένες αρκετά βαθιά στο έδαφος παρέχονται σημαντικά οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας. Έχουν πρόσθετα οφέλη διότι απαιτούν λιγότερα οικοδομικά υλικά κατασκευής σε σχέση με ένα θερμοκήπιο, έχουν καλύτερη εμφάνιση, διατηρούν ένα χαμηλότερο φυσικό προφίλ, και είναι πιο εύκολα στη συντήρηση και επισκευή αφού η οροφή αρχίζει περίπου από το επίπεδο του εδάφους.



Διάγραμμα 4: Αειφορικό σύστημα Aquarini & Walipini Open Source Hub ικανό να θρέψει μία κοινότητα, ή έναν ολόκληρο οικισμό Πηγή FAQ

Σχεδιάζονται για να κατασκευαστούν 3 walipini θερμοκήπια. Το ένα εξ αυτών προτείνεται για μεγάλης κλίμακας παραγωγή τροφίμων και τα άλλα δύο προτείνονται για παραγωγή με έμφαση στην ποικιλία. Θα συνδυαστούν με δύο επιπλέον χώρους υψηλού φυσικού κάλλους με σκοπό την αναψυχή.



Aquapini, Walipini, and Zen Aquapini Planting and Harvesting Overview

Διάγραμμα 5: Ολοκληρωμένο Αειφορικό σύστημα παραγωγής τροφίμων - Aquapini, Walipini, and Zen Aquapini Planting and Harvesting Overview Aquapini- ικανό να θρέψει μία κοινότητα, ή έναν ολόκληρο οικισμό. Πηγή FAQ

Περιέχει υποσυστήματα που λειτουργούν παράλληλα και συμβιωτικά. Οι 6 αρχικοί χώροι παραγωγής για μια κοινότητα, υψηλής δυναμικότητας, έχουν σχεδιασθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αποτελέσουν ένα αυτόνομο σύστημα παραγωγής προϊόντων δηλαδή ένα οικολογικό αυτόνομο, αυτόνομο χωριό με πλήρες σύστημα υποδομών για την παραγωγή προϊόντων προς χρήση των κατοίκων του. Είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να αναπτύσσεται και να επεκτείνεται σε περισσότερα αυτοδύναμα συστήματα για την κάλυψη των αναγκών του οικισμού ανάλογα με τον πληθυσμό των κατοίκων του.

Οι σύμβουλοι αυτών των ανοικτών δράσεων σχεδιασμού είναι οι :

1. Avery Ellis: Aquaponics Specialist and owner/operator of Integrated Aquaponics
2. Bear Stauss: Horticulturalist and Landscape Design/Recreation Area Management Specialist

3. Charles McLean: Architecture & Urban Agriculture Designer, Professor, and owner of OM Greengroup
4. Douglas Simms Stenhouse: Architect and Water Color Artist ,
5. Michael Martin: Economic Botanist, Permaculturist, Curator and Plant Propagator
6. Ziggy Tolnay: Database Systems Designer and Founder of the RBE10K Project

Το συνολικό αειφορικό σύστημα θα αποτελείται από:

- Μεγάλης κλίμακας Μονάδας Aquaponics παραγωγής τροφίμων
- 2 διαφορετικού σχεδιασμού και εμβαδού aquaponics-zen aquapini designs (Z1 and Z2), και
- 3 διαφορετικά μέγιστης οικονομικής παραγωγής θερμοκήπια - maximally-affordable Walipini Greenhouses (W1, W2, and W3).

Συνδυασμένα θα παρέχουν:

- Απαράμιλλη ποικιλία τροφίμων
- 6 μοναδικής αισθητικής περιβάλλοντα
- 4 ευδιάκριτα διαφορετικά περιβάλλοντα καλλιέργειας
- Πάνω από 3.500 τετραγωνικά μέτρα έκταση που συνεχώς θα αυξάνονται
- Μεγάλης κλίμακας παραγωγή τροπικών ειδών με τη χρήση aquaponics
- Θερμοκήπια - Walipini #3: Frost-free Arid Zone Desert House, Borderline Subtropical House, Tropical House
- Θερμοκήπιο -Zen Aquapini #1: Cloud Forest House
- Θερμοκήπιο -Zen Aquapini #2: Tropical Moist House

1.3 Γενικά Συμπεράσματα

Η αειφορική ανάπτυξη είναι αναγκαία. Οι κοινωνίες και κοινότητές τους οφείλουν να εφαρμόζουν προγράμματα βιωσιμότητας, τα οποία περιλαμβάνουν σχέδια αποκατάστασης, μελλοντικής διαχείρισης και αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων.

Στόχος των προγραμμάτων αυτών είναι να οδηγηθούμε στην αυτάρκεια. Αυτό σημαίνει ενεργειακή ανεξάρτηση, αναδιάρθρωση και βελτιστοποίηση της παραγωγής και των παραγωγικών μέσων, εισαγωγή γνώσης και τεχνολογίας με σκοπό την βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων. Ο σκοπός όλων το παραπάνω ενεργειών και δράσεων είναι η μακροχρόνια ευημερία, τόσο των κοινοτήτων, όσο και των κατοίκων τους, όπου θα μπορούν να απολαμβάνουν εσασεί ποιοτικά τρόφιμα, καθαρό νερό, καθαρό περιβάλλον, υγιή ατμόσφαιρα, αλλά και συναισθηματική πληρότητα.

Η ευημερία σημαίνει ευμάρεια, δηλαδή ευζωία, άνετη διαβίωση και ως όρος είναι κοινωνικοοικονομικός αναφέρεται στην άνεση, ή τη βελτίωση, των συνθηκών ζωής μιας κοινωνίας. Συνεπώς είναι ευθύνη όλων μας.

Κεφάλαιο 2^ο Σύγχρονες μέθοδοι και σύγχρονα συστήματα καλλιέργειας

2.1 Σύγχρονες αειφορικές γεωργικές πρακτικές

Η παγκοσμιοποίηση της αγοράς αγροτικών προϊόντων και τροφίμων έχει μεγιστοποιήσει την ένταση του ανταγωνισμού, ο οποίος οφείλεται κυρίως στην είσοδο των τρίτων χωρών σε αυτόν.

Οι χαμηλές τιμές των αγροτικών προϊόντων προερχομένων από τις χώρες αυτές έχει οδηγήσει στον παραγκωνισμό των ντόπιων ελληνικών προϊόντων, με αποτέλεσμα τη δραματική μείωση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής αγροτικής παραγωγής και κατ' επέκταση τη δραματική μείωση των εσόδων κάθε αγροτικής κοινωνίας. Έτσι αναπόφευκτα, οι ελληνικές αγροτικές κοινωνίες οδηγήθηκαν σε οικονομικό μαρασμό και σε υποβάθμιση του βιοτικού τους επιπέδου με αποτέλεσμα ένα μεγάλο μέρος αυτών να εγκαταλείπει την αγροτική παραγωγή και την ενασχόληση με την ελληνική γη.

Για την αντιμετώπιση του μεγάλου αυτού προβλήματος που αφορά στην επαναδιοργάνωση και ενίσχυση της αγροτικής οικονομίας, η οποία αποτελεί τον βασικό πυλώνα ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας απαιτείται, άμεσος σχεδιασμός, παροχή οικονομικών /κοινωνικών κινήτρων, παροχή εκπαίδευσης και υλικοτεχνικής υποστήριξης προηγμένης τεχνολογίας, καθώς επίσης υλοποίηση ειδικών χρηματοδοτικών προγραμμάτων ανάπτυξης και προώθησης των ελληνικών αγροτικών προϊόντων στη διεθνή αγορά.

Αυτός θα είναι ο δρόμος που θα εντάξει την ελληνική αγροτική παραγωγή στο διεθνές οικονομικό περιβάλλον με επιτυχία, αυξάνοντας δραστικά την παραγωγή με μικρότερο κόστος και παράγοντας προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας, πιστοποιημένα και βιοασφαλή, σε τιμή ανταγωνιστική. Το ελληνικό πιστοποιημένο και βιοασφαλές αγροτικό προϊόν θα βασίζεται στην άριστη ποιότητα, καθώς επίσης στην ασφάλεια και στην προστασία της υγείας του καταναλωτή, διότι θα παράγεται με τρόπο αειφορικό προστατεύοντας το φυσικό περιβάλλον.

Τα σύγχρονα γεωργικά συστήματα, σε αντίθεση με τα παραδοσιακά, εφαρμόζουν πάντοτε τη διαθέσιμη τεχνολογία και καινοτομία σε συνδυασμό με την επιστημονική

γνώση. Χρησιμοποιούν τους πόρους και τις πληροφορίες για τον έλεγχο περισσότερων συνιστωσών, ώστε η καλλιέργεια να είναι πιο αποδοτική. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες εδάφους και περιβάλλοντος που απαιτούνται για την προώθηση της ανάπτυξης των φυτών με την ελάχιστη χρήση των πόρων. Οι σύγχρονες τεχνικές και τεχνολογίες, μπορούν να προστατεύσουν την αγροτική παραγωγή από διάφορα ανταγωνιστικά φυτά, από έντομα, ασθένειες, ζώα, και από μεταβολές των καιρικών συνθηκών, καθώς επίσης και να προβλέψουν πιθανούς κινδύνους. Επίσης μπορούν να εγγυηθούν προϊόντα πιο ασφαλή και ποιοτικά σε συνδυασμό με υψηλές αποδόσεις.

Ο όρος Αειφορική Γεωργία σημαίνει ένα ολοκληρωμένο σύστημα φυτικής και ζωικής παραγωγής που θα μπορεί μακροπρόθεσμα να:

- ικανοποιεί τις διατροφικές ανάγκες του πληθυσμού της γης
- βελτιώνει την ποιότητα του περιβάλλοντος
- κάνει περισσότερο αποτελεσματική τη χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών και να συνδέει, όπου είναι απαραίτητο, τους φυσικούς βιολογικούς κύκλους
- διατηρεί την οικονομική βιωσιμότητα των γεωργικών εφαρμογών και
- βελτιώνει την ποιότητα ζωής των αγροτών και ολόκληρης της κοινωνίας

Οι πρακτικές της αειφόρου παραγωγής περιλαμβάνουν μία ποικιλία διαφορετικών προσεγγίσεων. Η στρατηγική πρακτική που επιβάλλεται να υιοθετείται θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την τοπογραφία, τα εδαφικά χαρακτηριστικά, το κλίμα, τους εχθρούς και ασθένειες της παραγωγής, την τοπική διαθεσιμότητα εισροών και τους στόχους κάθε αγρότη χωριστά. Όμως παρά την ιδιαίτερη φύση της αειφόρου γεωργίας και την εξάρτησή της από τις τοπικές συνθήκες, επιπλέον επιβάλλεται να εφαρμοστούν διάφορες γενικές αρχές, οι οποίες θα βοηθήσουν τους αγρότες να επιλέξουν την πιο κατάλληλη διαχειριστική πρακτική, όπως είναι:

- η επιλογή ειδών και ποικιλιών που είναι καλά προσαρμοσμένες στην εκάστοτε περιοχή και στις συνθήκες του αγρού που βρίσκεται σε αυτήν.
- η διαφοροποίηση των προϊόντων παραγωγής (συμπεριλαμβανομένων και των αγροτικών ζώων) και η διαφοροποίηση των καλλιεργητικών πρακτικών για τη βελτίωση της βιολογικής και οικονομικής σταθερότητας του αγροκτήματος.

- η διαχείριση του εδάφους για τη βελτίωση και την προστασία της εδαφικής ποιότητας
- η αποτελεσματική χρήση των εισροών και
- η εκτίμηση των επαγγελματικών στόχων των αγροτών και των επιλογών τους για τον τρόπο ζωής.

Η αειφορική γεωργία, γενικά, χαρακτηρίζεται ως:

- ✓ η οικολογικά υγιής γεωργία
- ✓ η οικονομικά βιώσιμη γεωργία και
- ✓ η κοινωνικά δίκαιη και ανθρώπινη γεωργία

Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα βασίζεται στη συνετή χρήση τόσο των ανανεώσιμων όσο και των ανακυκλώσιμων φυσικών πηγών και **προστατεύει** την ακεραιότητα των φυσικών συστημάτων έτσι ώστε οι φυσικοί πόροι αυτών να ανανεώνονται συνεχώς και να είναι επικερδείς με στόχο τη μακροπρόθεσμη ευημερία όλων των μελών μιας αγροτικής κοινότητας.

Η αλλαγή, βέβαια, από τα συμβατικά συστήματα παραγωγής στα αειφορικά δεν είναι εύκολη. Προϋποθέτει τεχνογνωσία, χρήση νέων τεχνολογιών και καινοτομιών, αλλαγή του τρόπου σκέψης, αλλαγή των κανόνων συμπεριφοράς του ανθρώπου απέναντι στην φύση, καθώς επίσης και περιβαλλοντική ηθική για κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα.

Ο εκσυγχρονισμός των γεωργικών συστημάτων εκφράζεται είτε μέσω της βελτιστοποίησης των υφιστάμενων γεωργικών συστημάτων με την χρήση εφαρμογής καινοτόμων τεχνολογιών όπως είναι η γεωργία ακριβείας, είτε με την αξιοποίηση νέων συστημάτων τεχνολογικής εντάσεως όπως είναι η υδροπονία επιτυγχάνοντας χαμηλές εισροές σε πόρους και υψηλές αποδόσεις σε παραγωγή. Για αυτό το λόγο άλλωστε η εκπαίδευση, αλλά κυρίως η θέληση των αγροτών για αλλαγή κρίνεται σημαντική.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τρεις σύγχρονες μορφές καλλιέργειας οι οποίες, ενσωματώνοντας τη διαθέσιμη σύγχρονη τεχνολογία, πρεσβεύουν τις αρχές της αειφορίας. Αυτές είναι α) η γεωργία ακριβείας, β) η υδροπονία και γ) η ενυδραιοπονία. Θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση των πρακτικών και των μέσων που χρησιμοποιούν καθώς και των ωφελειών που προκύπτουν από την εφαρμογή τους.

2.2. Γεωργία Ακριβείας

Η γεωργία ακριβείας είναι μια νέα μορφή διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, που έχει ως στόχο την αντιμετώπιση της παραλλακτικότητας των παραμέτρων που επηρεάζουν τη γεωργική παραγωγή, όπως είναι ο τύπος του εδάφους, το pH, η στράγγιση, τα θρεπτικά στοιχεία, η οργανική ουσία, το νερό, η προσβολή της καλλιέργειας από ασθένειες, η εμφάνιση ζιζανίων κ.α. Οι έννοιες που ενσωματώνονται στη γεωργία ακριβείας προσφέρουν την υπόσχεση της αυξανόμενης παραγωγικότητας μειώνοντας τις δαπάνες παραγωγής και ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιδράσεις.

Η βασική ιδέα της γεωργίας ακριβείας είναι ο διαχωρισμός μιας μεγαλύτερης έκτασης σε μικρότερα ομοιόμορφα τμήματα (ζώνες διαχείρισης, - management zones) και η διαχείριση τους σύμφωνα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε μιας ζώνης. Οι χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες παρέχουν πληροφορίες στον καλλιεργητή και του επιτρέπουν να λάβει λεπτομερείς πληροφορίες για σημεία μικρότερης κλίμακας από αυτήν του αγροτεμαχίου. Αυτές οι πληροφορίες σε συνδυασμό με τις πρακτικές καλλιέργειας των προηγούμενων χρόνων επιτρέπουν την αποτελεσματική διαχείριση του αγροτεμαχίου σε μικρότερες κλίμακες.

Η γεωργία ακριβείας μπορεί να καθοριστεί ως στρατηγική διαχείρισης που χρησιμοποιεί τεχνολογίες οι οποίες παρέχουν πληροφορίες από πολλαπλές πηγές για να παράγουν δεδομένα που αφορούν στις αποφάσεις που πρέπει να λαμβάνονται για την παραγωγή. Βασίζεται σε τρεις πυλώνες: α) τη συγκέντρωση δεδομένων σε κατάλληλη κλίμακα και συχνότητα, β) την ερμηνεία και την ανάλυση των δεδομένων και γ) την εφαρμογή της διαχειριστικής λύσης σε κατάλληλη κλίμακα και σε κατάλληλο χρόνο.

Σε όλη την Ευρώπη η γεωργία ακριβείας είναι σήμερα μια δημοφιλής μέθοδος παραγωγής που εφαρμόζεται επιτυχώς και μπορεί να οριστεί ως μια γεωργική προσέγγιση που έχει ως σκοπό τη βελτιστοποίηση της γεωργικής παραγωγής μέσω της χρήσης ουσιαστικών πληροφοριών της καλλιέργειας, μέσω της προηγμένης τεχνολογίας και μέσω των πρακτικών διαχείρισης, καλύπτοντας όλες τις φάσεις παραγωγής, από το σχεδιασμό της μέχρι την ολοκλήρωσή της. Έτσι οι πληροφορίες, η τεχνολογία, και η διαχείριση ζωνών παραγωγής συνδυάζονται σε ένα σύστημα παραγωγής που στόχο έχει την αύξηση της αποδοτικότητας της παραγωγής, τη

βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, την αποδοτικότερη χρήση χημικών ουσιών και νερού, τη διατήρηση της ενέργειας, την προστασία του εδάφους και την προστασία των υπογείων υδάτων.

Η βασική διαφορά μεταξύ της συμβατικής διαχείρισης και της γεωργίας ακριβείας είναι η εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών πληροφόρησης. Οι τεχνολογίες αυτές παρέχουν επεξεργάζονται και αναλύουν δεδομένα υψηλής χωρικής και χρονικής ανάλυσης, που έχουν αποκτηθεί από πολλές πηγές, για τη λήψη αποφάσεων και διαδικασιών στη διαχείριση της γεωργικής παραγωγής.

Ένα παράδειγμα αποτελεί η μέθοδος των μεταβλητών δόσεων λίπανσης. Αυτό συνίσταται στην εφαρμογή λίπανσης θρεπτικών ουσιών σε μικρότερες περιοχές από το μέγεθος του αγροτεμαχίου, όπου απαιτούνται αυστηρώς και μόνον οι απαραίτητες ποσότητες σύμφωνα με τις απαιτήσεις των φυτών και του εδάφους, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό, κατά μήκος ακόμη και ενός μικρού αγροτεμαχίου.

Η τεχνική της Γεωργίας Ακριβείας βασίζεται στη χρήση:

- των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Geographical Information Systems– G.I.S).
- της Γεωργικής Μηχανικής,
- των Μετρήσεων Πεδίου,
- των Συστημάτων Εντοπισμού Θέσης και
- της Τηλεπισκόπησης

2.2.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην γεωργία ακριβείας

Γενικότερα η γεωργία ακριβείας περιλαμβάνει: τη συλλογή την ερμηνεία και την ανάλυση δεδομένων σε κατάλληλη κλίμακα και την εφαρμογή μιας διαχειριστικής πολιτικής σε ιδανική κλίμακα στην ενδεδειγμένη χρονική στιγμή. Στόχος της είναι η μείωση τόσο του κόστους παραγωγής, όσο και των επιπτώσεων των εισροών στο περιβάλλον, αντιμετωπίζοντας την παραλλακτικότητα του αγροτεμαχίου με τη χρήση τεχνολογίας.

Η βασική τεχνολογία στην οποία βασίζεται η γεωργία ακριβείας είναι τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (Wireless Sensor Networks). Πρόκειται για δίκτυα αισθητήρων που αποτελούνται από συλλογή ασύρματων κόμβων, οι οποίοι λειτουργούν συλλογικά για την αξιόπιστη μετάδοση της πληροφορίας από την πηγή στον προορισμό. Κάθε κόμβος αποτελείται τυπικά από μία υπολογιστική μονάδα (π.χ.

μικροελεγκτής), από την διεπαφή με το μέσο μετάδοσης (υποσύστημα RF), από την μονάδα τροφοδοσίας (π.χ. μπαταρία), από τα αισθητήρια (sensors) και από τους ενεργοποιητές (actuators).

Η χρήση ασύρματων αισθητήριων αποτελεί σημαντικό μέρος της συνολικής προσπάθειας για τη χρήση μοντέρνων μεθόδων ελέγχου και αξιοποίησης πληροφορίας, για την επίτευξη του στόχου της γεωργίας ακριβείας. Είναι ουσιαστικά η μέθοδος, με την οποία λαμβάνουμε μετρήσεις από πολλά σημεία σε έναν χώρο καλλιέργειας.

Η τυπική πορεία υλοποίησης της μεθοδολογίας, που βασίζεται η γεωργία ακριβείας, είναι η εξής:

1. Επικέντρωση σε μία συγκεκριμένη καλλιέργεια (είδος, χώρος, κτλ)
2. Παρατήρηση και συλλογή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο (έδαφος, υπέδαφος, προϊόν, μικροκλίμα).
3. Γενίκευση των παραπάνω παρατηρήσεων σε όλα τα μέρη του καλλιεργούμενου εδάφους (μοντέλα λειτουργίας).
4. Σχεδιασμός εργαλείου λήψης αποφάσεων (αναγνώριση καταστάσεων και προβλημάτων που είτε επιτρέπει τουλάχιστον καλύτερη εποπτεία της κατάστασης για την εφαρμογή της ενδεδειγμένης λύσης, είτε παρέχει ολοκληρωμένες λύσεις).

Οι αισθητήρες αποτελούν εργαλεία παροχής πληροφοριών και αξιοποίησή τους που αφορούν στην πρόληψη, στην προστασία και στη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας. Μπορούν δε να χρησιμοποιηθούν για την επιτήρηση της καλλιέργειας για πρόωμη ανίχνευση ασθενειών στα φυτά, μετρώντας:

1. Τους παράγοντες:

- Υγρασία
- Θερμοκρασία
- Ατμοσφαιρική πίεση
- Φωτεινότητα
- Επίπεδο υδροφόρου ορίζοντα
- Διεύθυνση και δύναμη ανέμου

Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται :

- ✓ Η Έγκαιρη Προειδοποίηση για Λήψη Μέτρων
- ✓ Ο Επιλεκτικός Ψεκασμός
- ✓ Η Οικονομία (λειτουργικά κόστη)
- ✓ Η Λιγότερη Περιβαλλοντική Επιβάρυνση
- ✓ Η Διασφάλιση Ποσότητας και Ποιότητας Παραγωγής

2. Την επιτήρηση των κλιματικών συνθηκών για αποφυγή ζημιάς παγετού σε

καλλιέργειες φρούτων, μετρώντας τους παράγοντες:

- Θερμοκρασία, Ταχύτητα, Υγρασία και Διεύθυνση Αέρα
- Υγρασία Εδάφους και Επιφάνειας Φύλλων
- Ατμοσφαιρική Πίεση

3. Την ανάπτυξη αειφόρων πρακτικών καλλιέργειας.

4. Την εκτίμηση της κατάστασης σε βοσκοτόπια και φάρμες.

Οι αισθητήρες διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη της τεχνολογίας για τις ακριβείς εφαρμογές των θεραπευτικών ουσιών, των φυτοφαρμάκων, και άλλων εισροών. Η έρευνα στο χώρο των αισθητήρων είναι θεμελιώδης για την κατανόηση της παραλλακτικότητας της καλλιέργειας μιας συγκεκριμένης περιοχής, μέσα σε μια ευρεία παραγωγή περιφερειακών συστημάτων.

Άλλα τεχνολογικά συστήματα που αξιοποιεί η γεωργία ακριβείας είναι:

α) **Τα Συστήματα υποστήριξης απόφασης** (Decision Support Systems).

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ - Decision Support System) είναι αλληλεπιδραστικά συστήματα λογισμικού που αποσκοπούν στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών λήψης αποφάσεων σε χώρους προβλημάτων που χαρακτηρίζονται από χαμηλό βαθμό δόμησης. Στα πλαίσια ενός ΣΥΑ, ο αποφασίζων (αναλυτής αποφάσεων) υποστηρίζεται από αναλυτικές μεθόδους και μοντέλα για να θέτει στόχους και να ορίζει εναλλακτικά σενάρια (λύσεις), να αναλύει τις επιπτώσεις τους, να αξιολογεί τις εναλλακτικές λύσεις και τελικά να επιλέγει την κατάλληλη λύση που θα εφαρμοστεί. Δηλαδή τα ΣΥΑ υποστηρίζουν χωρίς να αντικαθιστούν την κρίση των αποφασιζόντων, παρέχοντάς τους πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων και αναλυτικά-ποσοτικά μοντέλα. Η χρήση των ΣΥΑ για την αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων απόφασης διευρύνει το πεδίο αντίληψης των χρηστών/αποφασιζόντων και προοδευτικά αναπτύσσει τις δεξιότητές τους σε βαθμό που οι ίδιοι να βελτιώνουν τις αποφάσεις τους. Τα συστήματα υποστήριξης απόφασης γίνονται όλο και περισσότερο χρήσιμα στο αγρόκτημα, καθιστώντας τους αγρότες ανταγωνιστικότερους.

β) **Τα Συστήματα χαρτογράφησης συγκομιδής** (Yield Mapping Systems)

Είναι συστήματα που μετρούν και καταγράφουν τις αποδόσεις των καλλιεργειών κατά τη συγκομιδή. Αυτά τα συστήματα συλλέγουν στοιχεία που αφορούν στην καλλιέργεια και στα χαρακτηριστικά, όπως είναι η περιεκτικότητα σε υγρασία. Οι χάρτες που προκύπτουν από τον έλεγχο μπορούν να επεξηγήσουν εντυπωσιακά τους τομείς της παραλλακτικότητας της παραγωγής είτε από τις φυσικές διαδικασίες είτε από τις γεωργικές πρακτικές. Επειδή η απόδοση είναι ένας βασικός παράγοντας στις περισσότερες αποφάσεις διαχείρισης, οι ακριβείς χάρτες παραγωγής επιδιώκουν να επιβεβαιώσουν τις αποφάσεις του χειρισμού του χώρου.

γ) Η Τεχνολογία συστημάτων μεταβλητών εφαρμογών (Variable Rate Application Technology)

Είναι συστήματα γεωργικής μηχανικής, που μεταβάλλουν την ποσότητα εφαρμογής των εισροών (σπόρων, λιπασμάτων, νερού, φαρμάκων, κ.λπ.) ή αλλάζουν το εφαρμοζόμενο είδος (π.χ. την ποικιλία του σπόρου ή το είδος του λιπάσματος) την ίδια στιγμή που εφαρμόζουν τις εισροές αυτές, αναλόγως με το σημείο του αγροτεμαχίου στο οποίο βρίσκονται. Στους διαθέσιμους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τα συστήματα μεταβλητών εφαρμογών περιλαμβάνονται εκείνοι που ανταποκρίνονται στην οργανική ουσία, στην ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων στο βάθος της ανώτερης στοιβάδας του εδάφους (χούμος), στην υγρασία του εδάφους, στην περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα, και στη φασματική ανάκλαση της καλλιέργειας.

δ) Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) και το λογισμικό χαρτογράφησης.

Αποτελούν μία οργανωμένη συλλογή από υπολογιστές, λογισμικό, γεωγραφικά δεδομένα και προσωπικό, σχεδιασμένα να λαμβάνουν, να αποθηκεύουν, να ενημερώνουν, να διαχειρίζονται, να αναλύουν, και να παρουσιάζουν όλα τα είδη της πληροφορίας του γεωγραφικού χώρου. Οι χρήσεις των ΓΣΠ είναι :

- Η Διαχείριση γεωχωρικών δεδομένων,
- Τα Γεωμετρικά δεδομένα, π.χ. συν/νες
- Τα Πληροφοριακά (θεματικά) δεδομένα
- Η Παραγωγή θεματικών χαρτών
- Η Αναθεώρηση χαρτών
- Οι Δυναμικοί / ηλεκτρονικοί χάρτες

- Η Επεξεργασία και παραγωγή δεδομένων αναρίθμητων εφαρμογών
- Η Παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας
- Η Χρησιμοποίηση δεδομένων από πολλούς χρήστες
- Η Μεγάλη παραγωγικότητα, η ποιότητα και το χαμηλό κόστος
- Η Πολύτιμη προσφορά στη λήψη αποφάσεων

ε) **Συστήματα παρακολούθησης αποδόσεων (Crop Production Modeling)**

Τα Συστήματα παρακολούθησης αποδόσεων καταγράφουν τη σχετική κατανομή του χώρου της παραγωγής ενώ γίνεται η συγκομιδή, ενώ συλλέγουν στοιχεία που αφορούν στην καλλιέργεια και στα χαρακτηριστικά της, όπως η περιεκτικότητα σε υγρασία. Τα υλικά μετρούνται, είτε ποσοτικά, είτε ποιοτικά (π.χ. ποσότητα συγκομιζόμενων κόκκων ενός σιτηρού και περιεχόμενη υγρασία στους κόκκους αντίστοιχα) όπου για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα που έχουν επινοηθεί, όπως είναι το ποτενσιόμετρο, το ραδιομετρικό, το σύστημα φόρτισης κελιού, το ογκομετρικό, κ.ά. Οι μετρήσεις καταγράφονται σε πίνακες μαζί με τις τιμές των αντίστοιχων χωρικών συντεταγμένων, που λαμβάνονται την ίδια στιγμή από G.P.S., ώστε με αυτόν τον τρόπο οι στοιχειώδεις αποδόσεις να συνδέονται με τη θέση. Μέσω των Γ.Σ.Π., οι παραπάνω πίνακες μετατρέπονται σε χάρτες αποδόσεων (yield maps).

στ) **Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού, (Global Positioning System)**

Το GPS είναι ένα σύστημα πλοήγησης από δορυφόρους. Παραχωρεί ειδικά κωδικοποιημένα σήματα τα οποία μπορούν να επεξεργασθούν σε ένα δέκτη GPS, δίνοντας τη δυνατότητα στον δέκτη να υπολογίσει τη θέση, την ταχύτητα και τον χρόνο για τον υπολογισμό της θέσης στον τρισδιάστατο χώρο και να υπολογίσει τη μετατόπιση του χρόνου (offset) σε ένα χρονόμετρο του δέκτη, χρησιμοποιώντας σήματα από τέσσερις δορυφόρους GPS.

ζ) **Τηλεπισκόπηση**

Η Τηλεπισκόπηση ορίζεται ως η τέχνη, η επιστήμη και η τεχνολογία που παίρνουμε με αξιόπιστη πληροφορία για φυσικά αντικείμενα και για το περιβάλλον, μέσω μιας διαδικασίας που καταγράφει μετρά και ερμηνεύει εικόνες και πρότυπα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και άλλα φαινόμενα'(Manual of Photogrammetry

της American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) ,4η έκδοση 1980).

Μέσω της τηλεπισκόπησης εξάγονται δεδομένα που αφορούν:

1. Στη Βλάστηση, (π.χ. χρησιμοποιώντας υπέρυθη ακτινοβολία εξάγονται συμπεράσματα από τα επίπεδα χλωροφύλλης). Οι Gates και ο Tantraporn (1952) μελέτησαν την υπέρυθη ανάκλαση πολλών φυτών από 1,5-25 μm . Η μελέτη απέδειξε ότι μήκη κύματος μεγαλύτερα από 2 μm ανακλώνται κυρίως α) από την επάνω επιφάνεια των φύλλων, β) από ώριμα φύλλα και γ) από σκιασμένα φύλλα. Το αντίθετο συμβαίνει στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Στο ορατό φάσμα τα ώριμα φύλλα δείχνουν τη μείωση της ανάκλασης που είναι ανάλογη με την αύξηση της χλωροφύλλης. Όσο όμως το φύλλο φθάνει στο τέλος της ωριμότητας η μείωση της χλωροφύλλης επιδρά στην αύξηση της ανάκλασης. Η χλωροφύλλη των πράσινων φύλλων συνήθως απορροφά το 70-90% του φωτός στη μπλε περιοχή του φάσματος (0,45 μm) ή σ την κόκκινη (0,675 μm), στο έδαφος (χρησιμοποιώντας π.χ. ανιχνευτές τύπου LIDAR- Light Detection And Ranging- για την μελέτη του ανάγλυφου του εδάφους)
2. Στο Νερό (π.χ. χρησιμοποιώντας μικροκύματα για την μελέτη της υδάτινης επιφάνειας, υπέρυθη ακτινοβολία για την μελέτη της αρδευόμενης έκτασης ή θερμική ακτινοβολία για τη μέτρηση της κατανάλωσης του νερού).

Η πρόοδος στην τεχνολογία της τηλεπισκόπησης και το μειωμένο κόστος των αισθητήρων, επιτρέπουν πλέον την ευρύτερη χρήση του εξοπλισμού αυτού στην γεωργία. Με τη χρήση αυτών των αισθητήρων είναι δυνατόν να προσδιοριστούν οι συγκεκριμένες περιοχές του χωραφιού που έχουν ανάγκη από κάποια ιδιαίτερη μεταχείριση, και να εστιαστεί η εφαρμογή των χημικών ουσιών σε αυτά τα συγκεκριμένα σημεία, μειώνοντας μόνον την ποσότητα των χημικών που χρησιμοποιούνται και το κόστος της εφαρμογής, προστατεύοντας παράλληλα και το περιβάλλον.

Οι εικόνες από τηλεπισκόπηση που συλλέγονται από δορυφόρους, δεν έχουν αυτόματα καμία γεωγραφική πληροφορία συσχετισμένη με τα φασματικά δεδομένα. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούμε να γνωρίζουμε καλά την ακριβή τοποθεσία που αντιπροσωπεύει το κάθε pixel της εικόνας. Τα στοιχεία αυτά πρέπει να προστίθενται μετά τη συλλογή της εικόνας μέσω της μεθόδου που ονομάζεται Γεωμετρική Διόρθωση, η οποία διορθώνει τα γεωμετρικά λάθη μέσα στην εικόνα.



Εικόνα 2 : Γεωργικός ελκυστήρας χρησιμοποιούμενος στη Γεωργία ακριβείας Πηγή: Agricultural Research Service, USDA

Τα δεδομένα που συλλέγονται από το χωράφι καταγράφονται από τους αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι στον ελκυστήρα και σαρώνουν το χωράφι καθώς κινείται μπροστά ο ελκυστήρας, και συλλέγουν δεδομένα διαδοχικά (στη σειρά). Για να αντιστοιχηθούν οι γεωγραφικές συντεταγμένες για κάθε φασματική μέτρηση, οι συντεταγμένες του ελκυστήρα συχνά καταγράφονται μέσω του Παγκοσμίου Συστήματος Πλοήγησης (GPS). Οι δέκτες GPS έχουν ποικίλους βαθμούς ακριβείας. Οι πιο ακριβείς δέκτες είναι εξοπλισμένοι με λογισμικό και αλγόριθμους που βοηθούν στο να διορθωθούν τα σήματα που έχουν ληφθεί και να ελαχιστοποιηθούν τα λάθη αναγνώρισης της θέσης. Σε γενικές γραμμές τα σφάλματα κυμαίνονται από 10-20 μέτρα για δέκτες χαμηλού κόστους, και μόνον έως λίγα εκατοστά για τους πιο ακριβείς δέκτες. Επειδή η γεωργία ακριβείας ασχολείται με μικρού μεγέθους επιμέρους τμήματα του χωραφιού, απαιτείται πολύ υψηλή χωρική ακρίβεια.

Άρα μπορούμε να πούμε ότι η τηλεπισκόπηση αποτελεί σημαντική πηγή πληροφοριών για τα Γ.Σ.Π, όπου:

- Η μορφή των δεδομένων της τηλεπισκόπησης είναι συμβατή με τα G.I.S.
- Δίνει πρόσφατα δεδομένα με χαμηλό κόστος (εμπλουτισμός database).
- Παρέχει γεωγραφική και γεωμετρική ακρίβεια δορυφορικών δεδομένων.

Ο συνδυασμός της τηλεπισκόπησης με τα Γ.Σ.Π. είναι ένα ισχυρότατο μέσο λήψεως αποφάσεων, απαιτεί όμως αξιόλογη εκπαίδευση του προσωπικού και παράλληλα ισχυρό ηλεκτρονικό σύστημα (H/Y και περιφερειακά) για την επεξεργασία και την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων.

Γενικά οι εφαρμογές των αεροφωτογραφιών και των δορυφορικών εικόνων στη γεωργία αφορούν κυρίως στην:

1. Αναγνώριση καλλιεργειών
2. Πρόβλεψη της παραγωγής
3. Αναγνώριση ασθενειών και τροφοπενιών

2.2.2 Συμπεράσματα και εφαρμογές

Εφαρμογές στην Ελλάδα και διεθνώς

Σήμερα η Γεωργία Ακριβείας είναι μια πραγματικότητα. Έως το 1998, το 15% περίπου των γεωργών είχαν χρησιμοποιήσει τεχνικές Γεωργίας Ακριβείας στη Μ. Βρετανία. Στις Η.Π.Α. η Γεωργία Ακριβείας εφαρμόζεται κυρίως εκεί όπου υπάρχουν προβλήματα λειψυδρίας (μεσοδυτικές και δυτικές πολιτείες), ανωμαλίες ως προς διάφορα χαρακτηριστικά των εδαφών, ή έντονες ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων λόγω εξαντλητικής εκμετάλλευσης. Υπάρχουν πολλές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα συλλογής δεδομένων για να χρησιμοποιηθούν στη Γεωργία Ακριβείας όπως π.χ. είναι η εταιρεία αεροπορικής Τηλεπισκόπησης RESOURCE 21 στις ΗΠΑ. Τα δεδομένα που συλλέγει χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία χαρτών και σχετικών στατιστικών δεικτών, οι οποίοι φθάνουν στους γεωργούς, είτε σε ηλεκτρονική, είτε σε έντυπη μορφή.

Οι πρώτες αναφορές σχετικά με την ανάγκη για διαχείριση της παραλλακτικότητας στο αγροτεμάχιο έγιναν ήδη από την αρχή του 20ού αιώνα από τους Eden & Maskell (1928) και Linsley & Bauer (1929), ενώ κατά τη δεκαετία του 1980, οι Johnson et al. (1983) προχώρησαν στην περιγραφή μιας αυτόματης γεωργικής μηχανής ακριβείας. Η πρώτη πραγματική εφαρμογή, όμως, ήταν η κατασκευή συστήματος μίξης και διανομής λιπασμάτων σε κίνηση, που κατασκευάστηκε από την εταιρεία Soil Teq στις Η.Π.Α. (Fairchild, 1988), το οποίο χρησιμοποιούσε πληροφορία από αεροφωτογραφία και εδαφικές αναλύσεις με βάση

πλέγμα συντεταγμένων, για να παράγει ένα χάρτη εφαρμογής λιπασμάτων. Ο εντοπισμός της θέσης μέσα στο αγροτεμάχιο γίνονταν με στατικό υπολογισμό.

Το 1995 σχηματίστηκε η Ag Electronics Association (A.E.A.) από τις βιομηχανίες που έχουν στραφεί στην Γεωργία Ακριβείας, με σκοπό να ασχοληθεί με την προοπτική του υπολογιστικού υλικού, του λογισμικού και των πληροφοριακών συστημάτων και εξοπλισμού στα πλαίσια της νέας μεθόδου. Μέλη της A.E.A. είναι βιομήχανοι, ακαδημαϊκοί, κυβερνητικές επιτροπές, αλλά και απλοί χρήστες. Πλήθος πανεπιστημίων ανά τον κόσμο (κυρίως στις Η.Π.Α., στον Καναδά, στη Μ. Βρετανία, στην Αυστραλία, στη Γαλλία, στη Δανία και στην Ιαπωνία) έχουν ήδη ιδρύσει τμήματα ή εργαστήρια ή Κέντρα Γεωργίας Ακριβείας (συνήθως σε συνεργασία και με άλλους φορείς).

Επίσης, σε πολλά ευρωπαϊκά πανεπιστήμια έχουν εμφανιστεί ερευνητικές ομάδες που ασχολούνται συστηματικά με τη Γεωργία Ακριβείας. Τέλος, κυκλοφορούν αρκετά διεθνή και τοπικά περιοδικά αποκλειστικά για τη Γεωργία Ακριβείας, απευθυνόμενα είτε σε ειδικές ομάδες ενδιαφερομένων (παραγωγούς, γεωπόνους, κατασκευαστές, κ.λπ.), είτε στο σύνολο των εμπλεκόμενων σε αυτήν.

Στην Ελλάδα Κρατικές Υπηρεσίες και φορείς όπως το Κτηματολόγιο, ΚΟΑΠ, Τμήμα Γεωργίας, Τμήμα Δασών, Συμβ. Αμπελοοινικών Προϊόντων, Τμήμα Αναδασμού κ.ά. έχουν ήδη εφαρμόσει τέτοια ΓΣΠ. Τελευταία η τεχνολογία αξιοποιείται και από τον ΟΓΑ επιτυγχάνοντας:

- ✓ Επιτάχυνση των διαδικασιών εκτίμησης των ζημιών.
- ✓ Ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων μετρήσεων και ποιότητα στα πορίσματα εκτίμησης.
- ✓ Μείωση του χρόνου καταβολής των αποζημιώσεων.
- ✓ Διασύνδεση διαφορετικών συστημάτων / διαδικασίες ΟΓΑ.
- ✓ Βελτίωση της αξιοπιστίας των εκτιμήσεων των ζημιών.
- ✓ Εκσυγχρονισμό διαδικασιών.
- ✓ Αμφίδρομη ανταλλαγή πληροφοριών με παρεμφερείς Υπηρεσίες.

Επίσης στην Ελλάδα, το **Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης**, με Διευθυντή τον Καθηγητή κ. Ν. Συλλαίο, έχει εντάξει τη Γεωργία Ακριβείας στα ερευνητικά του αντικείμενα: α) με την εκπόνηση και παρουσίαση μεταπτυχιακής διατριβής με θέμα την κατασκευή φασματικών μοντέλων φυτομάζας και

φυτοκάλυψης καλλιέργειας σίτου, με τη χρήση ψηφιακής κάμερας ερυθρού-υπερύθρου και β) με την εκπόνηση διδακτορικής εργασίας (σε εξέλιξη), με θέμα τη συσχέτιση φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους με τις φασματικές του ιδιότητες, με **χρήση Δορυφορικών εικόνων πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας, Υπερφασματικού ραδιομέτρου σάρωσης και Διαφορικού G.P.S.** Γύρω από τα παραπάνω αντικείμενα έχει αναπτυχθεί στενή συνεργασία του Εργαστηρίου με **το Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος του Μεσογειακού Αγρονομικού Ινστιτούτου Χανίων**. Στα πλαίσια αυτά, τα δύο Ιδρύματα έχουν έρθει σε επαφή και με Έλληνες γεωργούς, οι οποίοι χρησιμοποιούν αεροφωτογραφίες (που λαμβάνουν οι ίδιοι με ερασιτεχνικό προς το παρόν τρόπο), προκειμένου να ανιχνεύσουν στοιχεία παραλλακτικότητας εντός των αγροτεμαχίων τους. Αφορμή γι' αυτήν την επαφή στάθηκε το **2ο Ειδικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών** για την εφαρμογή των Πληροφοριακών Συστημάτων στον Αγροτικό Τομέα, που πραγματοποιήθηκε στα Χανιά, τον Οκτώβριο του 2000.

Ένα σύστημα που χρησιμοποιείται σήμερα για την παρακολούθηση ζημιογόνων καιρικών φαινομένων με χρήση τηλεπισκόπησης είναι το CALIS, το οποίο εποπτεύεται από το CEO (Centre for Earth Observation), προορισμένο για τη διαχείριση κρίσεων.

Το CALIS παρέχει την δυνατότητα :

1. Αντικειμενικής και ομοιογενούς καταγραφής των καιρικών φαινομένων σε πραγματικό χρόνο
2. Παροχής αξιόπιστης πληροφορίας για την χωρική κατανομή των ζημιών και του μεγέθους τους
3. Ολοκλήρωσης δεδομένων υψηλής χωρικής ανάλυσης για την λεπτομερή χωρική κατανομή
4. Αρχαιοθέτησης και στατιστικής ανάλυσης των προϊόντων για την οριοθέτηση ζωνών υψηλού κινδύνου

Όλα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται χρησιμοποιώντας ένα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον μέσω Internet χωρίς την πρόσθετη ανάγκη οποιουδήποτε εργαλείου GIS.

Σκοπός του CALIS είναι να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία γήινης παρατήρησης προκειμένου να διαδοθούν τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που είναι διαθέσιμες για τον έλεγχο και την αξιολόγηση του αντίκτυπου των κλιματολογικών κινδύνων στις συγκομιδές. Με αυτόν τον τρόπο υποβοηθείται η διαδικασία των αποζημιώσεων στους καλλιεργητές για τις απώλειες παραγωγής. Το σύστημα αυτό επιπλέον παρέχει

παγκόσμιες και σημαντικές πληροφορίες καθημερινώς, σε ποικίλες κλίμακες, με ένα χάρτη θερμοκρασίας εδάφους με χωρική ανάλυση 1 χλμ που δείχνει και τον παγετό αλλά και την υπερβολική θερμότητα. Υπολογίζει τις πιθανές ζημιές και λαμβάνει υπόψη όχι μόνο τη θερμοκρασία αλλά και την ευαισθησία των συγκομιδών, που είναι γνωστή μέσω της γνώσης του φαινομενικού σταδίου κάθε συγκομιδής (Russel and Wilson 1994), ενώ είναι δυνατόν να παραδώσει τις πρόσθετες πληροφορίες στο χρήστη σε πραγματικό χρόνο.

Το CALIS είναι ένα εργαλείο για την λήψη αποφάσεων, δίνοντας μια καλή εκτίμηση της έντασης των φαινομένων, δίνοντας μια ενιαία, συνεχή, άποψη στους διάφορους χρήστες οι οποίοι χωρίς αυτό θα είχαν διαφορετικές αντιλήψεις για το γεγονός και για τις ζημιές (Medal, et al., 1998).

Γενικότερα με την εφαρμογή των πληροφοριακών συστημάτων επιτυγχάνεται η βελτίωση της αποτελεσματικότητας του νερού άρδευσης μέσω καλύτερης διαχείρισης. Οι συμβουλευτικές υπηρεσίες άρδευσης μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά τους αγρότες στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τους περιβαλλοντικούς κινδύνους και συμβάλλοντας στην αειφορία του αγροτικού τομέα. Με αυτό τον σκοπό ένα τέτοιο πληροφοριακό σύστημα τηλε-ενημέρωσης των αγροτών για σχεδιασμό της άρδευσης, βασισμένο σε πραγματικά δεδομένα (κλιματικά, έδαφος, καλλιέργεια) αναπτύχθηκε και λειτουργεί στην Κρήτη, στο πλαίσιο του προγράμματος BEWARE με στόχο να προωθήσει την ορθολογική χρήση του νερού άρδευσης.

Καθώς λοιπόν, η Γεωργία Ακριβείας αναπτύσσεται σε ολοκληρωμένο σύστημα, οι διάφορες διαχειριστικές στρατηγικές καθίστανται δυνατές να περιγραφούν (ακόμη και να ενσωματωθούν σε ειδικό λογισμικό), ώστε να δώσουν σταθερές και συνεπείς πρακτικές, κυρίως όσον αφορά τις επιδράσεις τους στο περιβάλλον. Τρεις είναι, σε γενικές γραμμές, οι κύριες στρατηγικές που μπορούν να εφαρμοστούν:

- Στρατηγική Α. Προστασία της παραγωγής – Μεγάλες ποσότητες εισροών – Κανένα ενδιαφέρον για το περιβάλλον. Μοναδική θέληση του γεωργού είναι να βελτιώσει και να προστατεύσει την παραγωγή. Τα περιβαλλοντικά κριτήρια σκόπιμα δεν λαμβάνονται υπόψη και χρησιμοποιούνται υψηλές ποσότητες εισροών. Οι μεταβλητές ως προς το χώρο ποσότητες εισροών είναι οι βέλτιστες οικονομικά και, ταυτοχρόνως, ικανές να διατηρήσουν χαμηλά ή και μηδενικά τα επίπεδα των ζιζανίων.

- Στρατηγική Β. Μειωμένες εισροές – Βέλτιστη είσπραξη – Μέτριο ενδιαφέρον για το περιβάλλον. Γίνεται αποδεκτό μεγαλύτερο επίπεδο κινδύνου για απώλεια παραγωγής και οι εισροές περιορίζονται στα οικονομικά βέλτιστα επίπεδα, σύμφωνα με το βαθμό του κινδύνου που έχει αναληφθεί. Τα περιβαλλοντικά κριτήρια λαμβάνονται υπόψη, αλλά όχι με σαφήνεια και οι ποσότητες των εισροών είναι τέτοιες, που κρατούν τους εχθρούς και τις ασθένειες σε μέτρια επίπεδα. Η λίπανση εφαρμόζεται στις οικονομικά βέλτιστες τιμές.

- Στρατηγική Γ. Μειωμένες εισροές – Υψηλό ενδιαφέρον για το περιβάλλον. Η προστασία του περιβάλλοντος προέχει, είτε λόγω κατανόησης της σημασίας του (οικολογική συνείδηση), είτε λόγω οικονομικών κινήτρων (οικονομική υποστήριξη, επιδοτήσεις, αγροτουρισμός, κ.λπ.). Οι εφαρμοζόμενες ποσότητες των εισροών είναι τέτοιες, που κρατούν μέτρια τα επίπεδα εχθρών και ασθενειών. Οι εισροές εφαρμόζονται σε τιμές χαμηλότερες από τις βέλτιστες οικονομικά, όμως αρκετά υψηλές, ώστε να αποφευχθούν σημαντικές απώλειες παραγωγής.

Συμπεράσματα

Η Γεωργία Ακριβείας βρίσκεται ακόμη υπό διαμόρφωση, χωρίς κατασταλαγμένη ορολογία και αποσαφηνισμένη τάση.

Ως μέθοδος, όμως πληροί τις προϋποθέσεις που χρειάζονται για να τεθεί στην υπηρεσία της Αειφόρου Γεωργίας (Sustainable Agriculture).

Στην αειφόρο ανάπτυξη η βασική ανάγκη που εξυπηρετείται είναι οι μη αρνητικές αλλαγές στα αποθέματα του φυσικού πλούτου και η ικανότητα του περιβάλλοντος για απορρόφηση των αποβλήτων (Pearce et al., 1998). Η Γεωργία Ακριβείας δύναται να εξυπηρετήσει αυτήν την ανάγκη και μάλιστα, σε σύγκριση με άλλους κλάδους της Αειφορικής Γεωργίας (π.χ. την οργανική γεωργία), φαίνεται να είναι πιο ρεαλιστική. Κι αυτό, διότι είναι δύσκολο να επικρατήσει η θέση ότι φιλική στο περιβάλλον είναι μόνο η γεωργία εκείνη που δε χρησιμοποιεί καθόλου αγροχημικά.

Σε αντίθεση με τις Η.Π.Α. και τον Καναδά, όπου τα πρώτα βήματα προς τη νέα μέθοδο έγιναν σε ιδιωτική βάση, αυτό που αρχικά αναμένεται να γίνει στον ευρωπαϊκό χώρο είναι η ανάληψη πρωτοβουλιών από ομάδες γεωργών

(συνεταιρισμοί και ομάδες παραγωγών), με ανάθεση διεκπεραίωσης των εργασιών σε εταιρείες παροχής υπηρεσιών.

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει ήδη εισαχθεί η έννοια ‘γεωργία σε κλίμακα φυτού’, όπου η αντιμετώπιση της καλλιέργειας γίνεται σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε φυτού ξεχωριστά (Hague et al., 1997), ενώ συστήματα βασισμένα σε αυτή τη φιλοσοφία επιτυγχάνουν χωρική ανάλυση της τάξης των 50 mm, εξοπλισμένα με ακροφύσια ψεκασμού ακριβείας, στοχεύουν κάθε φυτό ξεχωριστά. Οι Dijksterhuis et al. (1998) απέδειξαν ότι είναι δυνατός ακόμη και ο δεκαπλασιασμός αυτής της ακριβείας, σε πραγματικό χρόνο. Πιθανόν την ερχόμενη δεκαετία να υπάρξει εμπορική υιοθέτηση αυτών των τεχνικών, όχι μόνο σε κλίμακα φυτού αλλά και σε κλίμακα φύλλου, όπου η διαφοροποιημένη μεταχείριση θα εφαρμόζεται από αυτόνομες γεωργικές μηχανές σε διαφορετικά μέρη του ίδιου φυτού.

Οι επιπτώσεις της συμβατικής γεωργίας, με την αλόγιστη χρήση αγροχημικών, έχουν αποδειχθεί επιβαρυντικές για την βιωσιμότητα του περιβάλλοντος αλλά και την υγεία των καταναλωτών και των απασχολουμένων στη γεωργία. Η ανάγκη για περιβαλλοντική ποιότητα και ποιότητα παραγόμενων γεωργικών προϊόντων είναι πλέον παγκόσμιο ζητούμενο. Παγκόσμιο ζητούμενο όμως είναι και η επάρκεια της τροφής, δηλαδή παραγωγή ικανών ποσοτήτων, σωστά κατανομημένων, που θα καλύψουν τις ανάγκες του διαρκώς αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού. Ενώ, η ανάγκη για ποιότητα που βρήκε έκφραση μέσα από τη βιολογική γεωργία δεν καλύπτει την ανάγκη για ποσότητα και ενώ τα βιολογικά προϊόντα απευθύνονται σε συγκεκριμένης οικονομικής κατάστασης ομάδες καταναλωτών λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής τους. Επιπλέον η εισαγωγή των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών ΓΤΟ στα συστήματα παραγωγής θα πρέπει να ξεπεράσει την αμφισβήτηση της ασφάλειας των παραγομένων προϊόντων για τον καταναλωτή αλλά και την παγκόσμια βιοποικιλότητα.

Είναι πλέον φανερό ότι οι γεωργοί στο εξής θα πρέπει να προσανατολιστούν στη διαρκή συλλογή δεδομένων που είτε πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση των εφαρμογών των προηγούμενων ετών, είτε για βελτίωση της μελλοντικής διαχείρισης των αγροτεμαχίων τους, δεδομένου ότι η γεωργία ακριβείας έρχεται να δώσει επιστημονική απάντηση στο διαχρονικό και επίμονο ερώτημα των αγροτών: «πότε» και «πόσο».

Βέβαια για την επιτυχία ενός τέτοιου φιλόδοξου σχεδίου, η παιδεία και η γνώση θα πρέπει να διαχέεται όχι μόνο προς τα ανώτατα στρώματα της εκπαίδευσης αλλά

και προς τα κατώτερα. Απαραίτητη κρίνεται και η επιμόρφωση των αγροτών που θα κληθούν ή θα επιλέξουν να εφαρμόσουν τις ήδη γνωστές γεωργικές πρακτικές σε συνδυασμό με τις πληροφορίες που τους παρέχει η τεχνολογία ώστε να χρησιμοποιήσουν τα συστήματα παραγωγής με την γεωργία ακριβείας ως διαχειριστικό εργαλείο.

Η γεωργία ακριβείας είναι σήμερα μια δημοφιλής μέθοδος παραγωγής που εφαρμόζεται σε ολόκληρη την Ευρώπη και μπορεί να οριστεί ως μια γεωργική προσέγγιση που έχει ως σκοπό να βελτιστοποιήσει τη γεωργική παραγωγή μέσω της χρήσης των ουσιαστικών πληροφοριών της καλλιέργειας, της προηγμένης τεχνολογίας και των πρακτικών διαχείρισης.

Η γεωργία ακριβείας μπορεί να είναι το κλειδί για την διατηρησιμότητα των γεωργικών συστημάτων. Οι πληροφορίες, η τεχνολογία και η διαχείριση συνδυάζονται σε ένα σύστημα παραγωγής που στόχο έχουν την αύξηση της αποδοτικότητας της παραγωγής, τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, την αποδοτικότερη χρήση χημικών ουσιών και νερού, τη διατήρηση της ενέργειας, και την προστασία του εδάφους και των υπογείων υδάτων.

2.3 Υδροπονία

Τόσο στην Ελληνική όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία η τεχνική της καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους (*soiless culture*) συχνά αναφέρεται και με τον όρο υδροπονία (*hydroponies*), ενώ οι καλλιέργειες αυτού του τύπου καλούνται «υδροπονικές καλλιέργειες» (Steiner, 1976, Jensen and Collins, 1985, Ravin and Lieth, 2008, κ.λπ.). Στη διεθνή βιβλιογραφία όμως, υπάρχουν ισχυρές αντιρρήσεις σχετικά με την χρήση του όρου «υδροπονικές καλλιέργειες» ως συνώνυμου του όρου «καλλιέργειες εκτός εδάφους». Μερικοί ερευνητές, μάλιστα, όπως ο Cooper (1979), υποστηρίζουν ότι ο όρος «υδροπονία» πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για τις καλλιέργειες φυτών στις οποίες δεν χρησιμοποιείται κανένα στερεό υπόστρωμα και οι ρίζες αναπτύσσονται απευθείας μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, όπως π.χ. το σύστημα NFT. Άλλοι ειδικοί επιστήμονες (π.χ. Adams, 2002), προσεγγίζουν το θέμα της ονοματολογίας των καλλιεργειών εκτός εδάφους με μεγαλύτερη μετριοπάθεια, θεωρώντας ότι η λέξη υδροπονία χαρακτηρίζει καλλιέργειες στις οποίες η θρέψη των φυτών συντελείται αποκλειστικά και μόνον μέσω ενός υδατικού διαλύματος.

Ένας άλλος όρος που χρησιμοποιείται στην ειδική βιβλιογραφία είναι η λέξη υδατοκαλλιέργεια (στα αγγλικά *water culture* και *hydroculture*). Στην ελληνική γλώσσα ο όρος υδατοκαλλιέργεια συνήθως χρησιμοποιείται ως ταυτόσημος με τους όρους "υδροπονία" και "καλλιέργειες εκτός εδάφους". Στην αγγλόφωνη όμως διεθνή βιβλιογραφία, οι δύο προαναφερθείσες λέξεις που στα ελληνικά αποδίδονται με τον όρο "υδατοκαλλιέργεια" δεν ταυτίζονται ούτε με τους όρους "υδροπονία" και "καλλιέργειες εκτός εδάφους", ούτε μεταξύ τους.

Καλλιέργεια εκτός εδάφους καλείται κάθε μέθοδος καλλιέργειας φυτών, των οποίων το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εκτός του φυσικού εδάφους.

Ο όρος "water culture" περιλαμβάνει αποκλειστικά και μόνο εκείνες τις υδροπονικές καλλιέργειες, στις οποίες δεν γίνεται χρήση υποστρώματος, οπότε οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα. Ενώ ο όρος *hydroculture* αναφέρεται στην υδροπονική καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, τα οποία αναπτύσσονται μέσα σε φυτοδοχεία (γλάστρες, παρτέρια, κ.λπ.) γεμισμένα με κάποιο αδρανές υπόστρωμα, όπως η διογκωμένη άργιλος, ο περλίτης, ο βερμικουλίτης, κ.λ.π..

Στις σύγχρονες καλλιέργειες εκτός εδάφους, η τροφοδότηση των φυτών με νερό και θρεπτικά στοιχεία βασίζεται στην χορήγηση ενός τεχνητά παρασκευασμένου θρεπτικού διαλύματος. Οι ρίζες αναπτύσσονται είτε απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα είτε σε πορώδη στερεά υλικά, τα οποία καλούνται υποστρώματα και διαβρέχονται τακτικά με θρεπτικό διάλυμα το οποίο καλύπτει παράλληλα και τις αρδευτικές ανάγκες των φυτών.

Το θρεπτικό διάλυμα είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά. Τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό κατά κανόνα ως ιόντα ανόργανων αλάτων. Εξαιρέση αποτελούν το βόριο, το οποίο περιέχεται ως ευδιάλυτη ανόργανη χημική ένωση (βορικό οξύ) και ο σίδηρος, ο οποίος περιέχεται σε μορφή ευδιάλυτων οργανικών χημικών ενώσεων (διάφοροι τύποι χημικού σιδήρου).

Ως υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών μπορεί να θεωρηθεί κάθε φυσικό ή προερχόμενο από βιομηχανική επεξεργασία πορώδες υλικό, εκτός από το φυσικό χώμα, το οποίο χάρις στην ύπαρξη των πόρων είναι σε θέση να συγκρατεί νερό (θρεπτικό διάλυμα) και αέρα σε κατάλληλες για την ανάπτυξη των φυτών αναλογίες, με συνέπεια να μπορεί να υποκαθιστά το έδαφος ως μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.

Εφόσον το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται τα υποστρώματα περιέχει όλα τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά για να αναπτυχθούν και να συμπληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο, τα υποστρώματα μπορούν να υποκαθιστούν πλήρως το έδαφος ως μέσον ανάπτυξης των καλλιεργειών. Τα περισσότερα υποστρώματα υδροπονίας συμπεριφέρονται χημικώς ως αδρανή υλικά στις συνηθισμένες συνθήκες καλλιέργειας. Αυτό σημαίνει ότι πρακτικά δεν αποδίδουν θρεπτικά στοιχεία στο θρεπτικό διάλυμα ούτε δεσμεύουν ιόντα που υπάρχουν ήδη σε αυτό.

Δεδομένης της διάκρισης που γίνεται στη διεθνή βιβλιογραφία μεταξύ των όρων «υδροπονία» και «υδατοκαλλιέργεια», θα ήταν καλύτερα, η λέξη «υδατοκαλλιέργεια» να χρησιμοποιείται και στην ελληνική γλώσσα μόνο για τις καλλιέργειες φυτών που λαμβάνουν χώρα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, χωρίς τη χρήση υποστρώματος. Άλλοι δύο όροι που χρησιμοποιούνται περιστασιακά όταν γίνεται αναφορά σε υδροπονικές καλλιέργειες είναι οι ονομασίες "καλλιέργεια σε υπόστρωμα" και "καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα".

Τα κύρια είδη μεθόδων και συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους είναι η αεροπονία (aeroponics), το NFT, η καλλιέργεια σε άμμο (sand culture), η καλλιέργεια σε χαλίκι (gravel culture), η καλλιέργεια σε πετροβάμβακα (rockwool culture), η καλλιέργεια σε τύρφη (peat culture), το σύστημα επίπλευσης (Floating system).

Τέλος, μία σημαντική διάκριση των συστημάτων αυτών είναι αυτή που τα διαχωρίζει σε ανοιχτά και κλειστά συστήματα.

2.3.1. Ιστορική ανασκόπηση της καλλιέργειας εκτός εδάφους

Η πιο γνωστή περίπτωση καλλιέργειας φυτών εκτός του φυσικού εδάφους από την αρχαιότητα, αν και όχι η μοναδική, είναι οι Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας, όπου τα φυτά αναπτύσσονταν πάνω σε αναβαθμίδες γεμισμένες με μείγμα άμμου και χώματος.

Στα νεώτερα χρόνια, η πρώτη αναφορά σε καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους γίνεται από τον Ιρλανδό Robert Boyle κατά το 1666, ο οποίος κατάφερε να καλλιεργήσει ορισμένα είδη φυτών (*Raphanus aquaticus*, μέντα, κ.λπ.) σε φυτοδοχεία γεμισμένα μόνο με φυσικό νερό, χωρίς να υπάρχει κάποιο στερεό μέσο στο χώρο ανάπτυξης των ριζών (Cooper, 1979).

Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις όμως, τα φυτά προσλάμβαναν τα απαραίτητα για την ανάπτυξή τους θρεπτικά στοιχεία από το φυσικό νερό, το οποίο όπως είναι γνωστό περιείχε μέσα του διαλυμένα διάφορα ανόργανα άλατα σε μικρότερες ή μεγαλύτερες ποσότητες, ανάλογα με την προέλευσή του.

Οι πρώτοι που παρασκεύασαν θρεπτικά διαλύματα και καλλιεργήσαν φυτά μέσα σε αυτά ήταν οι γερμανοί φυσιολόγοι Sachs (1859,1861) και Κνορ (1859), οι οποίοι με τον τρόπο αυτό προσπάθησαν να προσδιορίσουν ποιά ανόργανα στοιχεία και σε τί ποσότητες είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου των φυτών. Σήμερα θεωρείται ότι οι Sachs και Κνορ είναι εκείνοι που με τις προαναφερθείσες έρευνές τους έθεσαν τις επιστημονικές βάσεις της υδροπονίας.

Ο McCall (1916), έχοντας σαν στόχο να πειραματισθεί εργαστηριακά στην ανόργανη θρέψη των φυτών, ανέπτυξε μία μέθοδο καλλιέργειας σε φυτοδοχεία γεμισμένα με πυριτική άμμο, ή οποία ήταν χημικά αδρανής. Σύμφωνα με την μέθοδο του McCall, τα φυτοδοχεία έπρεπε να τροφοδοτούνται τακτικά με νέο θρεπτικό διάλυμα σε αντικατάσταση αυτού που καταλάωναν τα φυτά. Η μέθοδος αυτή καθιερώθηκε

διεθνώς με τον όρο sand culture (καλλιέργεια σε άμμο) και χρησιμοποιείται ευρύτατα και σήμερα με διάφορες βελτιώσεις και παραλλαγές, τόσο σε πειράματα διατροφής φυτών όσο και σε εμπορικής κλίμακας καλλιέργειες.

Ο πρώτος που επιχείρησε να αξιοποιήσει τη δυνατότητα θρέψης των φυτών αποκλειστικά και μόνον μέσω θρεπτικών διαλυμάτων για την καλλιέργεια λαχανοκομικών και ανθοκομικών φυτών εκτός εδάφους, σε εμπορική κλίμακα, ήταν ο αμερικανός καθηγητής Gericke (1929) στο πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας. Ο Gericke (1937) ήταν επίσης εκείνος, ο οποίος πρώτος πρότεινε δημόσια τον όρο "υδροπονία" (hydroponics) για να περιγράψει την καλλιέργεια φυτών σε τεχνητά θρεπτικά διαλύματα, με στόχο την παραγωγή σε εμπορική κλίμακα.

Η υδροπονική μέθοδος που ανέπτυξε τότε ο Gericke όμως, δεν βρήκε εφαρμογή σε αξιόλογη κλίμακα στην καλλιεργητική πράξη γιατί είχε υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, χωρίς να δίνει καλύτερες παραγωγές από τις αντίστοιχες που λαμβάνονταν σε καλές καλλιέργειες στο έδαφος. Σύμφωνα με τη μέθοδο που πρότεινε ο Gericke, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονταν μέσα σε μεγάλα φυτοδοχεία, διαστάσεων 0,15x0,61x10,7, στον πυθμένα των οποίων υπήρχε μία λεπτή στρώση άμμου μισής ίντσας (περίπου 1,2 cm). Τα δοχεία περιείχαν θρεπτικό διάλυμα και ήταν καλυμμένα με δικτυωτό σύρμα στην πάνω επιφάνεια για την στήριξη των φυτών. Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που παρουσίαζε η μέθοδος του Gericke ήταν η δυσκολία αερισμού του θρεπτικού διαλύματος και εμπλουτισμού του με οξυγόνο.

Στη δεκαετία του 1930 πολλοί άλλοι επιστήμονες, κυρίως αμερικανοί, ασχολήθηκαν ερευνητικά με την υδροπονία και ανέπτυξαν συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους, παραπλήσια με αυτά του Gericke, όπως ο Laurie (1931), ο Eaton (1936), οι Shive and Robbins (1937), οι Mullard and Stoughton (1939), οι Arnon and Hoagland (1940), κ.λπ. Όλα αυτά τα ερευνητικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν από τους Hoagland and Arnon (1950) για την κατάστρωση της σύνθεσης ενός τυπικού θρεπτικού διαλύματος για καλλιέργειες εκτός εδάφους, το οποίο θεωρείται κλασσικό και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα σε πειραματικές υδροκαλλιέργειες.

Πρακτική εφαρμογή σε μεγάλη κλίμακα γνώρισε η υδροπονία για πρώτη φορά κατά την διάρκεια του 2ου Παγκοσμίου Πολέμου από τον αμερικανικό στρατό. Την εποχή εκείνη, η υδροπονία χρειάστηκε να εφαρμοσθεί σε εκτεταμένη κλίμακα σε ορισμένα άγονα νησιά του Ειρηνικού με σκοπό την παραγωγή νωπών λαχανικών για την

κάλυψη των διατροφικών αναγκών των μαχόμενων αμερικανών στρατιωτών στην περιοχή.

Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 60 η υδροπονία έβρισκε πρακτική εφαρμογή μόνο σποραδικά και σε περιορισμένη κλίμακα, κυρίως στην Αμερική και στην Αγγλία. Από τις αρχές της δεκαετίας του 70 το ενδιαφέρον για την χρήση υδροπονικών συστημάτων σε εμπορική κλίμακα αναζωπυρώθηκε διεθνώς, ξεκινώντας από την Αγγλία, τις Σκανδιναβικές χώρες και την Ολλανδία. Οι λόγοι που οδήγησαν στην αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για την υδροπονία στις χώρες αυτές ήταν η κούραση των εδαφών των θερμοκηπίων μετά από συνεχή καλλιέργεια επί σειρά ετών και η συνεπαγόμενη έξαρση των εδαφογενών ασθενειών, καθώς και τα προβλήματα που δημιουργούσαν οι συνεχείς απολυμάνσεις του εδάφους με βρωμιούχο μεθύλιο.

Στην Αγγλία αναπτύχθηκε από τον Cooper (1975) ένα σύστημα καλλιέργειας των φυτών σε ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα χωρίς τη χρήση στερεού υποστρώματος. Το σύστημα αυτό έγινε γνωστό ως NFT από τα αρχικά των λέξεων Nutrient Film Technique που στα Ελληνικά, σε ελεύθερη μετάφραση, θα μπορούσε να αποδοθεί με τον όρο Τεχνική Ρηχού Ρεύματος Θρεπτικού Διαλύματος.

Στις Σκανδιναβικές χώρες και την Ολλανδία αντίθετα, κυριάρχησε η καλλιέργεια σε αδρανή στερεά υποστρώματα και κυρίως σε πετροβάμβακα. Σήμερα στην Ολλανδία το σύνολο σχεδόν της παραγωγής καρποδοτικών λαχανικών στο θερμοκήπιο, όπως τομάτα, αγγούρι, πιπεριά, κ.λπ., προέρχεται από υδροπονικές καλλιέργειες (van Os et al., 2008). Αντίθετα, τα μικρά φυλλώδη λαχανικά συνεχίζουν ακόμη να καλλιεργούνται σε σημαντικό ποσοστό στο έδαφος των θερμοκηπίων.

2.3.2. Συστήματα υδροκαλλιέργειας

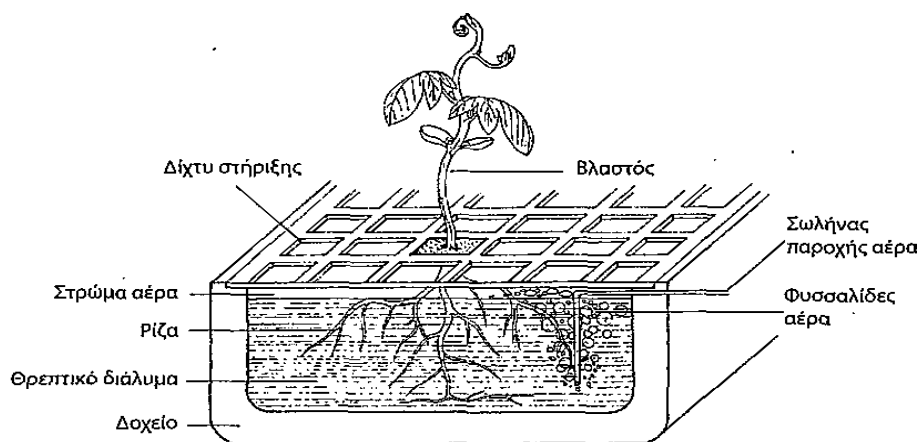
Τα υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας στα οποία η ανάπτυξη των ριζών πραγματοποιείται στο νερό ονομάζονται υδροκαλλιέργειες. Στις υδροκαλλιέργειες εφαρμόζεται το κλειστό σύστημα παραγωγής, με σκοπό τη μέγιστη αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών του διαλύματος. Τα συστήματα αυτά διακρίνονται στα εξής, και περιγράφονται στις παρακάτω ενότητες:

- Καλλιέργεια σε στάσιμο θρεπτικό διάλυμα
- Σύστημα επίπλευσης (Floating system)

- Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT)
- Καλλιέργεια σε βαθύ ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (Deep Flow Technique)
- Επιδαπέδια υδροπονία (Plant Plane Hydroponics)
- Αεροπονία

2.3.2.1 Καλλιέργεια σε στάσιμο θρεπτικό διάλυμα

Τα φυτά αναπτύσσονται είτε σε μικρά ατομικά φυτοδοχεία, είτε συνηθέστερα, σε μεγάλες ομαδικές λεκάνες καλλιέργειας (Σχήμα 2.3), οι οποίες είναι γεμισμένες με θρεπτικό διάλυμα κατάλληλης σύστασης. Τα φυτά στερεώνονται με ένα κατάλληλο πλέγμα πάνω από τις λεκάνες καλλιέργειας, ενώ ανάμεσα στο πλέγμα και το θρεπτικό διάλυμα μεσολαβεί μία στενή ζώνη αέρα (Resh, 1997). Το θρεπτικό διάλυμα που καταναλώνεται από τα φυτά συμπληρώνεται σε τακτικά χρονικά διαστήματα μέσω προσθήκης νέου διαλύματος.



Εικόνα 3: Καλλιέργεια σε στάσιμο θρεπτικό διάλυμα

Παράλληλα, μέσω τακτικών μετρήσεων του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας γίνεται και χορήγηση οξέων (συνήθως HNO₃) και ενδεχομένως και πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων, με στόχο οι τιμές των δύο αυτών παραμέτρων να διατηρούνται σταθερές. Η συμπλήρωση μπορεί να γίνεται αυτόματα, με διατήρηση της στάθμης του θρεπτικού διαλύματος στο φυτοδοχείο σε ένα σταθερό επίπεδο μέσω ενός πλωτήρα. Σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, (συνήθως κάθε 2-4 εβδομάδες)

θα πρέπει να γίνεται χημική ανάλυση του διαλύματος και αναπροσαρμογή της σύνθεσής του με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Εναλλακτικά, αντί της διεξαγωγής χημικών αναλύσεων, είναι δυνατόν κάθε 1 -2 εβδομάδες να απομακρύνεται στο σύνολο του το παλιό διάλυμα και να αντικαθίσταται με νέο θρεπτικό διάλυμα (Jones, 1997). Τέτοιου είδους συστήματα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως παλαιότερα από τον Gericke (1937) καθώς και άλλους ερευνητές της εποχής εκείνης. Δεν βρήκαν όμως εφαρμογή στην γεωργική πράξη γιατί παρουσιάζουν αρκετά προβλήματα, σπουδαιότερο από τα οποία είναι οι δυσκολίες αερισμού και οξυγόνωσης των ριζών (Schwarz, 1995).

Ο ανεπαρκής αερισμός και συνεπώς η έλλειψη οξυγόνου έχει σαν συνέπεια να δυσχεραίνεται η αναπνοή στους φυτικούς ιστούς της ρίζας, με αποτέλεσμα να προκαλούνται σήψεις και καταστροφές στο ριζικό σύστημα των φυτών. Σήμερα τέτοιου είδους υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας εφαρμόζονται μόνο σε βραχυχρόνια πειράματα διατροφής φυτών που διεξάγονται σε επιστημονικά εργαστήρια.

2.3.2.2. Σύστημα επίπλευσης (*Floating system*)

Στις καλλιέργειες σε συστήματα επίπλευσης, τα φυτά τοποθετούνται πάνω σε πλάκες από πολύ ελαφρύ υλικό, όπου κατά κανόνα πρόκειται για πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης, οι οποίες φέρουν οπές κατάλληλου μεγέθους σε προκαθορισμένες αποστάσεις. Μέσω αυτών των οπών διέρχονται οι ρίζες των φυτών, οι οποίες αναπτύσσονται κάτω από τις πλάκες, ενώ το υπέργειο μέρος των φυτών βρίσκεται πάνω από αυτές. Οι πλάκες τοποθετούνται πάνω σε θρεπτικό διάλυμα που περιέχεται μέσα σε ειδικές λεκάνες καλλιέργειας και παραμένουν εκεί ως επιπλέουσες λόγω του πολύ μικρού ειδικού βάρους τους. Το πάχος τους βέβαια πρέπει να είναι επαρκές, ώστε η μερική βύθιση τους να δημιουργεί αρκετή άνωση για να αντισταθμίζεται το βάρος των φυτών που φέρονται πάνω τους.

Η χρήση των επιπλευσών πλακών λύνει το πρόβλημα της τοποθέτησης και της στήριξης των φυτών πάνω από το στάσιμο θρεπτικό διάλυμα το οποίο παρουσιαζόταν στο σύστημα καλλιέργειας που αναπτύχθηκε αρχικά από τον Gericke (Maloupa, 2002). Οι επιπλέουσες πλάκες λειτουργούν και ως κυλιόμενοι ιμάντες μέσω των οποίων μετακινούνται εύκολα και γρήγορα τα φυτά τόσο κατά την φύτευση όσο και

κατά την συγκομιδή τους (Jensen and Collins, 1985). Το σύστημα επίπλευσης θεωρητικά μπορεί να εφαρμοστεί για κάθε είδους λαχανοκομικό ή ανθοκομικό φυτό θερμοκηπίου, στην πράξη όμως, για πρακτικούς λόγους, το σύστημα επίπλευσης εφαρμόζεται κυρίως για μικρής καλλιεργητικής διάρκειας και μικρού μεγέθους φυτά τα οποία συγκομίζονται εφάπαξ. Το σύστημα επίπλευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε σπορεία για παραγωγή σποροφύτων λαχανοκομικών και ανθοκομικών φυτών, καθώς και άλλων καλλιεργούμενων φυτών όπως ο καπνός (Frantz et al., 1998, Μπιλάλης κ.ά., 2007).

Τα πλεονεκτήματα της παραγωγής σποροφύτων σε συστήματα επίπλευσης είναι:

- Το χαμηλότερο κόστος, τα μειωμένα προβλήματα από φυτοασθένειες επειδή το φύλλωμα των φυτών παραμένει στεγνό,
- Η καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των λιπασμάτων
- Η αποφυγή νιτρορύπανσης λόγω ελαχιστοποίησης της έκπλυσης θρεπτικών στοιχείων (Rideout, 2004).
- Λόγω της άφθονης διαθεσιμότητας νερού, τα σπορόφυτα που αναπτύσσονται σε συστήματα επίπλευσης τείνουν να σχηματίζουν υπερβολικά υψηλούς βλαστούς. Η χρήση θρεπτικών διαλυμάτων με κατάλληλη σύνθεση μπορεί να ελαχιστοποιήσει αυτό το πρόβλημα.

2.3.2.3. Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT)

Η καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος είναι γνωστή διεθνώς με το ακρώνυμο NFT, το οποίο προέρχεται από τα αρχικά του Αγγλικού όρου Nutrient Film Technique. Το NFT είναι μία υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών, στην οποία δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, το οποίο όμως ρέει συνεχώς, σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα συστήματα καλλιέργειας, μέσα σε λεκάνες γεμισμένες με στάσιμο θρεπτικό διάλυμα. Για να επιτυγχάνεται καλή οξυγόνωση του ριζικού συστήματος, το βάθος του ρέοντος θρεπτικού διαλύματος μέσα στα κανάλια δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2-4 mm (Cooper, 1979).

Το σύστημα NFT αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και στις αρχές της δεκαετίας του 70 στο Glasshouse Crops Research Institute of Littlehampton στην

Αγγλία από τον Cooper (1975,1977,1979). Άρχισε όμως να γίνεται γνωστό και να βρίσκει πρακτική εφαρμογή στα θερμοκήπια γύρω στα μέσα της δεκαετίας του 1970.

Μία τυπική εγκατάσταση NFT αποτελείται από:

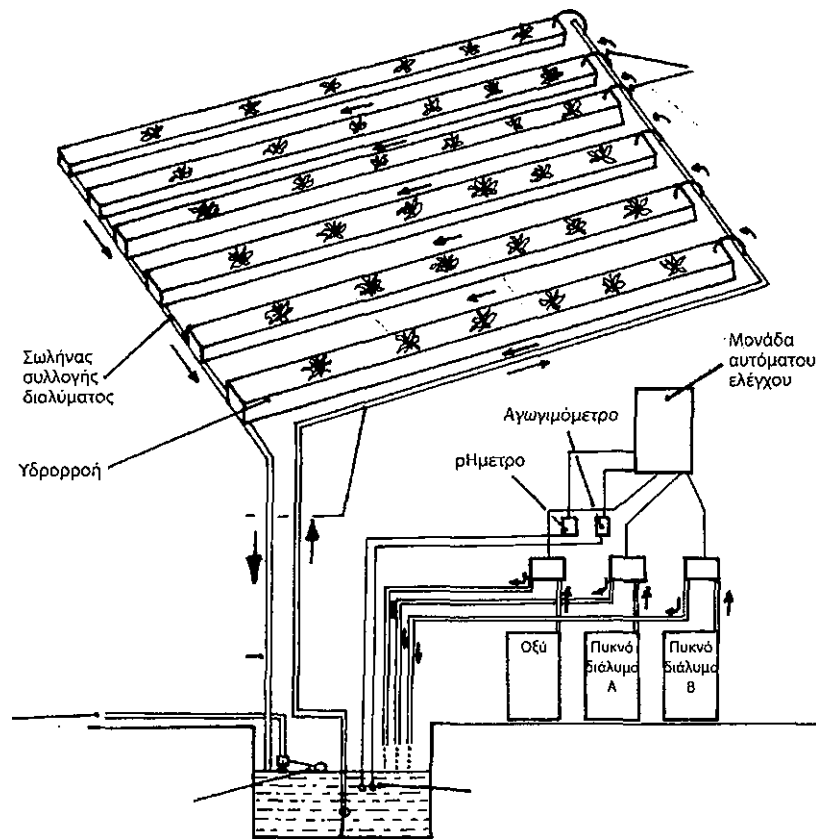
- Ένα σύστημα παράλληλα τοποθετημένων υδρορροών -καναλιών, μέσα στα οποία κυλάει θρεπτικό διάλυμα με ρυθμό ροής περίπου 100 - 200 λίτρα ανά ώρα (0,1-0,2 m³ hr⁻¹), όπου σε κάθε υδρορροή τοποθετούνται τα φυτά σε καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους.
- Ένα σύστημα παρασκευής (κεφαλή υδρολίπανσης) και διανομής του θρεπτικού διαλύματος στις υδρορροές και
- Εγκαταστάσεις συλλογής του διαλύματος από τις υδρορροές και επιστροφής του πίσω στο σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος (κεφαλή υδρολίπανσης), ώστε να ανακυκλώνεται.

Οι υδρορροές συνήθως είναι κατασκευασμένες από πολυπροπυλένιο, PVC ή άλλη πλαστική ύλη ή ακόμη και από γαλβανισμένο μέταλλο και έχουν πλάτος 20 - 30 cm σε περίπτωση που προορίζονται για την καλλιέργεια μεγάλων φυτών (τομάτα, αγγούρι, μελιτζάνα, μαρούλι, κ.λπ.) σε μονή σειρά, ή ακόμη μεγαλύτερο όταν φιλοξενούν φυτά σε διπλή σειρά.

Το σχήμα των υδρορροών συνιστάται να είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο, ώστε ο πυθμένας τους να είναι επίπεδος. Υπάρχουν όμως και ειδικά σωληνοειδή κανάλια με ελλειψοειδές σχήμα, τα οποία φέρουν ειδικές οπές στην άνω επιφάνειά τους για την τοποθέτηση των φυτών.

Οι αποστάσεις μεταξύ των παράλληλα τοποθετημένων υδρορροών αντιστοιχούν στις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης που επιλέγονται να εφαρμοσθούν στην εκάστοτε καλλιέργεια. Για να είναι δυνατή η ροή του διαλύματος μέσα στις υδρορροές, αυτές θα πρέπει να έχουν κατά μήκος μια μικρή κλίση γύρω στο 1 - 2% (Graves, 1983, Schwarz, 1995).

Η περιεκτικότητα του θρεπτικού διαλύματος σε οξυγόνο μειώνεται σημαντικά στην πορεία της ροής του μέσα στο κανάλι με συνέπεια να δημιουργούνται προβλήματα υποξίας στα φυτά που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 18 - 20 m από το σημείο εισόδου του θρεπτικού διαλύματος στο κανάλι (Puerta et al, 2007). Γι' αυτό, το μήκος των καναλιών στις καλλιέργειες σε συστήματα NFT δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 20 m (Schwarz, 1995).



Εικόνα 4. Σχηματική απεικόνιση συστήματος NFT

Το σύστημα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος αποτελείται από:

- μία κεφαλή υδρολίπανσης,
- ένα σύστημα αυτόματου ελέγχου,
- μία αντλία παροχής του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά και
- ένα δίκτυο σωληνώσεων που μεταφέρει το θρεπτικό διάλυμα στα κανάλια καλλιέργειας.

Κατά το σύντομο χρόνο που χρειάζεται μία ποσότητα θρεπτικού διαλύματος για να διατρέξει την υδρορροή από την μία της άκρη μέχρι την άλλη, μόνο ένα πολύ μικρό μέρος του διαλύματος μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά. Το υπόλοιπο μέρος του θρεπτικού διαλύματος δεν μπορεί να παραμείνει στην περιοχή του ριζοστρώματος και να αξιοποιηθεί αργότερα, αφού δεν υπάρχει πορώδες υπόστρωμα για να το συγκρατήσει, οπότε απορρέει άμεσα.

Για να αποφευχθεί η σπατάλη νερού και διαλύματος, οι καλλιέργειες σε NFT λειτουργούν σαν κλειστά υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας, ενώ ο τρόπος λειτουργίας της κεφαλής υδρολίπανσης δεν είναι ο ίδιος σε όλα τα συστήματα.

Ο κλασικός τρόπος λειτουργίας συνίσταται στην συνεχή επιστροφή του διαλύματος που απορρέει από τα κανάλια μέσα σε ένα δοχείο και την αναπλήρωση του θρεπτικού διαλύματος που απορροφήθηκε από τα φυτά μέσω αυτόματης εισόδου νερού και πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων σε αυτό (Graves, 1983).

Η είσοδος νερού ελέγχεται από έναν πλωτήρα, ο οποίος διατηρεί σταθερή την στάθμη μέσα στο δοχείο παροχής θρεπτικού διαλύματος, ενώ η είσοδος πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και οξέως βασίζεται σε αισθητήρες συνεχούς καταγραφής των τιμών EC και pH στο δοχείο παροχής θρεπτικού διαλύματος. Η συχνότητα ή και η διάρκεια της έγχυσης ρυθμίζονται αυτόματα από το σύστημα αυτομάτου ελέγχου, με στόχο την διατήρηση των τιμών pH και EC σε προκαθορισμένα επιθυμητά όρια μέσα στο δοχείο παροχής θρεπτικού διαλύματος.

Η κλασική τεχνική που περιγράφεται παραπάνω παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα αξιοπιστίας, ειδικά όσον αφορά την έγχυση πυκνών διαλυμάτων και οξέος, όταν εφαρμόζεται σε συνθήκες συνεχούς λειτουργίας σε μεγάλες παραγωγικές μονάδες. Γι' αυτό στις περισσότερες σύγχρονες εγκαταστάσεις καλλιέργειας σε NFT εφαρμόζονται τροποποιημένες τεχνικές, οι οποίες δεν απαιτούν συνεχή λειτουργία της κεφαλής υδρολίπανσης.

Οι εναλλακτικές αυτές τεχνικές βασίζονται σε μία «προγραμματισμένη προσθήκη θρεπτικών στοιχείων» αντί της προσθήκης τους με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος (Pardossi et al, 2002). Συνήθως χρησιμοποιείται μία τυπική κεφαλή υδρολίπανσης, όπως αυτές που χρησιμοποιούνται σε ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους η οποία παρασκευάζει το θρεπτικό διάλυμα συμπλήρωσης σε τακτά χρονικά διαστήματα και το στέλνει σε ένα δοχείο αποθήκευσης. Η διαδικασία συμπλήρωσης πραγματοποιείται αυτόματα, μέσω αυτόματης εισόδου θρεπτικού διαλύματος συμπλήρωσης στο δοχείο παροχής θρεπτικού διαλύματος αντί νερού και πυκνών διαλυμάτων.

Ενώ σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό του συστήματος NFT, τα φυτά τοποθετούνται γυμνόριζα μέσα στις υδρορροές (Cooper, 1979), στις σύγχρονες καλλιέργειες τα φυτά τοποθετούνται σε κύβους ή άλλου είδους τεμάχια υποστρώματος, πάνω στα οποία έχουν σπαρθεί και αναπτυχθεί. Τα τεμάχια του υποστρώματος συνήθως συνίστανται από πετροβάμβακα και σπανιότερα από τύρφη ή κάποιο άλλο πορώδες υλικό (Hanan, 1998).

2.3.2.4 Καλλιέργεια σε βαθύ ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (Deep Flow Technique)

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του συστήματος καλλιέργειας σε βαθύ ρεύμα θρεπτικού διαλύματος, οι οποίες είναι γνωστές με διαφορετικά ονόματα. Οι σπουδαιότερες παραλλαγές είναι το σύστημα Ein Gedi, το οποίο αναπτύχθηκε στο Ισραήλ (Soffer and Levinger, 1980), καθώς και τα συστήματα Kyowa, Kubota και M-system, τα οποία αναπτύχθηκαν στην Ιαπωνία (Schwarz, 1995, Maloupa, 2002).

Σε όλες τις περιπτώσεις, το θρεπτικό διάλυμα μεταφέρεται μέσω αντλιών σε κανάλια ή λεκάνες καλλιέργειας διαφόρων διαστάσεων, μέσα στις οποίες είναι τοποθετημένα τα φυτά. Το διάλυμα που απομακρύνεται από τα κανάλια ή από τις λεκάνες καλλιέργειας μέσω των σωλήνων υπερχειλίσσης, συλλέγεται και συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία, οξυγονώνεται με παρόμοιο τρόπο όπως στις επιπλέουσες καλλιέργειες και χορηγείται ξανά στα φυτά. Επομένως, υπάρχει μία συνεχής επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος μέσα στο σύστημα.

Τόσο το ύψος του θρεπτικού διαλύματος μέσα στα κανάλια ή στις λεκάνες καλλιέργειας, όσο και ο τρόπος παροχής του στα φυτά διαφοροποιούνται σε κάθε παραλλαγή του συστήματος.

Στις καλλιέργειες, σύμφωνα με το σύστημα Ein Gedi, το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται από σωλήνες που βρίσκονται μέσα στο κανάλι καλλιέργειας, κάτω από το λαιμό των φυτών, αλλά πάνω από το ρεύμα του θρεπτικού διαλύματος (Soffer and Levinger, 1980). Επομένως, το ανώτερο τμήμα των ριζών βρίσκεται στον αέρα και καταβρέχεται τακτικά από το ψεκαζόμενο θρεπτικό διάλυμα, ενώ το κατώτερο τμήμα τους βρίσκεται βυθισμένο στο ρέον θρεπτικό διάλυμα (Van Os et al, 2008).

Στις καλλιέργειες σύμφωνα με το σύστημα Kyowa, το θρεπτικό διάλυμα που παρέχεται στην καλλιέργεια αναμειγνύεται με αέρα και εισάγεται με πίεση στο ρεύμα θρεπτικού διαλύματος που κυλάει μέσα στο κανάλι (Schwarz, 1995).

Τέλος, στις καλλιέργειες σύμφωνα με το M-system, οι σωλήνες μεταφοράς του θρεπτικού διαλύματος βρίσκονται βυθισμένοι μέσα στο βαθύ ρεύμα του θρεπτικού διαλύματος και εκβάλλουν οξυγονωμένο θρεπτικό διάλυμα με κάποια πίεση από, κατάλληλου μεγέθους, οπές που φέρονται πάνω τους (Maloupa, 2002).

Σε όλα τα συστήματα DFT είναι συνηθισμένη πρακτική η τοποθέτηση κάποιου συστήματος περιοδικής εισαγωγής φυσαλίδων αέρα στο θρεπτικό διάλυμα, με στόχο την καλύτερη οξυγόνωσή του (Park et al., 2010).

Σε σύγκριση με την καλλιέργεια σε στάσιμο διάλυμα, τα συστήματα καλλιέργειας σε βαθύ ρεύμα θρεπτικού διαλύματος υπερτερούν σαφώς, υστερούν όμως σε σύγκριση με τα σύγχρονα συστήματα, όπως το NFT και με την καλλιέργεια σε καλά αδρανή υποστρώματα (Σάββας 2012).

Σημεία στα οποία υστερούν είναι:

α) η οξυγόνωση της ρίζας, η οποία ειδικά σε καλλιέργειες μεγάλων φυτών, όπως η τομάτα και το αγγούρι, δεν είναι επαρκής,

β) το κόστος κατασκευής και λειτουργίας τους, το οποίο βαρύνεται από τις ειδικές κατασκευές, όπως ειδικά κανάλια, σύστημα οξυγόνωσης, κ.λπ. και

γ) η έλλειψη ρυθμιστικής ικανότητας όσον αφορά την διαθεσιμότητα νερού στο ριζόστρωμα, η οποία καθιστά την καλλιέργεια ευάλωτη σε περίπτωση βλάβης.

Για τους λόγους αυτούς, τα συστήματα καλλιέργειας σε βαθύ ρεύμα θρεπτικού διαλύματος δεν είναι πολύ διαδεδομένα σε παραγωγικά επαγγελματικά θερμοκήπια.

2.3.2.5 Επιδαπέδια υδροπονία (Plant Plane Hydroponics)

Η επιδαπέδια υδροπονία αναπτύχθηκε στην Γερμανία στα τέλη της δεκαετίας του 80 και τελειοποιήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 90 (Schroder, 1993). Μολονότι όμως έχει δώσει σχετικά ικανοποιητικά αποτελέσματα, στην καλλιεργητική πράξη εφαρμόζεται ελάχιστα.

Τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης είναι η επιμελημένη ισοπέδωση του δαπέδου (με κλίση) και η κάλυψη του με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου (ασπρόμαυρο με την λευκή πλευρά από πάνω, ώστε να αντανακλά μέρος του ηλιακού φωτός που πέφτει πάνω του), καθώς και η επίστρωση με λεπτό απορροφητικό υλικό με τριχοειδείς ιδιότητες (π.χ. υαλοϋφασμα).

Στο ανώτερο φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου ανοίγονται μικρές τρύπες κατά μήκος νοητών γραμμών που πρόκειται να αποτελέσουν τις γραμμές φύτευσης, σε αποστάσεις ανάλογες με την πυκνότητα φύτευσης που επιδιώκεται, όπου τοποθετούνται τα σπορόφυτα κατά την μεταφύτευση, αφού πρώτα το απορροφητικό υλικό έχει διαβραχεί με θρεπτικό διάλυμα (Schroder, 1994). Μία σειρά σωλήνων παροχής του θρεπτικού διαλύματος στην ανώτερη άκρη του θερμοκηπίου εξασφαλίζει την απρόσκοπτη παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά.

Το θρεπτικό διάλυμα ρέει με τη βοήθεια της κλίσης που έχει δοθεί στην επιφάνεια του θερμοκηπίου και φθάνει στην κάτω πλευρά, ενώ το απορροφητικό φύλλο εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή του διαλύματος σε όλη την επιφάνεια.

Κατά κανόνα, η επιδαπέδια υδροπονία εφαρμόζεται ως κλειστό σύστημα καλλιέργειας γιατί, λόγω έλλειψης υποστρώματος, η εφαρμογή της ως ανοιχτό σύστημα θα οδηγούσε σε υπερβολικά μεγάλη κατανάλωση νερού και λιπασμάτων (Schwarz et al, 1996).

Από την προηγηθείσα περιγραφή είναι φανερό ότι η μέθοδος της επιδαπέδιας υδροπονίας βασίζεται σε παρόμοιες αρχές λειτουργίας με αυτές του συστήματος NFT, με τη διαφορά ότι στην επιδαπέδια υδροπονία, μεγάλα τμήματα της επιφάνειας του θερμοκηπίου χρησιμοποιούνται ως υδρορροές μεγάλου πλάτους, μέσα στις οποίες τοποθετούνται πολλαπλές γραμμές φυτών.

2.3.2.6 Αεροπονία

Η αεροπονία είναι μια παραλλαγή της υδροπονίας και ειδικότερα των συστημάτων καλλιέργειας σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς τη χρήση υποστρώματος. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο ριζικό σύστημα που αιωρείται μέσα σε κενά κιβώτια ή επιμήκεις σωλήνες (στο εξής θα αποκαλούνται φυτοδοχεία), έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία (Weathers and Zobel, 1992). Κατ' αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της τις απαιτούμενες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Ο πρώτος που εφάρμοσε αεροπονία για να καλλιεργήσει φυτά ήταν ο Carter (1942), ο οποίος όμως αποσκοπούσε στην μελέτη του τρόπου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος στο εργαστήριο και όχι σε εμπορική παραγωγή, η οποία ξεκίνησε αρκετά αργότερα, κατά την δεκαετία του 60 (Massantini, 1973).

Αξίζει να σημειωθεί ότι, εκτός από τις παραγωγικές καλλιέργειες στο θερμοκήπιο, η αεροπονία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ριζοβολία μοσχευμάτων με πολύ καλά αποτελέσματα (Jensen and Colins, 1985, Maloupa, 2002).

Οι ρίζες γυμνές διέρχονται μέσα από τρύπες σε ειδικά φυτοδοχεία, αιωρούμενες, ενώ ο βλαστός και το φύλλωμα βρίσκονται εκτός. Ο λαιμός του φυτού μπορεί να στερεώνεται χαλαρά με ένα σπογγώδες υλικό στην τρύπα εισόδου της ρίζας στο

φυτοδοχείο (Massentini, 1985). Εναλλακτικά, τα φυτά μπορούν να στερεώνονται μέσω τοποθέτησης σε μικρό πλαστικό γλαστρίδιο με διάτρητο πυθμένα.

Κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχία μίας αεροπονικής καλλιέργειας είναι το μέγεθος της ψεκαζόμενης σταγόνας, το οποίο θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 40 - 50 μm και μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση κατάλληλων ακροφυσίων και με την εφαρμογή κατάλληλης πίεσης. Η συχνότητα δε ψεκασμού, συνήθως, ανέρχεται σε 2 - 3 min ενώ η διάρκεια σε μερικά δευτερόλεπτα (Jensen and Colins, 1985)-υψηλή συχνότητα, μικρού μεγέθους σταγόνα.

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές της αεροπονίας και εστιάζονται στα είδη των φυτοδοχείων που χρησιμοποιούνται ως υποδοχείς της ρίζας, καθώς και στον τρόπο διάταξής τους στον χώρο. Με βάση τις περιγραφές του Massantini (1985) από εφαρμογές σε παραγωγικά θερμοκήπια, οι Weathers and Zobel (1992) διακρίνουν 5 τύπους αεροπονικής καλλιέργειας:

- α) καλλιέργεια σε επιμήκεις σωλήνες τοποθετημένους οριζόντια,
- β) καλλιέργεια σε κάθετα τοποθετημένους σωλήνες,
- γ) καλλιέργεια σε γλάστρες κατάλληλου σχήματος τοποθετημένες κάθετα η μία πάνω στην άλλη,
- δ) καλλιέργεια σε κεκλιμένο επίπεδο και
- ε) καλλιέργεια σε κάθετα τοποθετημένα πλαίσια.

Εκτός από τις παραπάνω μορφές αεροπονικής καλλιέργειας, υπάρχει και η κλασική τεχνική με ανάπτυξη των φυτών σε επιμήκη κιβώτια ορθογώνιου σχήματος, τα οποία τοποθετούνται οριζόντια κατά μήκος του δαπέδου του θερμοκηπίου. Από τις παραπάνω έξι παραλλαγές της αεροπονίας, οι τρεις συνιστούν μορφές κάθετης καλλιέργειας.

Η ύπαρξη και των ανοιχτών αεροπονικών συστημάτων είναι θεωρητικά δυνατή, όμως επιφέρει σημαντική σπατάλη νερού και λιπασμάτων. Γι' αυτό το λόγο, το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών αλλά αποστραγγίζει μετά από κάθε ψεκασμό, συλλέγεται με την βοήθεια υδρορροών σε μία κεντρική δεξαμενή συγκέντρωσης. Από εκεί ανακυκλώνεται αφού πρώτα συμπληρωθεί και ανανεωθεί.

Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα κάθετης καλλιέργειας:

Η κάθετη όπως και η καλλιέργεια σε κεκλιμένο επίπεδο, έχει το πλεονέκτημα της πολύ μεγάλης αύξησης της πυκνότητας φύτευσης, Επίσης υπερτερούν έναντι των κάθετων συστημάτων καλλιέργειας σε υποστρώματα, από την άποψη της ομοιομορφίας παροχής θρεπτικού διαλύματος στις ρίζες των φυτών.

Μειονέκτημα της κάθετης καλλιέργειας, καθώς επίσης και αυτής σε κεκλιμένο επίπεδο είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί μόνο για φυτά χαμηλά σε ύψος, όπως το μαρούλι, η φράουλα, η ρόκα, κ.λπ. Επιπλέον η έκθεση των φυτών σε φώς, τόσο καθ' ύψος όσο και κατά κατεύθυνση είναι ανομοιόμορφη (Jensen and Colins, 1985).

2.3.3 Διαχείριση απορροών συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους

Με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών, τα υδροπονικά συστήματα διακρίνονται σε κλειστά και ανοιχτά. Η διάκριση αυτή βασίζεται στη μεταχείριση που υφίσταται το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει από τον χώρο του ριζοστρώματος των φυτών, το οποίο μπορεί ή να αφήνεται να διαφύγει στο περιβάλλον (ανοιχτά συστήματα), ή να συλλέγεται και να επαναχρησιμοποιείται (κλειστά συστήματα).

Από τον συνολικό όγκο του διαλύματος που παρέχεται στην καλλιέργεια, το ποσοστό που δεν συγκρατείται στο υπόστρωμα αλλά απορρέει καλείται θρεπτικό διάλυμα απορροής ή διάλυμα απορροής ή κλάσμα απορροής. Επειδή το κλάσμα απορροής συμβάλλει στην έκπλυση των αλάτων από το υπόστρωμα, συχνά αποκαλείται και κλάσμα έκπλυσης.

Όταν το διάλυμα απορροής δεν συλλέγεται αλλά απορρίπτεται στο περιβάλλον (συνήθως απορροφάται από το έδαφος του περιβάλλοντος χώρου του θερμοκηπίου), το σύστημα καλλιέργειας καλείται ανοιχτό υδροπονικό σύστημα.

Αντίστοιχα, κλειστό σύστημα καλλιέργειας εκτός εδάφους καλείται εκείνο στο οποίο το κλάσμα απορροής που απομακρύνεται από το χώρο των ριζών συλλέγεται, συμπληρώνεται κατάλληλα με νέο διάλυμα και με τη βοήθεια μίας αντλίας οδηγείται ξανά στα φυτά προς επαναχρησιμοποίηση. Στα κλειστά συστήματα δηλαδή, οι απορροές νερού και θρεπτικών στοιχείων που προέρχονται από την υδρολίπανση ανακυκλώνονται.

2.3.3.1 Ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας

Τα ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας αφορούν στην καλλιέργεια σε υποστρώματα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα υποστρώματα έχουν την ικανότητα να συγκρατούν νερό και αέρα στο πορώδες τους, σε κατάλληλη αναλογία, για την ανάπτυξη των φυτών, συνεπώς δεν υφίσταται ανάγκη για συνεχή παροχή θρεπτικού διαλύματος, παρά μόνο μέσω τακτικών ποτισμάτων μικρής διάρκειας, εφόσον κρίνεται αναγκαίο.

Στον ενδιάμεσο χρόνο μεταξύ δύο ποτισμάτων τα φυτά τροφοδοτούνται από τα αποθέματα θρεπτικού διαλύματος που έχουν συγκρατηθεί στο υπόστρωμα, ενώ η συνολική ποσότητα θρεπτικού διαλύματος που παρέχεται είναι μεγαλύτερη από αυτή που μπορεί να συγκρατηθεί στο πορώδες τους, μέσω δυνάμεων συνάφειας. Η ποσότητα αυτή υπερβαίνει κατά 20% τουλάχιστον τις ανάγκες της καλλιέργειας, ώστε να καλύπτονται οι αρδευτικές ανάγκες και των φυτών που τροφοδοτούνται μέσω των σταλακτών, με την χαμηλότερη παροχή (Sonneveld, 1995). Αυτό εξυπηρετεί δύο σκοπούς.

Ο πρώτος σκοπός είναι η έκπλυση των αλάτων (NaCl) αλλά και κάποιων θρεπτικών ιόντων που δεν απορροφώνται εύκολα από τα φυτά και τείνουν να συσσωρεύονται με το χρόνο στο περιβάλλον των ριζών (Ravin et al, 1998). Ο δεύτερος σκοπός είναι η διασφάλιση επάρκειας θρεπτικού διαλύματος ακόμη και σε εκείνα τα φυτά που λαμβάνουν μικρότερη ποσότητα από αυτή που αντιστοιχεί στην θεωρητική παροχή των σταλακτών που τα τροφοδοτούν, λόγω ανομοιομορφιών στην πραγματική παροχή (Lieth and Oki, 2008).

Η περίσσεια θρεπτικού διαλύματος που δεν συγκρατείται από το υπόστρωμα απορρέει και απομακρύνεται από τον χώρο των ριζών.

Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα ανοιχτών συστημάτων καλλιέργειας

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Η διασφάλιση σταθερών συνθηκών θρέψης, λόγω της παροχής θρεπτικού διαλύματος με γνωστή και σταθερή σύνθεση.
- Ευκολία εφαρμογής τους και η απλότητα στη διαχείριση των απορροών
- Απουσία κινδύνου μετάδοσης παθογόνων ασθενειών, μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος.

Ωστόσο, ένα τέτοιο σύστημα, όπου παρουσιάζεται σπατάλη νερού και λιπασμάτων τα οποία καταλήγουν στο περιβάλλον, δεν μπορεί να θεωρηθεί από την βάση της οικολογική.

Η σπατάλη του νερού μάλιστα, θεωρείται σοβαρό μειονέκτημα των ανοιχτών συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους, λόγω της γενικής ανεπάρκειας νερού άρδευσης καλής ποιότητας που επικρατεί διεθνώς και ιδιαίτερα σε περιοχές με ημίξηρο κλίμα, όπως είναι η λεκάνη της Μεσογείου (Pardossi et al., 2006).

Επιπλέον, η διαφυγή λιπασμάτων στο περιβάλλον μέσω του διαλύματος απορροής μπορεί να έχει μία οικονομική διάσταση (αυξημένο κόστος λίπανσης), όμως η οικολογική του διάσταση είναι εξίσου σοβαρή, αφού προκαλεί τη μόλυνση του περιβάλλοντος με νιτρικά και φωσφορικά ιόντα (Savvas, 2002a).

Τέλος, για τους λόγους που προαναφέρθηκαν απορρίπτεται ως μέθοδος σε συστήματα υδατοκαλλιέργειας.

2.3.3.2 Κλειστά συστήματα καλλιέργειας

Τα υδροπονικά συστήματα που εφαρμόζουν την ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, μέσω δικτύου αγωγών που κλείνουν σε έναν κύκλο, αποκαλούνται «κλειστά υδροπονικά συστήματα».

Ο όρος «ανακύκλωση θρεπτικού διαλύματος» υποδηλώνει την επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος που απορρέει ως πλεονάζον από τον χώρο των ριζών, μετά τη χορήγησή του στα φυτά. Όταν το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται, αποτρέπεται η διαφυγή λιπασμάτων στο περιβάλλον, οπότε αποφεύγεται η μόλυνση των επιφανειακών και υπόγειων νερών με νιτρικά και φωσφορικά ιόντα. Παράλληλα, το κόστος της λίπανσης της καλλιέργειας ελαττώνεται σημαντικά.

Γι' αυτό τα τελευταία χρόνια, τα κλειστά υδροπονικά συστήματα στηρίζονται μέσω διαφόρων κινήτρων σε όλα τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ σε ορισμένες χώρες (π.χ. Ολλανδία) η εφαρμογή τους είναι υποχρεωτική από το νόμο (Van Os, 1999, Pardossi et al., 2006).

Παρότι η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος παρουσιάζει πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, η διάδοσή της μέχρι σήμερα είναι περιορισμένη, λόγω των δυσκολιών που συνδέονται με την εφαρμογή της στην πράξη.

Η δυσκολία απορρέει από την αναγκαιότητα απολύμανσης του διαλύματος απορροής πριν την επαναχρησιμοποίησή του, καθώς αποσκοπεί στην αντιμετώπιση του κινδύνου καθολικής διάδοσης ασθενειών σε όλη την καλλιέργεια, δια μέσου του ανακυκλούμενου διαλύματος, όταν εμφανιστεί κάποια σημειακή προσβολή σε ορισμένα φυτά (Runia, 1995, van Os, 2001). Επιπλέον δυσκολίες παρουσιάζονται στη συμπλήρωση του διαλύματος απορροής με τις κατάλληλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, ώστε το νέο διάλυμα τροφοδοσίας που προκύπτει από αυτή την διαδικασία να καλύπτει ικανοποιητικά τις θρεπτικές ανάγκες των φυτών.

Οφέλη κλειστού συστήματος καλλιέργειας

- ✓ Η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος οδηγεί σε σημαντική μείωση της κατανάλωσης λιπασμάτων.
- ✓ Προστασία του περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλεί η διαφυγή λιπασμάτων στο περιβάλλον, συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση της νιτρορύπανσης
- ✓ Η ανακύκλωση δεν θίγει ούτε στο ελάχιστο τις ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που διατίθενται στα φυτά.
- ✓ Μέσω, μάλιστα συχνότερης, εφαρμογής κυκλικής άρδευσης, το συνολικό ποσοστό ημερήσιας εξοικονόμησης νερού και λιπασμάτων που προκύπτει από την ανακύκλωση μπορεί να είναι ακόμη μεγαλύτερο.

2.3.4 Χρησιμότητα και αξία της υδροπονικής καλλιέργειας

Είναι σαφές ότι σε χώρες, στις οποίες σημαντικό μέρος των εδαφών παρουσιάζει προβλήματα, είτε λόγω υπερεντατικής εκμετάλλευσης, όπως στην Ολλανδία, όπου ήδη από την τελευταία δεκαετία του προηγούμενου αιώνα η εκτός εδάφους καλλιέργεια αποτελεί σχεδόν την αποκλειστική μέθοδο παραγωγής καρποδοτικών λαχανικών στο θερμοκήπιο (de Kreij 1995), είτε λόγω άρδευσης με νερό υψηλής περιεκτικότητας σε άλατα (περίπτωση Ισραήλ), η αναγκαιότητα εισαγωγής της υδροπονίας στην καλλιεργητική πράξη είναι μεγαλύτερη. Το ίδιο ισχύει και για τις χώρες στις οποίες εφαρμόζονται αυστηροί περιορισμοί χρήσης αγροχημικών στη

γεωργία και στα όρια ανίχνευσης αυτών στο περιβάλλον (περίπτωση των περισσότερων χωρών της βόρειας Ευρώπης).

Επίσης στις ανεπτυγμένες τεχνολογικά χώρες οι οποίες χαρακτηρίζονται από αντίξοες συνθήκες για την παραγωγή κηπευτικών εκτός εποχής(περίπτωση βορειοευρωπαϊκών χωρών, Καναδά και Ιαπωνίας), η μεταπήδηση στην υδροπονική καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε με περισσότερη ταχύτητα και ευκολία λόγω του ότι ήταν επιβεβλημένη.

Παρόλα αυτά, η χρήση τεχνολογικού εξοπλισμού υψηλού επιπέδου στα θερμοκήπια των χωρών αυτών συνεπάγεται σημαντικά αυξημένο κόστος, το οποίο μπορεί να καλυφθεί μόνο με την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Η επιτυχία εφαρμογής τους βασίστηκε στην προϋπάρχουσα χρήση εξοπλισμών υψηλής τεχνολογίας στα θερμοκήπια, η οποία επιτρέπει την πλήρη εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του εξοπλισμού και την επίτευξη υψηλών παραγωγών.

Αντίθετα, η μεσογειακή Ευρώπη είναι συνηθισμένη να παράγει λαχανικά και άνθη εκτός εποχής σε χαμηλού κόστους κατασκευές κυρίως, εκμεταλλευόμενη τις ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στις χώρες αυτές, μολονότι έτσι δεν διασφαλίζονται ούτε υψηλές αποδόσεις ούτε ικανοποιητική ποιότητα προϊόντων. Γι αυτό το λόγο στις χώρες της Μεσογείου, οι παραγωγοί συνήθως δεν είναι ιδιαίτερα πρόθυμοι να επενδύσουν στα θερμοκήπιά τους εγκαθιστώντας σύγχρονο εξοπλισμό και συνεπώς διστάζουν να αναλάβουν το κόστος της εγκατάστασης του εξοπλισμού που απαιτεί η καλλιέργεια εκτός εδάφους. Εξάιρεση αποτελούν οι περιπτώσεις εκείνες, στις οποίες το έδαφος είναι ή τείνει να γίνει περιοριστικός παράγοντας ακόμη και στην επίτευξη των ήδη χαμηλών αποδόσεων που λαμβάνονται στις θερμοκηπιακές κατασκευές αυτού του είδους. Γι αυτό το λόγο η εξάπλωση της υδροπονίας στις μεσογειακές χώρες της Ευρώπης συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας άρχισε με χρονική καθυστέρηση και βαίνει μέχρι σήμερα με σημαντικά πιο αργούς ρυθμούς. Παρόλα αυτά η εξέλιξη και η τελειοποίηση της υδροπονίας ως εναλλακτικής μεθόδου καλλιέργειας φυτών στο θερμοκήπιο είναι θεαματική τις τελευταίες δεκαετίες.

Σήμερα, η υδροπονία συχνά αποτελεί επιλογή και για εκείνους τους καλλιεργητές που δεν αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα με το έδαφος τους, δεδομένου ότι τα πλεονεκτήματά της σε σύγκριση με τον παραδοσιακό τρόπο καλλιέργειας στο χώμα δεν περιορίζονται πλέον μόνο στην υποκατάσταση ενός

προβληματικού εδάφους αλλά αφορούν και αρκετές άλλες πλευρές της καλλιεργητικής τεχνικής.

Πλεονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας

- ✓ Το πρώτο και προφανέστερο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν οι μεταδιδόμενες, μέσω του εδάφους, ασθένειες στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες (φουζάριο, βερτισίλλιο, πύθιο, πυρηνοχαίτη, έντομα εδάφους, νηματώδεις, ορισμένα βακτήρια και φυτοϊοί, κ.λπ.), αποφεύγοντας τη χρήση τοξικών χημικών ουσιών, όπως είναι το βρωμιούχο μεθύλιο.

Οι περιορισμοί αυτοί ήδη έχουν δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στους καλλιεργητές θερμοκηπίων της χώρας μας (Γενειατάκης, 2007), δεδομένου ότι οι εναλλακτικές απολυμαντικές ουσίες με παρόμοια αποτελεσματικότητα του βρωμιούχου μεθυλίου δεν υπάρχουν και δεν φαίνεται ότι μπορούν να βρεθούν στο εγγύς μέλλον.

- ✓ Μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας, είτε λόγω της υπερεντατικής εκμετάλλευσης και της μονοκαλλιέργειας (κόπωση εδαφών) είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. πολύ βαριά ή πολύ ελαφρά εδάφη, εδάφη με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, εναλατωμένα εδάφη, κ.λπ.). Σε τέτοιες περιπτώσεις η υδροπονία αποτελεί την πιο ριζική και την πιο αποτελεσματική λύση έναντι της βελτίωσης και της εξυγίανσης του προβληματικού εδάφους.
- ✓ Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία στις περιπτώσεις εκείνες που το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (ηλεκτρική αγωγιμότητα πάνω από 1-1,5 dS/m). Στις περιπτώσεις αυτές η υδροπονία είναι ίσως ο μόνος τρόπος επιτυχούς αντιμετώπισης του προβλήματος.

Ωστόσο όταν στο νερό άρδευσης υφίσταται πρόβλημα υπερβολικά υψηλής περιεκτικότητας σε ανόργανα άλατα, λύση αποτελεί μόνο η καλλιέργεια σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα, καθώς στα κλειστά υδροπονικά συστήματα παρουσιάζονται

σοβαρά προβλήματα, όπου το νερό πρέπει να καθαρίζεται ανάλογα, πριν να χρησιμοποιηθεί.

- ✓ Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο, καθώς η εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του εδάφους είναι πρακτικά αμελητέα, δεδομένου ότι αυτό είναι πλήρως καλυμμένο με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Συνεπώς, οι ανάγκες σε ενέργεια για τη θέρμανση του αέρα μειώνονται, εφόσον δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εδάφους του θερμοκηπίου.
- ✓ Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα στον περιορισμένο όγκο τους, χωρίς να έρχονται σε επαφή με το χώμα. Κατά συνέπεια, η διατήρηση του απαιτούμενου επιπέδου θερμοκρασίας στο χώρο του ριζοστρώματος μπορεί να επιτευχθεί και γρηγορότερα κατά την διάρκεια της ημέρας, με χαμηλότερη δαπάνη για καύσιμα.
- ✓ Η θρέψη των φυτών είναι ακριβής, καθώς ελέγχεται και εποπτεύεται καλύτερα και αποτελεσματικά, με μεγαλύτερη αξιοπιστία. Επίσης, μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση, κ.λπ.) με αποτέλεσμα, αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης.
- ✓ Η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C έχει βρεθεί ότι αυξάνεται στα προερχόμενα από υδροπονικές καλλιέργειες προϊόντα (Sonneveld and Welles, 1984), ενώ αντίθετα η περιεκτικότητα σε νιτρικά μειώνεται (Wendt, 1982, Andersen and Nielsen, 1992). Επίσης, όπως διαπιστώνεται, αυξάνεται και ο χρόνος διατήρησης των υδροπονικών προϊόντων (Sonneveld and Welles, 1984).
- ✓ Με την υδροπονία είναι εύκολο να επηρεασθούν και ορισμένα άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγομένων προϊόντων, μέσω κατάλληλης ρύθμισης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος και γενικά μέσω της θρέψης

των φυτών. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι το μέγεθος των καρπών (Ehret and Ho, 1986, Nichols et al., 1994, Savvas and Lenz, 1994), η διάμετρος των ανθέων (Zeroni and Gale, 1989), η περιεκτικότητα των καρπών σε ξηρή ουσία, τα οξέα, τα σάκχαρα και τα διαλυτά στερεά (Ehret and Ho, 1986, Sonneveld and Welles, 1988, Savvas, 1992, Nichols et al., 1994), κ.λπ.

- ✓ Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της υδροπονίας είναι οι αυξημένες δυνατότητες μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών (Benoit and Ceustermans, 1995).
- ✓ Τέλος τελευταίο πλεονέκτημα της υδροπονίας στη σειρά αναφοράς αλλά όχι και σε σπουδαιότητα είναι η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος, όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Σε κλειστό υδροπονικό σύστημα το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο διατρέφεται η καλλιέργεια ανακυκλώνεται συνεχώς, όλα τα λιπάσματα που χορηγούνται στην καλλιέργεια αξιοποιούνται πλήρως από τα φυτά με συνέπεια να μην διαφεύγουν υπολείμματα αυτών προς το περιβάλλον και το επιβαρύνουν (Savvas, 2002).

Μειονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας

Όπως όλες σχεδόν οι τεχνικές έτσι και η υδροπονία έχει ορισμένα μειονεκτήματα.

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μίας υδροπονικής μονάδας είναι υψηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο κόστος μίας καλλιέργειας που λαμβάνει χώρα στο έδαφος. Στο κόστος αυτό περιλαμβάνεται κυρίως η δαπάνη αγοράς των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος. Το καθαρό κόστος που απαιτείται για την εγκατάσταση μίας υδροπονικής μονάδας είναι βέβαια χαμηλότερο από το άθροισμα των παραπάνω δαπανών, δεδομένου ότι όταν η καλλιέργεια γίνεται εκτός εδάφους εξοικονομούνται τα έξοδα προετοιμασίας, κατεργασίας και απολύμανσης του εδάφους, ενώ από την άλλη ένα σύστημα παρασκευής και διανομής θρεπτικού διαλύματος είναι ούτως ή άλλως απαραίτητο και στις καλλιέργειες εδάφους για την εφαρμογή υδρολίπανσης.

2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες.
3. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μία θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο. Η ισχύς αυτής της προϋπόθεσης είναι σχετική, δεδομένου ότι όταν υπάρχει η κατάλληλη τεχνική υποστήριξη από ειδικευμένο Σύμβουλο-Γεωπόνο η εφαρμογή υδροπονίας είναι δυνατή ακόμη και από έναν επιμελή αγρότη με στοιχειώδες επίπεδο γραμματικών γνώσεων.
4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται ο κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μίας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφόσον προσβληθεί ένα φυτό, ο οποίος στην πραγματικότητα είναι σχετικά μικρός. Γι' αυτό το λόγο, το διάλυμα που συλλέγεται από την απορροή απολυμαίνεται πριν ανακυκλωθεί. Οι συνηθέστεροι τρόποι απολύμανσης είναι:
 - η παστερίωση με θέρμανση,
 - η χρησιμοποίηση φίλτρων με υπεριώδη ακτινοβολία (UVR) και
 - η αργή διήθηση μέσω άμμου ή άλλου πορώδους υλικού
5. Στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με την καλλιέργεια επί εδάφους και αφορά κυρίως στα λιπάσματα ασβεστίου (κατά κανόνα υδατοδιαλυτό νιτρικό ασβέστιο) καθώς και στα, σχετικά υψηλού κόστους, χημικά λιπάσματα σιδήρου. Συνήθως όμως οι ποσότητες λιπασμάτων ασβεστίου που απαιτούνται δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες γιατί το νερό άρδευσης περιέχει Ca σε σημαντικές συγκεντρώσεις, οι οποίες όχι σπάνια προσεγγίζουν τις επιθυμητές συγκεντρώσεις Ca στο θρεπτικό διάλυμα.

Συμπεράσματα

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, διαπιστώνεται ότι πραγματικό πρόβλημα υπερβολικής κατανάλωσης λιπασμάτων υφίσταται μόνον σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα και μόνον όταν το χορηγούμενο θρεπτικό διάλυμα είναι σημαντικά περισσότερο από τις πραγματικές αρδευτικές ανάγκες της καλλιέργειας. Συνεπώς, το μειονέκτημα αυτό της υδροπονίας δεν είναι απόλυτο αλλά σχετικό και μπορεί να

αντιμετωπισθεί ικανοποιητικά μέσω προσαρμογής του προγράμματος άρδευσης στις ανάγκες της καλλιέργειας.

Σημαντική εξοικονόμηση νερού και επομένως και λιπασμάτων μπορεί επίσης να επιτευχθεί μέσω χρησιμοποίησης σύγχρονης τεχνολογίας και μέσω υλικών υψηλής ποιότητας για την εγκατάσταση και τη λειτουργία του υδροπονικού συστήματος όπως είναι:

- ✓ Η χρήση υποστρωμάτων με υψηλή διαθεσιμότητα νερού
- ✓ Η κατάλληλη ρύθμιση της συχνότητας άρδευσης καθώς και της αρδευτικής δόσης με αυτόματη προσαρμογή της καλλιέργειας στις μεταβαλλόμενες ανάγκες
- ✓ Η κατασκευή εγκαταστάσεων χωρίς ατέλειες και κακοτεχνίες, όσον αφορά την κλίση του εδάφους, τον υπολογισμό των παροχών κ.λπ.
- ✓ Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οι οποίες μπορούν να μειώσουν σημαντικά το κόστος καθώς και να συνεισφέρουν στην αειφορία του συστήματος.

Κατανοώντας λοιπόν τις ανάγκες του περιβάλλοντος και του οικοσυστήματος, γίνεται αντιληπτό ότι η τεχνολογία της υδροπονίας αποτελεί την ιδανικότερη λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος της απομείωσης των φυσικών πόρων, ενώ αποτελεί την άριστη λύση για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής των τροφίμων. Η τεχνολογία αυτή αφενός μεν δεν απαιτεί έδαφος, αφετέρου δε απαιτεί λιγότερο νερό για τις καλλιεργητικές ανάγκες ενώ αξιοποιεί σαφώς λιγότερο χώρο και είναι απαλλαγμένη από ασθένειες και παράσιτα. (B. A. Sheikh, Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sc. 22 (2) 2006). Η υδροπονία, συνδυάζοντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με την χρήση κλειστών συστημάτων καλλιέργειας, διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στην ανάπτυξη περιοχών με σπανιότητα νερού, με μικρή καλλιεργήσιμη έκταση γης, με περιβαλλοντικό ενδιαφέρον που αφορά στον περιορισμό της ρύπανσης και στη διατήρηση της ποιότητας των υπογείων υδάτων, καθώς επίσης συμβάλλει δραστικά και αποτελεσματικά στην ασφάλεια και στην ποιότητα των τροφίμων.

2.4 Ενυδρειοπονία-Aquaponics

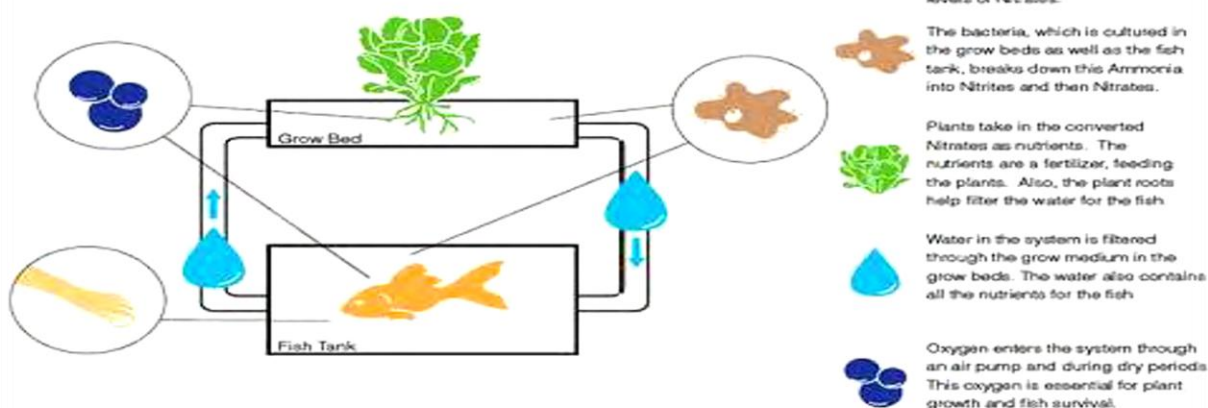
2.4.1. Ορισμός της έννοιας “Ενυδρειοπονία –Aquaponics”

Aquaponics, ή αλλιώς ενυδρειοπονία είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη χρήση των λυμάτων της υδατοκαλλιέργειας για την υδροπονική παραγωγή των φυτών, δηλαδή την ενσωμάτωση της υδατοκαλλιέργειας στην υδροπονία. Ο όρος **Aquaponics** Ετυμολογικά, δημιουργήθηκε από τη σύντμηση 2 λέξεων, της Λατινικής "aqua"(που σημαίνει νερό) και της Αρχαιοελληνικής "πόνος" (που σημαίνει, μεταξύ άλλων, εργασία). Αποτελεί την σύνθεση των λέξεων aquaculture και hydroponics, υποδηλώνοντας ακριβώς τον συνδυασμό της υδατοκαλλιέργειας (aquaculture) και της υδροπονίας (hydroponics). Στην ελληνική έχει οριστεί ως Υδατοπονία, ως Ενυδρειοπονία, ή ως Ενυδρειοπονία.

Τα Aquaponics αποτελούν κλειστά συστήματα καλλιέργειας και θεωρούνται σήμερα ως η πλέον ωφέλιμη αειφορική τεχνική. Τα λύματα της υδατοκαλλιέργειας των υδρόβιων οργανισμών (ψαριών, γαρίδων, караβίδων κτλ) που συσσωρεύονται στο νερό, οδηγούνται σε ένα υφιστάμενο υδροπονικό σύστημα. Το νερό αυτό πλούσιο σε αζωτοβακτήρια διηθείται από τα φυτά, τα οποία απορροφούν τις αζωτούχες φυσικές ζωικές θρεπτικές ουσίες. Στη συνέχεια το καθαρό πλέον νερό που έχει προκύψει μετά την διήθησή του και το φυσικό του καθαρισμό από τα φυτά επανακυκλοφορεί και επιστρέφει πίσω στην υδατοκαλλιέργεια, όπου και επαναχρησιμοποιείται.

Το παραπάνω σύστημα αποτελεί την απλοϊκή μορφή της ενυδρειοπονίας, καθώς σε επίπεδο εμπορικής εκμετάλλευσης ο καθαρισμός του νερού πραγματοποιείται μεθοδευμένα, σε συνδυασμό με τον συστηματικό έλεγχο της σύνθεσης του διαλύματος.

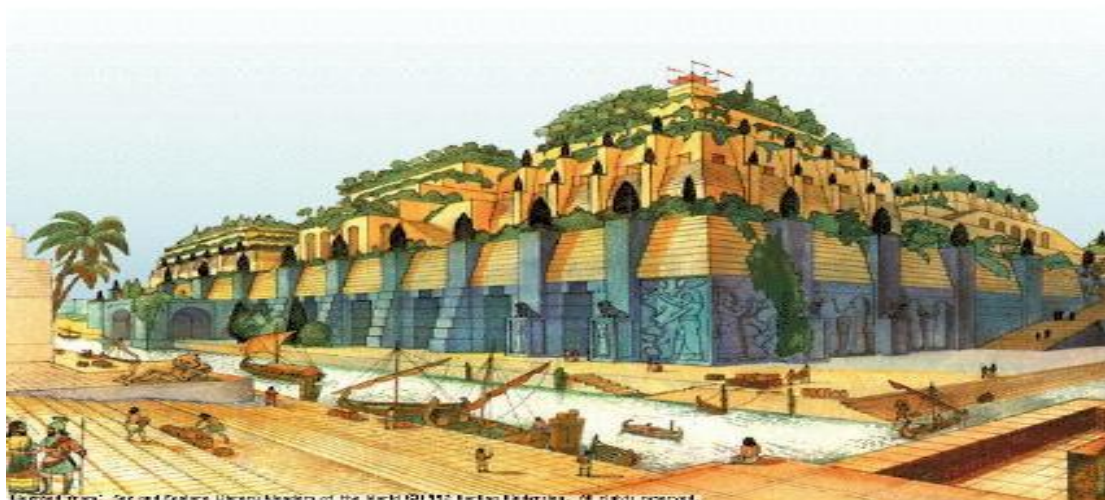
How Aquaponics Works



Εικόνα 5: Πώς λειτουργεί το σύστημα Aquaponics-Ενυδρειοπονίας

2.4.2 Ιστορική αναδρομή

Η προέλευση των Aquaponics δεν έχει διευκρινιστεί ακόμη, παρόλα αυτά οι Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας θεωρούνται ως το αρχαιότερο παράδειγμα. Επίσης πιθανολογείται ότι οι πρώτες πρακτικές εφαρμογές μπορεί να προήλθαν από τον ποταμό Νείλο της Αρχαίας Αιγύπτου. Σε κάθε περίπτωση, η παλαιότερη μορφή πρακτικής, η οποία διατηρείται έως σήμερα, εμφανίζεται στην Κίνα, στην Ιαπωνία και την Ταϊλάνδη, όπου τοποθετούνται ψάρια ή γαρίδες στους πλημμυρισμένους ορυζώνες, τα οποία τρέφονται από τα γεωργικά απόβλητα ενώ συγχρόνως βελτιώνουν την ποιότητα της εδαφοκλίνης του ορυζώνα. Επιπλέον απλοϊκές ενυδρειοκαλλιέργειες συναντώνται στο Μπαγκλαντές, με έμφαση στην παραγωγή γαρίδας.



Εικόνα 6: Κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας

Ωστόσο, το πρώτο επιτυχημένο εμπορικό σύστημα aquaponics δημιουργήθηκε στο Πανεπιστήμιο των Παρθένων Νήσων, όπου και διεξήχθησαν αρκετές δοκιμές για την συμπαραγωγή οπωροκηπευτικών και του ψαριού τιλápια (Rakocy, 1989).

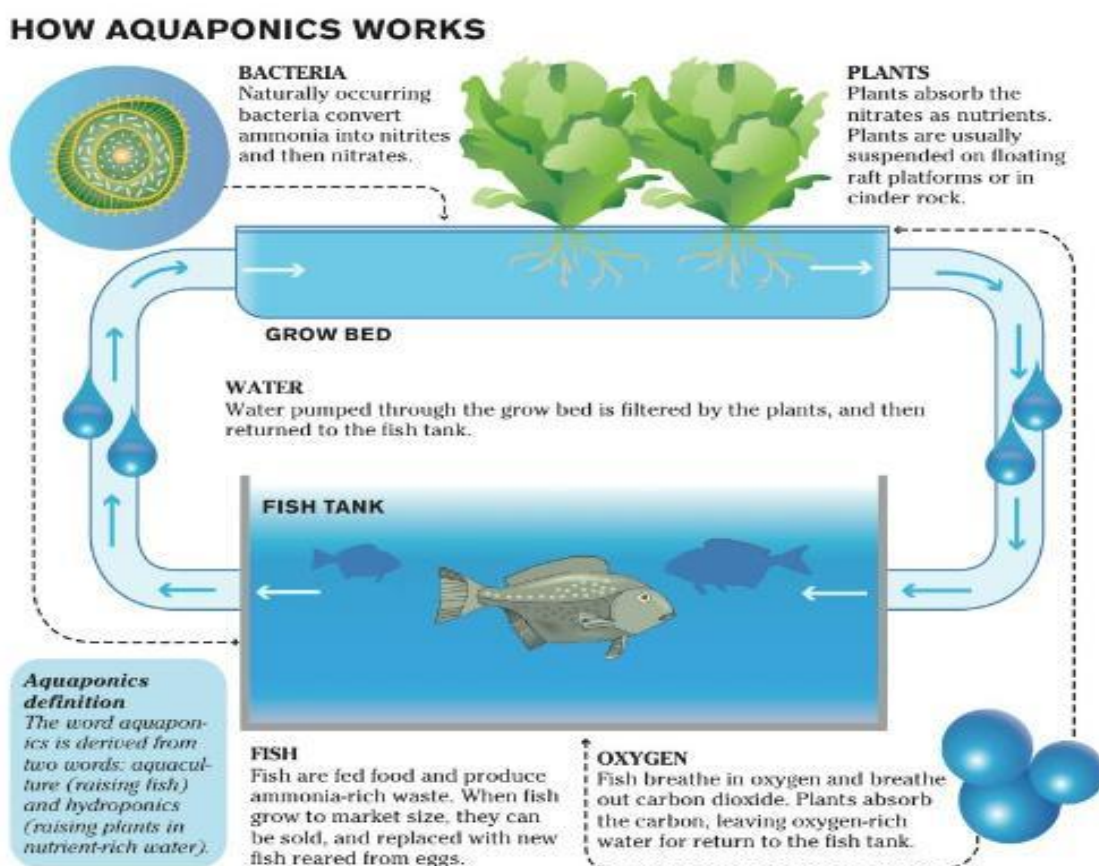
Επίσης σύγχρονες εφαρμογές της ενυδρειοπονίας παρουσίασε το Πανεπιστήμιο της Κολούμπια, όπου ο Δρ Dickson Despommier εισήγαγε τη νέα έννοια της κάθετης γεωργίας σε ουρανοξύστες, ως μια μορφή αειφορικής παραγωγής ψαριών, πουλερικών, βοοειδών, φρούτων και λαχανικών. Η τεχνολογία αυτή, αποτελεί την συνδυασμένη εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών, όπως τα aquaponics, την υδροπονία και την αεροπονία, σε ελεγχόμενο περιβάλλον, προσφέροντας νέες ευκαιρίες απασχόλησης στις αστικές κοινωνίες.

Σήμερα η ενυδρειοπονία αποκτά όλο και περισσότερους οπαδούς, τόσο στην επιστημονική, όσο και στην εμπορική κοινότητα. Οι έρευνες συνεχίζονται ώστε να δημιουργηθούν τα κατάλληλα πρότυπα, κυρίως για εμπορική χρήση και εκμετάλλευση, καλλιέργειας και κατασκευών, ανάλογων με των περιοχών εγκατάστασης. Σε κάθε περίπτωση αποτελεί μια αειφορική και πολλά υποσχόμενη σύγχρονη καλλιεργητική μέθοδο.

2.4.3 Περιγραφή του συστήματος Ενυδρειοπονίας -Aquaponics

Τα συστήματα Aquaponics αποτελούνται από δύο κύρια μέρη:

- 1) το τμήμα της υδατοκαλλιέργειας για την εκτροφή υδρόβιων ζώων και
- 2) το τμήμα υδροπονίας για την καλλιέργεια φυτών.



Εικόνα7: Πώς λειτουργεί το σύστημα Aquaponics-Ενυδρειοπονίας

Τα συστήματα συνήθως ομαδοποιούνται σε διάφορα κατασκευαστικά στοιχεία ή υποσυστήματα υπεύθυνα για:

- την αποτελεσματική απομάκρυνση και διαχείριση των στερεών αποβλήτων,
- την διατήρηση του pH
- τη διατήρηση της επαρκούς οξυγόνωσης του νερού.
- τον έλεγχο αλατότητας
- την διαχείριση της υδρορροής (πίεση, ποσότητα, ύψος κτλ)
- τον έλεγχο και την διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος
- την ελεγχόμενη τροφοδοσία των υδρόβιων οργανισμών, κ.α.

Σε κάθε περίπτωση μπορούν να εφαρμοστούν πλήθος συνδυασμών συστημάτων υδατοκαλλιέργειας και υδροπονίας, εξυπηρετώντας τις αντίστοιχες ανάγκες, του τύπου εγκατάστασης, των επενδυτών κτλ.

Τα βασικά τμήματα ενός ενυδρειοπονικού συστήματος είναι (Rakocy and Hargreaves, 1993):

- **Οι Δεξαμενές** εκτροφής των ψαριών και των γαριδών
- **Ο Διαυγαστήρας**, για την συλλογή υπολειμμάτων τροφίμων και αποσπασμένων βιοφίλμ, και τον καθαρισμό του νερού από τα στερεά σωματίδια.
- **Το Βιοφίλτρο**, όπου πραγματοποιείται η Νιτροποίηση
- **Το Σύστημα Υδροπονίας**: το τμήμα του συστήματος όπου αναπτύσσονται τα φυτά
- **Το Κάρτερ**, το χαμηλότερο σημείο στο σύστημα, όπου το νερό ρέει και αντλείται πίσω στις δεξαμενές εκτροφής.
- Επιπλέον τα ολοκληρωμένα συστήματα ενυδρειοπονίας διαθέτουν αντλίες νερού και αέρα, σύστημα θέρμανσης-ψύξης αέρα-νερού, φωτισμό, δίκτυο σωληνώσεων άρδευσης και φίλτρα καθαρισμού του νερού.

Τα συστήματα ενυδρειοπονίας διακρίνονται αφενός σε οικιακής χρήσης και εμπορικής εκμετάλλευσης.

Τα οικιακής χρήσης αποτελούνται από δεξαμενές, είτε μικρές (τύπου ενυδρείου), είτε μεγαλύτερες λεκάνες, εξυπηρετώντας της ανάγκες ενός σπιτιού.



Εικόνα 8: Οικιακά συστήματα καλλιέργειας aquaponics

Οι εμπορική καλλιέργεια της ενυδρείοπονίας περιλαμβάνει μια υδροπονική εγκατάσταση και μια εγκατάσταση (συνήθως) υδατοκαλλιέργειας. Η μεταφορά του νερού μεταξύ των δύο συστημάτων πραγματοποιείται με σωληνώσεις, όπου παρεμβάλλονται οι δεξαμενές και φίλτρα καθαρισμού, καθώς και δεξαμενές συγκέντρωσης (Νιτροποίησης).

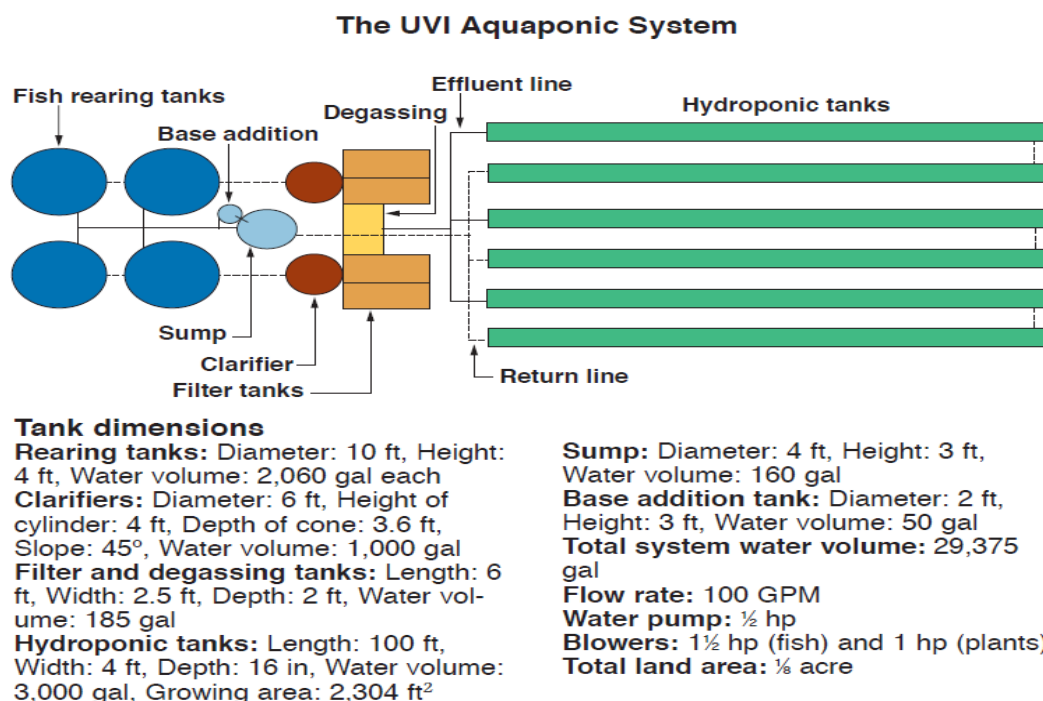


Εικόνα 9: Εγκατάσταση ενυδρείοπονικής καλλιέργειας -αριστερά υποσύστημα υδροπονίας και δεξιά υποσύστημα υδατοκαλλιέργειας

Ο σχεδιασμός των συστημάτων Aquaponics βασίζεται στην ουσία σε ένα κλειστό σύστημα επανακυκλοφορίας του νερού (recirculating systems). Σε αυτό, το ανακυκλούμενο νερό, ξεκινά την διαδρομή από την δεξαμενή υδατοκαλλιέργειας, και διέρχεται από την δεξαμενή συγκράτησης των στερεών αποβλήτων. Κατόπιν το νερό μεταφέρεται σε άλλη δεξαμενή όπου πραγματοποιείται η διαδικασία της νιτροποίησης. Στη συνέχεια, το νερό ρέει προς την υδροπονική μονάδα, μέσω ενός συστήματος αντλιών νερού. Το κύκλωμα ολοκληρώνεται με την περισυλλογή του νερού σε μια δεξαμενή (κάρτερ) όπου και επιστρέφει στη δεξαμενή εκτροφής.

Το βιοφίλτρο μπορεί να ενσωματωθεί στο υδροπονικό σύστημα. Ωστόσο ο σχεδιασμός αυτός δεν ενδείκνυται για μεγάλης κλίμακας συστήματα ενυδρείοπονίας, καθώς δεν επαρκεί για τον επαρκή καθαρισμό του νερού.

Ένα παράδειγμα (ακολουθεί η κάτοψη) εμπορικής κλίμακας συστήματος aquaponics έχει αναπτυχθεί στο Πανεπιστήμιο των Παρθένων Νήσων (UVI), όπου χρησιμοποιείται το σύστημα επίπλευσης για την καλλιέργεια φυλλωδών λαχανικών (δεξιά), ενώ η ιχθυοκαλλιέργεια (τιλάπια) πραγματοποιείται σε κυκλικές δεξαμενές (αριστερά). Η συγκεκριμένη διάταξη είναι και η πιο δημοφιλής (σε εμπορική κλίμακα).



Διάγραμμα 6: Κάτοψη του συστήματος ενυδρείοπονίας UVI του Πανεπιστημίου Παρθένων Νήσων -commercial-scale Aquaponic system developed at the University of the Virgin Islands (UVI)

2.4.4 Νιτροποίηση

Η Νιτροποίηση είναι όρος που περιγράφει δύο στάδια βιολογικής διεργασίας κατά την οποία η αμμωνία οξειδώνεται σε πρώτη φάση σε νιτρώδη ($\text{NO}_2\text{-N}$), και στη συνέχεια τα νιτρώδη οξειδώνονται περαιτέρω προς νιτρικά ($\text{NO}_3\text{-N}$). Μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο σε ομοιογενή (διεργασίες σε αιώρημα), όσο και σε ετερογενή συστήματα.

Στο πρώτο στάδιο μια ομάδα αυτότροφων βακτηρίων οξειδώνει την αμμωνία προς νιτρώδη. Η διεργασία αυτή ονομάζεται νιτροδοποίηση. Στο δεύτερο στάδιο, τα νιτρώδη οξειδώνονται προς νιτρικά από μια άλλη ομάδα αυτότροφων βακτηρίων. Η διεργασία αυτή ονομάζεται νιτροποίηση.

Οι δύο αυτές ομάδες μικροοργανισμών είναι εντελώς διαφορετικές μεταξύ τους. Καθώς είναι αυτότροφοι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν ανόργανο άνθρακα (CO_2) που βρίσκεται διαλυμένος στα απόβλητα για τη λήψη του απαραίτητου άνθρακα για την ανάπτυξή τους. Επίσης λαμβάνουν ενέργεια από την οξείδωση του αμμωνιακού και νιτρώδους αζώτου σύμφωνα με τις αντιδράσεις που παρουσιάζονται στη συνέχεια. Πειραματικά έχει βρεθεί ότι για τη νιτροποίηση στα υγρά απόβλητα είναι υπεύθυνα τα αυτότροφα βακτήρια του γένους *Nitrosomonas* αλλά και άλλοι οξειδωτές της αμμωνίας (ammonia oxidizers), καθώς και τα βακτήρια του γένους *Nitrobacter* και άλλοι οξειδωτές των νιτρωδών (nitrite oxidizers), τα οποία οξειδώνουν την αμμωνία προς νιτρώδη και στη συνέχεια προς νιτρικά, αντίστοιχα (Metcalf & Eddy, 2003). Πολλά άλλα είδη αυτότροφων βακτηρίων έχουν βρεθεί ότι μπορούν να πραγματοποιήσουν αυτή τη μετατροπή. Είναι δυνατό να επιτευχθεί νιτροποίηση και με τη χρήση ετερότροφων βακτηρίων. Πιο συγκεκριμένα είναι δυνατόν να έχουμε ετεροτροφική νιτροποίηση από διάφορα είδη βακτηρίων, μυκήτων, και ακτινομυκήτων. Ωστόσο όμως οι ρυθμοί της αυτοτροφικής νιτροποίησης είναι 10 φορές περίπου μεγαλύτεροι από ότι οι ρυθμοί της ετεροτροφικής νιτροποίησης (Focht et al., 1975).

Ο κύκλος του Αζώτου - Νιτροποίηση με τη χρήση βακτηριδίων του συστήματος Ενυδραιοπονίας –Aquaponics

Η Νιτροποίηση είναι μία από τις πιο σημαντικές διεργασίες σε ένα σύστημα Ενυδραιοπονίας – Aquaponics, δεδομένου ότι μειώνει την τοξικότητα του ύδατος για

τα ψάρια και τις γαρίδες, και επιτρέπει τις προκύπτουσες ενώσεις νιτρικών να χρησιμοποιηθούν από τα φυτά ως πηγή αζώτου.

Η αμμωνία, σταθερά, απελευθερώνεται στο νερό από τα περιττώματα τα οποία αποβάλλονται από τα ψάρια και τις γαρίδες ως προϊόν του μεταβολισμού τους. Υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνίας (συνήθως μεταξύ 0,5 και 1 ppm) θεωρούνται θανατηφόρες για τα ψάρια. Παρά το γεγονός ότι τα φυτά μπορούν να απορροφήσουν αμμωνία από το νερό σε κάποιο βαθμό, το νιτρικό άζωτο αφομοιώνεται πιο εύκολα, μειώνοντας έτσι αποτελεσματικά την τοξικότητα του νερού για τα ψάρια.

Σε ένα σύστημα Ενυδρειοπονίας- Aquaponics, τα βακτήρια που είναι υπεύθυνα για τη διαδικασία αυτή σχηματίζουν ένα βιοφίλμ σε όλες τις στερεές επιφάνειες σε ολόκληρο το σύστημα, το οποίο βρίσκεται σε συνεχή επαφή με το νερό.

Κατά την Νιτροποίηση παρατηρείται μείωση του pH του διαλύματος. Γι' αυτό σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να κριθεί απαραίτητη η προσθήκη ασβέστη ή σόδας ώστε να διατηρηθεί το PH σταθερό στα επιθυμητά επίπεδα.

Επιπλέον, επιλεγμένα μέταλλα ή θρεπτικές ουσίες όπως ο σίδηρος μπορούν να προστεθούν στο διάλυμα, για να ενισχυθεί η λίπανση των φυτών.

Η συνεχής φροντίδα και έλεγχος των βακτηριακών αποικιών είναι σημαντική για τη ρύθμιση και την πλήρη αφομοίωση της αμμωνίας και των νιτρικών. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίον τα περισσότερα συστήματα περιλαμβάνουν συστήματα επιτάχυνσης, η οποία βοηθά στην διευκόλυνση της ανάπτυξης αυτών των μικροοργανισμών.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η νιτροποίηση μπορεί να επηρεαστεί από ένα αριθμό περιβαλλοντικών παραμέτρων, εκ των οποίων οι σημαντικότεροι είναι οι εξής:

• **Θερμοκρασία**

Ο ρυθμός νιτροποίησης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία. Έτσι η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε μεγαλύτερους ρυθμούς νιτροποίησης. Όταν η θερμοκρασία αυξηθεί κατά 1oC (μέχρι 30oC) η ταχύτητα της νιτροποίησης αυξάνεται κατά 9-10% (Λυμπεράτος, 2001, Στάμου, 1995). Ως βέλτιστη θερμοκρασία νιτροποίησης έχει βρεθεί ότι είναι αυτή των 30oC. Αντίστοιχα δεν παρατηρείται καμία δραστηριότητα σε θερμοκρασίες κάτω από 5oC και πάνω από 40oC. Ο ρυθμός νιτροποίησης ελαττώνεται κατά 50% για κάθε μείωση της θερμοκρασίας κατά 10-12oC, ενώ η

ελάττωση αυτή είναι μεγαλύτερη για θερμοκρασίες κάτω από 10°C (Μαρκαντωνάτος, 1990). Συνεπώς οι συνθήκες της ενυδρείοποιίας (20-30 °C) θεωρούνται ιδανικές.

• pH

Η επίδραση του pH είναι ευνόητη από το γεγονός ότι με τη νιτροποίηση παράγονται ιόντα υδρογόνου (καταναλίσκεται αλκαλικότητα), με αποτέλεσμα την πτώση του pH. Ο ρυθμός της νιτροποίησης μειώνεται σημαντικά για μικρές τιμές και ειδικότερα, για τιμές του pH μικρότερες του 6.8 (Metcalf & Eddy, 2003). Σε τιμές του pH κοντά στο 5.8 με 6, ο ρυθμός μπορεί να είναι 10-20 % χαμηλότερος του ρυθμού νιτροποίησης για pH ίσο με 7. Η νιτροποίηση μπορεί να σταματήσει και σε μεγάλες τιμές του pH, στις οποίες το εισερχόμενο άζωτο βρίσκεται σε μορφή αμμωνίας και όχι ιόντων αμμωνίου, η οποία αμμωνία είναι τοξική για τα αυτοτροφικά νιτροποιητικά βακτήρια. Βέλτιστη νιτροποίηση συμβαίνει για pH 7.2. (Metcalf & Eddy, 2003).

• Τοξικότητα

Οι νιτροποιητικοί μικροοργανισμοί είναι ευαίσθητοι σε ένα μεγάλο εύρος από οργανικές και ανόργανες ενώσεις και για συγκεντρώσεις αρκετά χαμηλότερες από αυτές που επιδρούν σε ετερότροφους οργανισμούς. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις μπορεί να προκληθεί και θάνατος των αυτότροφων νιτροποιητικών μικροοργανισμών. Στις ενώσεις οι οποίες μπορεί να είναι τοξικές, στις 20 περιλαμβάνονται οργανικοί διαλύτες, αμίνες, πρωτεΐνες, φαινολικές ενώσεις, αλκοόλες, αιθέρες, κυανίδια κ.α.

• Μη ιονική NH₃

Ο ρυθμός νιτροποίησης περιορίζεται επίσης από μη ιονική αμμωνία ή αλλιώς ελεύθερη αμμωνία καθώς επίσης και από ελεύθερο HNO₃. Και τα δύο είναι τοξικά για τους νιτροποιητικούς μικροοργανισμούς. (Metcalf & Eddy, 2003).

Τυπικά, σε ένα σύστημα εφόσον έχει σταθεροποιηθεί:

- η αμμωνία βρίσκεται στα επίπεδα από 0,25 έως 2,0 ppm,
- τα νιτρώδη σε επίπεδα μεταξύ 0,25 έως 1 ppm και

- τα νιτρικά σε επίπεδα μεταξύ 2 έως 150 ppm.

Κατά την εκκίνηση του συστήματος, μπορούν να υπάρξουν αυξημένα επίπεδα αμμωνίας (έως 6,0 ppm) και νιτρωδών (μέχρι 15 ppm).

2.4.5 Είδη φυτών που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια Ενυδρειοπονίας-Aquaponics

Τα περισσότερα πράσινα φυλλώδη λαχανικά αναπτύσσονται καλά στο ενυδρειοπονικό σύστημα. Ωστόσο έχει βρεθεί ότι και άλλα είδη των λαχανικών, όπως οι ντομάτες και οι πιπεριές, αλλά και φρούτα όπως η φράουλα μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα σύστημα aquaponics. Επίσης συναντώνται η καλλιέργεια λουλουδιών, αρωματικών φυτών και βοτάνων.

Σε γενικές γραμμές όλα τα φυτά που καλλιεργούνται σε υδροπονικές μονάδες μπορούν να καλλιεργηθούν με επιτυχία και στα συστήματα Ενυδρειοπονίας-Aquaponics. Συνήθως τα φυτά που το εδάδιμο μέρος βρίσκεται στη ρίζα (π.χ. πατάτες, καρότα) φαίνεται να μην ευνοούνται από τη συνεχή παροχή νερού τόσο, όσο τα υπόλοιπα είδη φυτών.

Προτιμώνται η καλλιέργειες των φυλλωδών λαχανικών, όπως του μαρουλιού και φρέσκων αρωματικών, όπως ο βασιλικός, καθώς μπορούν να ενσωματωθούν πιο εύκολα σε ένα ενυδρειοπονικό σύστημα (Rakocy, Masser and Losordo 2006). Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται, σε εμπορική κλίμακα, είναι αυτή του NFT και της επίπλευσης, ώστε να είναι δυνατή η μέγιστη διαθεσιμότητα θρεπτικού διαλύματος στα καλλιεργούμενα φυτά. Δεδομένου ότι φυτά όπως το μαρούλι ή ο βασιλικός, συνδυάζουν μεγάλη καταναλωτική ζήτηση, μικρό κύκλο ανάπτυξης, χαμηλές λιπαντικές ανάγκες – με έμφαση στην αζωτούχα λίπανση, ανθεκτικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες, τεχνικά συμβατό με όλα τα υδροπονικά συστήματα, σε αντίθεση με δημοφιλή στο καταναλωτικό κοινό φυτά όπως η ντομάτα, που έχει αυξημένες ανάγκες τόσο σε λίπανση, όσο και σε καλλιεργητικές φροντίδες, σε σχέση με τα υπόλοιπα φυτά θερμοκηπίου. Το πρόβλημα όμως αυτό τείνει να ξεπεραστεί αφού με σημαντικά μικρή προσθήκη (συμπλήρωση) ιχνοστοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα, μπορεί να επιτύχει η παραγωγή οποιαδήποτε κηπευτικού.

Πρόσφατα πειράματα και εφαρμογές, τόσο από την πλευρά των επιστημόνων, όσο από την πλευρά των παραγωγών, έχουν δείξει ότι ένα ολοκληρωμένο ενυδρειοπονικό σύστημα παραγωγής, μπορεί να επιφέρει σχεδόν ισοδύναμη

παραγωγή με τον συμβατικό τρόπο υδροπονίας, περιλαμβάνοντας είδη όπως η μελιτζάνα, η ντομάτα, αλλά και βότανα όπως ο βασιλικός, ο μαϊντανός. Για παράδειγμα η πειραματική μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης ZHAW- Zurich University of Applied Sciences, Institute for Natural Resource Sciences Gruental, υπό την αιγίδα του FOAG (Federal Office for Agriculture) απέδειξε ότι τα ενυδρειοπνικά συστήματα μπορούν να υποστηρίξουν ακόμη και απαιτητικές καλλιέργειες, όπως αυτή της ντομάτας, συνυπολογίζοντας φυσικά την σημαντική συνεισφορά τους στην μείωση του περιβαλλοντικού κόστους, προάγοντας την αειφορία.

Εικόνα 10: Παραδείγματα καλλιέργειας φυτών σε συστήματα Aquaponics

Examples of Aquaponic Crops



Lettuce, Watercress, Basil, Mint, Most Herbs, Cabbage

Tomatoes, Melons, Chillies Peppers, Cucumber & Strawberries

Καλλιεργητικές φροντίδες

Για να επιτύχει η καλλιέργεια σε ένα ενυδρειοπνικό σύστημα θα πρέπει να ελέγχεται η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών στο διάλυμα. Εκείνα που απαιτούνται σε σχετικά μεγάλες ποσότητες είναι τα μακροθρεπτικά συστατικά, σημαντικά μικρότερα ποσά είναι τα μικροθρεπτικά. Τα ενυδρειοπνικά συστήματα

παρουσιάζουν έλλειψη σε K^+ και Ca^{+2} , για αυτό προτείνεται η προσθήκη ποτάσας σε μορφή KOH και του Ca σε μορφή $[Ca(OH)^2]$. περιεκτικότητα σε μακροθρεπτικά έχει βρεθεί ότι συνδέεται άμεσα με το είδος τροφής που χρησιμοποιείται στην υδατοκαλλιέργεια (Rakocy et al.). Σε μικροθρεπτικά ελλείψεις παρουσιάζονται σε Fe^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} , B^{+3} and Mo^{+6} , όπου συνιστάται η προσθήκη τους σε περιπτώσεις που διαπιστώνεται ανεπάρκεια, ειδικότερα του σιδήρου, όπου προστίθεται υπό την μορφή χημικής ένωσης (Pierce, 1980; Head, 1984; Zweig, 1986).

Επίσης σημαντική είναι η διατήρηση της περιεκτικότητας διαλυμένου οξυγόνου (DO dissolved oxygen) σε υψηλά επίπεδα στο διάλυμα, δεδομένης της μεγάλης διαθεσιμότητας σε οργανική ουσία. Αν το DO είναι ελλιπές, εμποδίζει την ριζική αναπνοή και μειώνει την ικανότητα απορρόφησης. Επιπλέον ενισχύει την ανάπτυξη παθογόνων στις ρίζες των φυτών.

Σημαντικός παράγοντας ορθής ανάπτυξης των φυτών είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας σε επίπεδα ανάλογα με το είδος του φυτού. Δεδομένου ότι τα θερμοκήπια λειτουργούν και τους χειμερινούς μήνες, ειδικότερα σε περιοχές με παρατεταμένα ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες, η σταθερή υψηλή θερμοκρασία, τόσο στο περιβάλλοντα χώρο, όσο και στο νερό, αποτελεί την μεγαλύτερη δαπάνη, αγγίζοντας σε ορισμένες περιπτώσεις το 45% του συνολικού κόστους.

Όσον αφορά την φυτοπροστασία, δεδομένου ότι το νερό ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται στο σύστημα υδατοκαλλιέργειας δεν είναι δυνατή η χρήση χημικών, παρά μόνο βιολογικών-μη χημικών λύσεων, όπως ωφέλιμα έντομα και ανταγωνιστικούς οργανισμούς. Γενικότερα όμως έχει βρεθεί, ότι τα φυτά που καλλιεργούνται σε συστήματα ενυδρείοπονίας παρουσιάζουν σαφώς μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε ασθένειες και προσβολές σε σχέση με αυτά που καλλιεργούνται σε συστήματα υδροπονίας (Timmons and Ebeling, 2007).

2.4.6. Η Υδατοκαλλιέργεια σε συστήματα Ενυδρείοπονίας - Aquaponics

Σχεδιασμός συστήματος εκτροφής

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος βασίζεται στην επιλογή των ειδών καλλιέργειας και εκτροφής. Παρότι γίνεται έρευνα για την ενσωμάτωση θαλάσσιων ειδών, τα ψάρια του γλυκού νερού είναι τα πιο κοινά και διαδεδομένα είδη υδρόβιων ζώων των συστημάτων aquaponics, καθώς επίσης οι γαρίδες γλυκού νερού (π.χ *Macrobrachium Rosebergii*). Το ψάρι τιλάπια δε, είναι το πιο δημοφιλές ψάρι που

χρησιμοποιείται προς βρώση από νοικοκυριά και εστιατόρια. Άλλα βρώσιμα είδη είναι η πέστροφα, το barramundi, η πέρκα, το γατόψαρο, το κοι κ.α..



Εικόνα 11:

1)Τιλάπια - Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* Αριστερά πάνω, 2)Πέρκα - yellow perch, *Perca flavescens* Δεξιά πάνω, 3)Γαρίδα *Macrobrachium Rosebergii* Αριστερά κάτω γαρίδα 4) Πέστροφες - Trout Δεξιά κάτω

Ιδιαίτερα σημαντικό στην καλλιέργεια της ενυδρείοπονίας είναι η δυνατότητα υψηλής συγκέντρωσης «ατόμων» σε μια δεξαμενή, δεδομένου ότι επηρεάζει την περιεκτικότητα σε άζωτο ανά κυβικό μέτρο. Συνεπώς η επιλογή των ειδών βασίζεται στην ικανότητα ορισμένων ειδών να αναπτύσσονται σε συνθήκες συνωστισμού. Επίσης σημαντική είναι η αντοχή τους σε Κάλιο, δεδομένου ότι συχνά προστίθεται στα υδροπονικά συστήματα.

Ο επιτυχημένος σχεδιασμός ενός ενυδρείοπονικού συστήματος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης. Για να καλυφθεί το υψηλό κόστος κεφαλαίου και τα λειτουργικά έξοδα των aquaponics συστημάτων επιτυγχάνοντας κέρδη, τόσο από την εκτροφή ψαριών, όσο και από την υδροπονική καλλιέργεια κηπευτικών, το ύψος της παραγωγής θα πρέπει να βρίσκεται συνεχώς κοντά στο μέγιστο της δυναμικότητας του συστήματος.

Η μέγιστη βιομάζα ψαριών που μπορεί να υποστηρίξει ένα σύστημα χωρίς να περιορίζει την ανάπτυξη των ψαριών ονομάζεται κρίσιμο σημείο καλλιέργειας (critical standing crop). Για να λειτουργήσει ένα σύστημα κοντά στο κρίσιμο σημείο χρησιμοποιεί τον χώρο αποτελεσματικά, μεγιστοποιεί την παραγωγή και μειώνει τη διακύμανση στην ημερήσια είσοδο τροφοδοσίας προς το σύστημα. Υπάρχουν τρεις μέθοδοι εκτροφής που μπορούν να διατηρήσουν τη βιομάζα των ψαριών κοντά στο κρίσιμο σημείο:

- Η διαδοχική εκτροφή (Sequential rearing), όπου έχουμε την εκτροφή διαφορετικών γενεών και μεγεθών και η διαλογή γίνεται με απόχη
- Ο διαχωρισμός του αποθέματος (Stock splitting), όπου πραγματοποιείται διαχωρισμός όποτε η πυκνότητα της βιομάζας αγγίζει τα κρίσιμα όρια
- Πολλαπλές μονάδες εκτροφής (Multiple rearing units), όπου πραγματοποιείται η μεταφορά ολόκληρου του πληθυσμού σε μεγαλύτερες δεξαμενές κατά την βιολογική ανάπτυξη.

Σημαντικά στοιχεία που αφορούν τον σχεδιασμό του ενυδρειοπονικού συστήματος είναι επίσης η επιλογή των δεξαμενών, τα υδραυλικά συστήματα και η διαχείριση των στερεών αποβλήτων της υδατοκαλλιέργειας. Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη προσέγγιση των στοιχείων αυτών.

Δεξαμενές εκτροφής

Ο τύπος, η μορφή και το μέγεθος των δεξαμενών που χρησιμοποιούνται στην ελεγχόμενη εκτροφή ψαριών και καρκινοειδών (γαρίδες, αστακοί κλπ.) παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία η οποία οφείλεται κυρίως στη σχετικά μεγάλη αφθονία υλικών με τα οποία κατασκευάζονται, καθώς και στις διάφορες χρήσεις τους που απαιτούν ποικίλα σχήματα, μορφές και μεγέθη.

Το ημικτατικό και το ημιεντατικό σύστημα προϋποθέτουν τη χρήση υδατοσυλλογών (κυρίως τεχνητών), ενώ το εντατικό και το υπερεντατικό σύστημα προϋποθέτουν τη χρήση δεξαμενών. (Παπουτσόγλου, 1997).

Οι δεξαμενές κατασκευάζονται σύμφωνα με το σκοπό που θα εξυπηρετήσουν. Σε ορισμένες περιπτώσεις επιβάλλεται ειδικό σχήμα και μέγεθος, προκειμένου η δεξαμενή να χρησιμοποιηθεί ως δεξαμενή ανάθρεψης ιχθυιδίων ή ως κύριας εκτροφής, ή ως εκκολαπτήριο. Ενώ σε άλλες περιπτώσεις επιβάλλεται η χρησιμοποίηση ειδικών δεξαμενών για την εκτροφή ορισμένων ειδών ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών, εξαιτίας της αναγκαίας ύπαρξης ορισμένων συνθηκών για την απρόσκοπτη ανάπτυξή τους. Ανάλογη, είναι και η κατάσταση στην περίπτωση των τεχνητών υδατοσυλλογών.

Η γενική έννοια των κατασκευών υδατοκαλλιέργειών αφορά σε όλες τις απαραίτητες κτηριακές εγκαταστάσεις, τις ειδικές ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, τον ειδικό, βαρέως τύπου, μηχανολογικό εξοπλισμό, τον εργαστηριακό εξοπλισμό, τον ειδικό εξοπλισμό (διάφορα απαραίτητα εργαλεία) που

χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο κατά την εφαρμογή όλων των συστημάτων και των μεθόδων των υδατοκαλλιέργειας.

Η στενότερη όμως έννοια των κατασκευών αφορά σε κάθε τύπου (υλικού κατασκευής), μορφής (σχήματος) και μεγέθους δεξαμενές καθώς επίσης και σε κάθε σύστημα τεχνητών υδατοσυλλογών, που χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση και την ανάπτυξη κάθε μεγέθους υδροβίων ζωικών ή φυτικών οργανισμών, κατά τη διάρκεια της ελεγχόμενης εκτροφής και καλλιέργειάς τους.

Σκοπός των δεξαμενών και των υδατοσυλλογών είναι η δημιουργία και η συνεχής ύπαρξη του κατάλληλου περιβάλλοντος που απαιτείται όπως είναι ο όγκος, η ροή, τα φυσικά, τα χημικά και τα βιολογικά χαρακτηριστικά του νερού, για κάθε ζωικό ή φυτικό οργανισμό, ώστε να επιτευχθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Δηλαδή να **εξασφαλίζει τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις, όπως είναι η συνεχής ύπαρξη κατάλληλης ποιότητας και ποσότητας νερού των ψαριών, και τη δυνατότητα ύπαρξης ικανοποιητικής δραστηριότητας για τη διατροφή τους.** Η σωστή κατασκευή, δηλαδή ο ενδεδειγμένος τύπος, η ενδεδειγμένη μορφή, το ενδεδειγμένο μέγεθος και οι ενδεδειγμένες λειτουργίες των δεξαμενών και των υδατοσυλλογών, καθορίζει αποφασιστικά την πορεία της ελεγχόμενης εκτροφής και της καλλιέργειας των υδρόβιων οργανισμών.

Τα σημαντικότερα είδη των κατασκευών είναι οι δεξαμενές και οι υδατοσυλλογές, των οποίων η λειτουργικότητα περιλαμβάνει σύστημα σωληνώσεων και αγωγών με το οποίο παρέχεται και απομακρύνεται το νερό από αυτές και σύστημα με το οποίο διατηρείται σταθερή η στάθμη του νερού μέσα σε αυτές με την παρουσία φίλτρων, κυρίως μηχανικών.

Ο απαραίτητος εξοπλισμός αποτελείται από :

α) αντλίες, με τις οποίες παρέχεται το νερό στις δεξαμενές ή τις υδατοσυλλογές,
β) οξυγονωτές, μηχανικοί ή όχι, με τους οποίους επιδιώκεται η αύξηση της ποσότητας του οξυγόνου του νερού,

γ) διάφορες συσκευές, με τις οποίες διευκολύνεται ή αυτοματοποιημένη διαδικασία της παραγωγής όπως:

- οι αυτόματοι διανομείς της τροφής, κυρίως κατά την εκτροφή των ψαριών, τα εκκολαπτήρια, άλλων υδρόβιων ζωικών οργανισμών και
- οι συσκευές διαχωρισμού των μεγεθών των ψαριών ή

- οι συσκευές απολύμανσης του νερού εκτροφής και καλλιέργειας, οι οποίες συνήθως είναι λυχνίες UV.

δ) εργαλεία, τα οποία περιλαμβάνουν τα κάθε είδους δίχτυα, απόχες και παγίδες ψαριών και καρκινοειδών,

ε) εργαστηριακός εξοπλισμός όπως είναι τα μικροσκόπια, τα στερεοσκόπια, τα θερμόμετρα, τα οξυγονόμετρα, τα αλατόμετρα, τα pHμετρα, τα αντιδραστήρια κ.τ.λ.

στ) κτιριακός εξοπλισμός, όπως είναι τα ψυγεία, οι καταψύκτες, τα συστήματα συναγερμού, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οι συσκευές θανατώσεως των οργανισμών(ψαριών), οι συσκευές αποστέωσης και κοπής σε φιλέτα των ψαριών, τα καπνιστήρια, οι ηλεκτρογεννήτριες, οι αποθηκευτικοί χώροι κ.τ.λ.

ζ) βαρέως τύπου μηχανολογικός εξοπλισμός, όπως είναι τα διάφορα οχήματα, οι δεξαμενές μεταφοράς ζωντανών -ψαριών ή άλλων υδρόβιων οργανισμών, οι ελκυστήρες με τη βοήθεια των οποίων πραγματοποιούνται διάφορες εργασίες όπως είναι τα οργώματα, οι λιπάνσεις, η παροχή τροφής, η κοπή υδρόβιων και υδροχαρών φυτικών οργανισμών κ.τ.λ. και τα κάθε είδους και μεγέθους σκάφη.

Τα κύρια μέρη μιας τεχνητής υδατοσυλλογής είναι:

α) ο πυθμένας και τα τοιχώματα,

β) το σύστημα παροχής νερού,

γ) το σύστημα συνεχούς απομακρύνσεως ή αποχετεύσεως του νερού και

δ) το σύστημα διατήρησης της επιθυμητής σταθερής στάθμης.

Το σύστημα παροχής νερού βρίσκεται συνεχώς υψηλότερα από τη στάθμη του νερού της υδατοσυλλογής. Με το σύστημα αυτό ή παρέχεται συνεχώς στην υδατοσυλλογή κάποια ποσότητα νερού ή διακόπτεται η λειτουργία του, όταν στην υδατοσυλλογή έχει παροχετευθεί τόσο νερό, όσο προβλέπεται.

Με το σύστημα αποχέυσης, απομάκρυνσης και σταθερής στάθμης νερού επιτυγχάνεται η συνεχής ύπαρξη σταθερής ποσότητας αυτού μέσα στην υδατοσυλλογή, σύμφωνα με τις ανάγκες λειτουργίας.

Τα ενυδρειοπονικά συστήματα χρησιμοποιούν κυρίως δεξαμενές εκκόλαψης και εκτροφής. Οι τεχνητές δεξαμενές είναι ιδιαίτερα μικρού μεγέθους και βάθους, κατασκευάσματα από οποιοδήποτε υλικό όπως είναι το τσιμέντο, μέταλλο, πλαστικό,

ξύλο, γυαλί κ.τ.λ., εκτός από χρώμα. Συνήθως οι δεξαμενές των ενυδρειοπονικών συστημάτων δεν ξεπερνούν τα 2 μέτρα, με μέσο όρο το 1.5 μέτρο βάθος.

Τα είδη των δεξαμενών που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες είναι πολλά και διάφορα. Κυριότερη αιτία διαφοροποίησής τους αποτελεί ο σκοπός για τον οποίον προορίζονται, όπως είναι η κύρια εκτροφή, η ανάθρεψη κ.τ.λ.

Γενικότερα για την επιλογή της κατάλληλης δεξαμενής θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη το είδος του υδρόβιου οργανισμού, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για μαζική παραγωγή, καθώς και το κόστος κατασκευής των δεξαμενών, το οποίο συνδέεται άμεσα με το υλικό της κατασκευής τους.

Όσον αφορά το σχήμα των δεξαμενών τα δύο κύρια είναι οι κυκλικές και οι επιμήκεις. Η επιλογή κυκλικού ή επιμήκους δεξαμενής εξαρτάται από τις απαιτήσεις, σχετικές με το είδος του ψαριού ή άλλου υδρόβιου οργανισμού, ανάλογα με το βαθμό έντασης.

Τα γενικά απαραίτητα χαρακτηριστικά σημεία των δεξαμενών είναι τα ακόλουθα:

- Η λεία εσωτερική τους επιφάνεια, που αποτρέπει την τριβή και τον τραυματισμό των ψαριών
- Η μη τοξική δράση της εσωτερικής τους επιφάνειας
- Η απουσία παθογόνων μικροοργανισμών για τους εκτρεφόμενους υδρόβιους οργανισμούς όπως είναι τα ψάρια, οι γαρίδες κλπ.
- Η δυνατότητα εύκολου καθαρισμού και απολύμανσης εξωτερικά και εσωτερικά της δεξαμενής
- Η εξασφάλιση ικανοποιητικών τιμών των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού που θεωρούνται απαραίτητα για το είδος και την ηλικία (μέγεθος) των εκτρεφόμενων οργανισμών
- Η δυνατότητα αυτοκαθαρισμού. Συνδέεται με το σύστημα παροχής και αποχέτευσης (εξόδου), καθώς και με τον τρόπο κυκλοφορίας του νερού μέσα στη δεξαμενή. Η ύπαρξη της δυνατότητας αυτής συνδέεται άμεσα με τον ρυθμό ανανέωσης του νερού της δεξαμενής και επηρεάζει τη συνεχή παρουσία των κατάλληλων τιμών των διάφορων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού.

- Η μηχανική στερεότητα και η αντοχή τους, στις πιέσεις του νερού, στις τυχόν μετακινήσεις τους και σε τυχαία χτυπήματα που θα δεχτούν, με την όσο το δυνατόν μικρότερη διάβρωση και καταστροφή τους από το νερό
- Το χαμηλό κόστος κατασκευής τους.

Οι κυκλικές δεξαμενές διαφέρουν από τις επιμήκεις ως προς τον τρόπο με τον οποίο κυκλοφορεί το νερό μέσα σε αυτές, κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την είσοδο μέχρι την έξοδό του από αυτές.

Σε όλα τα τμήματα του όγκου της δεξαμενής θα πρέπει οι τιμές των διάφορων φυσικών χαρακτηριστικών όπως το είδος, η κατεύθυνση, η ταχύτητα κίνησης και η θερμοκρασία του νερού, καθώς επίσης και οι τιμές των χημικών χαρακτηριστικών, όπως το pH, το οξυγόνο, η αλατότητα κ.τ.λ. του νερού, να βρίσκονται στο ίδιο επιθυμητό επίπεδο. Δηλαδή να υπάρχει ένα ομοιογενές περιβάλλον.

Επιπλέον λόγω του ότι οι δεξαμενές είναι χώροι εντατικής και υπερεντατικής εκτροφής των ψαριών και λοιπών υδρόβιων οργανισμών, θα πρέπει να παρέχεται σε όλα τα άτομα του πληθυσμού της δεξαμενής η ίδια δυνατότητα λήψης της τροφής, καθώς και οι ίδιες συνθήκες διαβίωσης.

Τα είδη των δεξαμενών εκ των οποίων δύναται να επιλεγεί το καταλληλότερο ανά περίπτωση, είναι τα ακόλουθα:

- Επιμήκεις ορθογώνιες
- Επιμήκεις ωοειδείς
- Επιμήκεις ωοειδείς με διαχωριστικό τοιχίο
- Επιμήκεις ωοειδείς, τύπου Foster-Lucas
- Επιμήκεις ορθογώνιες με διαχωριστικό τοιχίο
- Τετράγωνες
- Τετράγωνου σχήματος με αποστρογγυλεμένες γωνίες
- Κυκλικές
- Σιλό
- Ειδικές δεξαμενές.



Εικόνα12: Υδατοκαλλιέργεια σε κυκλικές δεξαμενές

Κυκλοφορία νερού

Αναμφισβήτητα, μια από τις κυριότερες επιδιώξεις όλων των σχημάτων των δεξαμενών πρέπει να είναι η επίτευξη πληρέστερης κυκλοφορίας του νερού. Με την πλήρη κυκλοφορία του νερού σε όλα τα τμήματα της δεξαμενής παρατηρείται ανανέωση του νερού, ενώ διευκολύνεται και ο αυτοκαθαρισμός της.

Από τις γνωστού σχήματος δεξαμενές, πλήρης κυκλοφορία του νερού επιτυγχάνεται μόνο στα σιλό. Σε όλα τα άλλα σχήματα των δεξαμενών υπάρχουν περιοχές στις οποίες η ανανέωση του νερού είναι ελλιπής. Παρόλα αυτά η ένταση του προβλήματος παρουσιάζει σημαντικό εύρος αυξομείωσης, καθώς συνδέεται με την παροχή, τον τρόπο και το σύστημα παροχής και απομάκρυνσης του νερού από τη δεξαμενή.

Για τους παραπάνω λόγους, συνηθίζεται να επιλέγονται σε συστήματα ενυδρειοπονίας (εντατική υδατοκαλλιέργεια) οι κυκλικές δεξαμενές, καθώς υπερτερούν έναντι των επιμηκών σε ότι αφορά την ταχύτητα κίνησης του νερού, τη δυνατότητα αυτοκαθαρισμού και την ομοιογένεια του περιβάλλοντος διαβίωσης των ψαριών, των γαριδών κλπ.

Σε κάθε περίπτωση όμως, επιβάλλεται η πλήρης γνώση του τρόπου της κυκλοφορίας του νερού σε κάθε είδος δεξαμενών και μάλιστα των δυνατοτήτων επηρεασμού της.

Στερεά απόβλητα

Τα περισσότερα απόβλητα που δημιουργούνται στο σύστημα υδατοκαλλιέργειας θα πρέπει να απομακρυνθούν προτού το νερό περάσει στις δεξαμενές της υδροπονικής καλλιέργειας. Απόβλητα ψαριών, υπολείμματα τροφών και οργανισμών (π.χ., βακτήρια, μύκητες και φύκια) που αναπτύσσονται στο σύστημα, προκαλούν υψηλή συσσώρευση οργανικής ύλης στο σύστημα, με αποτέλεσμα να συμπίεζει τα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου (DO) στο διάλυμα, καθώς διασπάται και παράγει διοξείδιο του άνθρακα και αμμωνία. Συνεπώς εάν δημιουργηθούν υψηλή κοιτάσματα λυματολάσπης, θα ενισχύσει τους ρυθμούς αποσύνθεσης σε αναερόβιες συνθήκες (χωρίς οξυγόνο), παράγοντας μεθάνιο και υδρόθειο σε υψηλές συγκεντρώσεις, οι οποίες είναι πολύ τοξικές για τα ψάρια.

Ωστόσο τα στερεά έχουν ιδιαίτερη σημασία στα ενυδρειοπνικά συστήματα., καθώς η αποσύνθεσή τους απελευθερώνει ανόργανα θρεπτικά συστατικά τα στερεά απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Μικρές ποσότητες στερεών δημιουργούν υψηλή ανεπάρκεια σε ανόργανες ουσίες, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι ανάγκες σε λίπανση. Αυτό αυξάνει τα έξοδα και το λειτουργικό κόστος, μειώνοντας τα κέρδη.

Ένα άλλο πλεονέκτημα της παρουσίας των στερεών στο διάλυμα είναι ότι οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στο διάλυμα κατά την αποσύνθεση, είναι ανταγωνιστικοί των παθογόνων μικροοργανισμών, συμβάλλοντας στην διατήρηση της υγιούς ανάπτυξης των ριζών.

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός ενυδρειοπνικού συστήματος είναι η τροφή και η αναλογία φυτού/τμ και πληθυσμού/κυβ.μ. Έχοντας όλα τα παραπάνω υπόψη οποιαδήποτε συνδυασμός φυτών και ψαριών (ή γαρίδων κτλ) μπορεί να είναι αποτελεσματικός και παραγωγικός.

2.4.7 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ενυδρειοπνικής καλλιέργειας

Τα συστήματα Aquaponics προσφέρουν πλήθος πλεονεκτημάτων. Στα κλειστά συστήματα υδατοκαλλιέργειας - επανακυκλοφορίας, η διαχείριση των συσσωρευμένων αποβλήτων αποτελεί ένα μείζον πρόβλημα. Τα κλειστά συστήματα προωθούνται ως το μέσο για τη μείωση του όγκου των αποβλήτων που απορρίπτονται στο περιβάλλον.

Ωστόσο παρόλο που ο όγκος μειώνεται, η πυκνότητα διαλυμένης ρυπογόνου ουσίας στο διάλυμα απορροής είναι υψηλότερη. Αυτή η συγκέντρωση μπορεί να αποτελέσει απειλή για το περιβάλλον, ή μια πρόσθετη δαπάνη που αφορά στην περαιτέρω επεξεργασία των αποβλήτων.

Στα συστήματα ενυδραιοκαλλιέργειας- Aquaponics, τα φυτά προσροφούν ένα σημαντικό ποσοστό αυτών των διαλυμένων ουσιών, ως λιπαντικό στοιχείο, ελαχιστοποιώντας έτσι τις ανάγκες για αποβολή ή απολύμανση του νερού στο περιβάλλον, επεκτείνοντας παράλληλα τη χρήση του νερού. Δηλαδή, με την απομάκρυνση των διαλυμένων θρεπτικών ουσιών μέσω της διαδικασίας πρόσληψης τους από τα φυτά, η αναγκαία ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται από το σύστημα ελαχιστοποιείται.

Η ελαχιστοποίηση της χρήσης νερού μειώνει επίσης το κόστος λειτουργίας του υδροπονικού συστήματος, αφού χρησιμοποιεί μόλις το 2% του συνόλου του νερού που χρησιμοποιείται από ένα συμβατικό αρδευόμενο γεωργικό σύστημα ίδιας δυναμικότητας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις σε άνυδρες ή ερημικές εκτάσεις όπου το νερό σπανίζει, καθώς επίσης σε περιοχές με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες όπου η θέρμανση του νερού αντιπροσωπεύει έως το 40% των λειτουργικών δαπανών. Αυτό το πλεονέκτημα καθιστά δυνατή τη καλλιέργεια φυτών, ψαριών και γαριδών σε οποιαδήποτε περιοχή.

Η αποδοτικότητα είναι μια σημαντική ανησυχία, όταν εξετάζουν τη χρήση ενός συστήματος ανακυκλοφορίας .

Καθώς τα συστήματα επανακυκλοφορίας έχουν υψηλό κόστος κατασκευής, η αποδοτικότητα του συστήματος λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Συχνά μάλιστα η κερδοφορία εξαρτάται από την δυνατότητα προσφοράς των προϊόντων σε εξειδικευμένες αγορές (niche market). Ενσωματώνοντας στην υδατοκαλλιέργεια, μια δευτερεύουσα καλλιέργεια φυτών, η οποία λαμβάνει τα περισσότερα από τα θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται της χωρίς επιπλέον κόστος, το σύστημα μπορεί να επιφέρει περισσότερα κέρδη.

Η καθημερινή διατροφή των ψαριών παρέχει μια σταθερή ποσότητα θρεπτικών συστατικών για τα φυτά, που μειώνει ή ακόμη και εξαλείφει την ανάγκη για την προσθήκη λίπανσης. Επιπλέον το διοξείδιο του άνθρακα που αποβάλλεται από τα ψάρια μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυξάνοντας τις αποδόσεις των φυτών (δεδομένου ότι πρόκειται για ελεγχόμενα και στεγανοποιημένα συστήματα).

Τα φυτά συνεισφέρουν άμεσα στον καθαρισμό του νερού. Μάλιστα σε ιδανικά σχεδιασμένες ενυδρειοπονικές εγκαταστάσεις, η ανάγκη για τοποθέτηση ξεχωριστού βιοφίλτρου εξαλείφεται μειώνοντας έτσι το κόστος εγκατάστασης, ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται υπόστρωμα με χαλίκι ή το σύστημα επίπλευσης.

Το aquaponics σύστημα παρουσιάζει μειωμένο κατασκευαστικό κόστος αλλά και λειτουργικό καθώς γίνεται κοινή χρήση μηχανημάτων και εξαρτημάτων μεταξύ του συστήματος υδροπονίας και της υδατοκαλλιέργειας. Για το ίδιο λόγο μειώνονται επίσης οι δαπάνες συντήρησης και ασφάλειας του συστήματος. Παρόλα αυτά το κόστος εγκατάστασης μειώνεται καθώς αυξάνεται η έκταση του συστήματος και η δυναμικότητά του.

Γενικά τα εμπορικής εκμετάλλευσης συστήματα ενυδρειοπονίας απαιτούν υψηλό αρχικό κεφάλαιο επένδυσης, χαμηλές εισροές ενέργειας και εξειδικευμένο προσωπικό διαχείρισης.

Το πρόβλημα με τα συστήματα ενυδρειοπονίας είναι η αναλογία φυτών ανά κιλό βιομάζας ψαριών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για να επιτευχθεί ο πλήρης καθαρισμός του νερού μπορεί να χρειαστούν ακόμη και δεκαπλάσιες εκτάσεις φυτικής παραγωγής. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή για να επιτύχουμε την μέγιστη (συγκριτικά με ένα συμβατικό σύστημα υδροπονίας) απόδοση η ποσότητα των φυτών πρέπει να είναι αναλογικά μικρότερη. Ωστόσο τα εμπορικά συστήματα κατασκευάζονται συνήθως με αναλογία 2:1 φυτά/ψάρια.

2.4.8 Συμπεράσματα

Η Ενυδρειοπονία είναι μία πολλά υποσχόμενη μέθοδος, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε κλίμακα, από ατομική-οικογενειακή έως μεγάλη-εμπορική, ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας κοινότητας, ενός οικισμού αλλά ακόμη και ενός αστικού κέντρου. Η δυνατότητα του ενυδρειοπονικού συστήματος να παράγει πλήθος διαφορετικών τροφίμων, όλες τις εποχές του έτους, ανεξαρτήτως κλίματος και γονιμότητας εδάφους, χωρίς χημικά και φυτοφάρμακα, ελαχιστοποιώντας την χρήση των υδάτινων πόρων, την καθιστά απολύτως αειφορική, οικολογική και άκρως ενδιαφέρουσα.

Ωστόσο παρουσιάζει κάποια προβλήματα κατά την εφαρμογή της. Όπως για παράδειγμα η έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού, καθώς επίσης η εμφάνιση χιλιάδων επιτηδείων, σε θέση συμβούλων, εκπαιδευτών και εμπόρων, οι οποίοι χωρίς

επαρκείς γνώσεις προσφέρουν οδηγίες και συμβουλές στους ενδιαφερόμενους, γεγονός που αποτελεί σημαντικό πρόβλημα ειδικότερα για την εγκατάσταση εμπορικών εκμεταλλεύσεων. Συχνά μάλιστα παραδίδονται σεμινάρια που αφορούν αναπόδεικτες τεχνολογίες.

Επίσης άστοχες είναι και οι μη ρεαλιστικές προσδοκίες (όπως π.χ., θα εξαλειφτεί το παγκόσμιο επισιτιστικό πρόβλημα, ή η επένδυση σε ένα τέτοιο σύστημα «σε κάνει πλούσιο» κτλ.)

Επιπλέον προβληματισμούς προκαλούν τα εξής:

- Τα Aquaponics μπορούν να λειτουργήσουν αποδοτικά όταν το σύστημα λειτουργεί αδιαλείπτως. Ωστόσο η καθημερινή τους παρακολούθησή κρύβει κινδύνους και παγίδες ειδικότερα για τους νέους παραγωγούς.
- Το Marketing δύο ή περισσότερων διαφορετικών προϊόντων αποτελεί πρόκληση, όπως και το θέμα της διάθεσης και των logistics.
- Ο μικρός αριθμός προμηθευτών για την προμήθεια ανταλλακτικών και άλλων μηχανικών ή ηλεκτρονικών τμημάτων του συστήματος μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα τόσο στην απόκτησή τους, όσο και στην επιβάρυνση του λειτουργικού κόστους της επιχείρησης.
- Δεν υπάρχουν ακόμη καθιερωμένα μοντέλα ενυδρειοπονίας εμπορικής κλίμακας
- Απαιτείται υψηλό κεφάλαιο επένδυσης
- Δεν υπάρχει κάποιο εγκεκριμένο σχήμα πιστοποίησης βιολογικών προϊόντων ενυδρειοπονίας

Παρ'όλους τους προβληματισμούς οι παραγωγοί της ενυδρειοπονίας παγκοσμίως γίνονται όλο και πιο ενθουσιώδεις, διότι τα συστήματα aquaponics αντιπροσωπεύουν τον απόλυτο τρόπο βιοασφαλούς καλλιέργειας. Αποτελούν μια οργανική πηγή θρεπτικών ουσιών, προερχόμενα από οικολογικά προϊόντα, ωφέλιμα για την υγεία του ανθρώπου, υψηλής διατροφικής αξίας, ποιότητας και γεύσης (ανώτερης των αντιστοίχων προϊόντων της υδροπονίας και των συμβατικών παραγόμενων προϊόντων επί εδάφους, όπου χρησιμοποιούνται διάφορα χημικά πρόσθετα και φυτοφάρμακα).

Ωστόσο η μέθοδος εξελίσσεται και αναβαθμίζεται, μέσα από τις επιστημονικές έρευνες και τις εμπορικές εφαρμογές δηλαδή, η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα του συστήματος βελτιώνεται συνεχώς. Ενέργειες δε, σε επίπεδο

επιστημονικής, αλλά και τοπικής κοινότητας πραγματοποιούνται με δυναμικό τρόπο τόσο στην Ευρώπη, όσο και στον υπόλοιπο κόσμο, καθώς τα οφέλη της ενυδρειοπονίας γίνονται από όλο και περισσότερους αντιληπτά. Το μέλλον της ενυδρειοπονίας λοιπόν, διαγράφεται ευοίωνο. Σε κάθε περίπτωση όμως, ειδικότερα σε περιπτώσεις επενδύσεων κλίμακας, ο σχεδιασμός του συστήματος και η απαραίτητη τεχνογνωσία είναι στοιχεία αναγκαία για μια επιτυχημένη εφαρμογή με τα αντίστοιχα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

2.4.9 Παραδείγματα και εφαρμογές Aquaponics - Ενυδρειοπονικών συστημάτων

Η αειφορική αυτή τεχνική της Ενυδρειοπονίας - Aquaponics μελετήθηκε επιστημονικά και υιοθετήθηκε με απόλυτη επιτυχία από διάφορες χώρες.

Η απρόσμενα μεγάλη επιτυχία του απλού αυτού συνδυασμού της υδροπονίας και της υδατοκαλλιέργειας δεν έμεινε απαρατήρητη από πολλές χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε και χρησιμοποιήθηκε από χώρες που, είτε είχαν φτωχές σε απόδοση αγροτικές εκτάσεις (π.χ. Ισραήλ, Αυστραλία), είτε είχαν μεγάλες επενδύσεις σε αλιευτικό στόλο (π.χ. Ιαπωνία, Ιταλία, Καναδάς), είτε είχαν υπερεπενδύσεις σε ιχθυοκαλλιέργειες (π.χ. Νορβηγία, Δανία, Χιλή). είτε είχαν να αντιμετωπίσουν τις ολοένα αυξανόμενες ανάγκες διατροφής με οικολογικό και αειφορικό τρόπο, μικρών και μεγάλων κοινωνιών ανθρώπων.

Ακολουθούν παραδείγματα εφαρμογών ανά τον κόσμο.

2.4.9.1 AQUAPONICS σε κτίριο 4 ορόφων για οικιακή αυτονομία γειτονιάς σε αστικό κέντρο



Εικόνα 13 : Οικιακή αειφορική αυτονομία και αυτάρκεια τροφής σε αστικό περιβάλλον “Future Home”, **πηγή** www.independent.ie

Ένα πρώην εγκαταλελειμμένο τυπογραφείο στο Manchester θα αποτελέσει τη βάση για ένα πείραμα οικιακής αυτονομίας σύμφωνα με τις τεχνικές της Κάθετης Υδροπονικής Αστικής Καλλιέργειας, με χρηματοδότηση της Siemens¹¹.

Το "Biospheric Project" είναι πνευματικό δημιούργημα του διδακτορικού φοιτητή Vincent Walsh από το Manchester Metropolitan University, ο οποίος τα τελευταία δύο χρόνια διεξάγει ένα μοναδικό πείραμα για το πώς θα μπορούσαν οι κάτοικοι και οι σχεδιαστές των πόλεων να ανταποκριθούν σε θέματα τροφής όταν εξαντλούνται τα αποθέματα πετρελαίου.

Βασισμένο σε διαφορετικά επίπεδα του κτηρίου, το έργο θα καταδείξει πως τα συστήματα παραγωγής κηπευτικών, μανιταριών, κρέατος και ψαριών είναι σε θέση να τροφοδοτούν τους κατοίκους του με φυσικό τρόπο, απαιτώντας την ελάχιστη φροντίδα, με αποφυγή λιπασμάτων και την ανάπτυξη συνεργαζόμενων καλλιέργειών μιμούμενοι τους φυσικούς τρόπους διατροφής.

Στον περιβάλλοντα χώρο θα λειτουργήσει αγρόκτημα μανιταριών ένα από τα μεγαλύτερα στην Ευρώπη. Στο δεύτερο όροφο του κτιρίου θα βρίσκονται οι δεξαμενές των ψαριών τα απόβλητα των οποίων θα χρησιμοποιηθούν για την καλλιέργεια 5.000 φυλλωδών λαχανικών στον ταρατσόκηπο (roof garden). Παράλληλα με τα polytunnels θα βρίσκονται κυψέλες μελισσών και κοτέτσια.

¹¹ πηγή: <http://www.businessrevieweurope.eu/>

Με την ολοκλήρωση του 10ετούς αυτού project, σε κάθε τετραγωνικό εκατοστό θα παράγεται και κάτι διαφορετικό. Ο Vincent Walsh ο οποίος εγκαταστάθηκε για δύο χρόνια στο εγκαταλελειμμένο κτήριο εκτιμά ότι κάθε ένα από τα συστήματα θα απαιτεί φροντίδα λιγότερο από 10 ημέρες ετησίως. Τόνισε ότι όσο πιο πολύπλοκο είναι το σύστημα τόσο λιγότερη προσπάθεια χρειάζεται.

Το μέλλον επιτάσσει ώστε τα μελλοντικά σπίτια και οι χώροι εργασίας να σχεδιάζονται και να μετατρέπονται σε πολύπλοκα συστήματα παραγωγής τροφίμων, αυτόνομα σε κρέας, ψάρια, λαχανικά και φρούτα, ικανά να καλύψουν είτε μικρές είτε μεγάλες κοινωνίες ανθρώπων.

2.4.9.2 Aquaponics NYF Nepal Youth Foundation in Kathmandu- για την υποστήριξη μειονεκτούντων ατόμων και κοινωνικών συνόλων για την επίλυση προβλημάτων επισιτισμού

Το σύστημα Aquaponics του Ιδρύματος Νεότητας Κατμαντού στο Νεπάλ χρηματοδοτήθηκε κατά κύριο λόγο από το Rotary Club - Forêt de Soignes των Βρυξελλών, με σκοπό την παραγωγή τροφίμων.



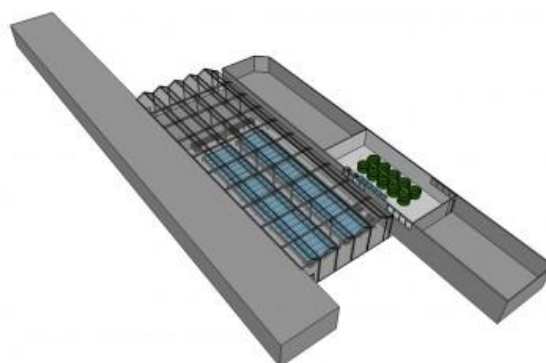
Εικόνα 14: Κέντρο υποστήριξης μειονεκτούντων ατόμων και κοινωνικών συνόλων για την επίλυση προβλημάτων επισιτισμού με αυτονομία και αυτάρκεια τροφής με το σύστημα Aquaponics

Βρίσκεται δίπλα σε ένα κέντρο αποκατάστασης και υποστήριξης υποσιτισμένων παιδιών και εκπαίδευσης μητέρων για τους τρόπους διατροφής (NRH Nutritional Rehabilitation Home).

Το σύστημα σχεδιάστηκε για να είναι χαμηλού κόστους και να χρησιμοποιεί μόνο τοπικά διαθέσιμα υλικά. Χρησιμοποιεί παθητική ηλιακή τεχνολογία προκειμένου να μειωθούν οι απαιτήσεις θέρμανσης.

Το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση τόσο του προσωπικού όσο και του τοπικού πληθυσμού για την ενθάρρυνση των επιχειρήσεων. Τα προϊόντα θα πωλούνται με σκοπό την παροχή εισοδήματος και για τους φιλανθρωπικούς σκοπούς του ροταριανού ιδρύματος NYF που στεγάζει το κέντρο αποκατάστασης και επισιτισμού NRH (Nutritional Rehabilitation Homes).

2.4.9.3 Urban farming-Aquaponics στην Ολλανδία



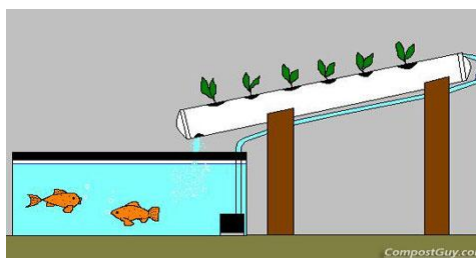
Εικόνα 15: Αστική Φάρμα Aquaponics στην Ολλανδία- Urban farming - Uit Je Eigen Stad, *πηγή* www.labkultur.tv

Είναι ένα καινοτόμο, μεγάλης κλίμακας, σχέδιο αστικής γεωργίας που συνδυάζει την καλλιέργεια κηπευτικών και φρούτων, την εκτροφή πουλερικών για κρέας και αυγά, αλλά και την υδατοκαλλιέργεια για την παραγωγή ψαριών.

Τα προϊόντα θα προμηθεύονται στην τοπική κοινωνία από το κατάστημα που θα λειτουργήσει, ενώ θα μπορούν να τα γευθούν οι επισκέπτες στο εστιατόριο που θα δημιουργηθεί.

Αυτό το σύστημα Aquaponics σχεδιάστηκε για να καταδείξει τις δυνατότητες παραγωγής τροφίμων σε αστικό περιβάλλον, με κλίμακα παραγωγής προϊόντων ικανή να καλύψει οποιαδήποτε πληθυσμιακή ανάγκη σε οποιοδήποτε τόπο.

2.4.9.4 Scotland's First Aquaponics Greenhouse



Εικόνα 16: Εγκατάσταση Aquaponics μέσα σε υφιστάμενο κτίριο παραδοσιακού οικισμού Scotland's First Aquaponics Greenhouse



Εικόνα 17α: Προάβλιος χώρος εγκατάστασης Aquaponics σε υφιστάμενο κτίριο παραδοσιακού οικισμού.-Scotland's First Aquaponics Greenhouse

Η Moffat CAN σχεδίασε και εγκατέστησε ένα θερμοκήπιο aquaponics σε ένα κοινοτικό κτίριο. Η Moffat CAN είναι μια εταιρία κοινωφελούς χαρακτήρα με φιλανθρωπικό σκοπό. Οι στόχοι της είναι: η παροχή τοπικών θέσεων εργασίας και η εργασιακή εμπειρία και κατάρτιση σε θέματα «πρασίνου», ιδιαίτερα για εκείνους που αντιμετωπίζουν εμπόδια στην απασχόληση. Επιπλέον προωθούν δράσεις με σκοπό την ευαισθητοποίηση και τη συμμετοχή όλης της κοινότητας σε προγράμματα περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος και αειφόρου ανάπτυξης, δίδοντας έμφαση στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος, με την παροχή υπηρεσιών και προϊόντων χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Το εν λόγω σχέδιο προβλέπει τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (γεωθερμία, φωτοβολταϊκά συστήματα), τη χρήση ανακυκλώσιμων απορριμμάτων των κατοίκων της κοινότητας (μαγειρικό λάδι, αλουμίνιο, χαρτί, πλαστικό, ρούχα και έπιπλα), καθώς και την παραγωγή τροφίμων (aquaponics, υπαίθρια παραγωγή καλυμμένη με υλικό θερμοκηπίου, και poly-tunnels).

Προβλέπεται η παραγωγή ψαριών (τιλάπια), διάφορων κηπευτικών ειδών και πολλών ειδών βοτάνων (αρωματικών φυτών). Όλα τα προϊόντα θα καταναλώνονται είτε σε τοπικά εστιατόρια, είτε απευθείας από τις οικογένειες του οικισμού.



Εικόνα17β: Προάβλιος χώρος εγκατάστασης Aquaponics σε υφιστάμενο κτίριο παραδοσιακού οικισμού. Scotland's First Aquaponics Greenhouse

2.4.9.5 Aquaponics Training center - Waveney Valley/Department for Environment, Food & Rural Affairs - England

Το εν λόγω Υπουργείο της Μεγάλης Βρετανίας βρίσκεται σε διαδικασία κατασκευής του πρώτου κέντρου εκπαίδευσης και κατάρτισης aquaponics στο Ηνωμένο Βασίλειο.



Εικόνα 18: Aquaponics Training center Waveney Valley Πηγή: Department for Environment, Food & Rural Affairs - England

Το εκπαιδευτικό κέντρο συστεγάζεται με 5 εξοχικές κατοικίες, με πισίνα / σπα, και με όλες τις ανέσεις και άλλες υποδομές που προσφέρουν ένα ευχάριστο περιβάλλον «αγροτικής» ζωής.

Η περιοχή υπερηφανεύεται για τη δημιουργία των εγκαταστάσεων aquaponics, όπου θα εκτρέφονται γίγαντες γαρίδες του γλυκού νερού *Macrobrachium Rosenbergii*. Περιλαμβάνει εκκολαπτήριο, χώρους εκτροφής, αίθουσες διδασκαλίας, σύστημα παραγωγής ενέργειας, για θέρμανση, από καύση βιομάζας και σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών.

Θα έχει ως στόχο να καλύψει ένα ευρύ φάσμα αναγκών για την κατάρτιση και την παροχή γνώσης και βασικών κατευθύνσεων για κάθε επιχειρηματικό σχεδιασμό παρόμοιων μονάδων με σκοπό την εμπορική δραστηριότητα.

2.4.9.6 AQUAPONICS σε πολυκατάστημα στο κέντρο του Λονδίνου

FARM shop is an urban farming experiment in the heart of London.



Εικόνα19: Κατάστημα Ενυδρειοπονίας στο Λονδίνο, πηγή mallvomit.wordpress.com

Το FARM shop είναι ένα αστικό πείραμα γεωργικής παραγωγής στην καρδιά του Λονδίνου. Σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε προκειμένου να αποδείξει το ρόλο που θα μπορούσαν να διαδραματίσουν στο μέλλον οι νέες τεχνολογίες παραγωγής τροφίμων αυτού του συμβιωτικού συστήματος.

Το σύστημα πλέον λειτουργεί για πάνω από ένα χρόνο και παρέχει καφέ και ξενάγηση στο χώρο παραγωγής υπό τους ήχους και τις μυρωδιές του οικοσυστήματος διαβίωσης, μέσα στο οποίο αναπτύσσονται ψάρια (τιλάπια) με σαλάτες και βότανα(αρωματικά φυτά), ενώ σύντομα θα προστεθεί και υποσύστημα παραγωγής γαρίδων του γλυκού νερού.

2.4.9.7 Το σπίτι του μέλλοντος -Home of the future

Οι ερευνητές του προγράμματος TwoFour, της εταιρείας παραγωγής του προγράμματος σχεδιασμού για το "σπίτι του μέλλοντος», σχεδίασαν ένα σύστημα αειφορικό συμβιωτικό aquaponics για το σπίτι κάθε οικογένειας.

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε χώρος κήπου έκτασης 10m². Το σύστημα αποτελεί λύση που θα μπορούσε να μετατρέψει τα απόβλητα της

οικογένειας σε τρόφιμα μέσα από την αλυσίδα του συμβιωτικού συστήματος. Θα παράγει τρόφιμα σε κρέας, λαχανικά, ψάρια και γαρίδες με οικολογικό τρόπο χωρίς λιπάσματα και χημικές ουσίες. Δημιουργεί αυτονομία, αυτάρκεια οικονομία και υγιεινό τρόπο ζωής.

Σε συνεργασία με την φινλανδική Εταιρεία Kekkila κατασκευής θερμοκηπίων σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα που θα παράγει ψάρια, λαχανικά, φρούτα,μανιτάρια, μικρές σαλάτες και γαρίδες.



Εικόνα.20: Το σπίτι του μέλλοντος - Home of the future

ΜΕΡΟΣ Β΄

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Τεχνοοικονομική μελέτη εγκατάστασης μονάδας
ενυδραιοπονικής καλλιέργειας

Κεφάλαιο 3^ο Διερεύνηση εφαρμογής αειφορικών συστημάτων

3.1 Επιλογή κατάλληλων μεθόδων και συστημάτων

Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε μια προσέγγιση του θέματος που αφορά, στην αειφορία, στην οικολογική κοινότητα καθώς και στις σύγχρονες καλλιεργητικές μεθόδους. Αναλύθηκαν οι αρχές της αειφορικής ανάπτυξης, με έμφαση στην αειφορική γεωργική ανάπτυξη και τα οφέλη ενσωμάτωσής της στην τοπική ανάπτυξη. Μελετήθηκαν περιπτώσεις ατομικές, φορέων ή κοινωνικών ομάδων, όπου υλοποιούν σχέδια και δράσεις με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη. Τέλος έγινε η μελέτη των σύγχρονων καλλιεργητικών μεθόδων και η προσέγγισή τους ως προς την αειφορικότητά τους.

Σκοπός της ερευνητικής εργασίας ήταν η διερεύνηση μεθόδων και πρακτικών που συμβάλλουν στην αυτάρκεια και στην ευημερία μιας τοπικής κοινωνίας. Καθώς προκύπτει τα οφέλη της γεωργίας ακριβείας, της υδροπονίας και την ενυδραιοπονίας είναι πολλά. Και οι τρεις μέθοδοι που περιγράφηκαν, είναι καινοτόμοι, εκμεταλλεύονται την σύγχρονη τεχνολογία, βασίζονται στην τεχνογνωσία, πραγματοποιούν ορθή διαχείριση των πόρων, μεγιστοποιούν την παραγωγικότητα και την απόδοση, ελαχιστοποιώντας τις επιβαρύνσεις ως προς το περιβάλλον και το οικοσύστημα.

Στόχος των μεθόδων αυτών είναι να συμβάλουν στην αυτάρκεια των γεωργικο-κοινωνικών οικοσυστημάτων. Αυτό σημαίνει ενεργειακή ανεξάρτηση, αναδιάρθρωση και βελτιστοποίηση της παραγωγής και των παραγωγικών μέσων, εισαγωγή γνώσης και τεχνολογίας με σκοπό την βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων.

Ωστόσο, τους στόχους της αυτάρκειας πλησιάζει περισσότερο η μέθοδος της ενυδραιοπονίας, καθώς αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής τροφίμων υψηλής θρεπτικής αξίας. Μπορεί να εφαρμοστεί για να καλύψει τις διατροφικές ανάγκες μιας οικογένειας, έως τις ανάγκες μιας κοινότητας. Είναι ένα καινοτόμο, βιώσιμο σύστημα παραγωγής τροφίμων και μπορεί να συμβάλει αφενός στην παροχή ασφαλών και ποιοτικών τροφίμων και αφετέρου στην αντιμετώπιση των παγκόσμιων προκλήσεων, όπως η επισιτιστική ασφάλεια και η αστικοποίηση,

διασφαλίζοντας παράλληλα τη μελλοντική διαθεσιμότητα των πόρων, όπως αυτών της ενέργειας, του εδάφους, του νερού κτλ., ακόμη και σε περιοχές με έντονα προβλήματα, λειψυδρίας, επισιτισμού, διάβρωσης του εδάφους κτλ.

Αυτή την άποψη συμμερίζεται και ο Ευρωπαϊκός φορέας COST (European Cooperation in Science and Technology), όπου αναγνωρίζοντας τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη των aquaponics, δημιούργησε ένα πανευρωπαϊκό δίκτυο επιστημόνων και ερευνητών με σκοπό τη διερεύνηση της τεχνολογικής καινοτομίας στους τομείς της υδροπονίας και της κηπουρικής. Μέσω του Aquaponics Hub (όπως ονομάστηκε), με την συμβολή και συμμετοχή επιστημόνων βιομηχανικής ανάπτυξης, μηχανικών, οικονομολόγων, γεωπόνων και παραγωγών, στοχεύει στην ανάπτυξη της ενυδρειοπονίας στην ΕΕ, συμβάλλοντας παράλληλα στην κατάρτιση των νέων επιστημόνων στα aquaponics συστήματα. Στο project συμμετέχουν επιστήμονες από τις χώρες Αγγλία, Ισπανία και Ολλανδία και η μελέτη επικεντρώνεται σε τρεις πυλώνες εφαρμογών: 1) «πόλεις και αστικές περιοχές» - αστική γεωργία aquaponics, 2) «συστήματα αναπτυσσόμενων χωρών» - σχεδιασμός συστημάτων και τεχνολογιών για την επισιτιστική ασφάλεια των τοπικών κοινωνιών και 3) «βιομηχανικής κλίμακας aquaponics» - σχεδιασμός ανταγωνιστικών, οικονομικά αποδοτικών και βιώσιμων συστημάτων παραγωγής που προμηθεύουν με υγιεινά και ασφαλή τρόφιμα τις τοπικές αγορές των χωρών της ΕΕ.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω κρίνεται σκόπιμη η επιλογή ενός συστήματος ενυδρειοπονίας, με σκοπό τη διερεύνηση της συμβολής του στην αειφορική τοπική ανάπτυξη. Για το λόγο αυτό, στις ενότητες που ακολουθούν θα παρουσιαστεί ένα μοντέλο εφαρμογής ενυδρειοπονίας, σε μεγάλη κλίμακα, με σκοπό τη διατροφική και οικονομική υποστήριξη της τοπικής κοινότητας. Με αυτό τον τρόπο θα αναδειχθεί η αρμονική συμβίωση της υδροπονίας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και των ωφελειών που προκύπτουν. Στόχος είναι να αναδείξει:

- ✓ Την αειφορική του διάσταση,
- ✓ Τις περιβαλλοντικές ωφέλειες
- ✓ Την εξοικονόμηση ενέργειας
- ✓ Την καινοτομικότητα
- ✓ Την εξέλιξη της συμβατικής παραγωγής, μέσω της δημιουργίας ερευνητικού - πειραματικού κέντρου καλλιέργειας νέων ειδών φυτικής παραγωγής

- ✓ Τη μεγιστοποίηση της παραγωγής σε συνδυασμό με την μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος
- ✓ Τη δυνατότητα αυτονομίας της τοπικής κοινωνίας
- ✓ Τη δυνατότητα δημιουργίας βιοασφαλών πιστοποιημένων προϊόντων φυτικού και ζωικού κεφαλαίου, υψηλής διατροφικής αξίας
- ✓ Τη δυνατότητα οργάνωσης, προώθησης και διάθεσης στην εγχώρια και διεθνή αγορά
- ✓ Τη δημιουργία συνθηκών που επιτρέπει σε όλους να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους
- ✓ Την εφαρμογή αειφορικού σχεδιασμού με σκοπό τη μείωση των ενεργειακών αναγκών και για την προσφορά καλύτερων συνθηκών διαβίωσης
- ✓ Την προώθηση της απασχόλησης, ώστε μέσω της οικονομικής ανάπτυξης να ικανοποιούνται οι ανάγκες της τοπικής κοινωνίας, διατηρώντας και βελτιώνοντας το περιβάλλον παράλληλα
- ✓ Τη μεγιστοποίηση των ωφελειών και ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των οικονομικών δραστηριοτήτων με τη χρησιμοποίηση αειφορικών τεχνολογιών.
- ✓ Τη συμβολή στην εξασφάλιση ενός υγιούς περιβάλλοντος, για όλους τους πολίτες με ταυτόχρονη πρόσβαση στη φύση, σε καθαρό νερό και ασφαλή τρόφιμα.

3.2 Πρότυπο αιεφόρου εκμετάλλευσης

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης γίνεται η εξής υπόθεση:

Ομάδα παραγωγών ή απλών πολιτών ή συνεταιρισμός σε συνεργασία με τις Δημοτικές Αρχές, προχωρούν στην κατασκευή μονάδας θερμοκηπιακής εκμετάλλευσης, με την συμπαραγωγή ενέργειας. Στόχος είναι η άμεση τροφοδοσία της κοινότητας και των γύρω περιοχών, η εμπορική εκμετάλλευση της υπόλοιπης παραγωγής, η ενεργειακή αποφόρτιση και σταδιακή απεξάρτηση, η αξιοποίηση των εγκαταστάσεων για εκπαιδευτικούς σκοπούς και ερευνητικές εργασίες και η άμεση και έμμεση συμβολή στην τοπική απασχόληση και οικονομία. Ακολουθεί η σχετική περιγραφή.

3.2.1 Περιγραφή χαρακτηριστικών χώρου εγκατάστασης

Η εγκατάσταση λαμβάνει χώρα στην περιοχή της Κ. Μακεδονίας, στο Δήμο Παιονίας. Ο Δήμος Παιονίας είναι δήμος της Περιφερειακής Ενότητας Κιλκίς, της



Εικόνα 21: Χάρτης ορίων του Δήμου Παιονίας –Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας

Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας που συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης. Προέκυψε από την συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Αξιουπόλεως, Ευρωπού, Πολυκάστρου και Γουμεινίσσης και της Κοινότητας Λιβαδίων. Η έκταση του νέου

Δήμου είναι 923,7 τ.χλμ και ο πληθυσμός του 32.720 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Έδρα του νέου Δήμου ορίστηκε το Πολύκαστρο και ιστορική έδρα η Γουμένισσα. Αποτελείται από 28 κοινότητες που υπάγονται στις δημοτικές ενότητες Πολυκάστρου, Αξιουπόλεως, Γουμενίσσης, Ευρωπού και Λιβαδίων.

Ο Δήμος Παιονίας επιλέγεται διότι διαθέτει μια στρατηγική γεωγραφική θέση, τον διασχίζει ο Αξιός ποταμός, η νέα και παλιά Εθνική Οδός Ευζώνων – Αθηνών, έχει στην περιοχή του δύο συνοριακούς σταθμούς, τον Σ.Σ. Ευζώνων που είναι από τις σημαντικότερες εισόδους – εξόδους της χώρας και τον Σ.Σ. Ειδομένης που αποτελεί σημείο εισόδου – εξόδου των σιδηροδρομικών γραμμών.

Συνορεύει με τους Δήμους Πέλλας και Αλμωπίας δυτικά, Χαλκηδόνας νότια-δυτικά, Θεσσαλονίκης νότια-ανατολικά, Κιλκίς ανατολικά και βόρεια με FYROM . Ενώ απέχει από το Κιλκίς 30,8 χλμ και από τη Θεσσαλονίκη 60,00 χλμ.

Η συνολική του έκταση ανέρχεται σε 929,7 τ.χλμ και αντιστοιχεί στο 36,87% της έκτασης του Νομού Κιλκίς.

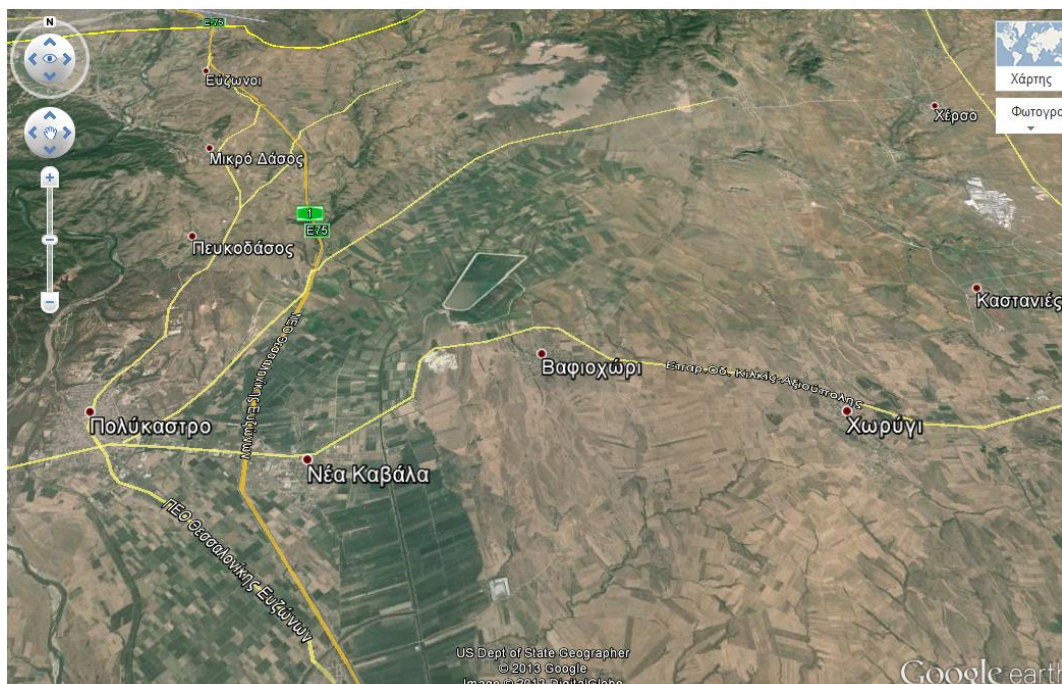
Η εδαφική περιοχή του Δήμου αποτελείται:

- Από ορεινές εκτάσεις με έντονο φυσικό ανάγλυφο και αξιόλογους φυσικούς πόρους (Πάϊκο κτλ)
- Το “πλατύροο” ποτάμι του Αξιού που διασχίζει την κοιλάδα της Παιονίας και έχει υμνηθεί από τον Όμηρο και τους αρχαίους ποιητές
- Ένα μεγάλο τμήμα γης καλλιεργείται και παράγει ποικιλία αγροτικών προϊόντων καθώς και οι αμπελώνες που αναπτύσσονται στις πλαγιές του Πάϊκου.

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται μεσογειακό – ηπειρωτικό γιατί παρουσιάζει θερμοκρασιακό εύρος κατά τη διάρκεια του έτους μεγαλύτερο των 20οC. Η θερμή περίοδος διαρκεί από τον Μάιο μέχρι τον Σεπτέμβριο και η ψυχρή από τον Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο.

Το υψόμετρο στην πόλη του Πολυκάστρου είναι 60 m και το μεγαλύτερο υψόμετρο που καταγράφεται στο όρος Πάϊκο είναι 1650 m.

Η εγκατάσταση του θερμοκηπίου θα πραγματοποιηθεί στην περιοχή της κοινότητας Βαφειχωρίου, χωροθετημένο μεταξύ Δ. Εν. Πολυκάστρου και Δ. Δ. Βαφειχωρίου.



Εικόνα 22: Χάρτης περιοχής του τόπου εγκατάστασης της προτεινόμενης Μονάδας Ενδραιοπονίας

Το ανάγλυφο του εδάφους γενικά δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, είναι ήπιο-πεδινό με κλίσεις του εδάφους που κυμαίνονται από 2%-6%. Υπάρχουν επίσης χαμηλού υψομέτρου φυσικοί σχηματισμοί (λόφοι) με μέσο υψόμετρο τα 45-50 μέτρα. Το τοπίο αποτελείται κυρίως από καλλιέργειες (περίφρακτο ager) θαμνώδεις, άγονες εκτάσεις και περιορισμένους βοσκότοπους (saltus). Δεν υπάρχουν πλησίον της περιοχής δάση. Η περιοχή εγκατάστασης χαρακτηρίζεται ημιορεινή.

Επιπροσθέτως, η περιοχή δεν εμπίπτει:

- Σε γαίες υψηλής παραγωγικότητας ή σε περιοχές δασικού και αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.
- Σε περιοχές που προστατεύονται από τη συνθήκη Natura 2000.
- Σε περιοχές που προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar.
- Σε περιοχές που εντάσσονται σε εθνικούς δρυμούς, αισθητικά δάση και διατηρητέα μνημεία της φύσης.
- Σε Ζώνη Οικιστικού Ελέγχου (ZOE), ούτε εγκεκριμένο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο (θεσμοθετημένο ή προτεινόμενο).

Ο μισός σχεδόν Ν. Κιλκίς ανήκει από υδρογραφική άποψη στη λεκάνη απορροής του Αξιού. Στο εγχώριο υδρογραφικό δίκτυο τα κύρια ρέματα που αυλακώνουν την περιοχή του Δήμου Παιονίας είναι το ρέμα του Σκρά, το ρέμα Κοτζιά Ντερέ, το ρέμα

της Γοργόπης, το ρέμα της Φιλυριάς – Αθύρων και το ρέμα Ρεσελή που τροφοδοτείται από τις πηγές Κορώνας - Ειρηνικού και διέρχεται από την Μεταμόρφωση, Ποντοηράκλεια και ενισχύει τον ταμιευτήρα της Αρτζάν (Λίμνη Βαφειοχωρίου).

Το νερό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, καθώς και του ταμιευτήρα χρησιμοποιείται για το πότισμα των καλλιεργειών της πεδιάδας (πχ βαμβάκι, καλαμπόκι κτλ.). Γενικά η υδροδότηση της περιοχής πραγματοποιείται από το Πολύκαστρο, μέσω (7) επτά γεωτρήσεων.

Περιβαλλοντικά προβλήματα περιοχής:

- Προβλήματα αλλοίωσης του περιβάλλοντος υπάρχουν κυρίως γύρω από τους χώρους των λατομείων.
- Παρατηρούνται φαινόμενα διάβρωσης όπου επικρατούν μεγάλες κλίσεις καθώς και εκεί όπου έχει υποβαθμιστεί η δασική βλάστηση.
- Υποβάθμιση εδαφοκλίνης λόγω πολυετούς δυναμικής καλλιέργειας.
- Ρύπανση από την ανεξέλεγκτη διαχείριση των συσκευασιών των φυτοφαρμάκων (ρήψη, πλύσεις, καύσεις συσκευασίας κτλ) πλησίον των σημείων λήψης νερού από τα ραντιστικά.
- Ρύπανση-υποβάθμιση εδάφους και υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα λόγω ανεξέλεγκτης χρήσης λιπασμάτων.
- Ρύπανση από την ανεξέλεγκτη ρήψη σκουπιδιών σε ρέματα ,χαράδρες κλπ.
- Πτώση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα λόγω της επίπτωσης των γενικότερων περιβαλλοντικών αλλαγών στο υδάτινο ισοζύγιο αλλά και λόγω της υπεράντλησης του αποθέματος.

(πηγή: Δήμος Παιονίας –Επιχειρησιακό Πρόγραμμα 2011-2014)

Η Δημοτική Ενότητα Πολυκάστρου έχει (πραγματικό) πληθυσμό 12.732 κατοίκους. Η κύρια οικονομική δραστηριότητα είναι η γεωργία με εξαίρεση το Πολύκαστρο όπου μόνο το 25% ασχολείται με την γεωργία. Όμως τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί αύξηση της γήρανσης του πληθυσμού, σε συνδυασμό με την σταδιακή εγκατάλειψη του πρωτογενή τομέα και την αύξηση της ανεργίας στους υπόλοιπους τομείς, με αποτέλεσμα το ποσοστό του οικονομικά ανενεργού πληθυσμού να ξεπερνά το 60%.

Αυτό οφείλεται στο μειωμένο βαθμό παραγωγικών δραστηριοτήτων. Το φαινόμενο της αποχώρησης – παύσης λειτουργίας των επιχειρήσεων – δραστηριοτήτων λόγω πτώσης των κερδών ή λόγω της αδυναμίας ανταπόκρισης στις υποχρεώσεις τους στο πλαίσιο της οικονομικής ύφεσης είναι όλο και συχνότερο. Οι εξαγωγές έχουν μειωθεί σημαντικά, ενώ παρουσιάζεται χαμηλός βαθμός προσέλκυσης ιδιωτικών κεφαλαίων και ανάληψης ιδιωτικών πρωτοβουλιών για νέες επενδύσεις.

Επιπλέον παρουσιάζεται χαμηλό επίπεδο δημιουργίας και διάχυσης καινοτομικών δραστηριοτήτων και ενσωμάτωσης στην παραγωγική διαδικασία σύγχρονων μορφών επιχειρηματικής δράσης. Σημειώνονται σημαντικές ελλείψεις σε καινοτόμες και σύγχρονες παραγωγικές δραστηριότητες σε συνδυασμό με το χαμηλό επίπεδο έρευνας και τεχνολογίας.

Ο αυξανόμενος ρυθμός όξυνσης του προβλήματος διαφαίνεται και από την καταναλωτική συμπεριφορά των κατοίκων. Η οικονομική ύφεση της περιοχής, έχει οδηγήσει μεγάλο αριθμό καταναλωτών, να προμηθεύονται οπωροκηπευτικά κι άλλα τρόφιμα όπως αλλαντικά ή τυριά, αλλά και άλλα είδη από τις αγορές της γείτονος χώρας, τα Σκόπια. Ο λόγος δεν είναι άλλος από τις εξαιρετικά χαμηλές τιμές που προσφέρουν σε σχέση με τις ελληνικές. Χαρακτηριστική της κοινωνικής και οικονομικής κατάστασης που επικρατεί στην περιοχή είναι και η καμπάνια του Δήμου Παιονίας με στόχο την παύση της οικονομικής αιμορραγίας και τους κινδύνους για τη δημόσια υγεία που προκαλούν οι αγορές από τα Σκόπια με σχετικό λογότυπο: «*ΟΤΑΝ ΨΩΝΙΖΟΥΜΕ ΕΞΩ ΑΙΜΟΡΑΓΟΥΜΕ, ΑΓΑΠΑΜΕ ΤΟΝ ΤΟΠΟ ΜΑΣ, ΠΡΟΤΙΜΑΜΕ ΤΑ ΔΙΚΑ ΜΑΣ ΠΡΟΪΟΝΤΑ, ΨΩΝΙΖΟΥΜΕ ΕΔΩ*»

Όπως, λοιπόν, μπορούμε να αντιληφθούμε από τα παραπάνω, η λήψη μέτρων αντιστροφής των οικονομικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι πλέον επιτακτική ανάγκη.

Η περιοχή αυτή παρουσιάζει:

Αφενός

- ⊕ Ιδανική μορφολογία του εδάφους, ευνοϊκές καιρικές συνθήκες και στρατηγική γεωγραφική θέση (για την εγκατάσταση ενός ενυδρειοπονικού θερμοκηπίου)

Αφετέρου

- ⊕ Σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση,
- ⊕ Δυσμενείς οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες

- ⊕ Έλλειψη διαθέσιμης, ποσιτής και υγιεινής τροφής, υψηλής θρεπτικής αξίας.

Για όλους τους παραπάνω λόγους η περιοχή αυτή θεωρείται ως ιδανική περίπτωση εφαρμογής δράσεων αειφορικής ανάπτυξης. Η παρούσα επένδυση μπορεί να συμβάλει στη ευημερία της τοπικής κοινότητας, εξασφαλίζοντας ποιοτικά τρόφιμα, καθαρό νερό, καθαρό περιβάλλον, υγιή ατμόσφαιρα, συνεισφέροντας στην τοπική οικονομία.

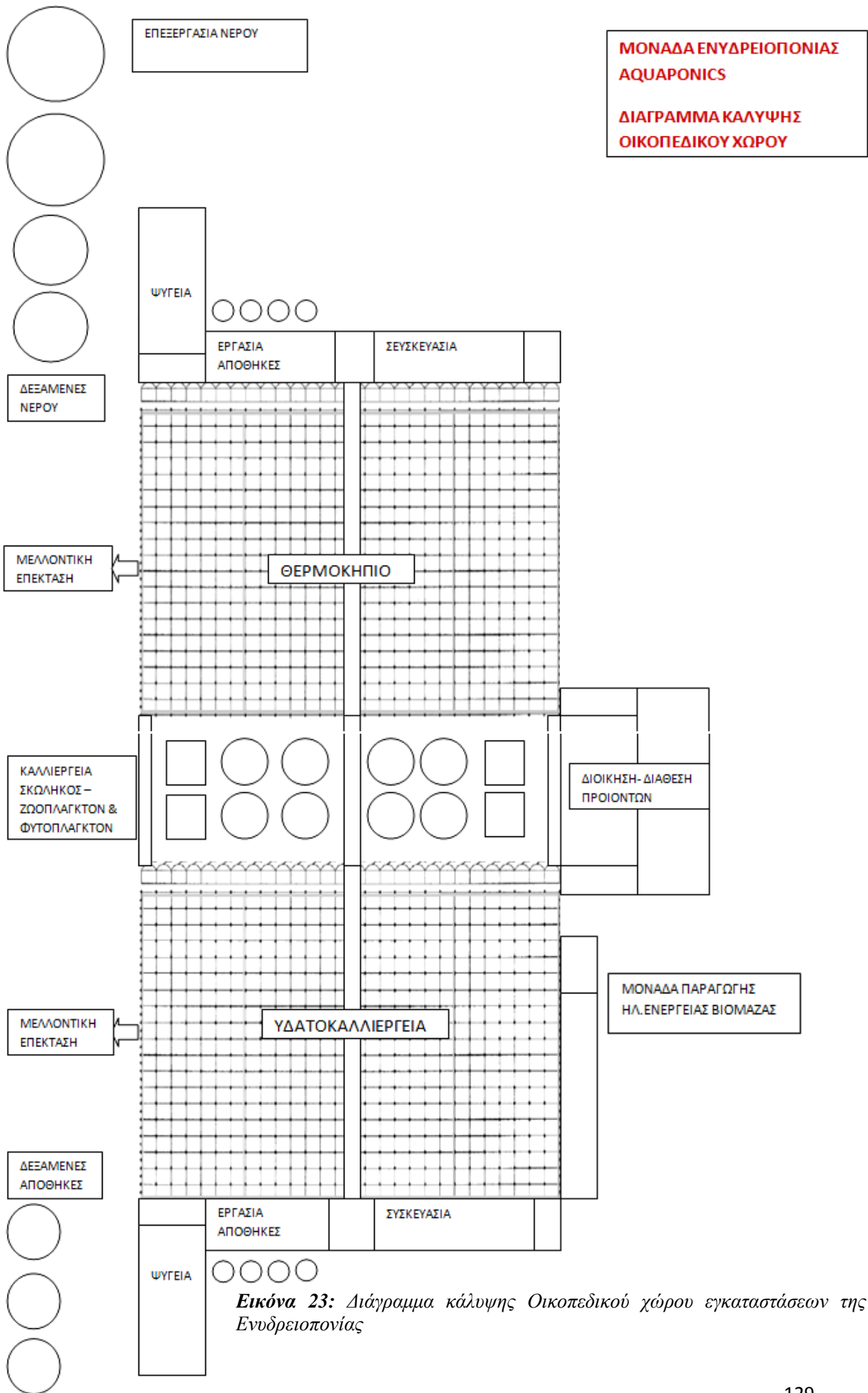
3.2.2 Περιγραφή προτεινόμενου έργου Ενυδρειοπονίας- Aquaponics

Για την εγκατάσταση του έργου θα χρησιμοποιηθεί αγροτεμάχιο 200 στρεμμάτων. Το έργο θα αποτελείται από δύο τμήματα, δηλαδή δύο θερμοκήπια, όπου το ένα θα στεγάσει το υδροπονικό σύστημα παραγωγής και το άλλο θα στεγάσει το σύστημα υδατοκαλλιέργειας.

Επίσης πλησίον των μονάδων θα τοποθετηθούν το τμήμα παραγωγής σκουληκιών για τροφή των γαρίδων και των ψαριών της υδατοκαλλιέργειας, το τμήμα παραγωγής φυτοπλαγκτόν για τροφή των ψαριών και γαρίδων, το φυτώριο, ο χώρος έρευνας και πειραματισμών και ο χώρος εκπαίδευσης. Επίσης θα δημιουργηθούν ειδικοί χώροι υποστήριξης της μονάδας (γραφεία διοίκησης, αποθήκες, χώροι προετοιμασίας διάθεσης των προϊόντων, συσκευασίας κλπ), δεξαμενές νερού στον εξωτερικό χώρο, δεξαμενές συλλογής βρόχινου νερού, χώροι επεξεργασίας του νερού, αντλιοστάσιο, γεώτρηση και Μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Τα προϊόντα παραγωγής θα είναι φυλλώδη λαχανικά και αρωματικά φυτά σε ένα συμβιωτικό σύστημα ενυδρειοπονίας όπου θα καλλιεργούνται επίσης ψάρια, όπως ιριδίτσουσες πέστροφες (*Oncorhynchus mykiss*) αλλά και γαρίδες γλυκού νερού, όπως *M. Rosebergii*.

Τα προϊόντα θα είναι απολύτως βιοασφαλή, βιολογικά, γευστικά και υψηλής διατροφικής αξίας.

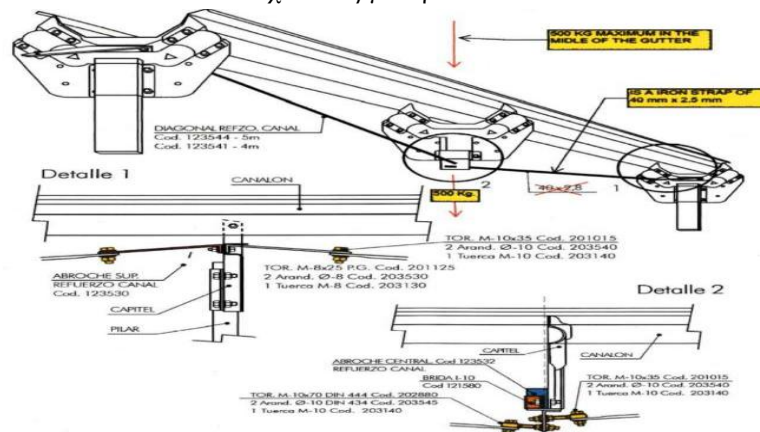


Εικόνα 23: Διάγραμμα κάλυψης Οικοπεδικού χώρου εγκαταστάσεων της Μονάδας Ενυδρείοπονίας

Οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις τηρούν όλες τις αντίστοιχες προδιαγραφές της Ε.Ε. για τις μεταλλικές κατασκευές και φέρει επίσης σχετική έγκριση τύπου από το Υπουργείο Ανάπτυξης.



Εικόνα 24: Κατασκευαστικά στοιχεία Θερμοκηπίου



Η αντοχή της όλης κατασκευής έχει υπολογιστεί σύμφωνα με τις προτάσεις του Τμήματος Μηχανικής των κατασκευών του Πανεπιστημίου της Βαλένθια. Η μέθοδος αυτή είναι σύμφωνη με τον βασικό κανόνα των κτιρίων NBA-EA-95, "ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ", κεφάλαιο III, «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟ ΜΕΤΑΛΛΟ».

Παράλληλα έχει εφαρμοστεί η UNE -76.208/92, για Μεταλλικές Κατασκευές Θερμοκηπίων Πλαστικής Κάλυψης. Επίσης έχουν τηρηθεί οι υποδείξεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Κατασκευή των Θερμοκηπίων σύμφωνα με τον κανονισμό EN 13031-1 - Δεκέμβριος 2001.

Έχουν επίσης εφαρμοστεί οι συστάσεις της Ευρωπαϊκής Σύμβασης των Μεταλλικών Κατασκευών για την επίδραση της έντασης του ανέμου επάνω στις κατασκευές από ασάλι.

3.2.2.1 Προδιαγραφές θερμοκηπίου

- i. **Φορτία:** Χιόνι ή χαλάζι: Αντοχή 25 κιλά/ τμ στο σύνολο.
- ii. **Ένταση ανέμου:** Αντοχή: 130 χιλ./ώρα, υπό τις συνθήκες ότι όλα τα παράθυρα είναι κλειστά όταν η ένταση του ανέμου ξεπερνά τα 50 χιλ./ώρα.
- iii. **Κάλυψη οροφής:** Διάφανο φιλμ πολυαιθυλενίου (PE) υψηλής διαπερατότητας τριών (3) στρώσεων.



Εικόνα 25: Κάλυψη οροφής θερμοκηπίου – διάφανο φιλμ (PE) υψηλής διαπερατότητας τριών 3 στρώσεων

Το φιλμ κατασκευάζεται από ειδικά πολυμερή, υψηλής αντοχής, που εξασφαλίζουν αντοχή στους ισχυρούς ανέμους αλλά και οικονομία γιατί παράγεται σε μικρότερο πάχος από τα συνηθισμένα φιλμ πολυαιθυλενίου. Οι 3 στρώσεις θερμικού φιλμ, με ειδικά πρόσθετα για την υπέρυθη ακτινοβολία, εξασφαλίζουν μειωμένη απώλεια θερμότητας κατά την διάρκεια της νύχτας.

- iv. **Πλευρική Κάλυψη:** Πολυκαρβονικά (polycarbonate) φύλλα διάφανα ειδικού προφίλ για θερμοκήπια .



Εικόνα 26: Πλευρική Κάλυψη Θερμοκηπίου με πολυκαρβονικά (polycarbonate) φύλλα διάφανα ειδικού προφίλ

Τα πολυκαρβονικά φύλλα (PC) είναι το πιο διαδεδομένο σκληρό πλαστικό κάλυψης και αυτό γιατί έχει τη μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από όλα τα άλλα υλικά και διατηρεί της ιδιότητές του αναλλοίωτες για τουλάχιστον 10 χρόνια. Είναι

αδιαπέραστο στην υπεριώδη αλλά και στη θερμική ακτινοβολία. Έχει διαφάνεια γύρω στο 90%, πολύ μεγάλη ευλυγισία και καίγεται πάρα πολύ δύσκολα (κλάση M1). Χρησιμοποιείται πολύ σε περιοχές με συχνά φαινόμενα χαλαζόπτωσης. Διατίθεται σε φύλλα κυματοειδούς μορφής με ημικυκλικό κύμα για μεγαλύτερη αντοχή και ασφάλεια κατά την εγκατάσταση.

Έχει της αποδειχθεί ότι είναι πολύ ανθεκτικό σε αντίθεση με τα άλλα υλικά κάλυψης στη χρήση θείου που συχνά γίνεται μέσα στα θερμοκήπια.

- v. **Πόρτες:** Θα κατασκευαστούν τέσσερις (4) μετωπικές δίφυλλες 2,4 x 3 μ. για την σύνδεση του θερμοκηπίου με τον χώρο εργασίας.
- vi. **Αερισμός μονάδας:** Θα τοποθετηθούν παράθυρα μισής οροφής 1/2, καθ'όλο το μήκος του θερμοκηπίου.
- vii. **Εντομοπροστασία:** Δίχτυα εντομοπροστασίας **θα τοποθετηθούν στα παράθυρα** για την καλύτερη προστασία της καλλιέργειας από τα έντομα.



Εικόνα 27: Σύστημα Θερμοκουρτίνας του Θερμοκηπίου

- viii. **Σύστημα Θερμοκουρτίνας:** Η εγκατάσταση συστήματος θερμοκουρτίνας αποτελεί την μοναδική, ευκολότερη και πιο οικονομική λύση για την εξοικονόμηση ενέργειας στο θερμοκήπιο. Η κουρτίνα τοποθετείται στο ύψος της υδρορροής του θερμοκηπίου και απλώνει ή μαζεύει (με την χρήση αυτοματισμού) ανάλογα με τις ανάγκες σκίασης της καλλιέργειας. Το σύστημα μηχανισμών - θερμοκουρτίνας είναι ικανό να προσφέρει σκίαση στο θερμοκήπιο καθώς και σωστό έλεγχο φωτισμού των φυτών.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος θερμοκουρτίνας :

Κατά τους χειμερινούς μήνες

1. Εξοικονόμηση καυσίμων θέρμανσης θερμοκηπίου, λόγω μείωσης χώρου θέρμανσης και ελάττωσης απωλειών θερμότητας.

2. Έλεγχος φωτισμού των φυτών (αποφυγή σοκ - εγκαυμάτων στα φυτά κατά την μετάβαση από περιόδους συννεφιάς σε περιόδους έντονης ηλιοφάνειας μέσα στον χειμώνα).
3. Μείωση συμπύκνωσης υδρατμών και αποφυγή σταξίματος πάνω στα φυτά (μείωση προβλημάτων από ανάπτυξη μυκήτων).

Κατά τους θερινούς μήνες

1. Έλεγχος φωτισμού των φυτών.
2. Μείωση της έντονης ηλιοφάνειας.
3. Δημιουργία δροσερότερου περιβάλλοντος κατά τις μεσημεριανές ώρες λόγω ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας από τις λωρίδες αλουμινίου.
4. Αύξηση της σχετικής υγρασίας.

Γενικά πλεονεκτήματα

1. Σε περιπτώσεις μερικής καταστροφής του υλικού κάλυψης του θερμοκηπίου από άνεμο ή χαλάζι, η κουρτίνα μπορεί να προστατέψει και να σώσει την καλλιέργεια από τον άνεμο ή την παγωνιά μέχρι να γίνει η επισκευή.
2. Γρήγορη και εύκολη εγκατάσταση.
3. Εγκατάσταση από εξειδικευμένο συνεργείο που εγγυάται την άριστη λειτουργία του συστήματος αλλά και την μέγιστη απόδοση όλων των υλικών.

ix. Περιγραφή Μεγέθους Υδροπονικής Μονάδας

Πίνακας 1: Περιγραφή μεγέθους Υδροπονικής Μονάδας

Πλάτος	224 μ
Μήκος	105 μ
Επιφάνεια τμήματος	5.880 τμ
Επιφάνεια θερμοκηπίου Τμήματα: 4	23.520 τμ
Καθαρή ωφέλιμη επιφάνεια καλλιέργειας	20.000 τμ
Φυτόριο	5.600 τμ
Χώρος πειραματισμών	5.600 τμ
1. ΣΥΝΟΛΟ υδροπονικής μονάδας	34.720 τμ

- x. **Σύστημα υδροπονικής καλλιέργειας:** Σύστημα επίπλευσης (floating system) προηγμένης τεχνολογίας, όπου χρησιμοποιεί ειδικό πρόγραμμα (συνδεδεμένο με Η/Υ) για τον έλεγχο κάθε είδους καλλιέργειας.

Αποτελεί την ιδανική λύση για τα κλειστά συστήματα υδροπονίας. Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει και με διαλυτά στερεά λιπάσματα και με υγρά λιπάσματα. Είναι σχεδιασμένο για μεσαίου και μεγάλου μεγέθους καλλιέργειες.

Η χρήση αξιόπιστων αισθητηρίων pH και EC, η μεγάλη υπολογιστική ικανότητα των προγραμμάτων του, καθώς και ο τεχνικός σχεδιασμός του, καθιστούν το προτεινόμενο σύστημα απόλυτα ακριβές.

Στόχος της προτεινόμενης τεχνολογίας είναι: Να διευκολύνει διαφορετικά είδη καλλιέργειας. Να ελέγχει την ροή του νερού, την καθαρότητα και την περιεκτικότητα σε οξυγόνο. Να διατηρεί τη θρεπτική σύσταση του διαλύματος στα επιθυμητά επίπεδα. Να είναι εύκολο στην λειτουργία και στην συντήρηση.

xi. Περιγραφή υλικών και συστημάτων θερμοκηπίου

Για το σύστημα επίπλευσης θα κατασκευαστούν ειδικά διαμορφωμένες δεξαμενές με πλάτος και μήκος ανάλογα με την προτεινόμενη τεχνολογία για λειτουργικότητα και για μεγαλύτερη ωφέλιμη καθαρή κάλυψη καλλιέργειας του θερμοκηπίου.

Οι δεξαμενές αυτές θα κατασκευαστούν με θερμοκηπιακά υλικά (κοιλοδοκούς, τειγίδες κλιπ, κ.τ.λ.) και με Liner πάχους 500 μm ειδικό για κατασκευή

λιμνοδεξαμενών. Στο χώμα θα τοποθετηθεί πλαστικό εδαφοκάλυψης για την προστασία του Liner.

Η καλλιέργεια θα γίνεται σε πλάκες Styrofoam διαστάσεων 1 τμ οι οποίες θα έχουν θέσεις για 24 φυτά.



Εικόνα 28: Περιγραφή υλικών και συστημάτων θερμοκηπίου

Επίσης θα τοποθετηθούν:

Σύστημα αντλίας - συλλέκτη δεξαμενής για ανακύκλωση - ανανέωση θρεπτικού διαλύματος, το οποίο θα ανακυκλώνει συνεχώς το θρεπτικό διάλυμα ώστε να μην παραμένει στάσιμο και θα το ανανεώνει όταν οι συνθήκες το απαιτούν.

Σύστημα παροχής αέρα στις δεξαμενές για την παροχή οξυγόνου στο διάλυμα. Σε κάθε δεξαμενή θα τοποθετηθούν διάτρητες σωλήνες PVC οι οποίες θα τροφοδοτούν με ατμοσφαιρικό αέρα το θρεπτικό διάλυμα. Για την τροφοδοσία με αέρα θα χρησιμοποιηθούν μοτέρ ανάδευσης.

Κεντρικό σύστημα άρδευσης - απορροής έτοιμου θρεπτικού διαλύματος για την πλήρωση και ανανέωση των δεξαμενών. Αυτό το σύστημα είναι υποστηρικτικό

για τις περιπτώσεις όπου διαπιστώνεται έλλειψη σε κάποιο μάκρο- ή μικρο- θρεπτικό στοιχείο.



Εικόνα 29: Σύστημα Δροσίμου- Ανεμιστήρες δροσίμου

Όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του συστήματος θα φέρουν όλα τα απαραίτητα πιστοποιητικά CE, ISO, EN κλπ.

Σύστημα Δροσίμου: Ανεμιστήρες δροσίμου. Θέση

τοποθέτησης πλευρικά. Επίσης θα χρησιμοποιηθεί το σύστημα FOG υψηλής πίεσης, ιδανικό για μεγάλο αριθμό καλλιεργειών. Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα είναι από τους πιο κρίσιμους κλιματικούς παράγοντες που επηρεάζουν την σωστή ανάπτυξη. Για να διατηρηθούν οι παραπάνω κλιματικοί παράγοντες (θερμοκρασία, υγρασία) στα επιθυμητά επίπεδα, μέσα στο θερμοκήπιο, θα αναπτυχθεί το FOG SYSTEM το οποίο είναι ένα σύγχρονο σύστημα δροσίμου με ταυτόχρονη αύξηση της σχετικής υγρασίας. Η αρχή λειτουργίας του στηρίζεται στον ψεκασμό του νερού σε πολύ μικρές σταγόνες (μορφή ομίχλης), οι οποίες λόγω του πολύ μικρού μεγέθους τους δεν βρέχουν τα φύλλα των φυτών (ξηρή ομίχλη) και αιωρούνται στον αέρα του θερμοκηπίου για περισσότερο χρόνο με αποτέλεσμα να εξατμίζονται εύκολα απορροφώντας θερμότητα. Για να επιτευχθεί όλη αυτή η διαδικασία το μέγεθος, η μάζα αλλά και το βάρος των σωματιδίων του νερού θα πρέπει να μειωθεί τόσο που να έχουν μορφή σαν «σπρέι». Τα σωματίδια του νερού θα πρέπει να διασκορπίζονται ομοιόμορφα και με την μεγαλύτερη πυκνότητα έτσι ώστε να καλύπτουν όλο τον χώρο του θερμοκηπίου. Σε μετρήσεις που έγιναν σε θερμοκήπια διαπιστώθηκε ότι χρησιμοποιώντας το FOG SYSTEM η θερμοκρασία μπορεί να μειωθεί μέχρι 10 °C, με ταυτόχρονη αύξηση της σχετικής υγρασίας σε επιθυμητά επίπεδα (65-85%). Τα οφέλη από την χρήση του FOG SYSTEM μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Μείωση της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο.
- Αύξηση της σχετικής υγρασίας σε επιθυμητά επίπεδα (έως 100%).
- Εξισορρόπηση της θερμοκρασίας σε όλο το χώρο του θερμοκηπίου, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες.
- Ύγρανση και δροσίμος από την ίδια μονάδα.
- Μέγεθος σταγόνων 10 μικρά (ομίχλη), οι οποίες παραμένουν στον αέρα του θερμοκηπίου χωρίς να πέφτουν πάνω στα φυτά.

- Μικρή κατανάλωση νερού.
- Δεν υποβαθμίζεται η ποιότητα του φυλλώματος.
- Ιδανικό για καλλιέργειες με μεγάλη πυκνότητα φύτευσης.
- Αύξηση της παραγωγής λόγω καλύτερου ελέγχου του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου.
- Ευνοεί την γρήγορη ανάπτυξη των φυτών.
- Παρόλο που έχουμε αύξηση της σχετικής υγρασίας, δεν παρατηρείται ανάπτυξη ασθενειών που οφείλονται στην υπερβολική διαβροχή των φύλλων.
- Ομοιομορφία στο αποτέλεσμα
- Γρήγορη και εύκολη εγκατάσταση.

Το FOG SYSTEM είναι ιδανικό για την ανάπτυξη φυτών ευαίσθητων στις ασθένειες που έχουν όμως μεγάλη ανάγκη σε υψηλά ποσοστά υγρασίας. Στο θερμοκήπιο θα τοποθετηθούν τέσσερα αυτόνομα συστήματα fog υψηλής πίεσης. Περιλαμβάνονται καλώδια ελέγχου λειτουργίας και θερμοστάτης με προδιαγραφές για λειτουργία σε υγρούς χώρους.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας και υγρασίας στο θερμοκήπιο θα πραγματοποιείται αυτόματα μέσω των ειδικών αισθητήρων, διατηρώντας τις επιθυμητές συνθήκες περιβάλλοντος του χώρου.

Εντομοστεγής διάδρομος για την προστασία του θερμοκηπίου από έντομα στην πλευρά των πάνελ.

Πλευρικά παράθυρα: Η λειτουργία του δροσισμού θα είναι αυτόματη και θα ανοίγουν όταν υπάρχει ανάγκη δροσισμού και θα κλείνει όταν συνθήκες περιβάλλοντος αποκτήσουν ξανά τα επιθυμητά επίπεδα.

Μεταλλικές δεξαμενές νερού – διαλυμάτων: Θα χρησιμοποιηθούν μεταλλικές δεξαμενές για την αποθήκευση νερού και θρεπτικών διαλυμάτων.

Οι δεξαμενές κατασκευάζονται από καμπυλωτά, κυματοειδούς διατομής, χαλύβδινα ελάσματα. Αυτά είναι γαλβανισμένα εν θερμώ για μεγάλη διάρκεια ζωής.

Σύστημα απολύμανσης νερού με εφαρμογή UV ακτινοβολίας

Στις θερμοκηπιακές μονάδες με συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας κλειστού τύπου κρίνεται απαραίτητη η εγκατάσταση ενός συστήματος το οποίο θα απαλλάσσει το ανακυκλούμενο νερό του θρεπτικού διαλύματος από παθογόνους μικροοργανισμούς πριν αυτό εισέλθει εκ νέου στην καλλιέργεια. Με αυτό τον τρόπο ελαχιστοποιείται ο πιθανός κίνδυνος ανάπτυξης και μετάδοσης ασθενειών (μύκητες, ιοί, βακτήρια, νηματώδεις, κλπ.) στο εσωτερικό της θερμοκηπιακής μονάδας.

Για τον σκοπό αυτό, ως πλέον μια αποτελεσματική τεχνολογία θεωρείται αυτή της UV (Ultra Violet -Υπεριώδης) ακτινοβολίας, αφού η δραστική ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει θανάτωση έως του 99,99% των μικροοργανισμών.

Το κύριο μειονέκτημα του συστήματος είναι το υψηλό του κόστος, ωστόσο λόγω ότι πρόκειται για μια επένδυση μεγέθους, υψηλή σε κόστος, κρίνεται σκόπιμη η χρήση του συστήματος, καθώς είναι πιο ευέλικτο στην εφαρμογή και μπορεί να εγγυηθεί υψηλά ποσοστά επιτυχίας.

3.2.2.2 Περιγραφή μονάδας υδατοκαλλιέργειας υπό κάλυψη (θερμοκήπιο)

i. Σύστημα υδατοκαλλιέργειας

Η υδατοκαλλιέργεια θα αποτελείται από 4 αυτόνομα κλειστά συστήματα - μονάδες (modules) υδατοκαλλιέργειας / RAS recirculating aquaculture system. Κάθε μονάδα (module) περιλαμβάνει 24 δεξαμενές εκτροφής ψαριών ή γαρίδων. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει συνολικά 4 modules των 24 Δεξαμενών, δηλαδή 96 δεξαμενές εκτροφής (24X4). Σε όλες τις δεξαμενές υπάρχει σύστημα θέρμανσης του νερού, σύστημα φιλτραρίσματος του νερού, σύστημα οξυγόνωσης του νερού, συμπληρωματικής ή συνεχούς παροχής αέρα, καθώς επίσης αντλίες και σωληνώσεις παροχής και αποχέτευσης του νερού.



Εικόνα 30: Σύστημα υδατοκαλλιέργειας

Το σύστημα αποτελείται συνολικά από 96 αυτόνομες RAS δεξαμενές εκτροφής, διαστάσεων 27X9X1,2 μ= 291,6 M3 από 24 δεξαμενές καθαρισμού, ένα τμήμα σταθεροποίησης για την ανάπτυξη των γόνων, ένα τμήμα εκκόλαψης για την παραγωγή γόνου από αυγά, το χώρο ελέγχου, το εργαστήριο, τον χώρο αποθήκευσης και διατήρησης. Το συνολικό εμβαδόν του χώρου που θα

στεγάσει την υδατοκαλλιέργεια έχει συνολικό εμβαδόν 60 τμ.

Η κάλυψη της υδατοκαλλιέργειας έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το θερμοκήπιο. Η υδατοκαλλιέργεια λειτουργεί συμβιωτικά με την υδροπονική μονάδα ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα Ενυδρειοπονίας Aquaponics.

ii. Μονάδα παραγωγής γόνου γαρίδας: Αποτελείται από μικρά συστήματα



Εικόνα31:Σύστημα υδατοκαλλιέργειας

από 1.000 -4.500 λίτρων, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη 2.000-10.000 προνυμφών (post larvae prawns) σε μέγεθος νεανικών ατόμων γαρίδων. Η πυκνότητα των γόνων θα είναι σταθερή και δεν θα υπερβαίνει τις 20 γαρίδες/30 τ.εκ.

Οι δεξαμενές εκκόλαψης θα είναι πλαστικές ή πολυεστερικές και ελαφρώς κωνικής βάσης με διπλό πυθμένα (ατομικό βιολογικό φίλτρο). Η αλατότητα του νερού των δεξαμενών εκκόλαψης θα είναι 12-13% και η θερμοκρασία 28-30°C.

Οι χώροι αναπαραγωγής και ανάπτυξης προνυμφικών σταδίων θα είναι οπλισμένου σκυροδέματος, μικρών σχετικά διαστάσεων (2 x 2 x 1,5 μ), 6 κ.μ. οι οποίες θα είναι τοποθετημένες στον στεγασμένο χώρο της μονάδας.

Το νερό δεν ανανεώνεται, αλλά ανακυκλώνεται κατά τη διάρκεια της εκτροφής. Σε περίπτωση που χρειασθεί να καθαρισθούν τα τοιχώματα των δεξαμενών, επιβάλλεται η αλλαγή ενός μεγάλου μέρους του νερού.

Ο αερισμός ή η οξυγόνωση του νερού εκτροφής θα πραγματοποιείται με τη χρήση αεροσυμπιεστών ή αεραντλιών από τις οποίες ο αέρας, με μεταλλικές ή πλαστικές σωληνώσεις, θα διοχετεύεται στο νερό.

Σε περίπτωση που θα απαιτηθεί, θα χρησιμοποιηθούν προπέλες (έλικες) με μακρύ άξονα των οποίων ο κινητήρας θα τοποθετηθεί έξω από το νερό με σκοπό να επιτευχθεί μια, μικρής ταχύτητας, κίνηση του νερού εκτροφής. Η αργή αυτή κίνηση του νερού θα βοηθά στην επίτευξη ομοιογένειας κυρίως από την άποψη της περιεκτικότητάς του σε οξυγόνο.

Το νερό που θα χρησιμοποιείται για την ανάθρεψη των νεαρών ατόμων των γαρίδων θα είναι για πολλούς λόγους πολύ καθαρό. Ο σημαντικότερος από τους λόγους αυτούς είναι να αποφευχθεί κάθε δυνατότητα μεταφοράς στους χώρους ανάθρεψης, προθυμίων σταδίων και αβγών, διάφορων αιωρούμενων σωματιδίων και παθογόνων μικρο-οργανισμών. Η επίτευξη του καθαρού νερού θα πραγματοποιείται με τη χρήση κατάλληλων φίλτρων.

iii. Περιγραφή μεγέθους μονάδος υδατοκαλλιέργειας και συνολικό μέγεθος εκμετάλλευσης

Πίνακας 2: Περιγραφή μεγέθους Μονάδας Υδατοκαλλιέργειας και συνολικό μέγεθος εκμετάλλευσης

Εμβαδόν υδατοκαλλιέργειας κάθε τμήματος	10.500 τμ
Εμβαδόν χώρων εκκόλαψης, συσκευασίας, τυποποίησης, αποθήκευσης, ψυγείων κλπ	4.500 τμ
Συνολικό εμβαδόν εκτροφής 1 Μονάδα (module)	15.000 τμ
Καθαρή ωφέλιμη επιφάνεια Υδατοκαλλιέργειας 4 τμήματα	42.000 τμ
Χώροι εκκόλαψης ,συσκευασίας, τυποποίησης, αποθήκευσης, ψυγείων κλπ	18.000 τμ
2. ΣΥΝΟΛΟ μονάδας υδατοκαλλιέργειας 4 modules	60.000 τμ
ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΝΥΔΡΕΙΟΠΟΝΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	
1. ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	34.720 τμ
2. ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	60.000 τμ
ΣΥΝΟΛΟ μονάδας Ενυδρειακαλλιέργειας (1+2)	94.720 τμ

3.3 Παραγόμενα είδη

Η επιλογή των ειδών έγινε βάσει των εξής κριτηρίων:

1. Να μπορούν να προσαρμοστούν εύκολα στις συνθήκες του ενυδρειαπονικού συστήματος.
2. Να παρουσιάζουν υψηλή παραγωγικότητα
3. Να παρουσιάζουν υψηλή ζήτηση στην αγορά
4. Η παραγωγή τους να είναι βιώσιμη οικονομικά

Για την παρούσα μελέτη έχουν επιλεγθεί τα εξής είδη: α) μαρούλι - *Lactuca sativa*, β) βασιλικός- *O. basilicum* γ) πέστροφα - *Oncorhynchus mykiss* δ) γαρίδες - *Macrobrachium Rosenbergii*.

3.3.1 Πέστροφα

Βιολογία

Η ιριδιζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*), η οποία έχει ονομαστεί έτσι λόγω των πολλών ιριδιζουσών κηλίδων στο δέρμα της, είναι ένα από τα κύρια είδη που εκτρέφονται σε γλυκό νερό. Ψάρι ενδημικό των αμερικανικών ακτών του Ειρηνικού, μεταφέρθηκε στην Ευρώπη στα τέλη του 19ου αιώνα και σήμερα εκτρέφεται σχεδόν σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες.

Η ιριδιζουσα πέστροφα είναι ανθεκτικό ψάρι. Παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε μια μεγάλη ποικιλία περιβαλλόντων και τρόπων διαχείρισης. Η βέλτιστη θερμοκρασία νερού για την εκτροφή της είναι θερμοκρασία κατώτερη των 21°C. Ιδανική θερμοκρασία είναι 15°C, επιτυγχάνοντας σύντομο κύκλο ανάπτυξης και ωρίμανσης. Υπό κανονικές συνθήκες, η πέστροφα συνήθως ωριμάζει σε 3-4 έτη. Είναι σαρκοφάγο ψάρι και χρειάζεται διατροφή πλούσια σε πρωτεΐνες. Στο σωστό περιβάλλον, μία πέστροφα μπορεί να φτάσει τα 350 γραμμάρια σε 10 έως 12 μήνες και τα 3 κιλά σε δύο έτη.

Εκτροφή

Οι γόννοι πέστροφας εκτρέφονται σε στρογγυλές δεξαμενές από υαλοβάμβακα ή σκυρόδεμα στις οποίες υπάρχει τακτικό ρεύμα και ομοιόμορφη κατανομή των γόννων.

Οι γόννοι εκκολάπτονται με λεκιθικό σάκο που περιέχει την τροφή που χρειάζονται για την αρχική ανάπτυξή τους. Μόλις απορροφηθεί ο σάκος, τα ιχθύδια κολυμπούν προς την επιφάνεια προς αναζήτηση τροφής και αρχίζουν να ρυθμίζουν την πλευστότητά τους. Τρέφονται με μικρές νιφάδες (ιδιοσκευάσματα ζωοτροφής) που περιέχουν πρωτεΐνες, βιταμίνες και έλαια. Η χορήγηση τροφής δια χειρός προτιμάται κατά τα πρώτα στάδια της εκτροφής ώστε να αποφευχθεί ο υπερσιτισμός. Τα ιχθύδια σιτίζονται στη συνέχεια με μικρούς σβώλους έως ότου να φτάσουν τα 50 γραμμάρια σε βάρος και τα 8 έως 10 εκατοστά σε μήκος.

Στο σημείο αυτό τα νεαρά ψάρια μεταφέρονται σε μονάδες πάχυνσης, είτε σε πλωτούς κλωβούς σε λίμνες είτε, συχνότερα, σε δεξαμενές τοποθετημένες μέσα σε ποτάμια. Οι δεξαμενές αυτές που έχουν γενικά ορθογώνιο σχήμα και κατασκευάζονται από σκυρόδεμα λειτουργούν βάσει δύο τεχνικών: α) συνεχούς ροής, ενός ανοικτού συστήματος μέσω του οποίου το νερό του ποταμού εισέρχεται στις μονάδες δια μέσου ενός διαδρόμου, β) επανακυκλοφορίας, ενός κλειστού συστήματος

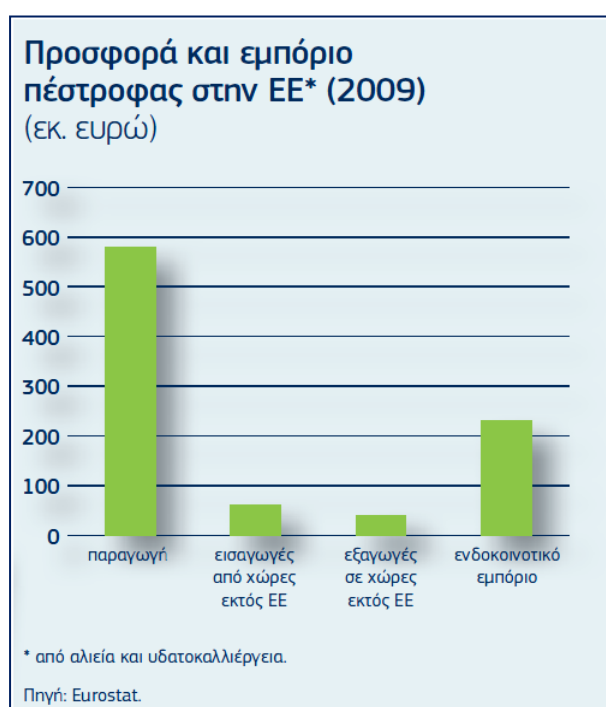
που συνίσταται στην κυκλοφορία νερού στις δεξαμενές και στην ανακύκλωσή του ή ενός συστήματος μερικής ανακυκλοφορίας.

Το πλεονέκτημα της ανακυκλοφορίας είναι ότι η θερμοκρασία του νερού δύναται να ελέγχεται κατά τη διάρκεια όλου του έτους, οπότε τα υγρά απόβλητα που εκρέουν στο περιβάλλον είναι πολύ περιορισμένα.

Παραγωγή και εμπόριο

Το 2009, οι κύριοι παραγωγοί παγκοσμίως ήταν η ΕΕ, η Χιλή, η Νορβηγία, η Τουρκία και το Ιράν. Σήμερα, περίπου το σύνολο των ιριδιζουσών πέστροφων στην αγορά της ΕΕ προέρχεται από υδατοκαλλιέργεια. Το μεγαλύτερο μέρος της προσφοράς πέστροφας στην ΕΕ παράγεται τοπικά. Οι κύριες παραγωγί χώρες στην ΕΕ είναι η Ιταλία, η Γαλλία, η Δανία, η Γερμανία και η Ισπανία. Οι εισαγωγές προέρχονται κυρίως από την Τουρκία (πέστροφα μεγέθους μερίδας του γλυκού νερού) και τη Νορβηγία (μεγάλες θαλάσσιες πέστροφες για φιλέτα), ενώ οι κύριοι εισαγωγείς είναι η Γερμανία και η Σουηδία.

Η ΕΕ εξάγει κυρίως πέστροφες στη Ρωσία και την Ελβετία, ιδίως από τη Δανία. Το εμπόριο εντός της ΕΕ είναι σημαντικό και ισούται με το ήμισυ της συνολικής αξίας της προσφοράς της ΕΕ. Μεταξύ των κρατών μελών, η Πολωνία, η Δανία και η Σουηδία πραγματοποιούν τις περισσότερες εξαγωγές, ενώ η Γερμανία και η Φινλανδία τις περισσότερες εισαγωγές.



Στην Ελλάδα η υδατοκαλλιέργεια ξεκίνησε τη δεκαετία του 60'. Σήμερα λειτουργούν περίπου 100 μονάδες εκτροφής, όπου οι μισές βρίσκονται στην Ήπειρο, ενώ το 25% περίπου στην Μακεδονία. Σχεδόν όλες αυτές οι μονάδες, εκμεταλλεύονται δημόσιες εκτάσεις με λίμνες και ποτάμια για να εγκαταστήσουν την μονάδα εκτροφής και παραγωγής. Η ετήσια δηλούμενη παραγόμενη ποσότητα στην Ελλάδα (στοιχεία

Διάγραμμα 7: Προσφορά και εμπόριο πέστροφας στην ΕΕ(2009)

2007) είναι 3.000, ενώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι η συνολική κοινοτική προσφερόμενη ποσότητα, με στοιχεία της τελευταίας δεκαετίας είναι 220.000.

Εικόνα 33:Θρεπτική αξία πέστροφας ανά 100g

Παρουσίαση στην αγορά

Η ιριδίζουσα πέστροφα είναι διαθέσιμη στις ευρωπαϊκές αγορές κατά τη διάρκεια του έτους. Τα αλιεύματα βάρους έως 400 γραμμάρια είναι διαθέσιμα με λευκή ή ροζ σάρκα, ολόκληρα ή σε φιλέτο, νωπά ή καπνιστά. Εάν εκτρέφονται για μεγαλύτερο διάστημα και φτάνουν σε βάρος το 1,5 κίλο, οι ιριδίζουσες πέστροφες πωλούνται, όπως και ο σολομός, νωπές (φιλεταρισμένες ή ως ψαροκροκέτες) ή καπνιστές (σε φέτες). Στη δεύτερη περίπτωση, τα ψάρια υποβάλλονται σε ψυχρή κάπνιση αλλά και σε θερμή κάπνιση, ιδίως στην περίπτωση της πέστροφας του γλυκού νερού σε μέγεθος μερίδας. Τα αλατισμένα αυγά πέστροφας καταναλώνονται επίσης, ιδίως στη Βόρεια Ευρώπη.

Θρεπτική αξία ανά 100 g (μέγεθος μερίδας -μέσος όρος)

Θερμίδες: 107 Kcal
Πρωτεΐνες: 20 g
Σελήνιο: 10 µg
Βιταμίνη D: 7 µg
EPA: 219 mg
DHA: 496 mg



Εικόνα 32: Ιριδίζουσα πέστροφα
Oncorhynchus mykiss

Παραγωγή

Σε ιδανικές συνθήκες η ποσότητα που μπορεί να παραχθεί ανά κυβικό μέτρο είναι 60 Kg/m³, ενώ ο αριθμός των ιχθύων είναι μεταξύ 25-50 ψάρια. Επίσης είναι δυνατόν ο χρόνος πλήρους ανάπτυξης να συμπιεστεί εντός των έξι μηνών περίπου. Η δυναμικότητα αυτή ισχύει σε ιδανικές συνθήκες περιβάλλοντος ανάπτυξης και διατροφής (Brown et al.,1974).

Το σύστημα δεξαμενών που θα χρησιμοποιηθεί αποτελείται από επιμέρους τμήματα χωρητικότητας 291 κυβικών μέτρων όπου η δυναμική του είναι κατά μέσο όρο 50 Kg/m³. Αποτέλεσμα, κάθε δεξαμενή του συστήματος έχει την δυνατότητα παραγωγής από 14,58 έως 29,16 τόνους ετησίως. Κάθε σύστημα δεξαμενών αποτελείται από 24 δεξαμενές. Η υδατοκαλλιέργεια θα πραγματοποιείται με κυκλικό τρόπο. Συνεπώς η ετήσια δυναμικότητα ενός συστήματος είναι 102,06 τόνοι για το πρώτο έτος και 189,54 τόνοι για κάθε επόμενο έτος.

3.3.2 Γαρίδες γλυκού νερού-*freshwater prawns*

Βιολογία

Οι γαρίδες του γλυκού νερού που έχουν καλλιεργηθεί σε ευρεία κλίμακα, μέχρι τώρα, ανήκουν στο γένος *Macrobrachium* (Bate 1868), το μεγαλύτερο γένος της οικογένειας των παλαιμονιδών. Ο γίγαντας των γλυκών νερών, *Macrobrachium rosenbergii*, ήταν ένα από τα πρώτα είδη που έγινε επιστημονικά γνωστό, το πρώτο αναγνωρίσιμο είδος που απεικονίστηκε το 1705.

Τα είδη του γλυκού νερού, του γένους *Macrobrachium*, συναντώνται σε όλες τις τροπικές και υποτροπικές ζώνες του κόσμου. Βρίσκονται σε λίμνες, ποτάμια, βάλτους, αρδευτικά κανάλια, καθώς και σε περιοχές εκβολής ποταμών. Για παράδειγμα το είδος *M. Rosenbergii* προτιμά τα θολά νερά των λιμνών.

Όσον αφορά το μέγεθος της γαρίδας υπάρχει μια μεγάλη διακύμανση μεταξύ ειδών, όπως και ρυθμός ανάπτυξης. Τα είδη *M.Rosenbergii*, *M.Americanum*, *M. Carcinus*, *M.Malcolmsonii*, *M.choprai*, *M.Vollenhovenii* και *M.lar* είναι το μεγαλύτερο γνωστό είδος. Το είδος *M.Rosenbergii* είναι ενδημικό είδος της Νότιας και Νοτιοανατολικής Ασίας, καθώς και του βόρειου τμήματος της Ωκεανίας και των δυτικών νησιών του Ειρηνικού. Παρόλα αυτά πολλά από τα είδη *Macrobrachium* έχουν μεταφερθεί από το φυσικό τους περιβάλλον σε άλλα μέρη του κόσμου, αρχικά για ερευνητικούς σκοπούς. Σήμερα όμως, αποτελεί το είδος που χρησιμοποιείται περισσότερο για εμπορικούς σκοπούς και κατά συνέπεια είναι εκείνο το οποίο έχει εισαχθεί σε περισσότερες χώρες.

Η ανάπτυξη τους επηρεάζεται άμεσα από την θερμοκρασία. Συγκεκριμένα η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα παραμένει πάνω από 20°C, θα πρέπει να αποφεύγονται οι μεγάλες ημερήσιες διακυμάνσεις, ενώ η βέλτιστη θερμοκρασία είναι μεταξύ 25 και 31°C, με καλύτερα αποτελέσματα μεταξύ 28 και 31°C. Όμως οι γαρίδες *Macrobrachium Rosenbergii* είναι ανθεκτικές και μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα, αποτελώντας ένα προϊόν υψηλής αξίας. Επιβιώνουν ακόμη και σε θερμοκρασίες νερού μεταξύ 14° C και 41,5° C με μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας.

Καθώς είναι είδος παμφάγο θεωρείται ιδανικό για πολυκαλλιέργειες. Σε έρευνες σε πολυκαλλιέργειες τιλάπιας και *Macrobrachium Rosenbergii* δεν έχει διαπιστωθεί κάποια αλληλεπίδραση μεταξύ των ειδών (Brick and Stickey,1979). Ωστόσο αυτό δεν ισχύει για πολυκαλλιέργειες ομοίου είδους καθώς παρουσιάζουν ανταγωνισμό, όπως στο παράδειγμα συνδυασμών καβουριού και γαρίδας, όπου η ανάπτυξη της γαρίδας διέφερε σημαντικά σε σχέση με αυτή της μονοκαλλιέργειας (Malecha et al., 1981).

Έχουν διάρκεια ζωής 3 χρόνια, ενώ η παραγωγική διαδικασία σε εντατικά συστήματα καλλιέργειας διαρκεί 6 μήνες.

Η γαρίδα *Macrobrachium* περνά από έντεκα φάσεις πριν πάρει την τελική της μορφή, δηλαδή την μορφή της νεαρής γαρίδας, ενώ ο χρόνος μεταμόρφωσης είναι άμεσα συνδεδεμένος με την θερμοκρασία του νερού και την διαθέσιμη τροφή. Σε ιδανικές συνθήκες η διαδικασία διαρκεί 16-28 μέρες.

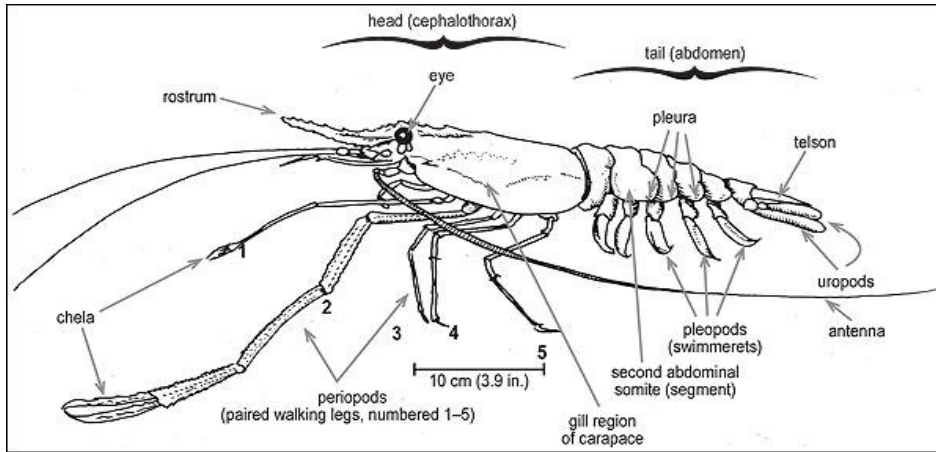
Η ανάπτυξη-ωρίμανση μπορεί να γίνει σε θολά στάσιμα νερά, ωστόσο η ανάπτυξη στο εμβρυικό στάδιο-προνύμφης πρέπει να λαμβάνει χώρα σε καθαρό νερό, πλούσιο σε οξυγόνο, με απουσία στερεών. Επίσης σημαντική είναι η πυκνότητα των ατόμων ανά κυβικό νερού καθώς παρουσιάζουν συμπτώματα κανιβαλισμού. Η πυκνότητα κυμαίνεται μεταξύ 35-65 γαρίδες/τμ. (Smith et al., 1976a), όπου στο άνω όριο η θνησιμότητα φτάνει το 30%. Η παραγωγή κυμαίνεται από 700-1200 κιλά ανά εκτάριο για περίοδο ανάπτυξης 5-6 μήνες.

Εκτροφή

Η εκτροφή των γαρίδων πραγματοποιείται είτε σε καθαρό νερό είτε σε ελαφρώς θολό (αλατότητα 2-3 ppt). Η τροφή που τους παρέχεται είναι οστρακοειδή, φρέσκα απόβλητα ψαριών ή συνθετικές τροφές. Σε εμπορικά συστήματα εκτροφής γαρίδας, για να μειωθεί το κόστος εκτροφής, χρησιμοποιούνται συνήθως συνδυασμοί ζωοτροφής, όπως αυτής για πουλερικά, κτηνοτροφική με υπολείμματα φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Ο συνδυασμός του μείγματος τροφής μπορεί να περιλαμβάνει επίσης ζωοπλαγκτόν ή φυτοπλαγκτόν.

Η συχνότητα καθώς και η περιεκτικότητα σε θρεπτικά διαμορφώνονται από το μέγεθος της βιομάζας και από το επίπεδο ανάπτυξης. Η αναλογία της τροφής-βιομάζας σε εμπορικές εκμεταλλεύσεις κυμαίνεται μεταξύ του 2:1 και του 4:1, για ρυθμό ανάπτυξης (μεγέθους) 1-2 cm/ μήνα. Η ιδανική τροφή είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και η συχνότητα είναι τουλάχιστο δύο φορές τη μέρα.

Εικόνα 34: Γαρίδα γλυκού νερού *Macrobrachium Rosenbergii*



Πίνακας 3 : Κόρια συστατικά που χρησιμοποιούνται είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό για την εκτροφή γαρίδας γλυκού νερού (Πηγή: FAO)

PLANT INGREDIENTS	ANIMAL INGREDIENTS	INGREDIENTS TO BE USED WITH CAUTION ¹⁰
Soybean meal	Fish meal	Shrimp processing wastes
Cottonseed meal	Shrimp shell meal	Prawn processing wastes
Groundnut meal	Mollusc flesh	Meat and bone meal
Coconut oil cake	Marine shrimp meal	Compounded chicken feeds
Sesame cake	Trash fish	Compounded piglet feeds and concentrates
Moist pressed brewers' grains	Squid meal	Ipil ipil (<i>Leucaena</i> sp.) meal
Brewers yeast	Meat meal	
Dry sugar cane yeast	Beef liver	
Distillers' dried grains	Silkworm pupae	
Broken rice	Silkworm litter	
Rice bran	Earthworms	
Corn (maize) meal		
Corn silage		
Wheat meal		
Wheat bran		
Wheat middlings		
Cassava/tapioca		
Fresh leaves		
Alfalfa		
Grass meal		
Orange flesh		
Peeled sweet potatoes		
Frozen peeled bananas		
Butternut squash		
Yellow squash		
Turnip greens		
Carrot tops		

Η τροφοδοσία σε νερό με σταθερή συνεχόμενη ροή, χρησιμοποιώντας κλειστό σύστημα υδατοκαλλιέργειας αποτελεί το ιδανικότερο ισορροπημένο σιτηρέσιο. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η συνεχής διαθεσιμότητα όλων των θρεπτικών συστατικών, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις παρεχόμενες ποσότητες καθώς η τροφή κατανέμεται ισόποσα σύμφωνα με τις ανάγκες των εκτρεφόμενων γαριδών.

Πίνακας 4: Σύνοψη των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων μιας ημερήσιας διατροφής του είδους *M. Rosenbergii*

Nutrients	Growth Stages				
	Broodstock	Juveniles (2nd - 4th month)	Adult (5th - 6th month)	Grow out	For all stages
Protein (%)	38-40	35-37	28-30	-	-
Carbohydrate (%)	-	-	-	-	25-35
Lipid, including phospholipids (%)	-	-	-	-	3-7
Cholesterol (%)	-	-	-	-	0.5-0.6
Vitamin C (mg/kg)	-	-	-	100	-
Calcium : Phosphorus	-	-	-	-	1.5-2:1
Zinc (mg/kg)	-	-	-	-	90
Energy (kcal/g feed)	3.7-4.0	-	-	-	2.9-3.2

Πηγή: Mitra et al.(2005)

Παρουσίαση στην αγορά

Η γαρίδα *M.Rosenbergii* είναι διαθέσιμη στις ευρωπαϊκές αγορές κατά τη διάρκεια του έτους. Λόγω του μεγάλου μεγέθους τους πωλούνται συσκευασμένες-κατεψυγμένες 6-7 γαρίδες, ή χύμα με το κιλό φρέσκες. Οι εισαγόμενες είναι συνήθως καθαρισμένες-ακέφαλες, καθώς λόγω της μορφολογίας της δεν μπορούν να τυποποιηθούν εύκολα. Φρέσκες πωλούνται είτε καθαρισμένες, είτε ολόκληρες ή σε φιλέτο.

Εφόσον επιλέγεται η πώλησή της ως φρέσκια, μεταφέρεται μέσα σε δεξαμενή, όπου είτε μεταφέρεται σε δεξαμενές-βιτρίνες των καταστημάτων-εστιατορίων, είτε μεταφέρεται σε ειδικά ψυγεία για να διατηρείται αναλλοίωτη.

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΓΑΡΙΔΑΣ ΑΝΑ 100 ΓΡ	
Θερμίδες	99
Πρωτεΐνες	21 γρ
Λιπαρά	2 γρ
Χοληστερίνη	195 χιλιοστόγραμμα
Βιταμίνη Α	66 μονάδες
Ασβέστιο	39 χιλιοστόγραμμα
Σίδηρος	3 χιλιοστόγραμμα



Εικόνα 35: Διατροφική αξία της γαρίδας

Ο τρίτος τρόπος διάθεσης είναι η πώλησή της απευθείας από τον τόπο παραγωγής της, εκμηδενίζοντας με αυτό τον τρόπο το κόστος διακίνησης.

Εικόνα 36: Κύριες χώρες παραγωγής γαρίδων *Macrobrachium rosenbergii* παγκοσμίως
Πηγή:(FAO)



Παραγωγή και εμπόριο

Η παγκόσμια παραγωγή γαρίδας έχει αυξηθεί από το 1999 έως το 2010 κατά 38%. Ωστόσο στο σύνολο της παγκόσμιας παραγωγής μόλις το 12% περίπου αφορούσε στην παραγωγή γαρίδων του γλυκού νερού, σε σύνολο παραγωγής 6.916.956 τόνων γαρίδας (στοιχεία FISHSTAT, 2010). Η γαρίδα *M. Rosenbergii* καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο. Όμως η μεγαλύτερη παραγωγή (>200mt) προέρχεται από το Μπαγκλαντές, τη Βραζιλία, την Κίνα, τον Ισημερινό, την Ινδία, τη Μαλαισία, την Ταϊβάν και την Ταϊλάνδη (FAO 2002).

Το ποσοστό συμμετοχής από πλευράς ΕΕ μειώνεται σταδιακά, αποτελώντας σήμερα το κύριο εισαγωγέα γαρίδας στον κόσμο. Αντίθετα το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής και εξαγωγής κατέχουν οι Ασιατικές χώρες με ποσοστό που φτάνει το 80% της παγκόσμιας παραγωγής (FISHSTAT 2012).

Πίνακας 5 : Παγκόσμια παραγωγή γαρίδας ανά ήπειρο

Continent	Production (ton)	Percentage
Africa	92771	1.34
America	1171130	16.93
Asia	5486370	79.32
Europe	137835	1.99
Oceania	28850	0.42
Total	6916956	100.00

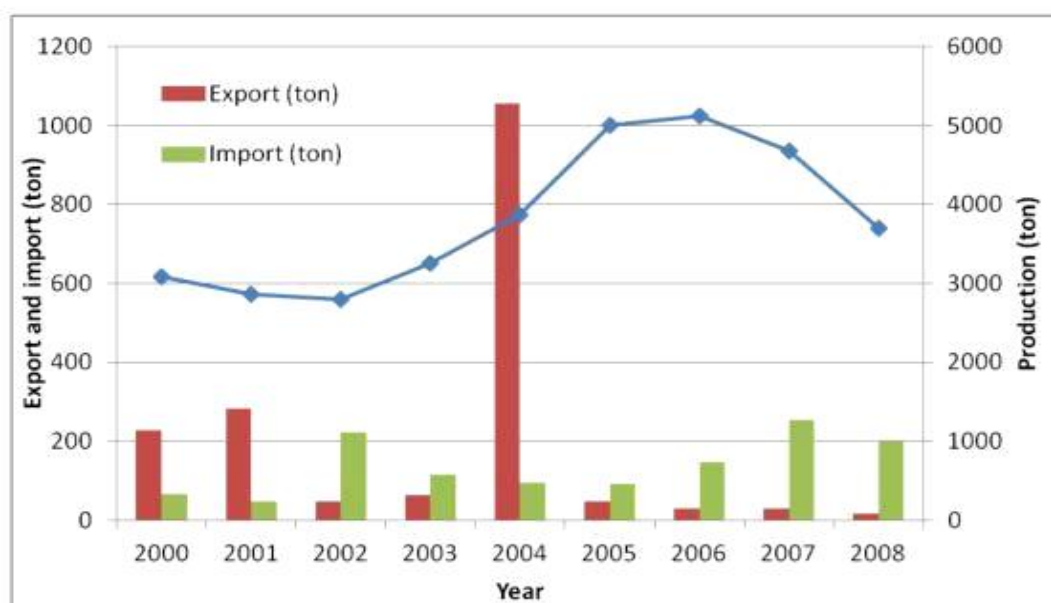
Πηγή:FISHSTAT (2012)

Η παραγωγή γαρίδας στην Ελλάδα αποτελεί το 2,3 % του συνόλου παραγωγής της γαρίδας στην Ευρώπη (2009). Παρόλα αυτά η παραγωγή αυτή αφορά αλιεύματα και θαλάσσια κυρίως είδη. Την ίδια χρονιά παρουσίασε αύξηση των εισαγωγών και αντιστοίχως μείωση των εξαγωγών γαρίδας.

Πίνακας 6 : Παραγωγή, εισαγωγές- εξαγωγές, γαρίδας στην Ελλάδα σε σχέση με την ΕΕ και ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο της ευρωπαϊκής παραγωγής **Πηγή FISHSTAT (2012)**

Year	Production (ton)			Export (ton)			Import (ton)		
	EU	Greece	Share of Greece (%)	EU	Greece	Share of Greece (%)	EU	Greece	Share of Greece (%)
2000	257046	3086	1.20	51915	228	0.44	31196	67	0.21
2001	237952	2858	1.20	36200	283	0.78	29228	47	0.16
2002	226539	2794	1.23	45465	48	0.11	37235	222	0.60
2003	220095	3249	1.48	53591	64	0.12	42680	116	0.27
2004	198126	3873	1.95	53328	1056	1.98	39889	94	0.24
2005	183194	5004	2.73	52483	48	0.09	45311	92	0.20
2006	152631	5122	3.36	60904	28	0.05	39184	148	0.38
2007	155130	4681	3.02	60833	29	0.05	40200	254	0.63
2008	144015	3693	2.56	48027	15	0.03	32691	200	0.61
2009	142138	3256	2.29	-	-	-	-	-	-

Διάγραμμα 8: Εισαγωγές και εξαγωγές γαρίδας στην Ελλάδα σε τόνους(2000-2008)



Πηγή: FISHSTAT (2012)

Η ελληνική παραγωγή σήμερα αντιπροσωπεύει μόλις το 30% των γαρίδων που διατίθενται στην Ελληνική αγορά, καθώς στην Ελλάδα δεν υφίσταται πρακτικά κανενός είδους τοπική υδατοκαλλιέργεια γαρίδων, οπότε οι μόνες εγχώρια παραγόμενες προέρχονται από την αλίευση άγριων πληθυσμών.

Η διαθεσιμότητα αυτών των γαρίδων μειώνεται σταθερά, καθώς οι διαθέσιμοι άγριοι πληθυσμοί απειλούνται ήδη με εξαφάνιση λόγω ανεξέλεγκτης υπεραλίευσης

και οι επιτρεπόμενες ποσότητες αλίευσης υπόκεινται σε συνεχώς αυστηρότερες ποσοστώσεις. Επιπλέον, οι τιμές τους είναι ιδιαίτερα υψηλές και διαφοροποιούνται σημαντικά τόσο ανάλογα με την εποχή, όσο και με την περιοχή.

Ευτυχές είναι το γεγονός ότι, προσπάθειες ανάπτυξης μεθόδων χερσαίας υδατοκαλλιέργειας εμφανίζονται την τελευταία διετία. Σε κάθε περίπτωση η εσωτερική παραγωγή δεν καλύπτει την εγχώρια ζήτηση με αποτέλεσμα να καλύπτεται από εισαγόμενες ποσότητες ασιατικής προέλευσης κυρίως, θέτοντας σε κίνδυνο τη δημόσια ασφάλεια και υγεία, καθώς δεν τηρούνται επαρκώς τα μέτρα ασφάλειας αφενός και αφετέρου το περιβάλλον υδατοκαλλιέργειας ή αλίευσης, από όπου προέρχονται, είναι συχνά τοξικό. Προς αυτή την κατεύθυνση οδηγεί και η υψηλή τιμολόγηση των ντόπιων γαρίδων, κάνοντάς τις απλησίαστες προς το μέσο καταναλωτή, με τιμές που μπορούν να φτάσουν τα 30 ευρώ το κιλό.



*Εικόνα 37: Γαρίδα γλυκού νερού
Macrobrachium Rosenbergii*

3.3.3 Μαρούλι - Lettuce

Γενικά

Είναι λαχανικό που ευδοκίμει στη διάρκεια των ψυχρών περιόδων του έτους και καλλιεργείται κυρίως στην ύπαιθρο. Σε μικρότερη έκταση καλλιεργείται υπό κάλυψη, ενώ προτιμάται η καλλιέργεια του στα υδροπονικά συστήματα.

Το μαρούλι πιστεύεται ότι προέρχεται από την Ανατολική Μεσόγειο και το εσωτερικό της Μ. Ασίας. Από το 4.500 π.Χ. ήταν γνωστό στους Αιγύπτιους, οι οποίοι το χρησιμοποιούσαν για τις θεραπευτικές του ιδιότητες, καθώς επίσης για την παραγωγή εδώδιμου λαδιού από τους σπόρους του.

Σύμφωνα με τον Ηρόδοτο το μαρούλι καλλιεργείτο στην Περσία τον 6ο π.Χ. αιώνα, ενώ η καλλιέργεια του ως λαχανικό περιγράφεται επίσης από τον Ιπποκράτη (430 π.Χ.), τον Αριστοτέλη (356 π.Χ.) και άλλους. Στα χρόνια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας καλλιεργείτο στην περιοχή της Μεσογείου και ήταν ιδιαίτερα δημοφιλές στους Αρχαίους Έλληνες και τους Ρωμαίους. Η Εξάπλωσή του στην υπόλοιπη Ευρώπη ήταν πολύ γρήγορη. Μεταφέρθηκε στο Νέο Κόσμο από τους Ισπανούς εξερευνητές και αργότερα (18ο αιώνα) άρχισε να χρησιμοποιείται από τους Αμερικανούς. Σήμερα είναι το νούμερο ένα είδος σαλάτας σε όλο τον κόσμο.

Ταξινόμηση και Κατάταξη

Το μαρούλι είναι μέλος της οικογένειας Compositae (Asteraceae). Το γένος *Lactuca* περιλαμβάνει πολλά είδη (σύμφωνα με ορισμένες πηγές περίπου 300). Είναι ευρύτατα αποδεκτό ότι το καλλιεργούμενο είδος (*Lactuca sativa* L.) προήλθε από το άγριο (*Lactuca serriola* L. ή *Lactuca scariola* L.), μολονότι ορισμένοι βοτανολόγοι πιστεύουν ότι ο υβριδισμός μπορεί να έχει παίξει ρόλο στην ανάπτυξη των δύο ειδών.

Το καλλιεργούμενο μαρούλι διαφέρει από τα άγρια είδη στα πλατιά κατώτερα φύλλα και στην τάση να σχηματίζει κεφαλή. Ένα άλλο είδος το *Lactuca virosa*, που σχετίζεται στενά με το καλλιεργούμενο, χρησιμοποιείται συχνά με το *Lactuca serriola* στα βελτιωτικά προγράμματα.

Το καλλιεργούμενο μαρούλι είναι έντονα πολυμορφικό είδος, όσον αφορά το φυλλώδες τμήμα του. Αυτό οφείλεται στην φαινοτυπική πλαστικότητα (στον έλεγχο της μορφής από λίγα γονίδια που μεταπίπτουν εύκολα από την μια κατάσταση στην άλλη με μετάλλαξη) των χαρακτηριστικών του φυλλώματος και της κεφαλής, καθώς και στην έντονη φυσική, αλλά και ανθρώπινη επιλογή που ασκήθηκε στο τμήμα αυτό του φυτού που έχει ιδιαίτερη οικονομική σημασία.

Καλλιεργούμενοι τύποι

Οι κύριοι καλλιεργούμενοι τύποι είναι οι εξής:

1. Κατσαρό Κεφαλωτό *Lactuca sativa* L.var. *capitata* D.C

Χαρακτηρίζεται από συμπαγείς και μεγάλες κεφαλές με βάρος που φθάνει συνήθως τα 1000g και διάμετρο 15 εκατοστά ή και περισσότερο. Τα φύλλα είναι εύθραυστα με ευδιάκριτα χαρακτηριστικά, τόσο το κεντρικό όσο και τα πλάγια νεύρα. Τα εξωτερικά φύλλα είναι πλατιά, σχεδόν κυκλικά, σκοτεινού πράσινου χρώματος, ενώ τα εσωτερικά είναι ανοιχτότερου χρώματος. Είναι ευαίσθητο στις υψηλές θερμοκρασίες και μπορεί να μην προσαρμόζεται σε ορισμένες περιοχές. Έχει την μεγαλύτερη αντοχή σε ψύχος. Είναι ανθεκτικό στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς και μπορεί να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις. Καλλιεργείται στην ύπαιθρο και στο θερμοκήπιο. Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος παγκοσμίως και κυριαρχεί στις Η.Π.Α. ενώ στη χώρα μας καλλιεργείται σε περιορισμένη έκταση.

2. Κεφαλωτό (Butterhead) *Lactuca sativa* L.var. *capitata* D.C.

Χαρακτηρίζεται από γυαλιστερά, λεία, μαλακά και ευλύγιστα φύλλα που σχηματίζουν χαλαρή και μικρή κεφαλή. Το κεντρικό και τα πλάγια νεύρα δεν είναι τόσο χαρακτηριστικά και ευδιάκριτα όσο στον κεφαλωτό τύπο. Έχει ικανοποιητική αντοχή στο ψύχος. Τα φύλλα πληγώνονται και σχίζονται εύκολα, για αυτό και απαιτούν προσεκτικούς χειρισμούς μετά την συγκομιδή. Καλλιεργείται συνήθως στο θερμοκήπιο και είναι διαδεδομένο στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη ενώ είναι σχεδόν άγνωστο στη χώρα μας.

3. Ρωμόνα -*Lactuca sativa* L.var. *longifolia* D.C.

Αναγνωρίζεται εύκολα από τα μακριά και στενά φύλλα και την όρθια (κάθετη) εμφάνιση. Είναι περισσότερο ευαίσθητο στις αντίξοες καιρικές συνθήκες σε σχέση με τους άλλους τύπους. Έχει μικρή αντοχή στο ψύχος. Καλλιεργείται στην ύπαιθρο και στο θερμοκήπιο. Είναι διαδεδομένο στη Νότια Ευρώπη και στις χώρες της Μεσογείου. Είναι ο δημοφιλέστερος καλλιεργούμενος τύπος στη χώρα μας.

4. Σαλάτας-Χαλαρό ανοικτό φύλλωμα (Loose leaf) *Lactuca sativa* L. var. *capitata* D.C.

Δε σχηματίζει κεφαλή. Είναι μια εξαιρετικά ετερογενής ομάδα που περιλαμβάνει ποικιλίες με όλες τις διαβαθμίσεις πτύχωσης και κυματισμού του ελάσματος του φύλλου (από σχεδόν επίπεδα φύλλα, μέχρι φύλλα με υπερβολική πτύχωση και εγκόλπωση του ελάσματος). Έχει μικρή αντοχή στο ψύχος και περιορισμένη μετασυλλεκτική ζωή. Καλλιεργείται κυρίως σε θερμοκήπια στη διάρκεια του χειμώνα στις χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης και στην ύπαιθρο στις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου. Είναι αρκετά γνωστό στη χώρα μας.

Ανάπτυξη

Το μαρούλι πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Ο σπόρος του μαρουλιού παρουσιάζει ιδιαιτερότητες ως προς τη βλαστικότητα του. Όταν είναι φρέσκος, ηλικίας 2-3 μηνών δεν βλαστάνει κανονικά. Ιδανικές θερμοκρασίες για τη βλάστηση του σπόρου είναι 18-22 °C. Η μεταφύτευση πραγματοποιείται 30-40 ημέρες μετά τη σπορά, όπου τα νεαρά φυτάρια θα έχουν αναπτύξει 3-4 πραγματικά φύλλα. Η παραγωγή του δε στο θερμοκήπιο πραγματοποιείται όλο τον χρόνο.

Το μαρούλι είναι επίσης αρκετά ανθεκτικό στον παγετό. Ευδοκιμεί καλύτερα σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Άφθονη ηλιοφάνεια και ομοιόμορφες χαμηλές νυχτερινές θερμοκρασίες απαιτούνται για καλή ανάπτυξη των φυτών. Καλά σκληραγωγημένα σπορόφυτα αντέχουν θερμοκρασίες $-5,5^{\circ}\text{C}$ ενώ καθώς τα φυτά πλησιάζουν στην ωρίμανση για συγκομιδή, είναι ευκολότερο να υποστούν ζημιές από ότι όταν είναι νεαρά. Σε βαθμιαία πτώση θερμοκρασίας τα εξωτερικά φύλλα ζημιώνονται συχνότερα σε σχέση με την «καρδιά». Τα συμπτώματα εμφανίζονται μετά από λίγες μέρες. Στα ζημιωμένα φύλλα η επιδερμίδα διαρρηγνύεται και διαχωρίζεται από τους ιστούς του φύλλου. Οι προσβεβλημένες περιοχές είναι ευαίσθητες σε δευτερογενείς προσβολές.

Για την ανάπτυξη των φυτών άριστες συνθήκες θερμοκρασίας είναι $16-23^{\circ}\text{C}$ την ημέρα και $7-11^{\circ}\text{C}$ τη νύχτα. Σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 7°C η ανάπτυξη είναι πολύ αργή ενώ σε θερμοκρασίες πάνω από 24°C είναι δύσκολο να επιτυγχάνονται σφιχτές κεφαλές και το στέλεχος τείνει να επιμηκυνθεί. **Σε υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 29°C) εκτός από την πρόωρη έκπτυξη του ανθικού στελέχους, προκαλείται έντονα πικρή γεύση και αναπτύσσεται η φυσιολογική ασθένεια «κάψιμο της κορυφής», με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ποιότητα. Επιπλέον στις υψηλές θερμοκρασίες, το φυτό ωριμάζει γρήγορα και υπερωριμάζει ταχύτατα.**

Μπορεί να καλλιεργηθεί εκτός εδάφους τόσο σε υπόστρωμα όσο και συστήματα υδροκαλλιέργειας. Η πιο συνηθισμένη είναι αυτή σε NFT και σε σύστημα επίπλευσης, όπου αξιοποιούνται όλα τα πλεονεκτήματα του συστήματος, όπως οικονομία σε νερό και λίπανση, μηδενική δαπάνη αγοράς υποστρώματος, ενώ αξιοποιεί μηχανοποιημένα-αυτοματοποιημένα συστήματα καλλιεργητικών εργασιών και συγκομιδής (van Os & Kuiken, 1984). Επιπλέον η συγκομιδή σε καλλιέργειες σε συστήματα υδροκαλλιέργειας μπορεί να γίνει εντός 30 ημερών, καθώς συλλέγεται πριν φτάσει στην τελική φάση ωρίμανσης. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της υδροκαλλιέργειας είναι η απουσία χώματος στη βάση του και στα κατώτερα τμήματα των φύλλων, καθώς επίσης η μεγαλύτερη ικανότητα μετασυλλεκτικής συντήρησης στο ράφι (Fallovano *et al.*, 2009), δεδομένου ότι μπορούν να συγκομιστούν με τμήμα του ριζικού συστήματος.

Λόγω του μικρού βάρους, όπως και άλλα φυλλώδη λαχανικά, είναι ιδανικό για την καλλιέργεια σε συστήματα επίπλευσης, ενώ είναι ιδανικό για την παραγωγή κομμένης και τυποποιημένης σαλάτας. Η πυκνότητα φύτευσης είναι 20-50 φυτά/τμ.

Μειονέκτημα του συστήματος είναι η δυσκολία ελέγχου θερμοκρασίας τους θερμούς μήνες όπου μπορεί να οδηγήσει τα φυτά σε σοβαρή έλλειψη οξυγόνου στις ρίζες.

Τέλος, το μαρούλι έχει αυξημένες ανάγκες σε μακροστοιχεία κυρίως σε άζωτο (ιδανική συγκέντρωση NH_4^+ στο διάλυμα $1,4 \text{ mmol L}^{-1}$), σε κάλιο (ιδανική συγκέντρωση K^+ στο διάλυμα 8 mmol L^{-1}) και φώσφορο (ιδανική συγκέντρωση H_2PO_4^- στο διάλυμα $1,4 \text{ mmol L}^{-1}$). Επίσης είναι σχετικά ευαίσθητο στην αλατότητα, ενώ οι τιμές EC πρέπει να βρίσκονται σε επίπεδο μεταξύ του $2,5\text{-}2,7 \text{ dS m}^{-1}$, ώστε να επιτυγχάνεται ένα ποιοτικό προϊόν με υψηλή μετασυλλεκτική συντηρησιμότητα.

Παραγωγή και Εμπόριο

Η εμπορική διάθεση γίνεται συνήθως ανά τεμάχιο και η πώληση πραγματοποιείται σε κουτιά στα κέντρα διάθεσης. Σήμερα το μαρούλι, σε αντίθεση με πολλά άλλα είδη λαχανικών που καλλιεργούνται σε ορισμένες περιοχές, έχει διαδοθεί και καλλιεργείται σχεδόν σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και μήκη της υφελίου.

Στην Ασία παράγεται το 50% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής μαρουλιού ενώ το 27% και 20% στη Β. & Κ. Αμερική και στην Ευρώπη, αντίστοιχα. Η Κίνα και οι Η.Π.Α. είναι οι κυριότερες χώρες παραγωγής σε διεθνές επίπεδο, ενώ η Ιταλία, η Ισπανία και η Γαλλία σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Οι Η.Π.Α. όπου το Μαρούλι είναι γνωστό ως «πράσινος χρυσός» ηγούνται της παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλωσης μαρουλιού. Ακολουθεί η Ευρώπη (Ιταλία, Γαλλία, Μ. Βρετανία, Ολλανδία, Βέλγιο και Γερμανία), όπου καλλιεργείται σε μεγάλο ποσοστό υπό κάλυψη και μερικές φορές σε ελεγχόμενο περιβάλλον.

Όσον αφορά στη διακίνηση (εισαγωγές-εξαγωγές) μαρουλιού στην Ευρώπη, Β. Αφρική και Μέση Ανατολή, η Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο εισάγουν μεγάλες ποσότητες ενώ η Ισπανία και η Ολλανδία εξαγωγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες.

Στην Ελλάδα, το μαρούλι καλλιεργείται κυρίως ως υπαίθρια καλλιέργεια καθ'όλη τη διάρκεια του χρόνου, κυρίως από νωρίς το φθινόπωρο μέχρι αργά την άνοιξη. Το μαρούλι καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, με τις μεγαλύτερες όμως εκτάσεις να συγκεντρώνονται γύρω από τα μεγάλα αστικά κέντρα (όπου βρίσκονται περισσότεροι καταναλωτές). Τα τελευταία χρόνια καλλιεργούνται μαρούλια και σε θερμοκήπια κατά τη διάρκεια του χειμώνα, επειδή η ανάπτυξη των φυτών γίνεται ταχύτερα και παράγεται προϊόν πολύ καλής ποιότητας. Η υδροπονική καλλιέργεια σε

θερμοκήπια που συναντάται στην Ελλάδα είναι κυρίως με το σύστημα Nutrient Film Technique (NFT).

Το καλοκαίρι η παραγωγή μαρουλιού περιορίζεται σημαντικά, λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται (σχηματισμός ανθικών στελεχών) από τις υψηλές θερμοκρασίες και το μεγάλο μήκος ημέρας. Την ίδια περίοδο η ζήτηση του μαρουλιού είναι πολύ μεγάλη την καλοκαιρινή περίοδο και η τιμή παραγωγού του μαρουλιού καλλιέργειας φτάνει τα 0,30-0,40 ευρώ το τεμάχιο ή 0,60 ευρώ το κιλό.

Τα τελευταία χρόνια η τυποποίηση του μαρουλιού είναι ευρέως διαδεδομένη, ενώ ως τελικό προϊόν-σαλάτα είναι διαθέσιμη στα περισσότερα εστιατόρια, ταχυφαγεία, σούπερ μάρκετ, είτε ως έτοιμη βάση σαλάτας, είτε ως μίγμα με λαχανικά είτε ως άλλα τρόφιμα.

Θρεπτική αξία

Το μαρούλι τύπου Ρωμάνα είναι πιο θρεπτικό από τον κεφαλωτό τύπο μαρουλιού, γιατί έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες Α και C. Το μαρούλι επίσης είναι μια καλή πηγή Ca και P. Επίσης προτιμάται για την διατητή του αξία.

Πίνακας 7: Θρεπτική αξία ανά 100 γρ φύλλων μαρουλιού

Θρεπτική αξία		Τύπος Cos ή Romaine	Τύπος Iceberg ή Crisphead	Τύπος Butterhead
	Νερό	95%	96%	96%
	Υδατάνθρακες	3.3 g (1%)	3 g (1%)	2.2 g (1%)
	Πρωτεΐνες	1.2 g (2%)	0.9 g (3%)	1.3g (3%)
	Φυτικά έλαια	0,3 g	0,1 g	0,2 g
Βιταμίνες	Βιταμίνη Α	5808 IU	502 IU	3312 IU
	Βιταμίνη C	24 mg	2.8 mg	3.7 mg
	Βιταμίνη E	0.1mg	0.2mg	0.2mg
	Βιταμίνη K	103mg	24.1 mg	102mg
Άλατα	Ασβέστιο (Ca)	33mg	18mg	35mg
	Σίδηρος (Fe)	1mg	0.4mg	1.2mg
	Μαγνήσιο (Mg)	14mg	7mg	13mg
	Φώσφορος (P)	30mg	20 mg	33mg
	Κάλιο (K)	247mg	141mg	238mg
	Νάτριο (Na)	8mg	10mg	5mg
	Ψευδάργυρος (Zn)	0.2.mg	0.2.mg	0.2.mg
	Χαλκός (Cu)	0mg	0mg	0mg
Μαγγάνιο (Mn)	0.2mg	0.1mg	0.2mg	

3.3.4 Βασιλικός – *Ocimum basilicum*

Γενικά

Ο βασιλικός είναι ετήσιο και ποώδες φυτό. Το στέλεχος έχει πολλά κλαδιά και πυκνό φύλλωμα σε φωτεινό πράσινο χρώμα. Τα φύλλα είναι μονά, αντίθετα, ωοειδή, με περιθώριο ακέραιο ή ελάχιστα οδοντωτό, ενώ μερικές φορές είναι φουσκωτά και ανάλογα με το είδος περισσότερο ή λιγότερο κατσαρά. Τα άνθη διατάσσονται σε χαλαρούς σπονδύλους, χρώματος άσπρου, κόκκινου ή ιώδους, ανάλογα με την ποικιλία. Είναι αρωματικά και πλούσια σε νέκταρ με αποτέλεσμα να προσελκύουν τις μέλισσες (Beuther B 2003)

Η καταγωγή του ξεκινά από τις τροπικές περιοχές της Ασίας, της Αφρικής και της Μεσογείου. Κυριότερος τόπος προέλευσης είναι η Ινδία, στην οποία θεωρείται, μετά το λωτό, το πιο ιερό φυτό, καθώς προωθεί μόνο τα καλά του ανθρώπου και χαρίζει θετική ενέργεια στο σπίτι. Σήμερα καλλιεργείται σε πολλές περιοχές του κόσμου. Η ονομασία "βασιλικός" του αποδόθηκε καθώς σύμφωνα με θρύλο φύτευσε στο σημείο όπου ο Μέγας Κωνσταντίνος και η μητέρα του Αγία Ελένη ανακάλυψαν τον Τίμιο Σταυρό.

Ευδοκιμεί τόσο σε θερμές όσο και σε ψυχρές περιοχές, με καταλληλότερες αυτές με εύκρατο κλίμα, ήπιο και βαρύ χειμώνα και δροσερό καλοκαίρι (θερμοκρασία 27 °C και φωτοπεριοδικότητα 16-18 ώρες).

Καλλιεργείται σε εδάφη μέσης συστάσεως, βαθιά, αρδευόμενα και πλούσια σε οργανική ουσία. Τα τελευταία χρόνια λόγω της υψηλής ζήτησης που σημειώνει στην παγκόσμια αγορά, έχει εισαχθεί στις καλλιέργειες θερμοκηπίου και μάλιστα είναι το πιο δημοφιλές αρωματικό φυτό σε καλλιέργειες σε υδροπονικά συστήματα.

Είναι γνωστός για την χρήση του σε φαγητά, δίνοντας την χαρακτηριστική του οσμή σε αυτά. Παράγει επίσης αιθέρια έλαια, τα οποία χρησιμοποιούνται στη φαρμακοβιομηχανία αλλά και στην παρασκευή αρωμάτων. Τέλος η φύτευση του σε λαχανόκηπους αποτρέπει διάφορα έντομα και τρωκτικά

Ταξινόμηση και Κατάταξη

Ο βασιλικός ή αλλιώς το ώκιμο του βασιλικού (*Ocimum basilicum*) είναι ένα αρωματικό βότανο, το οποίο ανήκει στην οικογένεια Λαμπιάτα ή Χειλανθή (Labiatae). Συγγενεύει με άλλα γνωστά αρωματικά φυτά, όπως το δενδρολίβανο, ο δυόσμος, η φασκομηλιά, η ρίγανη, η μέντα και η μαντζουράνα.

Η διαδικασία του υβριδισμού γίνεται με ιδιαίτερη ευκολία στα φυτά αυτού του γένους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πάρα πολλών υποειδών, ποικιλιών και μορφών (Guenther 1975). Επιπλέον, μεγάλη ετερογένεια χαρακτηρίζει τη μορφολογία, τις περιεχόμενες χημικές ενώσεις και την ανάπτυξη (Lawrence 1988, Svecova 2010). Το γένος *Ocimum* περιλαμβάνει περίπου 50 με 150 είδη θάμνων και βοτάνων, από τις τροπικές και υποτροπικές περιοχές της Ασίας, της Αφρικής, της κεντρικής και νότιας Αμερικής (Simon 1999). Η μεγαλύτερη ποικιλία όμως, παρατηρείται στην Αφρική (Paton 1992).

Καλλιεργούμενοι τύποι

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες του βασιλικού είναι οι εξής:

1. «Μεγάλος πράσινος»: αποτελεί πρωτότυπο του είδους. Χαρακτηρίζεται από πλούσια συμπαγή βλάστηση, ωοειδή φύλλα σε φωτεινό πράσινο χρώμα και ήπιο ευχάριστο άρωμα. Από τη συγκεκριμένη ποικιλία παράγονται τα καλύτερα αιθέρια έλαια.
2. «Μεγάλος ιώδης»: μοιάζει με την παραπάνω ποικιλία και έχει λουλούδια, φύλλα και στελέχη ιώδη.
3. Βασιλικός με φουσκωτά φύλλα: έχει πιο περιορισμένη βλάστηση από τις παραπάνω ποικιλίες, όμως τα φύλλα είναι πλατιά και φουσκωτά, με άκρες διπλωμένες.
4. Κοινός βασιλικός: αποτελεί την πιο ανθεκτική ποικιλία του είδους. Δεν είναι πολύ φουντωτός, έχει λουλούδια άσπρα με πολύ έντονο άρωμα. Μπορεί να καλλιεργηθεί και σε γλάστρα.
5. «Ναπολετάνο»: έχει φύλλα φουσκωτά και διπλωμένα σαν του μαρουλιού. Αποτελεί την καλύτερη ποικιλία για καρυκεύματα και κονσέρβες.
6. «Μαμμούθ»: είναι ημινάνος, με άφθονα πολύ πλατιά φύλλα και είναι η κατάλληλη ποικιλία για ξήρανση.
7. «Μικρός βασιλικός»: ονομάζεται και ώκιμο το μικρόφυλλο (*Ocimum minimum*). Είναι ένα είδος ξεχωριστό, με μικρό ανάστημα γύρω στα 20 εκατοστά, φουντωτό, με σφαιρικό σχήμα και χαρακτηριστικό λεπτό άρωμα. Καλλιεργείται και σε γλάστρα, καθώς επίσης χρησιμοποιείται και σαν διακοσμητικό για τα όμορφα πράσινα ή κοκκινωπά φύλλα του (Μαρσέλος Σ 1983).

Ανάπτυξη

Η σπορά γίνεται από τον Φεβρουάριο μέχρι και την αρχή του καλοκαιριού, αναλόγως το κλίμα. Η θερμοκρασία δεν πρέπει να είναι χαμηλότερη από τους 10-12°C. Η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο προϋποθέτει αρκετή ηλιοφάνεια, με θερμοκρασία 15°C. Η βλαστική ανάπτυξη του βασιλικού είναι αρκετά μεγάλη, γι' αυτό έχει συνέχεια ανάγκη από λιπαντικά στοιχεία και υγρασία. Παρόλα αυτά αντέχει και σε πιο αντίξοες συνθήκες. Το έδαφος που αναπτύσσεται πρέπει να είναι μέσης σύστασης και καλά λιπασμένο, κυρίως ως προς το κάλιο. Σε αργιλώδη ή πολύ ελαφρά εδάφη, δεν αναπτύσσεται καλά. Για να αποκτήσει το γνωστό, χαρακτηριστικό του άρωμα χρειάζεται πολύ ήλιο. Όσο περισσότερος ο ήλιος, τόσο πιο έντονο είναι το άρωμά του.

Ο βασιλικός, όπως και άλλα βότανα, απαιτεί άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Ωστόσο παρουσιάζει μεγάλη απόκριση σε μεταβολές στις εφαρμογές των ποσοτήτων αζώτου, μεταβάλλοντας τους ρυθμούς ανάπτυξης και την απόδοσή του (Raven, 1992). Οι ιδανικές συγκεντρώσεις στο διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Nutrient	Concentration (mg/L)
N	150
P	50
K	200
Ca	150
Mg	80
S	60
Fe	2.8
Cu	0.2
Mn	0.8
Zn	0.3
B	0.7
Mo	0.05

Πίνακας 8: Βασική συγκέντρωση μακρο- και μικρο- θρεπτικών στοιχείων σε διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας.

Η οξύτητα του θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να διατηρείται σε τιμές μεταξύ 5-7 pH (Schoenstein, 1996), ενώ οι τιμές EC πρέπει να κυμαίνονται από 1-1,6 dS m⁻¹.

Στα συστήματα υδροκαλλιέργειας ο μέσος όρος παραγωγής είναι 44 ημέρες. Ο πολλαπλασιασμός σε κάθε εμπορική εκμετάλλευση γίνεται με σπόρο και την 20 μέρα (μέσος όρος) μεταφέρεται στην τελική του θέση. Εκεί παραμένει μέχρι την συγκομιδή του, όπου σε σύγχρονες εγκαταστάσεις πραγματοποιείται εντός 30 ημερών (24 ημέρες περίπου).

Συγκομίζεται είτε ολόκληρο είτε κόβεται σε ματσάκι, δίνοντας περισσότερες από μια συγκομιδές ανά βλαστό (Μ.Ο. τρεις). Για να έχουμε συνεχή ανάπτυξη του φυλλώματος θα πρέπει να υπάρχει επαρκής ποσότητα αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα.

Παραγωγή και Εμπόριο

Ο βασιλικός συναντάται στο εμπόριο με τη μορφή ολόκληρου φυτού, φρέσκων ή αποξηραμένων φύλλων και ως αιθέριο έλαιο και η συγκομιδή του γίνεται πριν την άνθησή του. Χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες τροφίμων, φαρμακευτικές, καλλυντικών και αρωματοθεραπείας. Επίσης χρησιμοποιείται σαν αρωματικός παράγοντας (ψωμιά, σούπες, κέικ, καραμέλες, επιδόρπια και σε μη οινοπνευματώδη ποτά όπως ηδύποτα), στην κοσμετολογία και στη φαρμακευτική. Το αιθέριο έλαιο του χρησιμοποιείται σαν αντισηπτικό, στις οδοντόκρεμες, για στοματικές πλύσεις, σαπούνια, λοσιόν κ.ά.

Η μέση τιμή του βασιλικού είναι από 10-20 ευρώ το κιλό, ενώ η τελική τιμή του καταναλωτή είναι 1,5-2 ευρώ το ματσάκι (100γρ περίπου) ή 2-5 ευρώ ο αποξηραμένος (τελική τιμή βιολογικού). Ωστόσο ως φρέσκος είναι εξαιρετικά δυσεύρετος καθώς η πώλησή του γίνεται συνήθως είτε σε γλαστράκι, είτε αποξηραμένος.

Πίνακας 9: Θρεπτική αξία ανά 5 γρ βασιλικού.

Θρεπτική αξία

Η διατροφική αξία του βασιλικού είναι υψηλή. Σε 5γρ περιέχονται βιταμίνες όπως, Vitamin A 277 IU 6%, Vitamin C 0.9 mg 2%, Vitamin K 21.8 mcg 27%. Ακολούθως παρουσιάζεται η θρεπτική αξία του βασιλικού:

Θρεπτική αξία: Σε 2 κουταλιές (5,3 γρ.) περιέχονται:
Νερό : 4,82 γρ.
Ενέργεια : 1 kcal
Πρωτεΐνη : 0,13 γρ.
Συνολικό λίπος : 0,03 γρ.
Υδατάνθρακες : 0,23 γρ.
Διαιτητικές ίνες : 0,2 γρ.
Σάκχαρα : 0,02 γρ.
Ασβέστιο (Ca) : 8 mg
Σίδηρος (Fe) : 0,17 mg
Μαγνήσιο (Mg) : 4 mg
Φώσφορος (P) : 4 mg
Κάλιο (K) : 24 mg
Νάτριο (Na) : -
Ψευδάργυρος (Zn) : 0,05 mg
Χαλκός (Cu) : 0,015 mg

3.4 Ανάλυση Κόστους

Η ανάλυση του κόστους περιλαμβάνει την ανάλυση του αρχικού κόστους επένδυσης, καθώς και το κόστος παραγωγής και λειτουργίας της ενυδρειοπονικής μονάδας.

Το κόστος που προκύπτει είναι κατά προσέγγιση σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές της αγοράς. Στο μεγαλύτερο μέρος του αφορά εξοπλισμούς και κατασκευές τεχνολογικής εντάσεως, ενώ παρουσιάζεται το κόστος κτήσης και λειτουργίας Μονάδας συμπαραγωγής ενέργειας.

Την ανάλυση ακολουθούν οι προβλέψεις των οικονομικών αποτελεσμάτων, όπου και παρουσιάζονται τρία σενάρια κόστους (δαπάνες ενέργειας). Αυτό γίνεται με σκοπό να γίνει κατανοητός ο βαθμός εξάρτησης των καθαρών ταμειακών ροών από το ύψος των δαπανών ενέργειας.

3.4.1 Κόστος εγκατάστασης θερμοκηπιακής μονάδος ενυδρειοπονικής καλλιέργειας

Το κόστος της επένδυσης της ενυδρειοπονικής μονάδας παραγωγής είναι 22.288.320€ και συνθέτεται από:

- Το θερμοκήπιο (σκελετός και υλικά κάλυψης)
- Τον μηχανολογικό εξοπλισμό φυτικής παραγωγής με σύστημα ενυδρειοπονίας
- Τον μηχανολογικό εξοπλισμό της υδατοκαλλιέργειας
- Τον εξοπλισμό του φυτωρίου, του χώρου εκπαίδευσης και πειραματισμού, παραγωγής ιχθυοτροφής, καθώς και του υπολοίπου εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στο θερμοκήπιο (πχ λάμπες led, δεξαμενές παραγωγής ζωοπλαγκτόν κτλ)
- Το κτήριο διοίκησης και αποθήκευσης-συντήρησης, καθώς και τον εξοπλισμό που στεγάζει (όπως ψυγεία, ηλεκτρολογικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός, γραφεία, Η/Υ, λογισμικό, συσκευαστήριο κτλ)
- Την εγκατάσταση πειραματισμού και εκπαίδευσης
- Τη γεώτρηση
- Το κόστος (εργασίας) κατασκευής της μονάδας- έργα υποδομής/διαμόρφωσης χώρου-περιβάλλοντος και το αρχικό κεφάλαιο κίνησης
- Το κόστος του φορτηγού μεταφοράς των εμπορευμάτων

Πίνακας 10: Κόστος επένδυσης Μονάδας Ενυδρειοπονικής καλλιέργειας

ΚΟΣΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ 100 στρ	
Σκελετός θερμοκηπίου, παράθυρα και μηχανισμοί παράθυρων (100.000 τμ)	
Υλικά κάλυψης θερμοκηπίου (100.000 τμ)	
Κατασκευή θερμοκηπίου (εργασία και υποδομές)	
Σύστημα δροσισμού	
Δίκτυ εντομοπροστασίας	
	4'668'500.00 €
RAS RECIRCULATING SYSTEM - AQUAPONICS TECHNOLOGY(τμήμα φυτικής παραγωγής-20000m2)	
Υλικά- εγκατάστασης δεξαμενών-σύστημα επίπλευσης	
Υλικά δίσκων φύτευσης και επίπλευσης των φυτών	
Υλικά εγκατάστασης δεξαμενών συλλογής νερού, δεξαμενές ανακύκλωσης	
Ηλεκτρονικές και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αυτοματισμοί	
Κεντρικά αρδευτικά συστήματα με ανοξειδωτες αντλίες πλήρωσης θρεπτικού διαλύματος	
Σύστημα παροχής αέρα στις δεξαμενές	
Σύστημα παροχής οξυγόνου στις δεξαμενές	
Σύστημα παροχής νερού -σύστημα εισόδου	
Σύστημα εξόδου και ανακύκλωσης του νερού	
Σύστημα καθαρισμού του νερού	
Σύστημα βιοφίλτρου	
Σύστημα θέρμανσης	
Λοιπός εξοπλισμός θερμοκηπίου-φυτωρίου/ χώρου πειραματισμών/ χώρου εκτροφής σκόληκος, παραγωγής φυτοπλαγκτόν, παραγωγής ζωοπλαγκτόν	
Εργαστήρια, συστήματα ελέγχου, αυτοματισμοί, εγκαταστάσεις, δεξαμενές νερού, δεξαμενές αποθήκευσης σιλό, δεξαμενές εκτροφής, συστήματα ανακύκλωσης, συστήματα παροχής οξυγόνου, συστήματα παροχής νερού, συστήματα μεταφοράς υλικών και προϊόντων, συστήματα καθαρισμού, σύστημα φωτισμού Led για αύξηση και πολλαπλασιασμό της παραγωγής φυτών, σύστημα τροφοδοσίας υδατοκαλλιέργειας	

Κτήριο Στέγασης (Γραφεία, Ψυγεία, Συσκευαστήριο, Αποθήκη, Εξοπλισμός μηχανολογικός και λογισμικό αυτοματισμού και άλλα προγράμματα)1800 m2 -	351'600.00 €
Η/Υ,Λογισμικά γραφείου	10'000.00 €
Εξοπλισμός μηχανολογικός και λογισμικό αυτοματισμού και άλλα προγράμματα1800 m2 -	636'400.00 €
Φορτηγό ψυγείο	70'000.00 €
Γεώτρηση	5'000.00 €
Χώρος Ερευνών και Εκπαίδευσης 240 m2	51'820.00 €
Κεφάλαιο έναρξης-πρώτες ύλες, γόνιμοι, βοηθητικές ύλες κτλ.	1'310'000.00 €
RAS RECIRCULATING SYSTEM - AQUAPONICS TECHNOLOGY(τμήμα εκτροφής ψαριών-γαρίδας 60000m2)	
Υλικά κατασκευής 96 Δεξαμενών εκτροφής	
Επένδυση δεξαμενών εκτροφής	
Δεξαμενές ανάπτυξης γόνων	
Αντλίες κυκλοφορίας νερού, 8/Δεξαμενή	
Φίλτρο UV	
Τουρμπίνες στροβίλου (Vortex) και φίλτρο παρακράτησης κοπράνων(Fecal trap)	
Βιοφίλτρο 2/Δεξαμενή	
Σύστημα παροχής αέρα-οξυγόνου 2/Δεξαμενή	
Σχάρες- διαχωρισμού των δεξαμενών 12/ Δεξαμενή	
Σύστημα ανακύκλωσης θέρμανσης/Ψύξης	
Σύστημα αυτόματης σίτισης	
Σύστημα παροχής νερού	
Συστήματα ελέγχου, αυτοματισμοί, ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις	
Σωληνώσεις και εξαρτήματα επανακυκλοφορίας	
Μεταλλικός σχαρωτός διάδρομος	
	13'285'000.00 €
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΕΝΥΔΡΕΙΟΠΟΝΙΑΣ	22'288'320.00 €

Για την αποτίμηση της επένδυσης, συλλέχθηκαν στοιχεία από κατασκευαστικές και εμπορικές εταιρίες της Ελλάδος και του εξωτερικού. Ειδικότερα για αυτά του εξωτερικού, η αποτίμηση είναι κατά προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη την ισοτιμία του νομίσματος και τις συνθήκες της εγχώριας αγοράς.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι εκτός του πλαστικού κάλυψης του θερμοκηπίου, η διάρκεια ωφέλιμης ζωής του θερμοκηπίου είναι 15-20 έτη (σύμφωνα με τον κατασκευαστή).

Το κόστος μιας γεώτρησης είναι ανάλογο του μέτρου διάτρησης, ενώ η τιμή του μέτρου μπορεί να έχει διακυμάνσεις ανάλογα με το υπέδαφος, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν και το μέγεθος της διάτρησης

Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι ο χώρος πειραματισμού και εκπαίδευσης, θα προσφέρεται για την διενέργεια σεμιναρίων, όπου θα μπορούν να εκπαιδεύονται τα μέλη της κοινότητας και όχι μόνο, αλλά και φοιτητές σχολών γεωπονίας και γεωργίας, για τους τρόπους και τις τεχνικές καλλιέργειας, να ενημερώνονται για τον αειφορικό τρόπο σκέψης, για τις ωφέλειες της αειφορικής διαχείρισης των οικοσυστημάτων, αλλά και να συμμετέχουν ενεργά στην έρευνα και στην ανάπτυξη του συστήματος.

3.4.2 Αποσβέσεις παγίων

Οι αποσβέσεις των παγίων έχουν υπολογιστεί με βάση τους νέους συντελεστές όπως διαμορφώθηκαν το 2013 με τη μέθοδο της σταθερής απόσβεσης. Συγκεκριμένα οι αποσβέσεις όλων των πάγιων περιουσιακών στοιχείων για τις διαχειριστικές περιόδους που αρχίζουν από 1/1/2013, θα διενεργούνται βάσει των νέων συντελεστών που προβλέπονται στο Ν.4110/2013, ανεξάρτητα με το χρόνο κτήσης του παγίου (Ν. 4141/2013, ΠΟΛ.1216/24.9.2013). Οι αποσβέσεις για τα πρώτα 10 χρόνια λειτουργίας (από τα 20 έτη προβλέψεων, καθώς αποσβένεται σχεδόν το 90 % της αρχικής συνολικής αξίας των παγίων) υπολογίζονται ως εξής:

Πίνακας 11: Αποσβέσεις επένδυσης Μονάδας Ενυδρειοπονικής καλλιέργειας

Είδος	Αξία	Συντ. Απόσβεσης	Έτη Λειτουργίας					
			0ο	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο
Θερμοκήπιο 100 στρ. (εκτός πλαστικού κάλυψης)	3'177'500.00 €	4%	- €	127'100.00 €	127'100.00 €	127'100.00 €	127'100.00 €	127'100.00 €
Σύστημα Δροσισμού	104'000.00 €	10%	- €	10'400.00 €	10'400.00 €	10'400.00 €	10'400.00 €	10'400.00 €
Σύστημα Θερμοκουρτίνας	187'000.00 €	10%	- €	18'700.00 €	18'700.00 €	18'700.00 €	18'700.00 €	18'700.00 €
Πλαστικό κάλυψης	1'200'000.00 €	10%	- €	120'000.00 €	120'000.00 €	120'000.00 €	120'000.00 €	120'000.00 €
Σύστημα υδροπονίας	1'000'000.00 €	10%	- €	100'000.00 €	100'000.00 €	100'000.00 €	100'000.00 €	100'000.00 €
Λοιπός εξοπλισμός θερμοκηπίου-φυτωρίου χώρου πειραματισμών χώρου εκτροφής σκώληκος, παραγωγής φυτοπλαγκτόν, παραγωγής ζωοπλαγκτόν	900'000.00 €	10%	- €	90'000.00 €	90'000.00 €	90'000.00 €	90'000.00 €	90'000.00 €
Φορτηγό μεταφοράς εμπορευμάτων	70'000.00 €	12%	- €	8'400.00 €	8'400.00 €	8'400.00 €	8'400.00 €	8'400.00 €
Γεώτρηση	5'000.00 €	4%	- €	200.00 €	200.00 €	200.00 €	200.00 €	200.00 €
Χώρος Ερευνών και Εκπαίδευσης 240 m ²	51'820.00 €	4%	- €	2'072.80 €	2'072.80 €	2'072.80 €	2'072.80 €	2'072.80 €
Κατασκευή Στέγαστρου Αυτοκινήτου	3'600.00 €	4%	- €	144.00 €	144.00 €	144.00 €	144.00 €	144.00 €
Κτήριο Στέγασης (Γραφεία, Ψυγεία, Συσκευαστήριο, Αποθήκη, Εξοπλισμός μηχανολογικός και λογισμικό αυτοματισμού και άλλα προγράμματα)1800 m ² -	351'600.00 €	4%	- €	14'064.00 €	14'064.00 €	14'064.00 €	14'064.00 €	14'064.00 €
Η/Υ,Λογισμικά γραφείου	10'000.00 €	20%	- €	2'000.00 €	2'000.00 €	2'000.00 €	2'000.00 €	2'000.00 €
Εξοπλισμός μηχανολογικός και λογισμικό αυτοματισμού και άλλα προγράμματα	636'400.00 €	10%	- €	63'640.00 €	63'640.00 €	63'640.00 €	63'640.00 €	63'640.00 €
Μηχανολογισμός εξοπλισμός και εγκαταστάσεις εκτροφής ψαριών-γαρίδας	13'285'000.00 €	10%	- €	1'328'500.00 €	1'328'500.00 €	1'328'500.00 €	1'328'500.00 €	1'328'500.00 €
Άθροισμα Αποσβέσεων	20'981'920.00 €		- €	1'885'220.80 €	1'885'220.80 €	1'885'220.80 €	1'885'220.80 €	1'885'220.80 €

Είδος	Αξία	Συντ. Απόσβεσης	Έτη Λειτουργίας				
			6ο	7ο	8ο	9ο	10ο
Θερμοκήπιο 100 στρ. (εκτός πλαστικού κάλυψης)	3'177'500.00 €	4%	127'100.00 €	127'100.00 €	127'100.00 €	127'100.00 €	127'100.00 €
Σύστημα Δροσισμού	104'000.00 €	10%	10'400.00 €	10'400.00 €	10'400.00 €	10'400.00 €	10'400.00 €
Σύστημα Θερμοκουρτίνας	187'000.00 €	10%	18'700.00 €	18'700.00 €	18'700.00 €	18'700.00 €	18'700.00 €
Πλαστικό κάλυψης	1'200'000.00 €	10%	120'000.00 €	120'000.00 €	120'000.00 €	120'000.00 €	120'000.00 €
Σύστημα υδροπονίας	1'000'000.00 €	10%	100'000.00 €	100'000.00 €	100'000.00 €	100'000.00 €	100'000.00 €
Λοιπός εξοπλισμός θερμοκηπίου-φυτωρίου χώρου πειραματισμών χώρου εκτροφής σκώληκος, παραγωγής φυτοπλαγκτόν, παραγωγής ζωοπλαγκτόν	900'000.00 €	10%	90'000.00 €	90'000.00 €	90'000.00 €	90'000.00 €	90'000.00 €
Φορτηγό μεταφοράς εμπορευμάτων	70'000.00 €	12%	8'400.00 €	8'400.00 €	8'400.00 €	2'800.00 €	- €
Γεώτρηση	5'000.00 €	4%	200.00 €	200.00 €	200.00 €	200.00 €	200.00 €
Χώρος Ερευνών και Εκπαίδευσης 240 m ²	51'820.00 €	4%	2'072.80 €	2'072.80 €	2'072.80 €	2'072.80 €	2'072.80 €
Κατασκευή Στέγαστρου Αυτοκινήτου	3'600.00 €	4%	144.00 €	144.00 €	144.00 €	144.00 €	144.00 €
Κτήριο Στέγασης (Γραφεία, Ψυγεία, Συσκευαστήριο, Αποθήκη, Εξοπλισμός μηχανολογικός και λογισμικό αυτοματισμού και άλλα προγράμματα)1800 m ² -	351'600.00 €	4%	14'064.00 €	14'064.00 €	14'064.00 €	14'064.00 €	14'064.00 €
Η/Υ,Λογισμικά γραφείου	10'000.00 €	20%	- €	- €	- €	- €	- €
Εξοπλισμός μηχανολογικός και λογισμικό αυτοματισμού και άλλα προγράμματα	636'400.00 €	10%	63'640.00 €	63'640.00 €	63'640.00 €	63'640.00 €	63'640.00 €
Μηχανολογισμός εξοπλισμός και εγκαταστάσεις εκτροφής ψαριών-γαρίδας	13'285'000.00 €	10%	1'328'500.00 €	1'328'500.00 €	1'328'500.00 €	1'328'500.00 €	1'328'500.00 €
Άθροισμα Αποσβέσεων	20'981'920.00 €		1'883'220.80 €	1'883'220.80 €	1'883'220.80 €	1'877'620.80 €	1'874'820.80 €

3.4.3 Ανάλυση Κόστους πωληθέντων

- Πέστροφες

Η έκταση παραγωγής πέστροφας είναι εμβαδού 30 στρεμμάτων όπου θα εγκατασταθούν δύο μονάδες υδατοκαλλιέργειας, οι οποίες μπορούν να διαχωριστούν σε 24 ισόχωρες δεξαμενές, δίδοντας έτσι την δυνατότητα κυκλικότητας και ευελιξίας στην παραγωγή. Ωστόσο στην περίπτωση του ενυδρειοπονικού συστήματος η λειτουργία της υδατοκαλλιέργειας πρέπει να πραγματοποιείται στο μέγιστο της δυναμικότητας, καθώς είναι απαραίτητη για τη μέγιστη συσσώρευση των απαιτούμετων για την φυτική παραγωγή οργανικών ουσιών. Για το λόγο αυτό η φυτική παραγωγή ξεκινά μετά το πέρας ενός πλήρους παραγωγικού κύκλου (6 μήνες) ώστε το θρεπτικό διάλυμα να έχει την επιθυμητή ποσότητα διαλυμένης θρεπτικής ουσίας.

Παρουσιάζονται αναλυτικά το άμεσο και το επιμερισμένο έμμεσο κόστος που αφορά στην παραγωγή της πέστροφας για το πρώτο και το δεύτερο έτος (έτος πλήρους λειτουργίας). Με αυτό τον τρόπο μπορεί να υπολογιστεί το κόστος πωληθέντων. Σημειώνεται ότι κατά το έτος εγκατάστασης θα πραγματοποιούνται δοκιμαστικές καλλιέργειες.

Πίνακας 12: Ανάλυση κόστους- Πέστροφα, Έτος 1ο

Rainbow Trout (350 gr) - Ιριδίζουσα Πέστροφα 1ο Έτος			
Κυβικά Νερού/Δεξαμενή	291.60	m ³	
Παραγωγή/m ³	50.00	kg	
Αριθμός Δεξαμενών/ module	24.00	τεμ.	
Παραγωγή/Δεξαμενή	14'580.00	kg	
Συνολική Παραγωγή /module	349'920.00	kg	
Εισροές ανά δεξαμενή	κόστος/μον	ποσότητα	Συν. Κόστος
Γόνος	0.04 €	78'142.00	3'125.68 €
Τροφή	1.25 €	18'225.00	22'781.25 €
Αναλώσιμα	0.45 €	2'259.90	1'016.96 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/Δεξ.			26'923.89 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/module (24x δεξαμενές)			646'173.24 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/module x 2			1'292'346.48 €
Κόστος εργασίας			112'896.00 €
Ασφάλιση			174'960.00 €
Μεταφορές εμπορευμάτων			104'976.00 €
Τιμή Πώλησης το κιλό		5.00 €	
Κύκλος εργασιών/module	24 δεξαμενές		1'749'600.00 €
Συνολικός Κύκλος εργασιών	2 module (2X24 δεξαμενές)		3'499'200.00 €
Κόστος Πωληθέντων			1'580'202.48 €
Μεικτό Κέρδος	2 module (2X24 δεξαμενές)		1'918'997.52 €

Πίνακας 13: Ανάλυση κόστους- Πέστροφα, Έτος 2ο

Rainbow Trout (350 gr) - Ιριδίζουσα Πέστροφα			
Κυβικά Νερού/Δεξαμενή	291.60	m3	
Παραγωγή/m3	100.00	kg	
Αριθμός Δεξαμενών/ module	24.00	τεμ.	
Παραγωγή/Δεξαμενή	29'160.00	kg	
Συνολική Παραγωγή /module	699'840.00	kg	
<hr/>			
Εισροές ανά δεξαμενή	κόστος/μον	ποσότητα	Συν. Κόστος
Γόνος	0.04 €	156'284.00	6'251.36 €
Τροφή	1.25 €	36'450.00	45'562.50 €
Αναλώσιμα	0.45 €	4'519.80	2'033.91 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/Δεξ.			53'847.77 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/module (24x δεξαμενές)			1'292'346.48 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/module x 2			2'584'692.96 €
Κόστος εργασίας			112'896.00 €
Ασφάλιση			349'920.00 €
Μεταφορές εμπορευμάτων			209'952.00 €
Τιμή Πώλησης το κιλό		5.00 €	
Κύκλος εργασιών/module	24 δεξαμενές		3'499'200.00 €
Συνολικός Κύκλος εργασιών	2 module (2X24 δεξαμενές)		6'998'400.00 €
Κόστος Πωληθέντων			3'047'508.96 €
Μεικτό Κέρδος	2 module (2X24 δεξαμενές)		3'950'891.04 €

- **Γαρίδες**

Η έκταση παραγωγής γαρίδας είναι εμβαδού 30 στρεμμάτων, όπου θα εγκατασταθούν δύο μονάδες υδατοκαλλιέργειας, οι οποίες μπορούν να διαχωριστούν σε 24 ισόχωρες δεξαμενές, δίδοντας έτσι τη δυνατότητα κυκλικότητας και ευελιξίας στην παραγωγή. Όπως όμως έχουμε προαναφέρει στην περίπτωση του ενυδρειοπονικού συστήματος η λειτουργία της υδατοκαλλιέργειας πρέπει να πραγματοποιείται στο μέγιστο της δυναμικότητας, καθώς είναι απαραίτητη για την μέγιστη συσσώρευση των απαιτούμετων για την φυτική παραγωγή οργανικών ουσιών.

Παρουσιάζονται αναλυτικά το άμεσο και το επιμερισμένο έμμεσο κόστος που αφορά στην παραγωγή της πέστροφας για το πρώτο και το δεύτερο έτος (έτος πλήρους λειτουργίας). Με αυτό τον τρόπο μπορεί να υπολογιστεί το κόστος πωληθέντων. Σημειώνεται ότι κατά το έτος εγκατάστασης θα πραγματοποιούνται δοκιμαστικές καλλιέργειες.

Πίνακας 14: Ανάλυση κόστους- Γαρίδες, Έτος 1ο

Macrobrachium Rosebergii -Fresh water prawn		1ο Έτος
Κυβικά Νερού/Δεξαμενή	291.60	m3
Παραγωγή/m3	58.00	kg
Αριθμός Δεξαμενών/ module	24.00	τεμ.
Παραγωγή/Δεξαμενή	16'912.80	kg
Συνολική Παραγωγή /module	405'907.20	kg

Εισροές ανά δεξαμενή	κόστος/μον	ποσότητα	Συν. Κόστος
Γόνος	0.01 €	78'142.00	781.42 €
Τροφή	1.15 €	21'141.00	24'312.15 €
Αναλώσιμα	0.45 €	2'621.48	1'179.67 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/Δεξ.			26'273.24 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/module (24x δεξαμενές)			630'557.71 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/module x 2			1'261'115.41 €
Κόστος εργασίας			112'896.00 €
Ασφάλιση			324'725.76 €
Μεταφορές εμπορευμάτων			121'772.16 €
Τιμή Πώλησης το κιλό		8.00 €	
Κύκλος εργασιών/module	24 δεξαμενές		3'247'257.60 €
Συνολικός Κύκλος εργασιών	2 module (2X24 δεξαμενές)		6'494'515.20 €
Κόστος Πωληθέντων			1'189'951.63 €
Μεικτό Κέρδος	2 module (2X24 δεξαμενές)		5'304'563.57 €

Η τιμή της γαρίδας που χρησιμοποιούμε είναι αυτή του εξωτερικού για καθαρισμένες κατεψυγμένες γαρίδες από τις ασιατικές χώρες και το Μεξικό. Οι ίδιες γαρίδες στην Ελλάδα είναι σαφώς ακριβότερες με τιμές που μπορεί να αγγίξουν κατά περιόδους τα 22 ευρώ το κιλό (μεσαίες) και 30 ευρώ για τις μεγάλες. Σημειώνεται ότι η μονάδα θα παράγει μεσαίες γαρίδες προς μεγάλες. Ωστόσο καθότι ο σκοπός της μονάδας είναι να προσφέρει ποιοτική και φθηνή τροφή στις κοινότητες που την περιβάλλουν, χρησιμοποιείται η κατώτερη βιώσιμη τιμή.

Πίνακας 15: Ανάλυση κόστους- Γαρίδες, Έτος 2ο

Macrobrachium Rosebergii -Fresh water prawn		2ο Έτος	
Κυβικά Νερού/Δεξαμενή	291.60	m3	
Παραγωγή/m3	116.00	kg	
Αριθμός Δεξαμενών/ module	24.00	τεμ.	
Παραγωγή/Δεξαμενή	33'825.60	kg	
Συνολική Παραγωγή /module	811'814.40	kg	
Εισροές ανά δεξαμενή			
	κόστος/μον	ποσότητα	Συν. Κόστος
Γόνος	0.01 €	156'284.00	1'562.84 €
Τροφή	1.15 €	42'282.00	48'624.30 €
Αναλώσιμα	0.45 €	5'242.97	2'359.34 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/Δεξ.			52'546.48 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/module (24x δεξαμενές)			1'261'115.41 €
Συνολικό Άμεσο Κόστος/module x 2			2'522'230.83 €
Κόστος εργασίας			
			112'896.00 €
Ασφάλιση			
			649'451.52 €
Μεταφορές εμπορευμάτων			
			243'544.32 €
Τιμή Πώλησης το κιλό	8.00 €	8	
Κύκλος εργασιών/module	24 δεξαμενές		6'494'515.20 €
Συνολικός Κύκλος εργασιών	2 module (2X24 δεξαμενές)		12'989'030.40 €
Κόστος Πωληθέντων			3'528'122.67 €
Μεικτό Κέρδος	2 module (2X24 δεξαμενές)		9'460'907.73 €

- **Μαρούλι**

Η καλλιέργεια όπως προαναφέρθηκε, για να αποκτήσει το θρεπτικό διάλυμα την επιθυμητή ποσότητα διαλυμένης θρεπτικής ουσίας, ξεκινά τρεις μήνες αργότερα. Να σημειωθεί ότι η ιχθυοκαλλιέργεια δοκιμαστικά έχει ξεκινήσει έξι μήνες περίπου νωρίτερα, για να ισορροπήσει το σύστημα ενυδραιοκαλλιέργειας.

Η τιμή πώλησης είναι η μέση τιμή της αγοράς οπωροκηπευτικών στην Θεσσαλονίκη και στη Βόρεια Κεντρική Μακεδονία.

Το κόστος ασφάλισης των προϊόντων προκύπτει μετά από έρευνα αγοράς και υπολογίζεται στα 0,075 ευρώ ανά τεμάχιο. Το κόστος σπορόφυτων είναι το κόστος παραγωγής τους στο φυτώριο της επιχείρησης, ενώ το κόστος λίπανσης είναι αμελητέο, καθώς η λίπανση καλύπτεται σχεδόν εξολοκλήρου από το σύστημα ενυδραιοπονίας. Για το λόγο αυτό άλλωστε η υδροκαλλιέργεια θα πρέπει να γίνεται στο μέγιστο της δυναμικότητας του συστήματος, ενώ η φυτική παραγωγή θα πρέπει

να πραγματοποιείται με κυκλικό τρόπο, ώστε οι ανάγκες σε θρέψη της φυτικής παραγωγής να ελαχιστοποιούνται.

Τέλος ο αριθμός τεμαχίων ανα κιβώτιο μεταφοράς προκύπτει από τον μέσο όρο, καθώς ανάλογα με το είδος και το μέγεθος των φυτών η χωρητικότητα των κιβωτιών κυμαίνεται μεταξύ των 10-15 τεμαχίων/κιβώτιο.

Πίνακας 16: Ανάλυση κόστους- Μαρούλι, Έτος 1ο & 2ο

Μαρούλι- <i>Lactuca sativa</i> 1ο Έτος (10 φυτεύσεις)			Μαρούλι- <i>Lactuca sativa</i> 2ο Έτος (12 φυτεύσεις)		
Φυτά/τμ	24	φυτά	Φυτά/τμ	24	φυτά
Συνολική έκταση	18'000.00	τμ	Συνολική έκταση	18'000.00	τμ
Ετήσια παραγωγή/τμ	240	φυτά	Ετήσια παραγωγή/τμ	288	φυτά
Συνολική ετήσια παραγωγή	4'320'000	φυτά	Συνολική ετήσια παραγωγή	5'184'000	φυτά
Τιμή/τεμάχιο	0.20 €	ευρώ	Τιμή/τεμάχιο	0.20 €	ευρώ

Εισροές καλλιέργειας μαρουλιού (18000τμ)	
Σπορόφυτα	39'096.00 €
Λιπάσματα (αμελητέο)	- €
Φυτοπροστασία (βιολογική)	250.00 €
Συσκευασία ανά τεμάχιο	0.06 €
Σύνολο συσκευασίας	259'200.00 €
Ασφάλιση	64'800.00 €
Εργασία	73'382.40 €
Μεταφορικά (12 τεμ/κιβώτιο)	162'000.00 €
Σύνολο	598'728.46 €
Κύκλος εργασιών	864'000.00 €
Κόστος πωληθέντων	598'728.46 €
Μεικτό κέρδος	265'271.54 €

Εισροές καλλιέργειας μαρουλιού (18000τμ)	
Σπορόφυτα	46'915.20 €
Λιπάσματα (αμελητέο)	- €
Φυτοπροστασία (βιολογική)	250.00 €
Συσκευασία ανά τεμάχιο	0.06 €
Σύνολο συσκευασίας	311'040.00 €
Ασφάλιση	77'760.00 €
Εργασία	73'382.40 €
Μεταφορικά (12 τεμάχια/κιβώτιο)	194'400.00 €
Σύνολο	703'747.66 €
Κύκλος εργασιών	1'036'800.00 €
Κόστος πωληθέντων	703'747.66 €
Μεικτό κέρδος	333'052.34 €

- **Βασιλικός**

Η καλλιέργεια του βασιλικού όπως και του μαρουλιού, για να αποκτήσει το θρεπτικό διάλυμα την επιθυμητή ποσότητα διαλυμένης θρεπτικής ουσίας, ξεκινά τρεις μήνες αργότερα.

Η τιμή πώλησης είναι η μέση τιμή αγοράς στην Ελλάδα. Το κόστος ασφάλισης των προϊόντων προκύπτει μετά από έρευνα αγοράς και υπολογίζεται στα 0,075 ευρώ ανά τεμάχιο. Το κόστος σπορόφυτων είναι το κόστος παραγωγής τους στο φυτώριο της επιχείρησης, ενώ το κόστος λίπανσης είναι αμελητέο, καθώς η λίπανση καλύπτεται σχεδόν εξολοκλήρου από το σύστημα ενυδρείοποινας.

Πίνακας 17: Ανάλυση κόστους- Βασιλικός, Έτος 1ο & 2ο

Βασιλικός- <i>Ocimum basilicum</i> 1ο Έτος (10 φυτεύσεις)			Βασιλικός- <i>Ocimum basilicum</i> 2ο Έτος (12 φυτεύσεις)		
Φυτά/τμ	24	φυτά	Φυτά/τμ	24	φυτά
Συνολική έκταση	2'000.00	τμ	Συνολική έκταση	2'000.00	τμ
Ετήσια παραγωγή/τμ	240	φυτά	Ετήσια παραγωγή/τμ	288	φυτά
Συνολική ετήσια παραγωγή	480'000	φυτά	Συνολική ετήσια παραγωγή	576'000	φυτά
Τιμή/τεμάχιο	0.70 €	ευρώ	Τιμή/τεμάχιο	0.70 €	ευρώ

Εισροές καλλιέργειας βασιλικού (2000τμ)	
Σπορόφυτα	4'425.60 €
Λιπάσματα (αμελητέο)	- €
Φυτοπροστασία (βιολογική)	250.00 €
Συσκευασία ανά τεμάχιο	0.03 €
Σύνολο συσκευασίας	14'400.00 €
Εργασία	8'153.60 €
Ασφάλιση	25'200.00 €
Μεταφορικά (6 τεμ/ κιβώτιο)	8'000.00 €
Σύνολο	60'429.23 €
Κύκλος εργασιών	336'000.00 €
Κόστος πωληθέντων	70'834.35 €
Μεικτό κέρδος	265'165.65 €

Εισροές καλλιέργειας βασιλικού (2000τμ)	
Σπορόφυτα	5'310.72 €
Λιπάσματα (αμελητέο)	- €
Φυτοπροστασία (βιολογική)	250.00 €
Συσκευασία ανά τεμάχιο	0.03 €
Σύνολο συσκευασίας	17'280.00 €
Εργασία	8'153.60 €
Ασφάλιση	30'240.00 €
Μεταφορικά (6 τεμ/ κιβώτιο)	9'600.00 €
Σύνολο	70'834.35 €
Κύκλος εργασιών	403'200.00 €
Κόστος πωληθέντων	70'834.35 €
Μεικτό κέρδος	332'365.65 €

- **Ανάλυση κόστους εργασίας**

Οι μισθολογικές δαπάνες επιμερίζονται κατά το ήμισυ στην δύο καλλιέργειες πέστροφας και γαρίδας. Πρόκειται δε, για το ελάχιστο απαιτούμενο εργατικό δυναμικό. Οι επιβλέποντες παραγωγής είναι εξειδικευμένοι επιστήμονες στον τομέα της υδατοκαλλιέργειας. Έχουν υπολογιστεί οι προβλεπόμενες υπερωρίες, καθώς τις περιόδους συγκομιδής οι απαιτήσεις σε ώρες εργασίας είναι αυξημένες.

Πίνακας 18: Δαπάνες εργασίας υδατοκαλλιέργειας

Κόστος εργασίας Υδατοκαλλιέργειας					
	άτομα	μισθός/μήνα	υπερωρίες	συνολικός μισθός	ετήσιος μισθός
			12%		
Επιβλέπων εκκολαπτηρίου	1	3'000.00 €	360.00 €	3'360.00 €	47'040.00 €
Επιβλέπων παραγωγής	1	3'000.00 €	360.00 €	3'360.00 €	47'040.00 €
Χημικός-Υπ. Εργαστηρίου	1	2'000.00 €	240.00 €	2'240.00 €	31'360.00 €
Υπ. Συγκομιδής - Αποθήκης	1	1'400.00 €	168.00 €	1'568.00 €	21'952.00 €
Εργάτες	10	5'000.00 €	600.00 €	5'600.00 €	78'400.00 €
				16'128.00 €	225'792.00 €

Οι μισθολογικές δαπάνες επιμερίζονται ανάλογα με την έκταση των δύο υδροπονικών καλλιεργείων. Δηλαδή επιμερίζεται ως εξής: α) άμεση εργασία-βασιλικός 8'153.60€

10% της συνολικής δαπάνης, β) άμεση εργασία-μαρούλι 73'382.40€, 90% της συνολικής δαπάνης.

Πρόκειται δε, για το ελάχιστο απαιτούμενο εργατικό δυναμικό. Ο επιβλέπων παραγωγής είναι γεωπόνος εξειδικευμένος στον καλλιέργεια κηπευτικών θερμοκηπίου. Σημειώνεται ότι έχουν υπολογιστεί επίσης οι προβλεπόμενες υπερωρίες, καθώς τις περιόδους συγκομιδής οι απαιτήσεις σε ώρες εργασίας είναι αυξημένες.

Πίνακας 19: Δαπάνες εργασίας υδατοκαλλιέργειας

Κόστος εργασίας υδροπονικής καλλιέργειας					
	άτομα	μισθός/μήνα	υπερωρίες 12%	συνολικός μισθός	ετήσιος μισθός
Επιβλέπων παραγωγής	1	1'500.00 €	180.00 €	1'680.00 €	23'520.00 €
Χημικός-Υπ. Εργαστηρίου	1	1'000.00 €	120.00 €	1'120.00 €	15'680.00 €
Υπ. Συγκομιδής - Αποθήκης	1	700.00 €	84.00 €	784.00 €	10'976.00 €
Εργάτες	4	2'000.00 €	240.00 €	2'240.00 €	31'360.00 €
				5'824.00 €	81'536.00 €

3.4.4 Χρηματοδότηση και μετοχικό κεφάλαιο

Η Χρηματοδότηση θα πραγματοποιηθεί εξ' ολοκλήρου με δανεισμό. Το 30% θα προέρχεται από κεφάλαιο επιχειρηματικών συμμετοχών (μέσω ομολογιακού δανείου), ενώ το υπόλοιπο απαιτούμενο κεφάλαιο θα προέρχεται από τραπεζικό δανεισμό με σταθερό επιτόκιο 5%. Η πλήρης αποπληρωμή του επενδυμένου κεφαλαίου θα γίνει σε δέκα χρόνια. Σημειώνεται ότι στο ποσό αυτό υπολογίζεται και το κόστος κατασκευής του σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας (ακολουθεί η περιγραφή στην επόμενη ενότητα).

Πίνακας 20: Υπολογισμός δόσεων Δανείου

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΟΣΕΩΝ ΔΑΝΕΙΟΥ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΑΝΕΙΟΥ

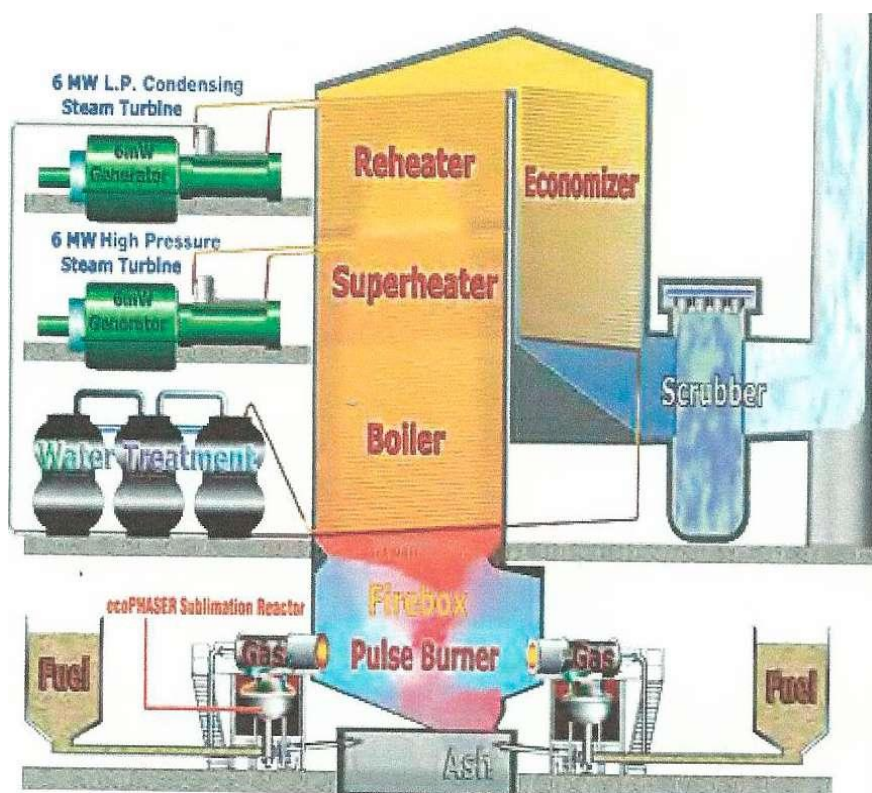
ΕΠΙΘΥΜΕΙΤΕ ΔΑΝΕΙΟ ΣΕ ΕΥΡΩ :	25'669'784	ΚΕΦΑΛΑΙΟ
ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΘΑ ΧΟΡΗΓΗΘΕΙ ΜΕ ΕΠΙΤΟΚΙΟ :	5.00%	ΣΕ ΕΤΗΣΙΑ ΒΑΣΗ
ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΘΑ ΕΞΟΦΛΗΘΕΙ ΣΕ ΔΙΑΡΚΕΙΑ :	10.0	ΕΤΗ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΤΑΜΙΕΥΣΗΣ ΔΑΝΕΙΟΥ έστω...	1 Ιανουαρίου 2013	
ΜΕ ΤΟΚΟΧΡΕΟΛΥΤΙΚΕΣ ΔΟΣΕΙΣ ΚΑΘΕ :	ΕΤΟΣ	
ΚΑΘΕ ΔΟΣΗ ΤΧΡ ΘΑ ΕΙΝΑΙ ΠΟΣΟΥ ΕΥΡΩ :	3'324'354.5	ΕΚΑΣΤΗ
ΚΑΘΕ ΧΡΟΝΟ ΘΑ ΠΛΗΡΩΝΕΤΕ ΕΥΡΩ :	3'324'354	Το έτος (ευρώ)
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΘΑ ΠΛΗΡΩΣΕΤΕ ΓΙΑ ΟΛΟ ΤΟ ΔΑΝΕΙΟ	33'243'545	Συνολικά (ευρώ)
ΑΡΑ ΘΑ ΕΧΕΤΕ ΠΛΗΡΩΣΕΙ ΤΟΚΟΥΣ :	7'573'761	Τόκοι σε ευρώ

Πίνακας 21: Ανάλυση τοκοχρεολυσίων

ΠΛΗΡΩΜΗ ΔΟΣΗΣ ΤΗΝ	ΤΧΡ ΔΟΣΗ ΠΟΣΟ	ΤΟΚΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΚΩΝ	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΛΗΡΩΜΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ
01-Ιαν-13	ΕΚΤΑΜΙΕΥΣΗ ΔΑΝΕΙΟΥ		01/01/13			25'669'784
01-Ιαν-14	3'324'354.47	-1'283'489.20	-1'283'489.20	2'040'865.27	2'040'865.27	23'628'918.73
01-Ιαν-15	3'324'354.47	-1'181'445.94	-2'464'935.14	2'142'908.53	4'183'773.80	21'486'010.20
01-Ιαν-16	3'324'354.47	-1'074'300.51	-3'539'235.65	2'250'053.96	6'433'827.75	19'235'956.25
01-Ιαν-17	3'324'354.47	-961'797.81	-4'501'033.46	2'362'556.65	8'796'384.41	16'873'399.59
01-Ιαν-18	3'324'354.47	-843'669.98	-5'344'703.44	2'480'684.49	11'277'068.89	14'392'715.11
01-Ιαν-19	3'324'354.47	-719'635.76	-6'064'339.19	2'604'718.71	13'881'787.60	11'787'996.40
01-Ιαν-20	3'324'354.47	-589'399.82	-6'653'739.01	2'734'954.65	16'616'742.25	9'053'041.75
01-Ιαν-21	3'324'354.47	-452'652.09	-7'106'391.10	2'871'702.38	19'488'444.63	6'181'339.37
01-Ιαν-22	3'324'354.47	-309'066.97	-7'415'458.07	3'015'287.50	22'503'732.13	3'166'051.87
01-Ιαν-23	3'324'354.47	-158'302.59	-7'573'760.66	3'166'051.87	25'669'784.00	0.00

3.4.5 Κόστος σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας από βιομάζα

Η μονάδα αποτελεί έναν συνδυασμό συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας -" CHP ", δυναμικότητας 12 MW.



Εικόνα 38: Παράσταση λειτουργίας Σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας δυναμικότητας 12 MW

Ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας θα χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες λειτουργίας της μονάδας ενυδρειοπονίας, ενώ το υπόλοιπο θα πωληθεί στην εγχώρια αγορά. Η θερμική ενέργεια που εκλύεται θα καλύπτει πλήρως τις ανάγκες θέρμανσης της μονάδος, ενώ το υπόλοιπο θα χρησιμοποιηθεί για την αποξήρανση της βιομάζας, η οποία προερχόμενη κυρίως από γεωργικά υπολείμματα θα περιέχει υψηλά ποσοστά υγρασίας, διατηρώντας σταθερή την απόδοση του σταθμού. Επίσης ως καύσιμη ύλη θα χρησιμοποιηθούν υπολείμματα υλοτομίας.

Συνολική Απαιτούμενη Ενέργεια Μονάδας Ενυδρειοκαλλιέργειας/ έτος πλήρους λειτουργίας
ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ & ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
MW 30.636
GJ 256.167

Πίνακας 23: Συνολική ετήσια απαιτούμενη ενέργεια Ενυδρειοπονικής Μονάδας

Με αυτόν τον τρόπο αξιοποιούνται όλα τα οφέλη της «πράσινης» ενέργειας, όπου συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο οικολογικό σύστημα, το οποίο χωρίς να μολύνει ή να επιβαρύνει το περιβάλλον και το ευρύτερο οικοσύστημα, θα αποδίδει σημαντικά κέρδη στην επιχείρηση (πώληση ηλεκτρικής ενέργειας), ενώ ταυτόχρονα θα συμβάλλει στην αύξηση των εσόδων των γεωργο-παραγωγών της περιοχής (αγοράζοντας τα υπολείμματα των καλλιεργειών).

Πίνακας 22: Απόδοση-Δυναμικότητα σταθμού συμπαραγωγής ενέργεια

Δυναμικότητα σταθμού 12 MW			
Απόδοση καθαρή σταθμού 10,6 MW			
8.760 ώρες λειτουργίας(365 εικοσιτετράωρα)			
I.	Ηλεκτρική Ενέργεια καθαρής απόδοσης(MW/h)	MW/Ωρα	10,60
II.	Θερμότητα (GJ/h)	GJ/Ωρα	85
III.	Ετήσιες ώρες λειτουργίας (365x24=8.760)		8.760
IV.	Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας/Έτος (10,60x8.760= 92.856)	MW	92.856
V.	Παραγωγή θερμικής ενέργειας/Έτος (85 x 8.760=744.600)	GJ/Έτος	744.600

I. Άμεσα διαθέσιμη βιομάζα στην Ελλάδα

(Πηγή: Α. Ζαμπανιώτου «2ο Αναπτυξιακό Συνέδριο Καρδίτσας Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας», Καρδίτσα)

✚ Υπολείματα γεωργικών καλλιεργειών (7.500.000 tones/y)

- Πυρηνόξυλο
- Εκκοκκιστήρια βάμβακος
- Πυρήνες φρούτων (π.χ. ροδάκινα, βερίκοκα, κ.ά.)
- Άχυρο
- Ρυζοφλοιοί
- Στελέχη & σπάδικες καλαμποκιού
- Κλαδοδέματα οπωροφόρων, ελιάς κι αμπελιού

✚ Δασικά υπολείματα υλοτομίας (2.700.000 tones/y)

- Θρυμματισμένο ξύλο δασικής προέλευσης
- Υπολείματα από διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων (κορυφές, φλοιοί, κ.ά.)

✚ Ενεργειακές καλλιέργειες για στερεά ή υγρά βιοκαύσιμα.

✚ Βιοαποδομήσιμο κλάσμα αστικών απορριμμάτων

- (ζυμώσιμα και χαρτί)

Εικόνα 39: Απεικόνιση του αειφορικού κύκλου παραγωγής και χρήσης βιομάζας



Πηγή: www.alternativeenergyatunc.wordpress.com

Πίνακας 24: Μ.Ο τιμής πώλησης και υγρασίας διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα

Βιομάζα	Μήνες Διαθεσιμότητας	Τιμή πώλησης (€/τον)	Υγρασία (%)
Πυρηνόξυλο	Νοεμ-Μαρ	42/ 60	30
Κουκούτσι ροδάκινου	Ιουλ-Αυγ	50	20
Πριονίδι	Όλο το χρόνο	30	25
Σύμπηκτα (pellets)	Όλο το χρόνο	150-170	<10
Αχυρόμπαλα	Ιουν-Αυγ	50	15

Πηγή: ΚΑΠΕ

II. Πλεονεκτήματα της βιοενέργειας

- ✓ Αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην παραγωγή CO₂ αφού οι παραγόμενες κατά την καύση ποσότητες CO₂ διοχετεύονται στο θερμοκήπιο υδροπονικής καλλιέργειας με σκοπό την ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών.
 - ✓ Δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με SO₂ γιατί η βιομάζα δεν περιέχει θείο.
 - ✓ Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα
- Εξοικονόμηση συναλλάγματος
 - ✓ Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στην επαρχία.

III. Μειονεκτήματα της βιοενέργειας

- ➡ Μεγάλος όγκος και υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας
- ➡ Δυσκολία συλλογής, μεταφοράς, αποθήκευσης καύσιμης ύλης έναντι συμβατικών καυσίμων
- ➡ Υψηλό κόστος αξιοποίησης
- Δαπανηρές εγκαταστάσεις και εξοπλισμός
 - ➡ Χωρική διασπορά και εποχιακή παραγωγή καύσιμης βιομάζας
 - ➡ Για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα συνεργάζονται δύο διαφορετικού χαρακτήρα συστήματα:

Εικόνα 40: Ένα σύστημα τροφοδοσίας που παράγει, συλλέγει και παραδίδει το καύσιμο και ένας σταθμός που παράγει και διαθέτει τον ηλεκτρισμό



Πηγή: Α. Ζαμπανιώτου «2ο Αναπτυξιακό Συνέδριο Καρδίτσας Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας, Καρδίτσα

IV. Η τυπική μονάδα βιομάζας αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα :

- ✿ Τον αποθηκευτικό χώρο ή σιλό, όπου τοποθετείται η Α' ύλη ώστε να διατηρεί τις ιδιότητές της σταθερές, μέχρι τη στιγμή που θα διοχετευθεί στον αεριοποιητή για να ξεκινήσει η διαδικασία αεριοποίησης. Η τροφοδοσία της Α' ύλης (βιομάζα) γίνεται αυτόματα, με ειδικά αναβατόρια ή ταινίες.
- ✿ Τη μονάδα αποξήρανσης της βιομάζας
- ✿ Τον αεριοποιητή ή αντιδραστήρα. Εφόσον η βιομάζα έχει τροφοδοτηθεί στον αεριοποιητή, ξεκινάει η διαδικασία αεριοποίησης. Στη θερμική αεριοποίηση, στόχος της διεργασίας είναι να μετατρέψει πλήρως το στερεό καύσιμο σε ένα εύφλεκτο αέριο μείγμα. Για να επιτευχθεί το παραπάνω, απαιτούνται υψηλές θερμοκρασίες διεργασίας (700–1100°C) και ένα σημαντικό τμήμα της ενεργειακής πρώτης ύλης θα μετατραπεί σε ένα σύνθετο αέριο (syngas) στο εσωτερικό του αεριοποιητή.

- ✿ Το σύστημα καθαρισμού ή φιλτραρίσματος. Το σύνθετο αέριο αποτελεί ένα μείγμα χημικών στοιχείων. Σε αυτό το στάδιο λαμβάνει χώρα ο καθαρισμός με διάφορα φίλτρα και εν συνεχεία η ψύξη του αερίου, ώστε το τελικό αποτέλεσμα (αέριο) να καταλήξει στην τελική επιθυμητή μορφή και να είναι κατά το μέγιστο αποδοτικότερο.
- ✿ Τη δεξαμενή ύδατος. Κατά την είσοδο του παραγόμενου αερίου στο σύστημα φιλτραρίσματος, απαιτείται η χρήση ύδατος για τον καθαρισμό και την ψύξη του. Η δεξαμενή, που αποτελείται από τέσσερις θαλάμους, κατασκευάζεται σε κοντινή απόσταση και η σύνδεση πραγματοποιείται μέσω ειδικών σωλήνων με υψηλές μηχανικές αντοχές.
- ✿ Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (διάταξη genset): γεννήτρια - μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ). Εφόσον το αέριο έχει υποστεί όλες τις προαναφερθείσες διεργασίες, τροφοδοτείται στη ΜΕΚ, η οποία καταναλώνει το αέριο και σε συνεργασία με την σύγχρονη γεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια, με σημαντικά υψηλές αποδόσεις.
- ✿ Το λογισμικό του συστήματος. Ο προηγμένος τεχνολογικά εξοπλισμός περιλαμβάνει ένα αυτοματοποιημένο σύστημα λειτουργίας και ελέγχου της μονάδας. Το λογισμικό επιτηρεί τη λειτουργία του σταθμού, καταγράφει την απόδοσή του και όπου χρειαστεί επεμβαίνει σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα της εγκατάστασης θα είναι διαθέσιμα τόσο στους επιβλέποντες του σταθμού (σε έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο), όσο και στην κατασκευάστρια εταιρεία, που θα μπορεί επίσης να επεμβαίνει άμεσα όταν απαιτείται.
- ✿ Το μετασχηματιστή ΧΤ/ΜΤ. Η έκχυση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει ένας σταθμός βιομάζας ισχύος 12 MW γίνεται στο δίκτυο μέσης τάσης. Κατ' επέκταση στην εν λόγω μονάδα θα χρειαστεί να εγκατασταθούν υποσταθμοί της ΔΕΔΔΗΕ.
- ✿ Τα έργα υποδομής που απαιτούνται για τη βέλτιστη λειτουργία της μονάδας βιομάζας. Σε αυτά συγκαταλέγονται η μεταλλική κατασκευή για την προστασία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, πυρασφάλεια, περίφραξη, σύστημα ασφαλείας με κάμερες καταγραφής κ.α.

Ενώ στο συνολικό κόστος του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από βιομάζα συμπεριλαμβάνονται:

- Η Οικοδομική Άδεια για τις εγκαταστάσεις

Πίνακας 25: Κόστος εγκατάστασης Σταθμού ΣΗΘ Ενέργειας από βιομάζα

- Η Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ)
- Οι όροι σύνδεσης με τη ΔΕΗ
- Το κόστος Εγγυητικής Επιστολής που ορίζει ο νόμος (150€/kW)
- Η κατασκευή υποσταθμού της ΔΕΗ
- Η αγορά και εγκατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού
- Η εγκατάσταση του χώρου αποθήκευσης της Α' ύλης
- Η κατασκευή κτιριακών εγκαταστάσεων για τη στέγαση του μηχανολογικού εξοπλισμού και του εργατικού δυναμικού
- Το κόστος σχεδιασμού της μονάδας, οι μελέτες μηχανικών
- Το κόστος εγκατάστασης, η επίβλεψη κατασκευής, η θέση σε λειτουργία, η τεχνική υποστήριξη, η εκπαίδευση προσωπικού
- Τα υπόλοιπα έργα υποδομής που απαιτούνται (συστήματα ασφαλείας...)
- Η ετήσια συντήρηση της μονάδας για το πρώτο έτος
- Τα πάγια έξοδα της μονάδας για τους πρώτους μήνες λειτουργίας, ώστε η μονάδα να λειτουργεί απρόσκοπτα, αδιάλειπτα και με υψηλό αποθεματικό

ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ 12 MW (4x 3MW)	
Τεχνική μελέτη και κατασκευή, αδεια λειτουργίας	1'650'000.00 €
Κτιριακές εγκαταστάσεις και υποδομές	1'927'800.00 €
Μηχανολογικές εγκαταστάσεις	3'840'000.00 €
Σύστημα Διαχείριση, προμήθεια και καύση βιομάζας	3'300'000.00 €
Ηλεκτρολογικές, υδραυλικές εγκαταστάσεις και συστήματα ελέγχου	1'795'000.00 €
Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (Γεννήτρια)	1'870'000.00 €
Σύνολο	14'382'800.00 €

Τέλος τα ετήσια έξοδα του σταθμού είναι:

- Η αγορά – προμήθεια της Α' ύλης (βιομάζας)
- Η συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού
- Η ασφάλιση της μονάδας
- Οι δαπάνες για το εργατικό προσωπικό και τον υπεύθυνο μηχανικό
- Τα γενικά έξοδα διαχείρισης
- Λοιπά έξοδα (αναλώσιμα, λογιστικά κ.α.)

Η πιο σημαντική δαπάνη είναι αυτή που αφορά την προμήθεια των α' υλών, όπου περιλαμβάνει όλα τα είδη διαθέσιμης βιομάζας.

Τα έσοδα του σταθμού προκύπτουν από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που περισσεύει, μετά από την πλήρη κάλυψη των αναγκών της θερμοκηπιακής εκμετάλλευσης.

Όμως, στην παρούσα μελέτη λαμβάνουμε υπόψη της ιδιωτικές συμφωνίες μεταξύ επιχείρησης και προμηθευτών, όπου είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής έκπτωσης στην αρχική τιμή. Σημαντικό ρόλο σε αυτό, παίζουν οι πολύ υψηλές απαιτήσεις σε ποσότητα βιομάζας.

Τα ετήσια έσοδα του σταθμού:

Τα έσοδα προκύπτουν από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας που απομένει μετά την πλήρη κάλυψη των αναγκών της θερμοκηπιακής εγκατάστασης. Η τιμή πώλησης είναι αποτέλεσμα ιδιωτικής συμφωνίας, ωστόσο στην παρούσα εργασία υποθέτουμε ότι η συμφωνία θα γίνει μεταξύ της ΔΕΗ, της εταιρίας και του Δήμου, πετυχαίνοντας έτσι χαμηλότερα τιμολόγια για τους κατοίκους της περιοχής.

Πίνακας 26: Πίνακας απεικόνισης:

α) MW προς πώληση,

β) Εσόδων 1^ο έτους,

γ) Κόστους α' υλών 1^ο έτους

Υπόλοιπο MW προς πώληση	62'220.00
Εισροές 1ο έτος (ΔΕΗ)	10'732'950.00 €
Κόστος α' υλών	3'249'960.00 €

3.4.6 Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης

Σταθερές Δαπάνες

Τα ποσά των δαπανών έχουν προκύψει μετά από σύντομη έρευνα αγοράς. Θεωρούνται δε ότι είναι κατά προσέγγιση, καθώς διαφορές υπάρχουν κατά περίπτωση (μεμονωμένες εμπορικές συμφωνίες). Το έτος 0 τα έξοδα είναι μειωμένα καθώς η εγκατάσταση ολοκληρώνεται μετά από 8 μήνες περίπου. Ωστόσο είναι μη παραγωγικό, για το λόγο ότι υπάρχει ανάγκη δοκιμαστικής λειτουργίας για ένα εύλογο διάστημα, με στόχο η παραγωγή την επόμενη χρονιά να ξεκινήσει εντατικά. Εξαίρεση αποτελεί η ασφάλιση των παγίων καθώς εντός του έτους θα έχει ολοκληρωθεί η επένδυση.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι δαπάνες αγοράς των α' υλών του 1^{ου} έτους είναι ενσωματωμένες στο κόστος εγκατάστασης.

Κατά την διάρκεια των 10 πρώτων ετών υποθέτουμε ότι τα τρία πρώτα χρόνια (λαμβάνοντας υπόψη τις σημερινές οικονομικές συνθήκες) οι δαπάνες θα παραμείνουν σταθερές ενώ από τα επόμενα θεωρούμε ότι αυξάνονται κατά 0.01%.

Όσον αφορά τις δαπάνες προσωπικού διοίκησης ξεκινούν τους τρεις τελευταίους μήνες του έτος 0 καθώς θα πρέπει να έχει προηγηθεί η κατάλληλη εκπαίδευση στον τρόπο λειτουργίας και διαχείρισης της μονάδος.

Πίνακας 27: Δαπάνες διοικητικού προσωπικού

Δαπάνες προσωπικού διοίκησης			2ο έτος	1ο έτος
	άτομα	μισθός/μήνα	ετήσιος μισθός	ετήσιος μισθός
Γενικός Διευθυντής	1	2'500.00 €	35'000.00 €	7'500.00 €
Προϊστάμενος τμ. Παραγωγή	1	1'500.00 €	21'000.00 €	4'500.00 €
Προϊστάμενος τμ. Logistics	1	1'500.00 €	21'000.00 €	4'500.00 €
Υπ.Λογιστηρίου	1	1'000.00 €	14'000.00 €	3'000.00 €
Υπ. Γραφείου	3	2'400.00 €	33'600.00 €	7'200.00 €
Σύνολο			124'600.00 €	26'700.00 €

Ακολουθεί ο πίνακας με την ανάλυση των λειτουργικών δαπανών όπως προβλέπεται ότι θα διαμορφωθούν σε βάθος 5ετίας, καθώς από το 4^ο έτος και έπειτα αυξάνονται κατά 0.01%.

Πίνακας 28: Λειτουργικές δαπάνες

Λειτουργικές Δαπάνες	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο
Νομικοί Σύμβουλοι	6'000.00 €	6'000.00 €	6'000.00 €	6'060.00 €	6'120.60 €
Φοροτεχνικοί Σύμβουλοι	17'000.00 €	17'000.00 €	17'000.00 €	17'170.00 €	17'341.70 €
Λοιπά έξοδα (ΔΕΗ, ΟΤΕ, αναλώσιμα γραφείου κτλ)	5'000.00 €	5'000.00 €	5'000.00 €	5'050.00 €	5'100.50 €
Προώθηση-Διάθεση	21'000.00 €	21'000.00 €	21'000.00 €	21'210.00 €	21'422.10 €
Φύλαξη-Ασφάλεια	50'000.00 €	50'000.00 €	50'000.00 €	50'500.00 €	51'005.00 €
Καθαρισμός	22'000.00 €	22'000.00 €	22'000.00 €	22'220.00 €	22'442.20 €
Συντήρηση	629'457.60 €	629'457.60 €	629'457.60 €	635'752.18 €	642'109.70 €
Ασφάλιση Παγίων	41'956.64 €	41'956.64 €	41'956.64 €	41'956.64 €	42'376.21 €
Δαπάνες Διοίκησης	124'600.00 €	124'600.00 €	124'600.00 €	124'600.00 €	124'600.00 €
Σύνολο	917'014.24 €	917'014.24 €	917'014.24 €	924'518.82 €	932'518.00 €

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, τα έξοδα λειτουργίας του έτους 0-εγκατάστασης έχουν ενσωματωθεί στο κόστος της επένδυσης, καθώς θεωρούνται ενέργειες για την ορθή έναρξη λειτουργίας της παραγωγικής μονάδας.

Οικονομικά Αποτελέσματα

Για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων χρήσεις έγιναν υπολογισμοί σύμφωνα με τρία εναλλακτικά σενάρια που αφορούν την ενεργειακή πηγή του συστήματος. Συγκεκριμένα πρόκειται για το σενάριο: α) συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού από καύση βιομάζας, που είναι και το βασικό σενάριο διερεύνησης, β) χρήση ηλεκτρισμού από το δίκτυο παροχής της ΔΕΗ για την παραγωγή θερμότητας και την ευρύτερη ενεργειακή κάλυψη των θερμοκηπιακών αναγκών, γ) χρήση φυσικού αερίου για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ο λόγος

διερεύνησης των τριών αυτών σεναρίων είναι η ανάγκη να διαπιστωθούν οι ωφέλειες που προκύπτουν από την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος από την οικονομική του διάσταση.

Η περίπτωση της χρήσης πετρελαίου κρίθηκε ασύμφορη, έπειτα από σύντομο υπολογισμό του κόστους (6,7 φορές υψηλότερο κόστος σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύμα προερχόμενο από το δίκτυο της ΔΕΗ). Παρουσιάζονται αναλυτικοί πίνακες πενταετίας για κάθε εναλλακτικό σενάριο.

A) ΣΕΝΑΡΙΟ

Πίνακας 29: Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσεως/Α σενάριο

	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο
Κύκλος εργασιών	10'003'763.57 €	21'427'430.40 €	21'427'430.40 €	21'641'704.70 €	21'858'121.75 €
(-)Κόστος πωληθέντων	3'439'716.92 €	7'350'213.64 €	7'350'213.64 €	7'423'715.78 €	7'497'952.93 €
Μεικτό κέρδος	6'564'046.66 €	14'077'216.76 €	14'077'216.76 €	14'217'988.93 €	14'360'168.82 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	66%	66%	66%	66%	66%
(-)Λειτουργικές Δαπάνες	917'014.24 €	917'014.24 €	917'014.24 €	924'518.82 €	932'518.00 €
(-)Έξοδα έρευνας&ανάπτυξης	15'000.00 €	15'000.00 €	15'000.00 €	15'150.00 €	15'301.50 €
(-)Αποσβέσεις	1'765'220.80 €	1'765'220.80 €	1'765'220.80 €	1'765'220.80 €	1'765'220.80 €
Έσοδα Πρό Φόρων και Τόκων	3'866'811.62 €	11'379'981.72 €	11'379'981.72 €	11'513'099.31 €	11'647'128.51 €
(+)Έσοδα Ηλεκτρ/κης Μονάδας	6'481'517.50 €	6'481'517.50 €	6'481'517.50 €	6'481'517.50 €	4'332'245.18 €
Συνολικά έσοδα προ φόρων και τόκων	10'348'329.12 €	17'861'499.22 €	17'861'499.22 €	17'994'616.81 €	15'979'373.69 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	50%	56%	56%	56%	52%
(-)Υποχρεώσεις Μακρ. Δανεισμού	1'832'056.00 €	1'730'012.74 €	1'622'867.31 €	1'510'364.61 €	1'392'236.78 €
Συνολικά έσοδα	8'516'273.12 €	16'131'486.48 €	16'238'631.91 €	16'484'252.20 €	14'587'136.91 €
(-)Προβλέψεις	851'627.31 €	1'613'148.65 €	1'623'863.19 €	1'648'425.22 €	1'458'713.69 €
Συνολικά έσοδα προ φόρων και τόκων	7'664'645.80 €	14'518'337.84 €	14'614'768.72 €	14'835'826.98 €	13'128'423.22 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	85%	75%	76%	76%	67%
(-)Φόρος	2'682'626.03 €	5'081'418.24 €	5'115'169.05 €	5'192'539.44 €	4'594'948.13 €
Καθαρά Κέρδη	5'833'647.08 €	11'050'068.24 €	11'123'462.86 €	11'291'712.76 €	9'992'188.78 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	58%	52%	52%	52%	46%
(+)Ζημιές εις νέον/ Αποτέλεσμα προς διάθεση	5'833'647.08 €	16'883'715.33 €	11'925'438.09 €	11'858'169.82 €	10'555'450.60 €
(-)Τακτικό Αποθεματικό	291'682.35 €	844'185.77 €	596'271.90 €	592'908.49 €	527'772.53 €
(-)Ειδικό Αποθεματικό	1'458'411.77 €	4'220'928.83 €	2'981'359.52 €	2'964'542.45 €	2'638'862.65 €
Αδιανέμητα Κέρδη	5'541'939.73 €	16'039'504.56 €	11'329'141.18 €	11'265'236.33 €	10'027'653.07 €
(-)Μερίσματα	5'264'842.74 €	15'237'529.33 €	10'762'684.12 €	10'701'974.51 €	9'526'270.42 €
Κέρδη εις νέον	277'096.99 €	801'975.23 €	566'457.06 €	563'261.82 €	501'382.65 €

Μεγάλο ποσοστό των κερδών προέρχεται από την πώληση του ρεύματος στο δίκτυο της ΔΕΗ (το 1/3 περίπου), το οποίο έχει διττή σημασία: 1) σταθερό εισόδημα για την επιχείρηση, 2) ηλεκτρισμό σε σημαντικά χαμηλότερες χρεώσεις στην τοπική κοινότητα.

B) ΣΕΝΑΡΙΟ

Πίνακας 30: Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσεως/B σενάριο

	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο
Κύκλος εργασιών	10'003'763.57 €	21'427'430.40 €	21'427'430.40 €	21'641'704.70 €	21'858'121.75 €
(-)Κόστος πωληθέντων	3'439'716.92 €	7'350'213.64 €	7'350'213.64 €	7'423'715.78 €	7'497'952.93 €
Μεικτό κέρδος	6'564'046.66 €	14'077'216.76 €	14'077'216.76 €	14'217'988.93 €	14'360'168.82 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	66%	66%	66%	66%	66%
(-)Λειτουργικές Δαπάνες	917'014.24 €	917'014.24 €	917'014.24 €	924'518.82 €	932'518.00 €
(-)Έξοδα έρευνας&ανάπτυξης	15'000.00 €	15'000.00 €	15'000.00 €	15'150.00 €	15'301.50 €
(-)Αποσβέσεις	1'765'220.80 €	1'765'220.80 €	1'765'220.80 €	1'765'220.80 €	1'765'220.80 €
(-)Δαπάνες ενέργειας	1'821'085.72 €	2'003'194.29 €	2'203'513.72 €	2'423'865.09 €	2'666'251.60 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	18%	9%	10%	11%	12%
(+)Έσοδα Ηλεκτρ/κης Μονάδας	- €	- €	- €	- €	- €
Συνολικά έσοδα προ φόρων και τόκων	2'045'725.90 €	9'376'787.43 €	9'176'468.01 €	9'089'234.23 €	8'980'876.92 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	20%	44%	43%	42%	41%
(-)Τόκοι Μακρ. Δανεισμού	1'112'916.00 €	1'050'895.18 €	985'773.32 €	917'395.37 €	845'598.52 €
Συνολικά έσοδα	932'809.90 €	8'325'892.25 €	8'190'694.69 €	8'171'838.86 €	8'135'278.40 €
(-)Προβλέψεις	93'280.99 €	832'589.23 €	819'069.47 €	817'183.89 €	813'527.84 €
Συνολικά έσοδα προ φόρων και τόκων	839'528.91 €	7'493'303.03 €	7'371'625.22 €	7'354'654.97 €	7'321'750.56 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	9%	39%	38%	38%	37%
(-)Φόρος	293'835.12 €	2'622'656.06 €	2'580'068.83 €	2'574'129.24 €	2'562'612.70 €
Καθαρά Κέρδη	638'974.78 €	5'703'236.19 €	5'610'625.86 €	5'597'709.62 €	5'572'665.71 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	6%	27%	26%	26%	25%
(+)Ζημιές εις νέον/ Αποτέλεσμα προς διάθεση	638'974.78 €	6'342'210.98 €	5'911'879.63 €	5'878'522.65 €	5'851'894.28 €
(-)Τακτικό Αποθεματικό	31'948.74 €	317'110.55 €	295'593.98 €	293'926.13 €	292'594.71 €
(-)Ειδικό Αποθεματικό	159'743.70 €	1'585'552.74 €	1'477'969.91 €	1'469'630.66 €	1'462'973.57 €
Αδιανέμητα Κέρδη	607'001.04 €	6'025'075.43 €	5'616'260.65 €	5'584'571.52 €	5'559'274.57 €
(-)Μερίσματα	576'650.99 €	5'723'821.66 €	5'335'447.62 €	5'305'342.94 €	5'281'310.84 €
Κέρδη εις νέον	30'350.05 €	301'253.77 €	280'813.03 €	279'228.58 €	277'963.73 €

Η χρήση του ρεύματος του δικτύου της ΔΕΗ ως ενεργειακή πηγή προκαλεί σημαντική μείωση στο περιθώριο κέρδους, καθώς το κόστος είναι ιδιαίτερα υψηλό, ειδικότερα αν λάβουμε υπόψη τα αυξανόμενα, διαχρονικά, τιμολόγια (μ.ο. ετήσιας αύξησης στην ΕΕ 15-20%).

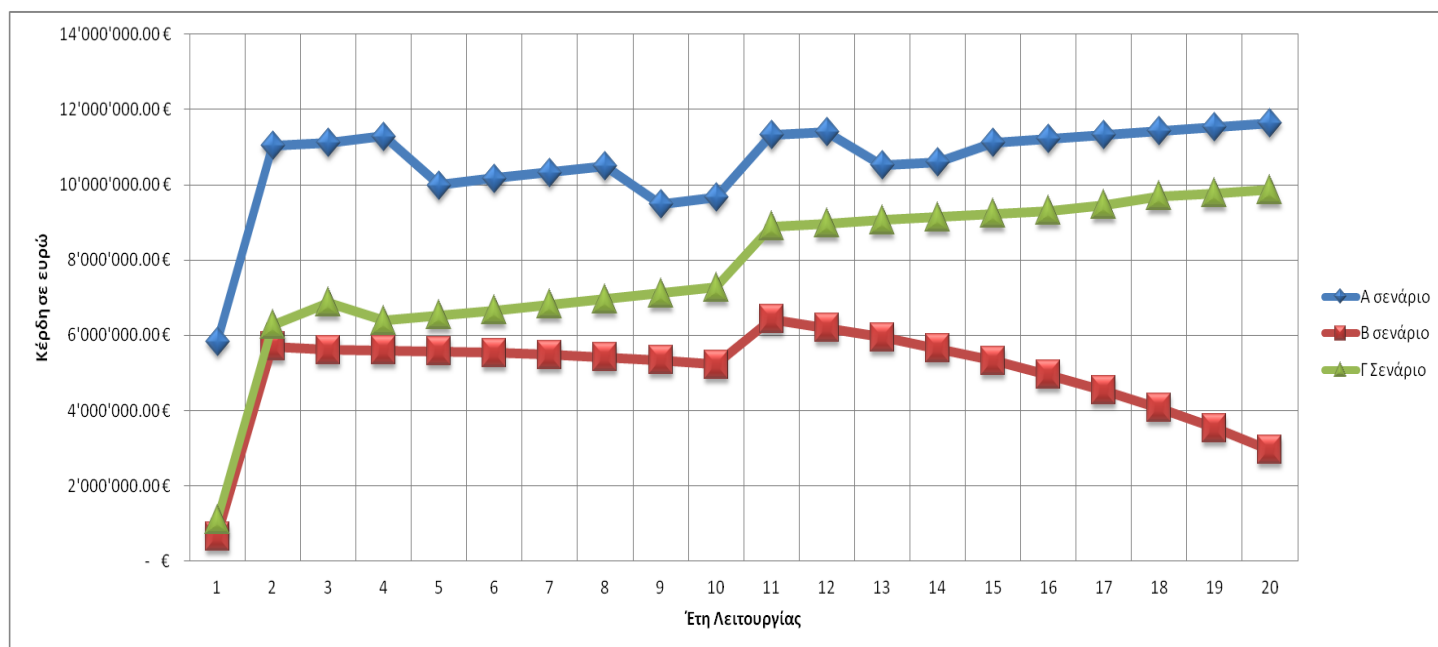
Γ) ΣΕΝΑΡΙΟ

Πίνακας 31: Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσεως/Γ σενάριο

	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο
Κύκλος εργασιών	10'003'763.57 €	21'427'430.40 €	21'427'430.40 €	21'641'704.70 €	21'858'121.75 €
(-)Κόστος πωληθέντων	3'439'716.92 €	7'350'213.64 €	7'350'213.64 €	7'423'715.78 €	7'497'952.93 €
Μεικτό κέρδος	6'564'046.66 €	14'077'216.76 €	14'077'216.76 €	14'217'988.93 €	14'360'168.82 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	66%	66%	66%	66%	66%
(-)Λειτουργικές Δαπάνες	917'014.24 €	917'014.24 €	917'014.24 €	924'518.82 €	932'518.00 €
(-)Έξοδα έρευνας&ανάπτυξης	15'000.00 €	15'000.00 €	15'000.00 €	15'150.00 €	15'301.50 €
(-)Αποσβέσεις	2'080'220.80 €	2'080'220.80 €	2'080'220.80 €	2'080'220.80 €	2'080'220.80 €
(-)Δαπάνες ενέργειας	599'253.91 €	617'231.53 €	635'748.47 €	654'820.93 €	674'465.55 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	6%	3%	3%	3%	3%
(+)Έσοδα Ηλεκτρ/κης Μονάδας	- €	- €	- €	- €	- €
Συνολικά έσοδα προ φόρων και τόκων	2'952'557.71 €	10'447'750.20 €	10'429'233.25 €	10'543'278.39 €	10'657'662.96 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	30%	49%	49%	49%	49%
(-)Τόκοι Μακρ. Δανεισμού	1'375'416.00 €	1'298'786.22 €	411'574.80 €	1'218'324.94 €	1'133'840.60 €
Συνολικά έσοδα	1'577'141.71 €	9'148'963.98 €	10'017'658.45 €	9'324'953.45 €	9'523'822.36 €
(-)Προβλέψεις	157'714.17 €	914'896.40 €	1'001'765.84 €	932'495.34 €	952'382.24 €
Συνολικά έσοδα προ φόρων και τόκων	1'419'427.54 €	8'234'067.58 €	9'015'892.60 €	8'392'458.10 €	8'571'440.12 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	16%	43%	47%	43%	44%
(-)Φόρος	496'799.64 €	2'881'923.65 €	3'155'562.41 €	2'937'360.34 €	3'000'004.04 €
Καθαρά Κέρδη	1'080'342.07 €	6'267'040.33 €	6'862'096.04 €	6'387'593.11 €	6'523'818.31 €
%επί του συνόλου του κύκλου εργασιών	11%	29%	32%	30%	30%
(+)Ζημιές εις νέον/ Αποτέλεσμα προς διάθεση	1'080'342.07 €	7'347'382.40 €	7'211'095.45 €	6'730'118.89 €	6'843'497.71 €
(-)Τακτικό Αποθεματικό	54'017.10 €	367'369.12 €	360'554.77 €	336'505.94 €	342'174.89 €
(-)Ειδικό Αποθεματικό	270'085.52 €	1'836'845.60 €	1'802'773.86 €	1'682'529.72 €	1'710'874.43 €
Αδιανέμητα Κερδη	1'026'299.97 €	6'979'988.28 €	6'850'515.68 €	6'393'587.95 €	6'501'297.83 €
(-)Μερίσματα	974'984.97 €	6'630'988.86 €	6'507'989.90 €	6'073'908.55 €	6'176'232.94 €
Κέρδη εις νέον	51'315.00 €	348'999.41 €	342'525.78 €	319'679.40 €	325'064.89 €

Ακολουθεί γράφημα που αποτυπώνει τα κέρδη που προκύπτουν σύμφωνα με τα τρία παραπάνω σενάρια σε βάθος 20ετίας.

Διάγραμμα 9: Καθαρά Κέρδη 20ετίας ανά εναλλακτικό σενάριο

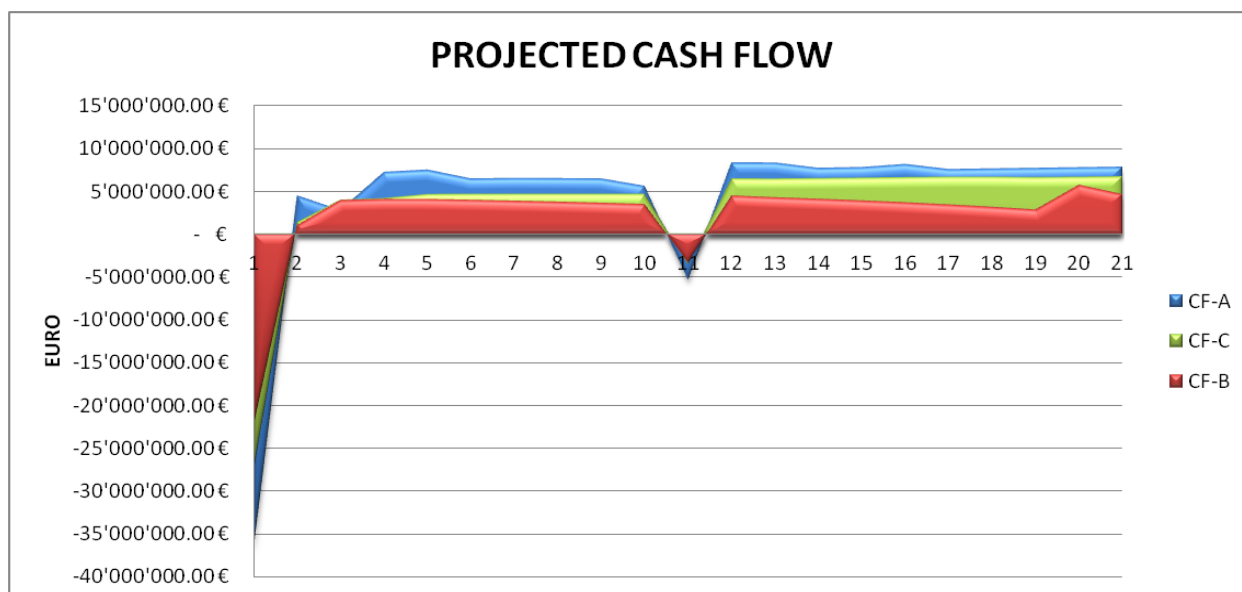


Όπως μπορεί να διακριθεί σταθερά τα υψηλότερα κέρδη διαχρονικά τα παρουσιάζει το σενάριο α-καύση βιομάζας, ωστόσο παρατηρείται μικρή πτώση διαχρονικά, λόγω της υπόθεσης ότι σε βάθος χρόνου θα υποδιπλασιαστεί η τιμή πώλησης του ηλεκτρικού ρεύματος από τη ΔΕΗ. Τα κέρδη που αναφέρονται στο σενάριο γ- καύση φυσικού αερίου αυξάνονται με χαμηλό ρυθμό μέχρι το πέρας της 10ετίας, σημείο κρίσιμο καθώς αποπληρώνονται πλήρως οι δανειακές υποχρεώσεις, από όπου έπειτα μεγεθύνονται σημαντικά. Σημειώνουμε ότι συγκριτικά με τις τρεις πηγές ενεργειακής καύσης, το φυσικό αέριο θεωρείτε το πιο σταθερό διαχρονικά από πλευράς τιμολόγησης.

3.4.7 Καθαρές ταμειακές ροές- Υπολογισμός Δεικτών

Για την καλύτερη αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων επένδυσης υπολογίζονται οι καθαρές ταμειακές ροές για κάθε σενάριο. Σημειώνεται ότι οι υπολογισμοί λαμβάνουν υπόψη την υπόθεση ότι όλες οι συναλλαγές γίνονται τοις μετρητής. Ακολουθεί συγκεντρωτικό διάγραμμα των αποτελεσμάτων.

Διάγραμμα 10: Προβλεπόμενες καθαρές ταμειακές ροές σε βάθος 20ετίας ανά εναλλακτικό σενάριο



Συγκριτικά τις υψηλότερες καθαρές ταμειακές ροές παρουσιάζει το σενάριο Α. Ωστόσο για να είναι δυνατή η επιλογή μεταξύ των τριών εναλλακτικών σεναρίων χρησιμοποιούνται τα εξής βασικά κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων:

- i. Ο χρόνος απόδοσης επενδυμένων χρημάτων (*payback period- PP*).
- ii. Η καθαρή παρούσα αξία (*net present value- NPV*).
- iii. Ο εσωτερικός ρυθμός απόδοσης χρημάτων (*internal rate of return- IRR*).
- iv. Ο δείκτης απόδοσης της επένδυσης (*return on investment- ROI*).

Οι υπολογισμοί των παραπάνω κριτηρίων πραγματοποιούνται λαμβάνοντας υπόψη ότι το κόστος επένδυσης για τα τρία εναλλακτικά σενάρια διαμορφώνεται ως εξής:

Κόστος Επένδυσης	
Α σενάριο	36'671'120.00 €
Β σενάριο	22'288'320.00 €
Γ σενάριο	27'538'320.00 €

- i. **Ο χρόνος επιστροφής (απόδοσης) των επενδυμένων χρημάτων (*payback period*)**

Χρόνος απόδοσης των επενδυμένων χρημάτων (PP)-σε έτη:

PP	
Α Σενάριο	6.28γ
Β Σενάριο	6.44γ
Γ Σενάριο	7.04γ

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η εναλλακτική επένδυση Α (καύση βιομάζας) είναι η πιο αποδοτική.

Όμως υπάρχει ένα σοβαρό μειονέκτημα στο κριτήριο, και αυτό είναι η μη αξιολόγηση των εισροών/ εκροών που σημειώνονται μετά τη χρονική στιγμή που η επένδυση έχει πρακτικά αποσβέσει το αρχικό της κόστος. Εντούτοις, η ταχύτητα απόδοσης των αρχικών ποσών (αντιστρόφως ανάλογη του χρόνου απόδοσης τους) αποτελεί συχνά το βασικό κριτήριο αξιολόγησης της επένδυσης και μάλιστα σε βάρος του συνολικού αποτελέσματός της, σε όλη τη διάρκεια ζωής της. Πράγματι μια τέτοια επένδυση δεσμεύει χρήματα για μικρότερο χρονικό διάστημα είναι δηλαδή μια επένδυση χαμηλού ρίσκου.

ii. Η καθαρή παρούσα αξία (net present value- NPV)

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) μιας επένδυσης είναι η διαφορά μεταξύ της παρούσας των καθαρών ταμειακών ροών ΚΤΡ της επένδυσης, προεξοφλημένων στο παρόν με επιτόκιο i και του αρχικού κεφαλαίου K_0 που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η επένδυση σήμερα.

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης υπολογίζεται με την εξής σχέση:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

Στη σχέση αυτή με CF_t παριστάνεται η καθαρή ταμειακή ροή (εισροές- εκροές) το τέλος της χρονικής περιόδου (t). Με (n) παριστάνεται το πλήθος των χρονικών περιόδων και με (i) το κόστος του κεφαλαίου στη διάρκεια όλων των χρονικών περιόδων (που θεωρείται σταθερό). Ωστόσο επειδή στην περίπτωση μας η επένδυση προέρχεται μόνο από ξένα κεφάλαια (τραπεζικό δανεισμό και έκδοση ομολογιών) όπου το επιτόκιο δανεισμού είναι περίπου 7,6% η προσδοκώμενη απόδοση της επένδυσης θα πρέπει να ξεπερνά το επιτόκιο αυτό. Συνεπώς (i)=10%.

Με χρήση λοιπόν της μεθόδου αναγωγής σε παρούσα αξία προκύπτουν τα εξής για τα τρία επενδυτικά σενάρια Α, Β και Γ.

	NPV
Α Σενάριο	11'992'518.92 €
Β Σενάριο	4'827'155.38 €
Γ Σενάριο	8'167'738.94 €

Εφόσον και τα τρία σενάρια οδηγούν σε ΚΠΑ>0, όλες οι εναλλακτικές επενδύσεις μπορούν να γίνουν αποδεκτές. Εντούτοις πρόκειται για αμοιβαίως αποκλειόμενες συνεπώς επιλέγεται ως πιο αποδοτική εκείνη με την μεγαλύτερη Καθαρή Παρούσα Αξία, δηλαδή η Α.

iii. Ο εσωτερικός ρυθμός απόδοσης χρημάτων (internal rate of return- IRR).

Η μέθοδος αυτή αρχικά φαίνεται να είναι ισοδύναμη με την παραπάνω προσέγγιση της αναγωγής σε καθαρή παρούσα αξία. Όμως σε αυτή την περίπτωση θεωρείται δεδομένο το κόστος του κεφαλαίου (i) και επιχειρείται η αναγωγή σε παρούσα αξία, αναζητείται εκείνο το κόστος κεφαλαίου που θα καθιστούσε μηδενική την παρούσα αξία της επένδυσης.

Σε σχέση δηλαδή με την προηγούμενη μέθοδο, υπάρχει μια καταρχήν αλγεβρική διαφοροποίηση και προκύπτει ως εξής:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

Με βάση το δείκτη (IRR) η επένδυση αξιολογείται θετικά αν ο δείκτης προκύπτει μεγαλύτερος από το κόστος του κεφαλαίου (i). Αντιστοίχως, προκειμένου για αμοιβαίως αποκλειόμενες επενδύσεις προτιμάται η επένδυση με το μεγαλύτερο δείκτη απόδοσης. Ο δείκτης συσχετίζει δηλαδή την απόδοση της επένδυσης σε σχέση με το κόστος του κεφαλαίου. Είναι εύλογο μια επένδυση που έχει απόδοση μικρότερη από το κόστος του κεφαλαίου να είναι οικονομικά ασύμφορη και να απορρίπτεται. Λαμβάνοντας υπόψη και το ρίσκο της επένδυσης κατώτερο όριο απόδοσης ορίζεται το 10%. Συνεπώς για τις επενδύσεις Α,Β και Γ ο δείκτης (IRR) προκύπτει ως εξής:

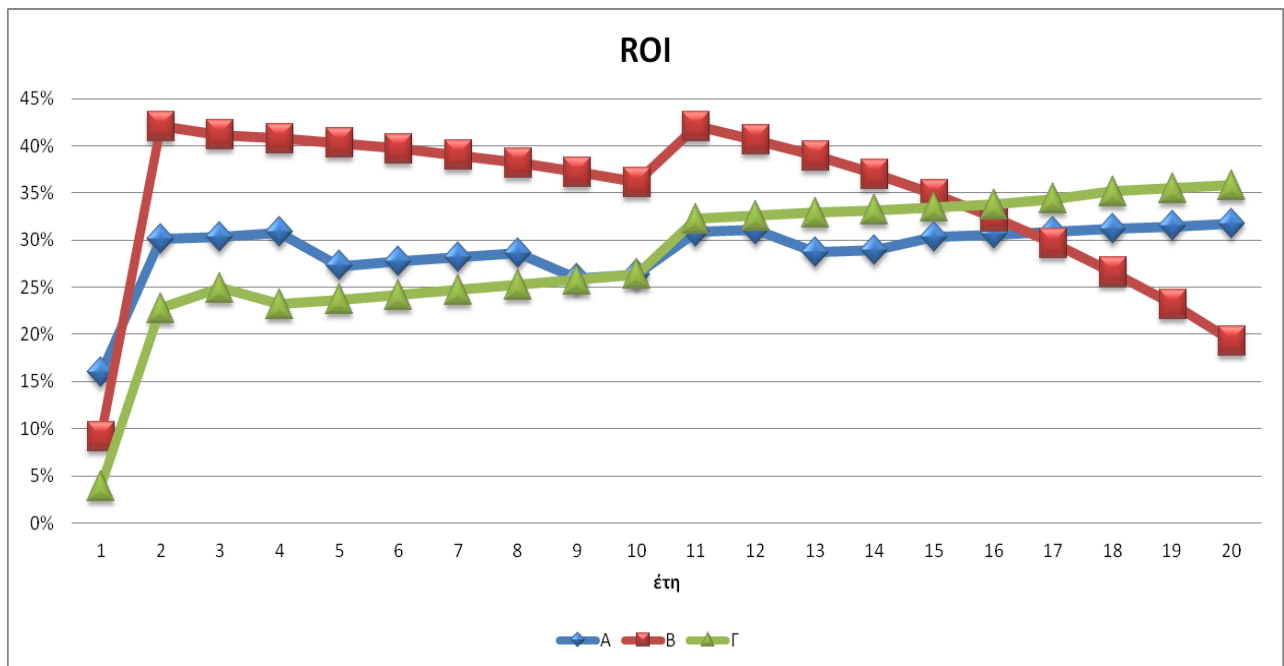
IRR	
Α Σενάριο	15%
Β Σενάριο	13%
Γ Σενάριο	14%

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω το και οι τρεις επενδύσεις θα μπορούσαν να γίνουν αποδεκτές αφού το IRR > 10% και για τις τρεις. Ωστόσο επειδή πρόκειται για αμοιβαίως αποκλειόμενες επιλέγεται ως η πιο αποδοτική η Α.

iv. Ο δείκτης απόδοσης της επένδυσης (return on investment- ROI)

Εκφράζει την αποδοτικότητα μιας επένδυσης σε σχέση με το κόστος της επένδυσης. Ο δείκτης ROI αποτελεί ένα μέτρο απόδοσης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης ή για την σύγκριση της αποδοτικότητας ενός αριθμού διαφορετικών επενδύσεων. Για τον υπολογισμό ROI, το όφελος (επιστροφή) μιας επένδυσης διαιρείται με το κόστος της επένδυσης (Κέρδη επένδυσης – Κόστος επένδυσης) / Κόστος επένδυσης. Το αποτέλεσμα εκφράζεται ως ποσοστό ή αναλογία. Για την καλύτερη απεικόνιση και σύγκριση των αποτελεσμάτων σε βάθος 20ετίας ακολουθεί το διάγραμμα:

Διάγραμμα 11: Προβλεπόμενη απόδοση επένδυσης σε βάθος 20ετίας ανά εναλλακτικό σενάριο



Από το παραπάνω διάγραμμα μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό ότι λόγω ότι η επένδυση Β έχει το μικρότερο κόστος, ο ρυθμός απόδοσης είναι ο μεγαλύτερος συγκριτικά με τις υπόλοιπες δύο. Παρ' όλα αυτά οι δείκτες NPV και IRR έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα κατά την αξιολόγηση των επενδύσεων, για αυτό λαμβάνονται περισσότερο υπόψη κατά την επιλογή της πιο αποδοτικής εναλλακτικής.

3.4.8 Συμπεράσματα

Η πιο αποδοτική επένδυση αποδεικνύεται να είναι αυτή που καλύπτει τις ενεργειακές της ανάγκες από τον σταθμό συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με τη χρήση βιομάζας (α σενάριο), ακολουθεί αυτή με τη χρήση φ. αερίου (γ σενάριο) και τελευταία αυτή με τη χρήση ενέργειας προερχόμενη από το δίκτυο της ΔΕΗ (β σενάριο).

Όσον αφορά στα καθαρά κέρδη και στην καθαρή παρούσα αξία, φαίνεται να έχουν σημαντική ευαισθησία στη μεταβολή του ύψους των πωλήσεων. Το γεγονός αυτό αυξάνει σαφώς το ρίσκο της θερμοκηπιακής ενυδραιοπονικής εγκατάστασης. Χαμηλότερου κινδύνου επένδυση θεωρείται η περίπτωση Α, με την προϋπόθεση ότι τα έσοδα που προκύπτουν από την πώληση του ηλεκτρικού ρεύματος στη ΔΕΗ θα πραγματοποιούνται με σταθερή ροή.

Το πρόβλημα φαίνεται να δημιουργείται από το υψηλό κόστος της επένδυσης και από την εξ' ολοκλήρου κάλυψή του από ξένα κεφάλαια. Δηλαδή στην περίπτωση που το μίγμα χρηματοδότησης εμπεριείχε ίδια κεφάλαια οι επενδύσεις θα σημείωναν μεγαλύτερη αντοχή στις μειώσεις των εσόδων. Το πρόβλημα απομείωσης των κερδών που δημιουργεί ο δανεισμός μπορεί να γίνει αντιληπτό και από την σύγκριση των αποτελεσμάτων του υπολογισμού του δείκτη απόδοσης ROI, ο οποίος σημειώνει μεγαλύτερες τιμές στην επένδυση Β (ΔΕΗ), η οποία έχει το μικρότερο κόστος εγκατάστασης, άρα το μικρότερο δανεισμό.

Συγκρίνοντας τις τρεις εναλλακτικές περιπτώσεις, συνοψίζονται τα εξής συμπεράσματα:

- Η εναλλακτική περίπτωση Β όπου γίνεται χρήση του δικτύου της ΔΕΗ, έχει το μικρότερο κόστος εγκατάστασης και το υψηλότερο περιθώριο κέρδους. Όμως είναι πλήρως εξαρτώμενο από την τιμολογιακή πολιτική της ΔΕΗ, που σημαίνει ότι οι δαπάνες ενέργειας επιβαρύνονται 10-15% ετησίως. Το γεγονός αυτό συρρικνώνει τα κέρδη ετησίως με ρυθμό πολύ υψηλότερο εκείνου της προβλεπόμενης αύξησής τους (1% περίπου). Παράλληλα δημιουργείται υψηλός κίνδυνος ζημίας, αφού το περιθώριο κέρδους μικραίνει σημαντικά. Από περιβαλλοντικής άποψης θεωρείται εν μέρει οικολογικό, αφού δεν παράγει ρύπους κατά την καύση, μολονότι έως σήμερα, η ΔΕΗ δεν έχει αντικαταστήσει τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη με σταθμούς ανανεώσιμης ενέργειας (πχ αιολικά πάρκα). Συνεπώς, δεδομένου και του

όγκου ενέργειας που καταναλώνει το σύστημα, η συγκεκριμένη περίπτωση ενυδρειοπονικής εκμετάλλευσης δεν μπορεί να θεωρηθεί αμιγώς αειφορική.

- Η εναλλακτική περίπτωση Γ όπου χρησιμοποιείται η καύση του φυσικού αερίου για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ενδιάμεσο κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τις δύο εναλλακτικές, και περιθώριο κέρδους μικρότερο των υπολοίπων δύο (σταθερά μικρότερο της εναλλακτικής Α). Όσον αφορά στην απόδοση της επένδυσης, εμφανίζεται ως η δεύτερη καλύτερη επιλογή. Επιπλέον θεωρείται η επένδυση με τις χαμηλότερες δαπάνες σε ενέργεια, σταθερή παροχή και σταθερές ενεργειακές αποδόσεις. Από περιβαλλοντικής άποψης, θεωρείται επίσης εν μέρει οικολογικό, αφού δεν παράγει ρύπους, ενώ προσφέρει ποσότητες CO₂, χρήσιμες για την λειτουργία της υδροπονικής καλλιέργειας. Όμως δεδομένου ότι πρόκειται για ορυκτό καύσιμο, η συγκεκριμένη περίπτωση ενυδρειοπονικής καλλιέργειας δεν μπορεί να θεωρηθεί αμιγώς αειφορική.
- Η εναλλακτική περίπτωση Α, η οποία αποτελεί και τη βασική επένδυση διερεύνησης παρουσιάζει την καλύτερη απόδοση σε σχέση με τις υπόλοιπες δύο εναλλακτικές, προσφέροντας τα υψηλότερα καθαρά κέρδη. Επιπλέον τόσο από περιβαλλοντικής άποψης, όσο και από τοπικής αειφορικής ανάπτυξης, αποτελεί μία ιδανική εφαρμογή, καθώς ενώ δεν είναι ρυπογόνα, συντελεί στη μείωση των ρύπων του περιβάλλοντος, συνεισφέρει στην τοπική ανάπτυξη και στη βελτίωση του τρόπου ζωής της τοπικής κοινωνίας. Ωστόσο υπάρχουν τρία προβλήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη:
 - A. Το υψηλό κόστος επένδυσης που συμπαράσχει το κόστος δανεισμού.
 - B. Η αβεβαιότητα που υφίσταται σήμερα όσον αφορά στις διαθέσιμες ποσότητες της βιομάζας στην Ελλάδα και στην τιμή στην οποία διατίθενται, η οποία επηρεάζει άμεσα το βαθμό κερδοφορίας της επένδυσης.
 - C. Το γεγονός ότι ο κύριος αγοραστής της παραγόμενης ενέργειας είναι η ΔΕΗ (μονοψώνιο), και κατά προέκταση ο κίνδυνος καθυστέρησης πληρωμών από την πλευρά της, ή, και η αλλαγή είτε στην τιμή αγοράς, είτε στην ποσότητα, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν άμεση απώλεια σε κέρδη, θέτοντας σε κίνδυνο ακόμη και τη βιωσιμότητα της μονάδας.

Όσον αφορά το ως άνω Α πρόβλημα, η βιωσιμότητα της επιχείρησης μπορεί να διασφαλιστεί από την σταθεροποίηση των εισροών σε υψηλά επίπεδα, υπερκαλύπτοντας έτσι τις δαπάνες δανεισμού.

Όσον αφορά το ως άνω Β πρόβλημα, η σταθερότητα ροής και τιμής της βιομάζας εξαρτάται κυρίως από το είδος της (υπολείμματα, ενεργειακές καλλιέργειες, απορρίμματα βιομάζας), από τη χρονική περίοδο (εποχιακό προϊόν-τόσο στη διαθεσιμότητα όσο και στην τιμή), καθώς και από το θεσμικό πλαίσιο (π.χ. αδειοδοτήσεις) το οποίο θα μπορούσε να δώσει το «πράσινο φως» για την αξιοποίηση πάσης φύσεως βιομάζας, δίδοντας ώθηση και στο κομμάτι της ανακύκλωσης. Επομένως το πρόβλημα θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί κατ' αρχήν με την έγκαιρη αποθεματοποίηση βιομάζας, ώστε να επιτυγχάνονται οι χαμηλότερες δυνατές τιμές, καθώς επίσης με την υποστήριξη των τοπικών φορέων, οι οποίοι θα επωφεληθούν άμεσα από την λειτουργία του σταθμού (π.χ. Δήμος - τόσο για την προσφορά ενέργειας σε χαμηλή τιμή, όσο και για την προσφορά νέων θέσεων εργασίας).

Όσον αφορά το ως άνω Γ πρόβλημα, προκειμένου να μειωθούν οι ως άνω πιθανοί κίνδυνοι, θα πρέπει η πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τον ΣΗΘ της επένδυσης να διασφαλιστεί, μόνον μέσω της σταθερής υποστήριξης των τοπικών επωφελούμενων δημόσιων και ιδιωτικών φορέων, όπως επίσης, μέσω της απευθείας πώλησης μέρους της παραγόμενης ενέργειας σε ιδιώτες.

Συνεπώς, σύμφωνα με τα παραπάνω, η βέλτιστη εναλλακτική επένδυση είναι η Α, καθώς συνεισφέρει τα μέγιστα στην οικονομική ανάπτυξη της επιχείρησης και της οικολογικής κοινότητας, αλλά και εκφράζει πλήρως τις έννοιες της αειφορικής γεωργικής ανάπτυξης.

Συμπέρασμα, η μονάδα ενυδρειοπονικής καλλιέργειας είναι ένα αειφορικό και τεχνολογικά άρτιο σύστημα παραγωγής τροφίμων, με ωφέλειες για το περιβάλλον και τους ανθρώπους που ζουν σε αυτό, επικερδές από πλευράς οικονομικότητας, αλλά με υψηλές απαιτήσεις σε αρχικό κεφάλαιο εγκατάστασης.

Επίλογος

Σκοπός της ερευνητικής εργασίας ήταν η διερεύνηση μεθόδων και πρακτικών που συμβάλλουν στην αυτάρκεια και στην ευημερία μιας τοπικής κοινωνίας. Για το σκοπό αυτό αναλύθηκαν οι αρχές της αειφορικής ανάπτυξης, με έμφαση στην αειφορική γεωργική ανάπτυξη και τα οφέλη ενσωμάτωσής της στην τοπική ανάπτυξη. Μελετήθηκαν περιπτώσεις ατομικές, φορέων ή κοινωνικών ομάδων, όπου υλοποιούν σχέδια και δράσεις με στόχο την αειφόρο ανάπτυξη. Τέλος έγινε η μελέτη των σύγχρονων καλλιεργητικών μεθόδων και η προσέγγισή τους ως προς την αειφορικότητά τους.

Η βιβλιογραφική έρευνα οδήγησε στην επιλογή της ενυδραιοπονίας, ως μέθοδο παραγωγής, καθώς αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής τροφίμων υψηλής θρεπτικής αξίας. Όπως διαπιστώνεται η ενυδραιοπονία έχει την δυνατότητα να καλύψει τις διατροφικές ανάγκες μιας οικογένειας, αλλά και μιας κοινότητας. Είναι ένα καινοτόμο, βιώσιμο σύστημα παραγωγής τροφίμων που μπορεί να συμβάλει αφενός στην παροχή ασφαλών και ποιοτικών τροφίμων και αφετέρου στην αντιμετώπιση κοινωνικών προκλήσεων, όπως η επισιτιστική ασφάλεια και η αστικοποίηση, διασφαλίζοντας παράλληλα τη μελλοντική διαθεσιμότητα των πόρων, όπως αυτών της ενέργειας, του εδάφους, του νερού κτλ., ακόμη και σε περιοχές με έντονα προβλήματα λειψυδρίας, επισιτισμού, διάβρωσης του εδάφους κτλ

Όμως καθώς μέχρι σήμερα δεν έχει εφαρμοστεί το σύστημα ενυδραιοπονικής καλλιέργειας σε μεγάλη κλίμακα, κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί επίσης η βιωσιμότητα και η οικονομικότητά του, πάντα στα πλαίσια της αειφορικής τοπικής ανάπτυξης.

Το ερευνητικό μοντέλο χωροθετήθηκε στην περιοχή της Κ. Μακεδονίας, ως δημιούργημα μιας τοπικής κοινωνικής ομάδας, με σκοπό τη διατροφική και την οικονομική υποστήριξη της τοπικής κοινότητας. Η έρευνα κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

- ◆ Διαπιστώνεται η άμεση συμβολή στην αυτάρκεια των γεωργικο-κοινωνικών οικοσυστημάτων.
- ◆ Επιτυγχάνεται η ενεργειακή ανεξάρτηση, η αναδιάρθρωση και η βελτιστοποίηση της παραγωγής και των παραγωγικών μέσων, καθώς και η εισαγωγή γνώσης και τεχνολογίας με σκοπό την βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων.

- ◆ Προωθείται η εξωστρέφεια των γεωργικών επιχειρήσεων
- ◆ Δημιουργούνται συνθήκες που επιτρέπουν σε όλους να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους
- ◆ Προωθείται η τοπική απασχόληση, ώστε μέσω της οικονομικής ανάπτυξης να ικανοποιούνται οι ανάγκες της τοπικής κοινωνίας, διατηρώντας και βελτιώνοντας το περιβάλλον παράλληλα
- ◆ Το ερευνητικό μοντέλο συμβάλλει στην εξασφάλιση ενός υγιούς περιβάλλοντος, για όλους τους πολίτες με ταυτόχρονη πρόσβαση στη φύση, σε καθαρό νερό και ασφαλή τρόφιμα.

Βασικό ρόλο στην επίτευξη των παραπάνω στόχων έχει η χρήση της βιομάζας ως μια απολύτως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον. Συγκεκριμένα ο συνδυασμός του ενυδρειοπονικού συστήματος καλλιέργειας με τη χρήση ενέργειας από σταθμό ΣΗΘ (μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας βιομάζας) αποτελεί την ιδανική αειφορική επένδυση, αφού συμβάλλει στην κάλυψη των αναγκών της οικολογικής κοινότητας, στην αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου και στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα, ενώ εκμεταλλεύεται υπολείμματα που μπορεί να επιβαρύνουν το περιβάλλον, συνεισφέροντας στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στην επαρχία. Κυρίως όμως πρόκειται για μια βιώσιμη μονάδα παραγωγής τροφίμων, η οποία δύναται να καλύψει διατροφικές ανάγκες με απόλυτα αειφορικό τρόπο, πλην όμως έχει υψηλό κόστος εγκατάστασης.

Για να πραγματοποιηθεί επιτυχώς η βιωσιμότητα του εν λόγω εγχειρήματος, απαραίτητη είναι η συμβολή των πολιτών αλλά και της πολιτείας ώστε τα θετικά από την αξιοποίηση της ενυδρειοπονικής καλλιέργειας και της βιομάζας να είναι συντριπτικά τόσο για τη προστασία του περιβάλλοντος όσο και για τους τομείς της οικονομίας και της ενέργειας.

Εν κατακλείδι, η μονάδα ενυδρειοπονικής καλλιέργειας είναι ένα αειφορικό και τεχνολογικά άρτιο σύστημα παραγωγής τροφίμων, με κοινωνικές και περιβαλλοντικές ωφέλειες, επικερδές από πλευράς οικονομικότητας, το οποίο μπορεί να συμβάλει στην αυτάρκεια των τοπικών κοινωνιών και στην ευημερία τους.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

1. *Αναπτυξιακό πρόγραμμα Δήμου Παιονίας –Επιχειρησιακό Πρόγραμμα 2011-2014*
Δήμος Παιονίας
2. Βαβίζος, Γ., 1985. Βιολογικός καθαρισμός ΕΛΚΕΠΑ, 220 pp.
3. Δαμασκού, Ε. (2005) *Διατροφή, ασθένειες ιχθύων εκτροφής: νομοθεσία/*
συνεργάστηκαν οι ιχθυολόγοι: Ευθυμία Δαμασκού, Σταμάτιος Καμπόλης .-
Αθήνα: Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση Αλιείας, Διεύθυνση Αλιευτικών
Εφαρμογών και Εισροών Αλιευτικής Παραγωγής: 1998 .- 80
4. Δαουτόπουλος, Γ. (2004) *Κοινωνία της Ανάπτυξης* (Α' Έκδοση). Θεσσαλονίκη:
ΛΙΘΟΓΡΑΦΙΑ
5. Δαουτόπουλος, Γ. (2005) *Τοπική Ανάπτυξη* (Ε' Έκδοση). Θεσσαλονίκη: Γ. Α.
ΔΑΟΥΤΟΠΟΥΛΟΣ
6. Ελευθεριάδης, Ι. *Δυναμικό Βιομάζας και Στερεά Βιοκαύσιμα*. Τμήμα Βιομάζας/
ΚΑΠΕ
7. Econews, *Μια 100% ενεργειακά αυτόνομη κοινότητα γίνεται υπόδειγμα αειφορίας*
“εκτός δικτύου”, (2013).econews.gr
8. Ζιωγάνας, Χ. (2008) *Γεωργική Οικονομική Ανάπτυξη –Αρχές, Θεωρίες,*
Εφαρμογές. Θεσσαλονίκη: ΖΗΤΗ
9. Μαυρογιαννόπουλος, Γ. Ν. (1994) *Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά*
διαλύματα. ΣΤΑΜΟΥΛΗ ΑΕ
10. Μαυρογιαννόπουλος, Γ. Ν. (2007) *Υδροπονικές εγκαταστάσεις*. ΣΤΑΜΟΥΛΗ
ΑΕ
11. Παπαναγιώτου, Ε. (2004) *Οικονομία Φυσικοί Πόροι Γεωργία και Περιβάλλον*.
Θεσσαλονίκη: ΓΡΑΦΗΜΑ
12. Παπουτσόγλου, Σ. Ε. (2004) *Κατασκευές υδατοκαλλιέργειών*. ΣΤΑΜΟΥΛΗ ΑΕ
13. *Πέστροφα-Onchorhynchus mykiss* (2012) Αλιεία και Υδατοκαλλιέργειες στην
Ευρώπη Αρ. 57
14. Σάββας, Δ. (2012) *Καλλιέργειες εκτός εδάφους: υδροπονία, υποστρώματα*.
ΑγροΤύπος
15. Σαββίδης, Γ. *Εκτροφή της Πέστροφας στην Ελλάδα, Προβλήματα και*
Προοπτικές- Φάκελος/αλιεία, υδατοκαλλιέργειες. ΕΘΙΑΓΕ

16. Σιάρδος, Γ & Κουτσούρης, Α. (2004) *Αειφορική Γεωργία και Ανάπτυξη*(Β' Έκδοση). Θεσσαλονίκη: ΖΥΓΟΣ
17. Συλλαίος, Ν.Γ. (2000), *Τηλεπισκόπηση και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών -τ. Α Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση*, Γιαχούδη
18. Τσουκαλάς, Σ. (2010) *Λογιστική Επιχειρήσεων Τροφίμων και Γεωργίας*. Αθήνα: ΣΤΟΧΑΣΤΗΣ
19. Τσελές, Δ. Πυρομάλης, Δ. Δημογιαννόπουλος, Δ. Κάντζος, Δ. Σαρρή, Α. *Ολοκληρωμένο Σύστημα Παρακολούθησης Μικροκλίματος Καλλιέργειας* (2001) Πρόγραμμα Γ.Γ.Ν.Γ.ΤΕΙ Πειραιά
20. Τμήμα Γεωργίας (2010) *Η καλλιέργεια των φρέσκων αρωματικών φυτών* (Γ' Έκδοση) Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρος-Λευκωσία

Ξένη

1. Andreas Graber, Ranka Junge *Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production* Desalination 246 (2009) 147–156 Elsevier
2. Adler,P. Harper, J. Takeda, F. *Economic Evaluation of Hydroponics and Other Treatment Option for Phosphorus Removal in Aquaculture Effluent* (2000) HordScience Vol 35.
3. Brealey, R. & Myers, S. Marcus, (2001) *A. Fundamentals Of Corporate Finance* (third edition). Mc Graw-Hill Primis Custom Publishing
4. Bonjiovanni, R. et Lowenbergdeboer J. *Precision Agriculture and Sustainability* Precision Agriculture, 5, 359–387, 2004
5. Blidariu, F. Grozea, A. *Increasing the Economical Efficiency and Sustainability of Indoor Fish Farming by Means of Aquaponics – Review* Blidariu F. et.al./Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, 2011, 44 (2)
6. Berry¹,J. Delgado²,J. Khosla³,R. and Pierce⁴,F. *Precision Conservation for Environmental Sustainability* Journal of Soil and Water Conservation, Nov/Dec 2003 issue
7. Dawson, J.-President of GEN, Co-Director of GEN-Europe (2006) Paraphrased from *Ecovillages: New Frontiers for Sustainability*. Chelsea: Green Publishing
8. DeVries, J. & Toenniessen, G. (2001) *Securing the Harvest : Biotechnology, Breeding, and Seed Systems for African Crops* -CAB International, Wallingford,

- Cassman, K. G. *Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture*. Proc. Natl Acad. Sci. USA 96, 5952–5959 (1999).
9. Dediu^{1*}, D. Cristea¹ V. and Xiaoshuan², Z. *Waste production and valorization in an integrated aquaponic system with bester and lettuce* African Journal of Biotechnology Vol. 11(9), pp. 2349-2358, 31 January, 2012
 10. Diver, S. *Aquaponics—Integration of Hydroponics with Aquaculture* (2006) ATTRA
 11. De Pascale, S. and Maggio, A. *Sustainable Protected Cultivation at a Mediterranean Climate: Perspectives and Challenges*. Department of Agricultural Engineering and Agronomy
 12. A. Enduta*, A. Jusohb, N. Alib, W.N.S. Wan Nikc, A. Hassand *Effect of flow rate on water quality parameters and plant growth of water spinach (Ipomoea aquatica) in an aquaponic recirculating system* 1944-3994/1944-3986 © 2009 Desalination Publications.
 13. General Fisheries Commission for the Mediterranean Synthesis of Mediterranean Marine Finfish Aquaculture *A Marketing & Promotion Strategy* STUDIES AND REVIEWS No. 88 2010
 14. Giddings, B. Hopwood, B. & O'Brien G. *Environment, Economy and Society: Fitting them together into Sustainable Development* Sustainable Development Sust. Dev. **10**, 187–196 (2002) Wiley InterScience
 15. Greer L. and Diver S. (2000) *Organic Greenhouse Vegetable Production* ATTRA
 16. Hesterman, Oren B. and Thorburn, Tom L. (1994) *A Comprehensive Approach to Sustainable Agriculture: W.K. Kellogg's Integrated Farming Systems Initiative*. Journal of Production Agriculture
 17. Hediger, W. *Sustainable development and social welfare* Ecological Economics 32 (2000) 481–492 Agricultural Economics, Swiss Federal Institute of Technology Elsevier
 18. Horrigan, L. Lawrence, R. & Walker, P. *How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human Health Harms of Industrial Agriculture* (2002) Environ Health Perspect 110:445–456 RESEARCH Review

19. Hawkesford¹, M. J. Araus², J. Park³, R. Calderini⁴, D. Miralles⁵, D. Shen⁶, T. Zhang⁶, J. & Parry¹, M. *Prospects of doubling global wheat yields* Food and Energy Security 2013; 2(1): 34–48
20. J. Benton Jones (2005) *Hydroponics : a practical guide for the soilless grower* (Second edition) CRS PRESS
21. Kasper D. *Redefining Community in the Ecovillage* Human Ecology Review, Vol. 15, No. 1, 2008 Society for Human Ecology
22. C.I.M. Martins^a, b, *, E.H. Edinga, M.C.J. Verdegema, L.T.N. Heinsbroek^a, O. Schneider^c, J.P. Blanchet^o, E. Roque d'Orbecastel^d and J.A.J. Verreth^a *New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability* (2010) Aquacultural Engineering Volume 43, Issue 3, Pages 83-93 Elsevier B. V.
23. Mader, J. (2012) *Plant Growth in Aquaponic System through Comparison of Different Plant Media* Senior Honors Project Submitted in partial fulfillment of the graduation requirements of the Westover Honors Program
24. Martan, E. (2008) *Polyculture of fish in Aquaponics and Recirculating Aquaculture* Nelson and Pade, Aquaponics Journal
25. P. A. Matson*, W. J. Parton, A. G. Power, M. J. Swift *Agricultural Intensification and Ecosystem Properties*. Science Magazine
26. Pillay, T. V. R. *Aquaculture : principles and practices* / T. V. R. Pillay.
27. Pretty, J. & Author Affiliations-Department of Biological Sciences, University of Essex, Colchester CO4 3SQ, UK (2008) *Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence* *Phil. Trans. R. Soc. B* 12 February 2008 vol. 363 no. 1491 447-465
28. J. N. Pretty ,A. D. Noble ,D. Bossio ,J. Dixon ,R. E. Hine ,F. W. T. Penning de Vries and J. I. L. Morison (2006) *Resource-Conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries* 40 (4), pp 1114–1119 Environ. Sci. Technol., Publication Date (Web): December 21, 2005, American Chemical Society
29. Ponting C. (1992) *A Green History of the World*. New York: St. Martin's Press
30. Ray, Ramesh C. (2006) *Microbial biotechnology in agriculture and aquaculture* editor Ramesh C. Ray
31. M. Ronzón-Ortega, M. Patricia Hernández-Vergara* y C. Pérez-Rostro *HYDROPONIC AND AQUAPONIC PRODUCTION OF SWEET BASIL*

- (*Ocimum basilicum*) AND GIANT RIVER PRAWN (*Macrobrachium rosenbergii*)
Tropical and Subtropical Agroecosystems, 15 (2012) SUP 2: S63-S71
32. Rakocy, T. Shultz, C. Bailey, D and Danaher, J. *The Status of Aquaponics -2010*
University of the Virgin Islands Agricultural Experiment Station
 33. Rakocy, T. Shultz, C. Bailey, D and Thoman, E. *Aquaponic Production of Tilapia and Basil: Comparing a Batch and Staggered Cropping System* Agricultural Experiment Station University of the Virgin Islands
 34. Rakocy¹, J. Masser², M. & Losordo³, T. (2006) *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture* SRAC Publication No. 454
 35. Rakocy, J. R. Shultz, C. Bailey, D. and Thoman, T. (2003) *Aquaponic Production of Tilapia and Basil: Comparing a Batch and Staggered Cropping System* Agricultural Experiment Station University of the Virgin Islands
 36. Rawson, Jean M (1995) *Congressional Research Service Report to Congress: Sustainable Agriculture*. Washington: Congressional Research Service, Committee for the National Institute for the Environment
 37. Sun, W. (2004) *Life Cycle Assessment of Indoor Recirculating Shrimp Aquaculture System* Natural Resource and Environment/University of Michigan
 38. Sace, C. F. and Fitzsimmons, K. M. (2013) *Recirculating aquaponic systems using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) & freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture & productivity of selected leafy vegetables* Merit Research Journal of Business and Management Vol. 1(1) pp. 011-029
 39. B. A. Sheikh *HYDROPONICS: KEY TO SUSTAIN AGRICULTURE IN WATER STRESSED AND URBAN ENVIRONMENT* Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sc. 22 (2) 2006
 40. Tilman, D. Balzer, C. Hill, J. and Befort, B. *Global food demand and the sustainable intensification of agriculture*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America PNAS(2011) vol. 108 no. 50 > David Tilman, 20260–20264, doi: 10.1073/pnas.1116437108
 41. Tilman, D. *Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices*. PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences

42. Tilman, D. Cassman, K. Matson, A. Naylor, R. & Polasky, S. *Agricultural sustainability and intensive production practices* NATURE | VOL 418 | 8 AUGUST 2002
43. L. Tourte, R. F. Smith, K. M. Klonsky, D. L. De Moura (2009) *SAMPLE COSTS TO PRODUCE ORGANIC LEAF LETTUCE* Leaf Lettuce Costs and Returns Study (ORGANIC) Central Coast University of California Cooperative Extension
44. Tansey G. *Food and thriving people: paradigm shifts for fair and sustainable food systems* Food and Energy Security 2013; 2(1): 1–11
45. Timmons, Michael B. & Ebeling, James M (2010) *Recirculating aquaculture* (Second edition). M. Ebeling. Ithaca, N.Y. : Cayuga Aqua Ventures
46. Zilberman, D. Khanna, M. and Lipper, L. *Economics of new technologies for sustainable agriculture*. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 41:1, pp. 63±80

Ιστοσελίδες

1. <http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/FISHPLUS.asp>
2. <http://www.independent.ie>
3. <http://www.nepalyouthfoundation.org/programs/nutrition-rehabilitation-homes/>
4. <http://www.businessrevieweurope.eu/>
5. <http://www.labkultur.tv>
6. <http://moffatcan.org/index.php?page=Aquaponics>
7. <http://www.aquaponics.org.uk/projects/waveney-valley-aquaponics/>
8. <http://mallvomit.wordpress.com>
9. <http://www.aquaponics.org.uk/projects/c4-home-of-the-future/>
10. <http://www.onecommunityglobal.org/aquapinis-and-walipinis/>
11. <http://www.onecommunityglobal.org/>
12. <http://hydroponic-news.blogspot.gr/2013/06/blog-post.html>
13. <http://www.oecd.org/>
14. <http://voria.gr/index.php?module=news&func=display&sid=50120>
15. <http://www.kilkistoday.gr/paiones-ethelontiki-omada/23445-epistoli-pros-dimo-paionias-periphereiaki-enotita-kilkis>

16. <http://www.thefishsite.com/articles/1731/aqua-nor-2013-the-growth-of-organic-fish-production>
17. <http://www.fao.org/>
18. http://www.iene.gr/energy-development2011/articlefiles/6session_partB/koumpakis.pdf
19. <http://gen-europe.org/ecovillages/>
20. <http://www.agrotikianaptixi.gr/>
21. <http://www.friendlyaquaponics.com/>
22. <http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf>
23. <http://www.balticecovillages.eu/about-ecovillages>
24. <http://www.nal.usda.gov/>
25. <http://www.espa.gr/>
26. <http://www.okaa.gr/>
27. <http://www.kath.gr/>