



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ,
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥ & ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΤΥΠΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΔΑΣΟΓΕΩΡΓΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗ Β. ΕΥΒΟΙΑ

Λούκα Δήμητρα

Επιβλέπων Καθηγητής
Μιχαήλ Βραχνάκης

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

1. Μιχαήλ Βραχνάκης
2. Ιωάννης Καζόγλου
3. Δημήτριος Σαμαράς

Καρδίτσα, 2023

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΣΚΟΠΟΣ	4
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	10
1. Το γενικότερο πλαίσιο της Αγροδασοπονίας.....	10
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	37
3.1 Περιοχή έρευνας	37
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	43
4.1 Κοινωνική Αποτίμηση.....	45
4.1.2 Τεκμηρίωση Ερωτήσεων	47
4.2 Παρακολούθηση Συστήματος.....	56
4.3 Οικονομική Αποτίμηση.....	64
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	72
ABSTRACT	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74

Πρόλογος- Ευχαριστίες

Η Αγροδασοπονία παρέχει καλά και ποικίλα τεκμηριωμένα οφέλη, παρά αυτά τα πλεονεκτήματα όμως η υιοθέτηση πρακτικών αγροδασοπονίας παραμένει χαμηλή. Η αύξηση της εύφλεκτης βιομάζας στα δάση είναι επίσης μία σημαντική πρόκληση. Η αντιμετώπιση των πυρκαγιών έχει πια μετατοπιστεί στην πρόληψή τους σε μεγάλο βαθμό. Τα αγροδασικά συστήματα έχει αναφερθεί από πολλές επιστημονικές πηγές ότι βοηθούν στην αποκατάσταση περιοχών μετά από φαινόμενα πυρκαγιάς.

Στην παρούσα έρευνα, δύο αγροδασικά συστήματα εγκαταστάθηκαν στην περιοχή της Β. Ευβοίας ύστερα από την καταστροφική πυρκαγιά του 2021 στους δήμους Ιστιαίας-Αιδηψού και Μαντουδίου-Λίμνης-Αγ. Άννας, αντίστοιχα. Ο στόχος ήταν να καταδείξει ένα πρωτόκολλο παρακολούθησης των αγροδασικών αυτών συστημάτων σε τρεις πυλώνες, τον κοινωνικό, τον οικονομικό και εν κατακλείδι τον περιβαλλοντικό.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω:

- Τα Δασαρχεία Λίμνης και Ιστιαίας και ιδιαίτερα , τον κ. Θεοδόση Χαρτσά (Δασάρχη Λίμνης), την κ. Μαίρη Ζωγραφοπούλου και κ. Ευστάθιο Γερογιάννη (Δασοπόνους – Δασαρχείο Ιστιαίας), τον κ. Γιώργο Σελίμη (Δασάρχη Ιστιαίας), τον κ. Αθανάσιο Ξηρογιάννη (Διευθυντή στη Διεύθυνση Δασών Ευβοίας), για την υποστήριξή τους τόσο επιτόπια όσο και εξ αποστάσεως καθώς και για την παροχή στοιχείων και πληροφοριών για την περιοχή.
- Τους κ. Χρήστο Ζιάκα και Δαβίδ Τσούπρο Δασοπόνους στις περιοχές της Ιστιαίας και Λίνης αντίστοιχα για τη συνεχή τους υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας.
- Τον κ. Γεώργιο Νιέρη ιδιοκτήτη του αγροτεμαχίου στην περιοχή τσαπουρνιά για τη συνεργασία.
- Τον κ. Θεόδωρο Κέρη πρόεδρος της Τοπικής Κοινότητας Ροβιών στη Λίμνη Ευβοίας, για τη συνεργασία.
- Τον επιβλέποντα της διδακτορικής διατριβής, κ.κ. Δρ Μιχάλη Βραχνάκη, Καθηγητή του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του

Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την υποστήριξη, καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας.

- Τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής κ.κ. Δρ Μιχάλη Βραχνάκη, Καθηγητή του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Δρ Ιωάννη Καζόγλου Αναπληρωτή Καθηγητή στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης και το Δημήτριο Σαμαρά Επίκουρο Καθηγητή στο Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την υποστήριξη, καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας όπως και τη συμβολή τους στην επιτόπια έρευνα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΣΚΟΠΟΣ

Τα τελευταία τριάντα χρόνια, οι επιπτώσεις των πυρκαγιών — κοινωνικές, οικονομικές και οικολογικές — έχουν αυξηθεί σε δραματικό βαθμό . Ειδικά την τελευταία δεκαετία χώρες όπως η Αυστραλία, ο Καναδάς, η Χιλή, η Πορτογαλία, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ελλάδα έχουν βιώσει μεγάλες καταστροφές λόγω πυρκαγιών . Αυτές οι καταστροφικές συνέπειες προκύπτουν ως αποτέλεσμα μιας πολύπλοκης αλληλεπίδρασης κοινωνικών και οικολογικών δυνάμεων, συμπεριλαμβανομένης της κλιματικής αλλαγής, των αλλαγών των κύκλων των δασικών πυρκαγιών λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων (π.χ. καταστολή πυρκαγιάς, αυξημένες αναφλέξεις) και μια ολοένα και αυξανόμενη γειτνίαση φυσικών οικοσυστημάτων και αστικών περιοχών.

Καθώς οι απώλειες από τις δασικές πυρκαγιές έχουν αυξηθεί, ένας αναδυόμενος στόχος της επιστημονικής έρευνας, και σε δεύτερο χρόνο της κρατικής αλλά και κοινωνικής διαχείρισης, είναι η κατανόηση του τρόπου διατήρησης οικολογικά λειτουργικών επιπέδων δασικών πυρκαγιών στο εκάστοτε τοπίο. Ταυτόχρονα μειώνεται ο κίνδυνος απωλειών από τις δασικές πυρκαγιές τόσο σε ανθρώπινες ζωές όσο και σε περιουσίες. Το κεντρικό δόγμα της πολιτικής για τις πυρκαγιές παγκοσμίως την οποία θα πρέπει να αναπτύξουν οι ανθρώπινες κοινωνίες και ειδικότερα οι πιο εκτεθειμένες σε αυτά τα φαινόμενα είναι να «ζουν» με την πυρκαγιά, δηλαδή να προσαρμόζονται στη φωτιά.

Παρά την αναγνώριση ότι οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών προκύπτουν από ένα συζευγμένο ανθρώπινο-οικολογικό σύστημα αυτή η διασύνδεση είναι επίσης που κάνει τη μείωση των κινδύνων πυρκαγιάς αρκετά δύσκολη. Ο ανθρώπινος παράγοντας αποτελείται από μηχανισμούς για τη διαχείριση των πυρκαγιών σε πολλαπλές κλίμακες, από ένα μεμονωμένο σπίτι έως εθνικές κυβερνήσεις και διεθνείς οργανισμούς. Αυτοί οι μηχανισμοί περιλαμβάνουν αναπτυξιακούς κανονισμούς, δραστηριότητες πυρόσβεσης, προγράμματα διαχείρισης βλάστησης και άλλα.

Ο συνεχώς αυξανόμενος παγκόσμιος πληθυσμός (1950: 2,5 δισεκατομμύρια, 2000: 6,1 δισεκατομμύρια, 2050: 9,7 δισεκατομμύρια, Ηνωμένα Έθνη, 2017) συνοδεύεται από αυξημένη ζήτηση για τρόφιμα, ζωοτροφές και υλικά. Η

επακόλουθη εντατικοποίηση της γεωργικής παραγωγής έχει οδηγήσει σε περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η ρύπανση του αέρα και των υδάτων και γενική απώλεια βιοποικιλότητας. Στην Ευρώπη υπάρχουν σοβαρές προκλήσεις, συγκεκριμένα η νιτρορύπανση των υδάτινων σωμάτων, η υποβάθμιση του εδάφους και οι αλλαγές των οικοτόπων που προκαλούνται από απώλεια, κατακερματισμό ή υποβάθμιση (Low, 2023).

Ιδιαίτερα οι *Στόχοι της Βιώσιμης Ανάπτυξης* ως μέρος της Ατζέντας 2030 για την Αειφόρο Ανάπτυξη (Ηνωμένα Έθνη, 2015), η *Αξιολόγηση του Οικοσυστήματος της Χιλιετίας* (ΜΕΑ, 2003) και η *Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα* (COP, 2010, UNEP2, 20), στοχεύουν στην αύξηση της παραγωγικότητας της γεωργικής παραγωγής, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα τη βιώσιμη ανάπτυξη, τον μετριασμό και την προσαρμογή του κλίματος και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και των ροών υπηρεσιών του οικοσυστήματος. Αυτές οι εξελίξεις επαναλήφθηκαν σε ευρωπαϊκούς κανονισμούς όπως το *Στρατηγικό Σχέδιο για τη Βιοποικιλότητα 2011-2020* το 2010 (COM(2011) 244), η *Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα* (Οδηγία 2000/60/ΕΚ) το 2000 και η *Θεματική Στρατηγική για το Έδαφος* το 2006 (COM (2006)231).

Η αγροδασοπονία αναφέρεται σε συστήματα και πρακτικές χρήσης γης όπου τα πολυετή ξυλώδη φυτά ενσωματώνονται σκόπιμα με καλλιέργειες και/ή ζώα στο ίδιο αγροτεμάχιο ή μονάδα διαχείρισης γης χωρίς την πρόθεση δημιουργίας εναπομείναςας δασικής συστάδας. Τα δέντρα είναι δυνατόν να είναι διατεταγμένα μεμονωμένα, σε σειρές ή σε ομάδες, ενώ η βόσκηση μπορεί επίσης να γίνεται εντός αγροτεμαχίων ή στα όρια μεταξύ των αγροτεμαχίων (φράκτες, δενδροστοιχίες).

Ένα αγροδασικό σύστημα είναι συνήθως πιο περίπλοκο τόσο από πλευράς θεωρητικών γνώσεων όσο και από πλευράς πρακτικών διαχείρισης σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες λόγω του ευρύτερου φάσματος μεταβλητών και των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των στοιχείων δέντρο και καλλιέργειας. Η πολυπλοκότητα προκύπτει από τη διαχείριση διαφορετικών συστημάτων, π.χ. δενδρώδεις καλλιέργειες, αγρωστώδη και κτηνοτροφικές πρακτικές. Οι παραπάνω αναφερόμενες μεταβλητές επιτάσσουν από τον εκάστοτε παραγωγό την απόκτηση δεξιοτήτων σε διάφορους τομείς της γεωργίας όπως επίσης και τη γνώση όσον αφορά τη δυναμική του τρόπου με τον οποίο αλληλοεπιδρούν τα διάφορα συστατικά κατά τη διάρκεια των αντίστοιχων παραγωγικών κύκλων τους (Castle, 2021).



Εικόνα 1. Τυπικό αγροδασολιβαδικό σύστημα (Πηγή: Greer, 2020)

Όλοι οι τύποι αγροδασικών συστημάτων απαιτούν προσεκτικό και υψηλό επίπεδο αρχικού σχεδιασμού και μετέπειτα παρακολούθησης. Σημαντική τροχοπέδη στην εφαρμογή αγροδασικών είναι ότι υπάρχουν πολύ λιγότερες πληροφορίες για τη αγροδασοπονία σε σύγκριση με τις συμβατικές γεωργικές πρακτικές. Αναγνωρίζεται ότι η μονοκαλλιέργεια χρειάζεται υψηλές εξωτερικές εισροές (νερό, ενέργεια, λιπάσματα κ.λπ.) σε αντίθεση με την τρέχουσα εστίαση στην προώθηση της βιώσιμης και ανθεκτικής γεωργίας. Ως εκ τούτου, σε επίπεδο τοπίου, αυτά τα συστήματα αγροδασοπονίας απέδειξαν ότι η ποικιλομορφία αυτών των πρακτικών, σε διαφορετικές πεδοκλιματικές ζώνες, μπορεί να ενισχύσει την παραγωγικότητα και τις οικονομικές αποδόσεις.

Η αγροδασοπονία περιλαμβάνει ένα δασοκομικό σχέδιο που ανταποκρίνεται στις προκλήσεις της αειφόρου διαχείρισης των δασών, ειδικά δίπλα σε κοινοτικούς οικισμούς. Η αγροδασοπονία αποτελεί μια προοπτική λύση για τη μείωση του ρυθμού αποψίλωσης των δασών και την αντιμετώπιση του προβλήματος της επισιτιστικής κρίσης.

Αποτελεί επίσης μια ολοκληρωμένη προσέγγιση σε ένα βιώσιμο σύστημα χρήσης γης (παραδοσιακό και σύγχρονο) στο οποίο υπάρχουν αλληλεπιδράσεις

μεταξύ οικολογικών και οικονομικών στοιχείων (ξυλεία/δασοκομικά φυτά με εποχιακές/πολυετείς δενδροκαλλιέργειες, κτηνοτροφία εντός ή εκτός δασικών περιοχών). Η αγροδασοπονία παρέχει υπηρεσίες οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένου του μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και των οφελών για τους μικροκαλλιεργητές, καθώς και προοπτικές για βιώσιμη παραγωγή τροφίμων.

Αν και η έρευνα για την αγροδασοπονία άρχισε να είναι δημοφιλής γύρω στη δεκαετία του 1980, η αγροδασοπονία ασκείται στην Ελλάδα και παγκοσμίως για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα γεωργικά συστήματα που είναι γνωστά με τοπικά ονόματα, όπως *parak*, *relak*, *repong damar*, *tembawang*, *simpukng*, *talun*, *wono*, *tenganan* και *amarasi* σε διάφορες περιοχές, βασικά αντικατοπτρίζουν αγροδασικές πρακτικές που έχουν γίνει μέρος της κοινοτικής κουλτούρας στη διαχείριση της γης. Η σοφία των τοπικών κοινοτήτων βλέπει τα αγροδασικά συστήματα ως μια προσέγγιση διαχείρισης της γης που μπορεί να καλύψει τις καθημερινές ανάγκες ενώ αποδεικνύεται ότι είναι σε θέση να διατηρήσει τους φυσικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένων των δασών.

Βασισμένη σε χιλιάδες χρόνια αγροτικής καινοτομίας, η αγροδασοπονία έχει εξελιχθεί σε μια συνεχώς εξελισσόμενη διεπιστημονική επιστήμη. Τα τελευταία 30 χρόνια, η έρευνα πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο έχει διευρυνθεί από πρωτίστως βιοφυσικές έρευνες για να συμπεριλάβει αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν από κοινωνιολόγους, ανθρωπολόγους και φορείς διατήρησης του περιβάλλοντος και οικονομικής ανάπτυξης σε αγροτικές περιοχές.

Η επιτυχής ενσωμάτωση βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών αναλύσεων στην έρευνα αντιπροσωπεύει μία από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η αγροδασοπονία. Για παράδειγμα, ενώ οι αγρότες μπορεί να εφαρμόζουν αγροδασικά συστήματα για την αντιμετώπιση των αναγκών σε επίπεδο νοικοκυριού, όπως τρόφιμα, ζωοτροφές και καύσιμα, η λειτουργική αποτελεσματικότητα του συστήματος μπορεί να είναι λιγότερο κρίσιμη για τον επαγγελματία παρά για τις κοινωνικές αξίες, όπως η προσωπική αίσθηση της αισθητικής ή η αποδοχή μέσα στην κοινότητα (Ollinaho, 2021).

Πολλές καινοτόμες πρακτικές που εισήχθησαν με μια προσέγγιση που αγνοεί τις τοπικές κοινωνικοοικονομικές πραγματικότητες έχουν παράγει απογοητευτικά αποτελέσματα για τους φορείς υλοποίησης. Ωστόσο, η κατανόηση του υπάρχοντος

κοινωνικού πλαισίου μπορεί να αυξήσει τις πιθανότητες αποδοχής και δέσμευσης τόσο για τις παραδοσιακές όσο και για τις εισαγόμενες νέες πρακτικές, όπως η αγροδασοπονία. Για αυτούς τους λόγους, η επιτυχία της υιοθέτησης της αγροδασοπονίας έχει υψηλό βαθμό ανησυχίας για τους ερευνητές. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να παρακολουθούνται τα αποτελέσματα της κοινωνικοοικονομικής έρευνας για τον εντοπισμό δυνατών σημείων και αδυναμιών στην τρέχουσα κατάσταση γνώσης και την παροχή καθοδήγησης για περαιτέρω έρευνα και πιο παραγωγική ανατροφοδότηση μεταξύ ερευνητών και επαγγελματιών.

Το ενδιαφέρον και οι προσδοκίες της αγροδασοπονίας έχουν σχετιστεί με τις προσδοκίες που γέννησε η «Πράσινη Επανάσταση» της δεκαετίας του 1970, όπου όμως η άκριτη πληθωρική ιδεών οδήγησε σε αναπόφευκτη απογοήτευση όταν η βιομηχανοποιημένη γεωργία απέτυχε να μετριάσει την πείνα και τη φτώχεια στον κόσμο. Η ενσωμάτωση υγιών τεχνικών οικονομικής και κοινωνικής έρευνας με την καθιερωμένη βιοφυσική επιστήμη προσφέρει ευκαιρίες μετριασμού του ενθουσιασμού των ερευνητών και εν τέλει να διοχετευθεί αυτή η ενέργεια σε αποτελεσματικά έργα.

Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό το πώς αλληλοεπιδρά η αγροδασοπονία με τις κοινωνικές συνθήκες και το πώς οι βιοφυσικές και κοινωνικές επιστήμες βοηθούν στην επίτευξη αυτού του στόχου. Οι αλλαγές στην κοινωνική δομή, όπως η μετάβαση από τα πολλαπλών χρήσεων, μικρής κλίμακας αγροκτήματα σε μεγαλύτερα αλλά απλουστευμένα βιομηχανικά συστήματα παραγωγής συνοδεύονται από ταυτόχρονες οικολογικές αλλαγές.

Η ενσωμάτωση των τοπικών παραγόντων όπως η βιοφυσική λειτουργικότητα, η οικονομική σκοπιμότητα και η κοινωνική συμβατότητα που είναι κρίσιμοι για την επιτυχία ενός αγροδασικού συστήματος αντιπροσωπεύει μια σύνθεση εφαρμοσμένης (διαχείριση γης) και βασικής (επιστημονικής) έρευνας.

Μερικές προκλήσεις αναμφίβολα παραμένουν. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, το ICRAF (πρώην *Διεθνές Συμβούλιο Έρευνας στη Αγροδασοπονία*, τώρα γνωστό ως *Παγκόσμιο Κέντρο Αγροδασοπονίας*) και άλλοι ερευνητές άρχισαν να επικεντρώνονται στην ανάπτυξη επιστημονικά έγκυρων μεθοδολογιών για την οικονομική αξιολόγηση των αγροδασικών συστημάτων. Ένας από τους παράγοντες

σύγχυσης για αυτές τις μεθόδους ήταν η έλλειψη «γεγονότων» βάσει των οποίων θα λειτουργούσαν τα μοντέλα (Handa, 2019).

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να αναπτύξει ένα πρωτόκολλο παρακολούθησης δύο αγροδασικών συστημάτων που εγκαταστάθηκαν στην περιοχή της Β. Εύβοιας μετά την καταστροφική πυρκαγιά του Αυγούστου του 2021. Σε αυτή την εργασία, τα δάση και οι θαμνώδεις εκτάσεις βρέθηκαν να είναι οι κύριες κατηγορίες κάλυψης γης που επηρεάστηκαν από την πυρκαγιά, με τους θάμνους να είναι η πιο άφθονη κατηγορία στις καμένες περιοχές, ακολουθούμενοι από δάση κωνοφόρων, πλατύφυλλα, μικτά δάση, φυσικά λιβάδια και σκληρόφυλλη βλάστηση.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας στη Βόρεια Εύβοια καταδεικνύουν επίσης ότι τα δάση (κυρίως κωνοφόρα και σε μικρότερο βαθμό μικτά και πλατύφυλλα) και οι δασικοί θάμνοι πλήττονται κυρίως από τη φωτιά. Ωστόσο, η συγκεκριμένη πυρκαγιά επηρέασε επίσης σημαντικές εκτάσεις γεωργικής γης.

Με το πρωτόκολλο παρακολούθησης οι αρμόδιοι φορείς αλλά και οι ωφελούμενοι θα μπορούν να έχουν μία σταθερή κλίμακα μέτρησης της αποτύπωσης των νεοεγκατεστημένων αγροδασικών συστημάτων σε τρεις πυλώνες, τον κοινωνικό, τον οικονομικό και τον περιβαλλοντικό.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1. Το γενικότερο πλαίσιο της Αγροδασοπονίας

Η γεωργία, αντιμετωπίζει πολλαπλές προκλήσεις οι οποίες φαίνεται ότι θα αυξηθούν στο εγγύς μέλλον. Η ανάγκη να ικανοποιηθεί η αυξανόμενη ζήτηση για τρόφιμα και υλικά υψηλής ποιότητας συνοδεύεται από την απαίτηση προσαρμογής σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα και μετριασμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και της ρύπανσης. Ωστόσο, η απόδοση της γεωργικής γης δεν σχετίζεται μεμονωμένα με την παραγωγική της λειτουργία, αλλά και με την ανάγκη κάλυψης των απαιτήσεων της ανθρώπινης ευημερίας για περιβαλλοντικά, ρυθμιστικά και κοινωνικά οφέλη. Αυτοί οι πολλαπλοί και εν μέρει αντικρουόμενοι στόχοι συγκλίνουν σε επίπεδο τοπίου. Ως εκ τούτου, τα μελλοντικά πολυλειτουργικά τοπία αναμένεται να είναι εξαιρετικά παραγωγικά, βιώσιμα, φιλικά προς το περιβάλλον και έξυπνα για το κλίμα.

Η προσέγγιση των γεωργικών συστημάτων αναπτύχθηκε για να βελτιώσει τη γεωργία σε πολλές όψεις της και να προωθήσει καλύτερες χρήσεις γης. Αυτό ήταν χρήσιμο όταν απαιτείται η μετάβαση από τις μονοκαλλιέργειες που χαρακτηρίζουν την εντατική γεωργία σε γεωργία πολλαπλών παραγωγών, λόγω αυξανόμενης ζήτησης και περιβαλλοντικών ζητημάτων. Μία από τις εναλλακτικές με τη μεγαλύτερη επιτυχία είναι η εφαρμογή της αγροδασοπονίας.

Στις μέρες μας, η μεγάλη πρόκληση στη γεωργία είναι η εξεύρεση οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμων γεωργικών συστημάτων. Τα αγροδασικά συστήματα μπορούν να είναι μια καλή εναλλακτική λύση χρήσης γης, καθώς δύνανται να είναι βιώσιμα παραγωγικά αλλά και ικανά να ενισχύσουν τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους. Η αγροδασοπονία είναι ένα σύνολο πρακτικών που συνδυάζουν τη φυτική παραγωγή, την εκτροφή ζώων και τη δασοκομία στην ίδια μονάδα γης, διαδοχικά ή ταυτόχρονα, για να αξιοποιήσουν τα οφέλη των οικολογικών, κοινωνικών και οικονομικών αλληλεπιδράσεων (Cassano, 2023).

Τα αγροδασικά συστήματα δεν είναι ένα νέο είδος διαχείρισης γης, αλλά έχουν προσελκύσει μεγάλη προσοχή από τη δεκαετία του '70 στις αναπτυσσόμενες χώρες ως μία εναλλακτική για την αποκατάσταση της χαμένης περιβαλλοντικής

ποιότητας, τη μείωση της αποψίλωσης των δασών, την αποφυγή της λειψυδρίας και την ικανοποίηση μιας ολοένα αυξανόμενης γεωργικής ζήτησης. Τα αγροδοασικά συστήματα, θεωρητικά, μεγιστοποιούν τη χρήση της γης χρησιμοποιώντας κάθε πιθανό μέρος για να παράγουν υπηρεσία ή προϊόν, και να αποκομίσουν κέρδος από ολόκληρη την επιφάνεια του εδάφους. Έτσι είναι δυνατό να φυτευτούν όσο το δυνατόν περισσότερες καλλιέργειες στον ίδιο χώρο. ενώ η υποβάθμιση της γης ελαχιστοποιείται μέσω φυσικών περιβαλλοντικών αλληλεπιδράσεων και προσομοίωση φυσικών ροών ενέργειας και ύλης.

Τα αγροδοασικά συστήματα επιδιώκουν να εφαρμόσουν αγροοικολογικές αρχές. Η αγροοικολογία νοείται ως μια επιστημονική, θεωρητική, πρακτική και μεθοδολογική πολυεπιστημονική προσέγγιση που επικεντρώνεται σε προβλήματα που δημιουργούνται από συμβατικά μοντέλα βιομηχανικής γεωργίας που καθιερώθηκαν με την *Πράσινη Επανάσταση*. Προτείνει τη μελέτη των αναπτυξιακών διαδικασιών από μια οικολογική και κοινωνικο-πολιτιστική προοπτική και από μια συστημική προσέγγιση, υιοθετώντας το αγροοικοσύστημα ως μονάδα ανάλυσης που ενσωματώνει την οικολογική βιωσιμότητα (διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας των φυσικών πόρων και τις οικολογικές σχέσεις κάθε οικοσυστήματος), οικονομική (δυννητική για δημιουργία εισοδήματος, απασχόληση, πρόσβαση στην αγορά), κοινωνική (συμπερίληψη των φτωχότερων πληθυσμών και επισιτιστική ασφάλεια), πολιτιστική (σεβασμός στην παραδοσιακή γνώση), πολιτικές και ηθικές (υπερβατικές ηθικές αξίες) διαστάσεις για την προώθηση της μετάβασης από τα συμβατικά μοντέλα γεωργίας στη βιώσιμη γεωργία.

Από την αρχή της, η αγροοικολογία προωθεί μια ισχυρή και σοβαρή κριτική στο τρέχον πολιτικό και αναπτυξιακό μοντέλο, δείχνει επίσης ότι η διατήρηση και η αναπαραγωγή των αγροτικών συστημάτων συνδέονται στενά με τον τύπο της κοινωνίας και ότι οι σχέσεις μέσα σε αυτήν εδραιώνονται μεταξύ διαφορετικών κοινωνικών ομάδων. Περιέχει τη θεωρητική βάση και τις μεθοδολογικές αρχές για το σχεδιασμό και τη διαχείριση αγροοικοσυστημάτων που συμβάλλουν αειφόρα στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, μετατρέποντάς τα σε, οικονομικά και οικολογικά, βιώσιμα συστήματα (Ravi, 2015).



Εικόνα 2. Δασοολιβαδικό σύστημα στο *Ινστιτούτο Γεωργίας Τροφίμων και Βιοεπιστημών* της Μ. Βρετανίας - AFBI Loughgall (Πηγή: AFBI, 2019).

Τα αγροδασικά συστήματα μπορούν να διαταχθούν χωρικά με διαφορετικούς τρόπους και με την πάροδο του χρόνου μπορούν να διαχειρίζονται ταυτόχρονα ή διαδοχικά. Έχουν μεγάλη ποικιλία και προσαρμόζονται σε κάθε κλίμακα, από βιοποριστική έως εμπορική, ανάλογα με τις τεχνολογικές και διαχειριστικές δυνατότητες. Η ετερογένεια της γης καθιστά αδύνατη την ανάπτυξη ενός μοναδικού οδηγού-συστήματος που να εφαρμόζεται σε κάθε περίπτωση. Κάθε αγροδασικό σύστημα είναι διαφορετικό και οι αγρότες πρέπει να τα διαχειρίζονται ξεχωριστά σύμφωνα με τις τοπικές απαιτήσεις. Η ποικιλομορφία των καλλιεργειών επιτρέπει στους αγρότες να έχουν ευρύτερη προσφορά προϊόντων και να αποφεύγουν την εξάρτηση από μια συγκεκριμένη καλλιέργεια, προάγοντας με αυτόν τον τρόπο την ανθεκτικότητα του αγροκτήματος. Τα αγροδασικά συστήματα καθιστούν την καλλιεργούμενη γη εύφορη, κερδοφόρα και βιώσιμη μέσω μιας ευρύτερης προσφοράς προϊόντων, οι αγρότες ελαχιστοποιούν τους φυτοπαθολογικούς κινδύνους ή τις συνθήκες της αγοράς (Montagnini, 2017).

Οι αγρότες τείνουν να παραμένουν στη γη τους όταν η εργασία τους αποφέρει υψηλότερο εισόδημα και ειδικότερα όταν είναι ένα εξασφαλισμένο, ασφαλές και

διαρκές εισόδημα. Μεταξύ άλλων πλεονεκτημάτων, τα αγροδασικά συστήματα μειώνουν την πίεση στις προστατευόμενες περιοχές και μπορούν να λειτουργήσουν ως προστατευτικές περιοχές σε αυτές, ενώ είναι παραγωγικά και προάγουν την υψηλή βιοποικιλότητα. Είναι δυνατόν να τακτοποιηθούν σε μια μεγάλη σειρά από κατηγορίες, αλλά διαθέτουν παρόμοια χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να ταξινομηθούν χωρικά, χρονικά, ανάλογα με τα δομικά στοιχεία τους και τον παραγωγικό σκοπό τους.

Η αγροδασοπονία προσφέρει μια ευκαιρία για την επίτευξη τόσο της διατήρησης της βιοποικιλότητας όσο και της γεωργικής παραγωγικότητας. Η φυτικά ποικιλόμορφη δασική δομή της καθιστά μία αγροδασική εγκατάσταση κατάλληλο βιότοπο για πολλά είδη τροπικών δασών και αυτά με τη σειρά τους μπορούν να διευκολύνουν τη γεωργική παραγωγικότητα χαμηλών εισροών παρέχοντας υπηρεσίες οικοσυστήματος όπως η επικονίαση, ο κύκλος θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και ο έλεγχος παρασίτων (Maas et al., 2016).

1.1 Παραγωγικότητα

Η αναλογία ισοδύναμων γης (LER - Land Equivalent Ratio) προτάθηκε για πρώτη φορά από τους Mead και Willey και ορίζεται ως η βιολογική απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας σε σύγκριση με την απόδοση σε μονοκαλλιέργειες. Είναι το πιο κοινό μέτρο για τη σύγκριση της παραγωγικότητας όσον αφορά τη βιομάζα ή άλλες αποδόσεις και είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την αξιολόγηση του συστήματος παραγωγής κατά την εξέταση της μετατροπής συμβατικής γεωργικής γης σε αγροδασικά συστήματα.

Τα στοιχεία υψηλότερης παραγωγικότητας στα αγροδασικά συστήματα έχουν αναφερθεί σε διάφορες μελέτες. Το LER ενός συστήματος συνδυασμένης παραγωγής τροφίμων και ενέργειας στη Δανία κυμαινόταν από 1,14–1,34, υποδεικνύοντας ότι οι αποδόσεις των καλλιεργειών και των δέντρων που παράγονται σε αγροδασικά συστήματα απαιτούσαν 14–34% λιγότερη γη ή λιγότερους πόρους όσον αφορά το φως, το νερό και τα θρεπτικά συστατικά, σε σύγκριση με τη μονοκαλλιέργεια. Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα και παρέχει δυνατότητες οικολογικής εντατικοποίησης για παραγωγή περισσότερων με λιγότερες εισροές.

Μια πρόσφατη μελέτη διερεύνησε πέντε αγροδοασικά συστήματα που διέφεραν ως προς τις καλλιέργειες, τα δέντρα και τα είδη αγρωστωδών κάτω από διαφορετικές πεδοκλιματικές ζώνες και καθεστώτα διαχείρισης. Οι τιμές LER κυμαίνονταν μεταξύ 1,36-2,00, καταδεικνύοντας υψηλότερη παραγωγικότητα σε μια ποικιλία αγροδοασικών συστημάτων. Ομοίως, στην παλαιότερη και πιο καλά τεκμηριωμένη πειραματική περιοχή αγροδοασοπονίας στην Ευρώπη, τα δασολιβαδικά συστήματα είχαν εκτιμήσεις LER 1,3–1,6 (Lovell et al., 2018).

Άλλες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει μοντελοποίηση για τον προσδιορισμό της παραγωγικότητας διαφορετικών γεωργικών συστημάτων. Πάνω από 30 χρόνια, υπολογίστηκε ότι θα χρειαζόταν 1,28 Ηα χωριστών δασικών και αροτραίων συστημάτων για να παραχθούν οι αποδόσεις των καλλιεργειών και της ξυλείας που προέκυψαν σε ένα αγροδοασικό σύστημα. Σε μια μελέτη 14 διαφορετικών αγροδοασικών πρακτικών από τους Sereke et al. (2015), το αγροδοασικό σύστημα ήταν συνήθως πιο παραγωγικό από τα χωριστά συστήματα δασοπονίας ή αροτραίων καλλιεργειών (12 από τις 14 επιλογές, αναλογία ισοδύναμου γης = 0,95–1,30).

Παρά τις πολυάριθμες μελέτες που καταδεικνύουν την υψηλότερη παραγωγικότητα των αγροδοασικών συστημάτων, αυτά τα αποτελέσματα έρχονται σε αντίθεση με τις απόψεις των αγροτών, οι οποίοι θεωρούν την αγροδοασοπονία ως μη παραγωγική και ως εκ τούτου ως οικονομικά μη βιώσιμη πρακτική. Αυτή η άποψη επαναλαμβάνεται σε πολλές έρευνες που αξιολογούν τις απόψεις των αγροτών σχετικά με τα εμπόδια στην υιοθέτηση αυτών των πρακτικών, όπου οι αγρότες συχνά ανησυχούν για τον οικονομικό κίνδυνο.

Δεδομένου ότι υπάρχει ανάγκη να αυξηθεί σημαντικά η παραγωγή τροφίμων έως το 2050, η αγροδοασοπονία υψηλής απόδοσης παρέχει μια βιώσιμη επιλογή για να συμβάλει στην αύξηση της απόδοσης για να καλύψει την αύξηση της ζήτησης τροφίμων λόγω της αύξησης του πληθυσμού και των αλλαγών στα πρότυπα κατανάλωσης τροφίμων (Rois-Díaz, 2017).

1.2. Δέσμευση άνθρακα

Το έδαφος αντιπροσωπεύει μια μεγάλη δεξαμενή άνθρακα (C), που αποτελείται από περίπου 1550 Gt οργανικού άνθρακα του εδάφους (SOC) και 950 Gt

ανόργανου άνθρακα του εδάφους (SIC). Ο οργανικός άνθρακας του εδάφους εμφανίζεται κυρίως ως κλάσμα οργανικής ουσίας (OO) και τα επίπεδά του στα εδάφη καθορίζονται από μια δυναμική ισορροπία εισροών και εκροών. Η δέσμευση άνθρακα συμβαίνει όταν η είσοδος C στο έδαφος είναι υψηλότερη από την απελευθέρωσή του (Aertsens et al., 2013).

Τα γεωργικά εδάφη στην Ευρώπη λειτουργούν γενικά ως πηγές άνθρακα, αλλά έχουν μεγάλες δυνατότητες να γίνουν αποθήκες άνθρακα με αλλαγές στη διαχείριση της γης. Επειδή η οργανική ύλη του εδάφους (SOM) περιέχει 50-58% άνθρακα, η απώλεια OO από τα εδάφη στη συμβατική γεωργία συμβάλλει στις πηγές C. Τα αγροδοασικά συστήματα προσθέτουν σημαντικές ποσότητες SOM, με αποτέλεσμα πολλαπλά οφέλη, όπως βελτιωμένη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους, μεγαλύτερη ανοργανοποίηση του αζώτου του εδάφους και, κυρίως, αυξημένη δέσμευση άνθρακα και συνεπώς μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (Ghaley et al., 2014).

Οι Pardon et al. (2017) σε 17 αρόσιμες αγροδοασικές εκτάσεις στο Βέλγιο βρήκαν ότι τα δέντρα αύξησαν τον άνθρακα κατά 5,3 τόνους Ha^{-1} μεταξύ των στρωμάτων του εδάφους στην περιοχή της ταφής του αρότρου, σε σύγκριση με τα αγροτεμάχια ελέγχου χωρίς δέντρα. Ομοίως, πείραμα υπαίθρου στον Καναδά κατέγραψε αύξηση της SOC κατά 6,2 τόνους Ha^{-1} στα ανώτερα 0–20 cm του εδάφους μετά από 21 χρόνια συ-καλλιέργειας με λεύκες, σε σύγκριση με την αροτραία καλλιέργεια χωρίς δέντρα. Η συμπερίληψη ξυλωδών καλλιεργειών, π.χ. της ιτιάς, μπορεί να προσθέσει έως και 103 Mg άνθρακα Ha^{-1} , συμπεριλαμβανομένου του υπέργειου, του υπόγειου και του οργανικού άνθρακα του εδάφους.

Οι Kay et al. (2019) προσδιόρισαν περιοχές προτεραιότητας στην Ευρώπη όπου η εφαρμογή της αγροδοασοπονίας αναμένεται να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική και εξέτασε τον αντίκτυπο της στον άνθρακα του εδάφους. Καθόρισαν ότι η μετατροπή των αροτραίων συστημάτων σε αγροδοασικά εντός αυτών των περιοχών προτεραιότητας θα μπορούσε να οδηγήσει σε δέσμευση 2,1 έως 63,9 εκατομμυρίων τόνων C, ανάλογα με τον τύπο του συστήματος που θα εγκατασταθεί, που αντιστοιχεί στο 1,4% έως 43,4% των ευρωπαϊκών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη γεωργική δραστηριότητα.

Οι Aertsens, De Nocker και Gobin (2013) εκτίμησαν ότι η εφαρμογή αγροδασοπονίας σε αρόσιμη γη στην ΕΕ έχει τη δυνατότητα να δεσμεύσει 2,75 τόνους C Ha⁻¹ ανά έτος και επιπλέον 2,75 t C Ha⁻¹ σε βοσκοτόπους. Αυτό είναι 5-10 φορές το δυναμικό δέσμευσης C από τη συμβατική γεωργία. Συγκρίνοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα όσον αφορά το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη, την οξίνιση και τον ευτροφισμό, τα συστήματα αγροδασοπονίας βρέθηκε να είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον σε σύγκριση με το συμβατικό σύστημα εντατικής γεωργίας.

Η καλλιέργεια σε σύστημα αλέας είναι μια κοινή αγροδασική πρακτική στην Ευρώπη. Σε αυτό το σύστημα, οι καλλιέργειες εγκαθίστανται σε γραμμές ανάμεσα σε σειρές δέντρων και θάμνων. Αυτό είναι σαφώς διαφορετικό από τα συμβατικά συστήματα καλλιέργειας όπου ένα είδος φυτού καλλιεργείται ως μονοκαλλιέργεια. Στα δασολιβαδικά συστήματα, τα ζώα βόσκουν σε λιβάδια με υπερκείμενα δέντρα, σε σύγκριση με τους συμβατικούς βοσκοτόπους που αποτελούνται από μονοκαλλιέργειες. Αυτά τα συστήματα αυξάνουν τη δέσμευση άνθρακα με διάφορους τρόπους, σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα. Πρώτον, η ξυλώδης βιομάζα των δέντρων αποτελεί το 46-51% C και επομένως αντιπροσωπεύει μια κύρια δεξαμενή συσσώρευσης C. Η εναπόθεση βλάστησης στο έδαφος, μέσω της πτώσης των υπέργειων τμημάτων τους και των οργανικών υπολειμμάτων καλλιεργειών οδηγεί σε αυξημένη ενσωμάτωση του C ως ΟΥ στο έδαφος και η ενισχυμένη παραγωγή ριζών αυξάνει τον C στο έδαφος. Πράγματι, οι ρίζες αντιπροσωπεύουν ένα πιο σημαντικό συστατικό της δέσμευσης του C σε βαθείς ορίζοντες του εδάφους από τα ποώδη φυτά του κάτω ορόφου και των καλλιεργειών, και έτσι μπορούν να μεταφέρουν τον C στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους και να το προστατεύσουν από την οξείδωση (Mosquera-Losada, 2011).

1.3 Κύκλος θρεπτικών συστατικών

Τα θρεπτικά συστατικά στην αγροδασοπονία γενικά παρέχονται από τη φυσική ή τεχνητή αποκλάδωση των δένδρων. Ωστόσο, σε ορισμένα συστήματα χρησιμοποιούνται και συνθετικά λιπάσματα. Η διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών και η ανακύκλωση έχει αποδειχθεί ότι είναι μεγαλύτερη και πιο αποτελεσματική στην

αγροδασοπονία, σε σύγκριση με τα συμβατικά γεωργικά συστήματα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί με πολλές διαφορετικές διαδικασίες όπως η χρήση ξυλωδών ειδών που δεσμεύουν (όπως τα δένδρα της οικογένειας *Fabaceae*) στην αμειψισπορά ή ως καλλιέργειες κάλυψης που οδηγεί σε αυξημένα αποθέματα αζώτου (N).

Στην αγροδασοπονία η παραγωγή βιομάζας των δέντρων είναι ταχύτερη από ότι στα δάση, καθώς υπάρχει λιγότερος ανταγωνισμός μεταξύ τους. Αυτή η ταχέως παραγόμενη βιομάζα μπορεί στη συνέχεια να ανακυκλωθεί μέσα στο σύστημα, γεγονός που βελτιώνει την περιεκτικότητα σε SOM και την ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών. Οι ρίζες των δέντρων μπορούν να φτάσουν και να χρησιμοποιήσουν θρεπτικά συστατικά που έχουν εκπλυθεί σε βαθιά στρώματα εδάφους που οι ρίζες των καλλιεργειών δεν μπορούν να φτάσουν. Αυτά τα θρεπτικά συστατικά στη συνέχεια ανακυκλώνονται μέσω των πεσμένων φύλλων και της αποικοδόμησης των λεπτών ριζών (Nair, 2011).

Με αυτόν τον τρόπο η αγροδασοπονία έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τη γονιμότητα του εδάφους μέσω βελτιωμένου κύκλου και διατήρησης των θρεπτικών ουσιών. Για παράδειγμα, τα πεσμένα φύλλα λεύκης σε αγροδασικά συστήματα διπλασίασαν τη διαθεσιμότητα αζώτου στα εδάφη για πρόσληψη από καλλιέργειες σε αλέες σε 7 kg N Ha^{-1} ανά έτος, σε σύγκριση με τα εδάφη που βρίσκονται 8 έως 11 m μακριά από τα δέντρα. Τα δέντρα μπορούν επίσης να προσθέσουν σημαντικό άζωτο αναχαιτίζοντας τη βροχόπτωση που παρεμποδίζεται από φύλλα και κλαδιά.

Παρά τις ευκαιρίες που παρουσιάζει η αγροδασοπονία, υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα μεταξύ των διαφορετικών τύπων σε διαφορετικά πλαίσια όσον αφορά τα είδη, τον τύπο του εδάφους και άλλες συνθήκες χρήσης γης. Η καθαρή παραγωγικότητα οποιουδήποτε αγροδασικού συστήματος είναι το αποτέλεσμα αλληλεπιδράσεων, αρνητικών και θετικών, μεταξύ των στοιχείων του συστήματος. Στην πραγματικότητα, ορισμένες αποδόσεις μπορεί να μην διαφέρουν μακροπρόθεσμα μεταξύ αγροδασοπονίας και συστημάτων μονοκαλλιέργειας. Εάν όλα τα φυτικά είδη στο σύστημα έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε βάθος χρόνου και χώρου για τον ίδιο πόρο (νερό, θρεπτικά συστατικά, φως), θα ανταγωνίζονται μεταξύ τους και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένες αποδόσεις (Gao, 2013).

Για παράδειγμα, η σκίαση από δέντρα μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στις καλλιέργειες καθώς η μη βέλτιστη διαθεσιμότητα φωτός μπορεί να προκαλέσει

αρνητικές αντιδράσεις. Ωστόσο, εάν τα διαφορετικά είδη στο σύστημα χρησιμοποιούν διαφορετικούς πόρους σε διαφορετικές χρονικές και χωρικές κλίμακες, μπορούν να βελτιώσουν αμφότερα τα περιβάλλοντά τους και να διευκολύνουν την ανάπτυξη. Επομένως, η επιλογή ειδών δέντρων και καλλιεργειών που έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε πόρους είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας στην αγροδοασοπονία. Οι ιδιότητες συγκράτησης του νερού του εδάφους θα επηρεάσουν επίσης τον βαθμό ανταγωνισμού για νερό στο σύστημα, με μεγαλύτερο ανταγωνισμό σε εδάφη ελεύθερης αποστράγγισης και αντίστροφα. Επιπλέον, διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης, όπως το κλάδεμα, η κοπή ριζών καθώς και το αν προστίθενται ή όχι λιπάσματα, έχουν αντίκτυπο στο εκάστοτε σύστημα (Wagg, 2023).

1.4. Βιοποικιλότητα του εδάφους

Τα εδάφη είναι διαφέρουν σημαντικά ως προς τη βιοποικιλότητά τους, για παράδειγμα 1 g εδάφους έχει υπολογιστεί ότι περιέχει 1 δισεκατομμύριο βακτήρια από δεκάδες χιλιάδες taxa, 200 m μυκηλιακών υφών και μια τεράστια ποικιλία από νηματώδη, ακάρεα, γαιοσκώληκες και αρθρόποδα. Οι οργανισμοί του εδάφους μπορούν να ομαδοποιηθούν ανάλογα με την οικολογική τους λειτουργία.

Οι εδαφικοί μικροοργανισμοί συμβάλλουν σε τέσσερις αθροιστικές λειτουργίες, μετασχηματισμός άνθρακα, κύκλος θρεπτικών ουσιών, συντήρηση της δομής του εδάφους και ρύθμιση πληθυσμού, οι οποίες μέσω μιας ποικιλίας διαδικασιών επιμερισμού με βάση το έδαφος δημιουργούν και συντηρούν την υγεία του εδάφους (Barríos, 2012).

Η ποικιλομορφία των οργανισμών του εδάφους οδηγεί σε ποικιλία ενζύμων και ενζυματική δραστηριότητα, υποστηρίζοντας τις κρίσιμες λειτουργίες του εδάφους της διάσπασης της οργανικής ύλης, της διαθεσιμότητας θρεπτικών ουσιών και της αποικοδόμησης. Η αγροδοασοπονία ενισχύει την ανάπτυξη των μυκόρριζων, η οποία ενισχύει την αποσύνθεση των υπολειμμάτων, με αποτέλεσμα να είναι ενισχυμένα τα θρεπτικά συστατικά που είναι διαθέσιμα στα φυτά. Οι Marsden et al. (2020) συγκέντρωσαν τα αποτελέσματα από 62 δημοσιεύσεις προκειμένου να εξετάσουν την επίδραση της αγροδοασοπονίας στην αφθονία της πανίδας του

εδάφους και/ή στην ποικιλότητα σε εύκρατα κλίματα. Από τις δημοσιεύσεις που εξέτασαν, η αγροδοσοπονία σε σύγκριση με τα συμβατικά γεωργικά συστήματα, είχε θετικό αντίκτυπο (70% του συνόλου των δημοσιεύσεων) και μόνο δύο μελέτες βρήκαν αρνητικό αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα ή την αφθονία της πανίδας του εδάφους.

Οι αποικοδομητές θρεπτικών ουσιών (μικροοργανισμοί όπως φύκια, βακτήρια, μύκητες και μικροαρθρόποδα) παίζουν βασικό ρόλο στη διάσπαση της ΟΥ, η οποία στη συνέχεια απελευθερώνει θρεπτικά συστατικά και συμβάλλει στον κύκλο των θρεπτικών ουσιών. Η συμβιωτική σχέση μεταξύ βακτηρίων που δεσμεύουν το άζωτο και ορισμένων φυτών (κυρίως ψυχανθών και ορισμένων ειδών δέντρων) είναι καλά εδραιωμένα επιστημονικά. Οι συνεργατικές μικροβιακές δραστηριότητες, όπως οι διαδικασίες βιολογικής δέσμευσης αζώτου, μπορούν να αξιοποιηθούν ως βιοτεχνολογία χαμηλής εισροής. Επιπλέον, οι μυκόρριζες στο έδαφος προσλαμβάνουν φώσφορο -ιδιαίτερα σε εδάφη με έλλειψη P- και τον αποδίδουν ξανά στο έδαφος.

Η μικροπανίδα όπως οι νηματώδεις και τα κολλέμβολα δρουν ως φυτοφάγα ζώα ή προϋπάρχουν σε άλλους οργανισμούς του εδάφους, ρυθμίζοντας τη δραστηριότητα της μικροβιακής κοινότητας του εδάφους και συνεπώς επηρεάζοντας τη ροή των θρεπτικών ουσιών. Η εντατική γεωργία έχει αποδειχθεί ότι είναι επιζήμια για τη βιοποικιλότητα του εδάφους (Rintoul, 2016).

1.5. Διάβρωση του εδάφους και κατακράτηση νερού

Τα αγροδοσικά συστήματα βελτιώνουν τη σταθερότητα του εδάφους και αποτρέπουν τη διάβρωση μέσω διαφόρων διαδικασιών. Η αυξημένη κάλυψη του εδάφους από τα φύλλα και τη βιομάζα ανακόπτει τη βροχόπτωση, μειώνει την ταχύτητα του νερού απορροής, μειώνει την εξατμισοδιαπνοή και περιορίζει τη δημιουργία κρούστας στο έδαφος. Η αυξημένη ΟΥ βελτιώνει τις ιδιότητες συγκράτησης του νερού και τη σταθερότητα του εδάφους μέσω της βελτιωμένης συσσωμάτωσης και δομής. Επιπλέον, τα δέντρα παρέχουν ένα διαπερατό φράγμα που επιβραδύνει και παρεμποδίζει την απορροή του νερού. Τα ποσοστά διείσδυσης νερού αποδείχθηκαν έως και 60 φορές υψηλότερα σε περιοχές φυτεμένες με νεαρά

δέντρα από ό,τι σε βοσκοτόπους. Τα δέντρα χρησιμοποιούνται επίσης για τη μείωση της αιολικής διάβρωσης. Σε παγκόσμιο επίπεδο, 300 εκατομμύρια Ηα γεωργικής γης προστατεύονται μέσω ανεμοφρακτών και προστατευτικών ζωνών. Σε μια μετα-ανάλυση των Torralba et al. (2016) συγκρίνοντας την αγροδασοπονία, τη συμβατική μονοκαλλιέργεια και τις δασικές εκτάσεις στην Ευρώπη, η αγροδασοπονία είχε θετικό αντίκτυπο στον έλεγχο της διάβρωσης.

Τα σάπια φύλλα, οι καλλιέργειες κάλυψης και οι καλλιέργειες σε σύστημα αλέας συμβάλλουν στη μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους και της απώλειας του εδάφους. Το φαινόμενο σκίασης δημιουργεί ένα ρυθμιστικό παράγοντα υγρασίας και θερμοκρασίας που μπορεί να προστατεύσει το σύστημα από ακραίες καιρικές συνθήκες, όπως καταρακτώδεις βροχές και κύματα καύσωνα.

1.6 Έλεγχος εντομολογικών εχθρών και ασθενειών

Υπολογίζεται ότι το 37% των αποδόσεων των καλλιεργειών στις ΗΠΑ χάνεται από παράσιτα και το 20-40% των παγκόσμιων καλλιεργειών από άλλες ασθένειες. Επιπλέον, οι επιδημίες παρασίτων και ασθενειών αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον, καθώς η κλιματική αλλαγή μεταβάλλει το βιολογικό κύκλο παρασίτων και εντόμων με αποτέλεσμα τη μη αποτελεσματική ολοκληρωμένη διαχείρισή τους. Πολλά από τα τρέχοντα μέτρα καταπολέμησης εντόμων, ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες, βασίζονται στην εφαρμογή χημικών φυτοφαρμάκων στις καλλιέργειες.

Ωστόσο, ο χημικός έλεγχος εντόμων και ασθενειών δεν είναι μια οικολογικά ή οικονομικά βιώσιμη λύση. Αντίθετα, τα γεωργικά συστήματα που προωθούν τους φυσικούς εχθρούς των παρασίτων είναι μια βιώσιμη λύση: μπορούν να μειώσουν την απώλεια απόδοσης των καλλιεργειών χωρίς τις αρνητικές περιβαλλοντικές συνέπειες που προκύπτουν από τη χρήση χημικών και είναι πιο οικονομικά βιώσιμα.

Σε μια μετα-ανάλυση των Pumarriño et al. (2015), η αφθονία παρασίτων και οι ζημιές στα φυτά ήταν χαμηλότερες στα αγροδασικά συστήματα. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε κυρίως στις επιπτώσεις της σκίασης από δέντρα, αν και άλλες μελέτες το απέδωσαν στην αυξημένη πολυπλοκότητα του τοπίου. Εκτός από τα δέντρα, οι ανεμοφράκτες δημιουργούν ένα φυσικό εμπόδιο, ειδικά εάν τα παράσιτα ή τα παθογόνα μεταφέρονται με τον άνεμο. Ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει δείξει ότι

τα αγροδασικά συστήματα -ιδιαίτερα αυτά με υψηλή ποικιλομορφία καλλιεργειών- έχουν γενικά μεγαλύτερη αφθονία φυσικών εχθρών παρασίτων και αυξημένο ανταγωνισμό μεταξύ παρασίτων και μη παρασίτων. Εκτός από τη μείωση των παρασίτων, η απορροή φυτοφαρμάκων είναι χαμηλότερη στις αγροδασικές εγκαταστάσεις και οι μικροβιοτικοί πληθυσμοί σε αυτά τα συστήματα μπορούν να διασπάσουν τα φυτοφάρμακα (Wilson, 2016).

Αν και υπάρχουν στοιχεία που υποδηλώνουν ότι οι ασθένειες των φυτών μειώθηκαν σημαντικά από την αγροδασοπονία, έχει διεξαχθεί πολύ λιγότερη έρευνα για τη διερεύνηση των επιπτώσεων της στις ασθένειες σε σύγκριση με τα παράσιτα των φυτών. Σε μια μετα-ανάλυση σχετικά με τις επιδράσεις της σε παράσιτα και ασθένειες από τους Pumaríño et al. (2016), από τις 40 μελέτες που συμπεριλήφθηκαν, μόνο δύο εργασίες αφορούσαν φυτικές ασθένειες και αμφότερες για τροπικό αγροδασικό σύστημα. Όπως και με τους εντομολογικούς εχθρούς και τις ασθένειες στα εντατικά συστήματα γεωργίας η κατάλληλη διαχείριση είναι απαραίτητη για τον έλεγχο των νόσων.

1.7 Ευκαιρίες και Προκλήσεις για την Αγροδασοπονία στην Ευρώπη

Στην ΕΕ, περίπου 20 εκατομμύρια Ha γης καταλαμβάνονται από αγροδασικά συστήματα και η πλειονότητα αυτών (90%) είναι δασολιβαδικά συστήματα που βρίσκονται στην περιοχή της Μεσογείου (Mosquera-Losada et al., 2012).

Λόγω της ποικιλίας των καλλιεργειών και των ειδών δέντρων στην αγροδασοπονία, οι αποδόσεις είναι πιο σταθερές σε περιπτώσεις δυσμενών κλιματικών συνθηκών, μειώνοντας την έκθεση σε κίνδυνο για τους αγρότες. Επιπλέον, υπάρχει καλύτερος κύκλος θρεπτικών συστατικών λόγω της συμπληρωματικότητας σε χρόνο και χώρο στη χρήση των πόρων μεταξύ της καλλιέργειας και των ειδών δέντρων, ενισχύοντας τη χρήση των πόρων.

Η έκταση των αγροδασικών συστημάτων στην Ευρώπη είναι μάλλον μικρή, καθώς συνδέεται κυρίως με εκείνες τις περιοχές όπου τα συστήματα αυτά αποτελούν τον κύριο τύπο χρήσης γης, όπως τα "montado" ή τα "dehesas" στην Πορτογαλία και τη δυτική Ισπανία, αντίστοιχα. Οι περιοχές της Μεσογείου με τη μικρότερη έκταση αγροδασικών συστημάτων είναι αυτές με την υψηλότερη πυκνότητα πληθυσμού που

συνδέονται κυρίως με τις μεσογειακές περιοχές της Καταλονίας και της Γαλλίας, αλλά και εκείνες με τη χαμηλότερη πυκνότητα πληθυσμού όπως η Aragón στην Ισπανία.

Αυτό πιθανώς σημαίνει ότι η εντατικοποίηση, μεταξύ άλλων παραγόντων, ήταν υψηλότερη στις πυκνοκατοικημένες περιοχές με εξαιρετικό δίκτυο υποδομής μεταφορών, αλλά και σε εκείνες τις περιοχές όπου η πληθυσμιακή αλλαγή έχει επηρεαστεί περισσότερο αρνητικά, καθώς οι αγρότες είναι το κλειδί για την ενίσχυση της αγροδασοπονίας. Τα δασολίβαδα πρέπει να προωθηθούν ως βασικές πρακτικές σε εκείνες τις περιοχές με χαμηλή και υψηλή πυκνότητα πληθυσμού, ευνοώντας πρώτον την ποιότητα ζωής των αγροτών και δεύτερον βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής και υγείας των καταναλωτών με τη μείωση της παρουσίας ρύπων στα νερά και τα προϊόντα αντίστοιχα μέσω της κατάλληλης ανάπτυξης των μέτρων (Rolo et al., 2021).

Η μεσογειακή περιοχή της Ευρώπης χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες και έλλειψη βροχοπτώσεων το καλοκαίρι, γεγονός που μπορεί να εξηγήσει την κυρίαρχη βλάστηση που σχετίζεται κυρίως με πολυετείς καλλιέργειες, όπως ελαιώνες και σε ορισμένες εκτάσεις της Ισπανίας με ξηρούς καρπούς και/ή αμπελώνες (Plan Bleu, 2018).

Από όλες τις μεσογειακές χώρες της Ευρώπης, μόνο σε δύο περιοχές της Ισπανίας κυριαρχούν τα δημητριακά (Castilla La Mancha και Castilla León). Το γεγονός ότι οι περισσότερες από τις μεσογειακές περιοχές της Ευρώπης κυριαρχούνται από πολυετή βλάστηση, συμπεριλαμβανομένων των πλατύφυλλων, των πεύκων, των θαμνωδών εκτάσεων και των αμπελώνων, καθιστά δασολίβαδα ως τον παραδοσιακό κυρίαρχο τύπο αγροδασικής πρακτικής που πρέπει να εφαρμόζεται στις περιοχές αυτές (Παπαναστάσης, 2004 και Plan Bleu, 2018).

Οι περιοχές Castilla León και Castilla La Mancha, οι οποίες έχουν τα δημητριακά ως κυρίαρχη γεωργική χρήση, συνδέονται συνήθως με το κτηνοτροφική προοπτική είτε επειδή καλλιεργούνται για την παραγωγή ζωοτροφών είτε επειδή τα ζώα συνήθως βόσκουν τα υπολείμματα. Τα υπολείμματα των καλλιεργειών και η επακόλουθη βόσκηση αυτών μπορούν να συσχετιστούν με συστήματα μικτής γεωργίας που είναι το κλειδί για τη μείωση των εισροών λιπασμάτων σε μία αγροτική εκμετάλλευση. Η Ευρώπη με μικρά αποθέματα φωσφορικών πετρωμάτων πρέπει να ξεπεράσει την αναμενόμενη έλλειψη λιπασμάτων, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση

των τιμών των λιπασμάτων (το 2008, η χρήση των φωσφορικών πετρωμάτων αυξήθηκε κατά 700 % σε λίγο περισσότερο από ένα χρόνο). Αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση ανανεώσιμων πόρων, όπως τα ξυλώδη πολυετή φυτά ως πηγή κομπόστ ή βιοαπανθράκωσης που μπορεί να ενισχύσει τη γονιμότητα του εδάφους στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις (Zhou, et al. 2020).

Η παρουσία ξυλωδών πολυετών φυτών στο μεγαλύτερο τμήμα της μεσογειακής περιοχής της Ευρώπης μπορεί να σχετίζεται με το γεγονός ότι απαιτούν βαθιές ρίζες για να αποφύγουν το μακρύ και ξηρό καλοκαίρι που έχουν να αντιμετωπίσουν. Τα πιο εκτεταμένα ξυλώδη πολυετή φυτά είναι τα ελαιόδεντρα, τα οποία συνήθως καλλιεργούνται για να αποκτήσουν οι παραγωγοί επιπλέον εισόδημα και να μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους που σχετίζεται με τα οργωμένα και γυμνά εδάφη.

Επιπλέον, η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή μπορεί επίσης να παρατηρηθεί στην περίοδο ανάπτυξης των σιτηρών στη μεσογειακή περιοχή σε σύγκριση με τις περιοχές της Βόρειας Ευρώπης, καθώς τα δημητριακά συλλέγονται συνήθως στο τέλος της άνοιξης πριν από την έναρξη της καλοκαιρινής ξηρασίας και συνήθως σπέρνονται μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές, αυξάνουν την περίοδο ανάπτυξης των δημητριακών. Τόσο τα πολυετή φυτά με βαθύ ριζικό σύστημα όσο και τα ετήσια ταχέως αναπτυσσόμενα είδη δημητριακών μπορούν να θεωρηθούν ως φυτά κλιματικής προσαρμογής σε περιοχές της Ευρώπης όπου η ετήσια μεταβλητότητα στις βροχοπτώσεις είναι υψηλή, κάτι και που αναμένεται να επιδεινωθεί από την κλιματική αλλαγή.

Η εισαγωγή πολυετών φυτών με βαθύ ριζικό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως μια αγροδοασική πρακτική που μπορεί να εξεταστεί περαιτέρω για συστήματα αροτραίων καλλιεργειών στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη της Ευρώπης, ώστε να ξεπεραστούν οι μεταβαλλόμενες και οι θερμικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών καλλιεργειών (Zafeiriou et al., 2022).

Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) αποτελεί μια βασικό πλαίσιο για την προώθηση της μετάβασης προς την αγροδοασοπονία μεταξύ των αγροτών στην Ευρώπη, καθώς λαμβάνει υπόψη της τους τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας: κοινωνικός, περιβαλλοντικός και οικονομικός. Μέχρι τώρα, η προσαρμογή των δραστηριοτήτων της ΚΑΠ που υλοποιούνται σε τοπικό επίπεδο συνδέεται

περισσότερο με τον Πυλώνα II ή τα Προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης (ΠΑΑ) της ΚΑΠ, αλλά αυτό μπορεί να αλλάξει με τα νέα στρατηγικά σχέδια, επειδή κάθε χώρα πρέπει να παρέχει συγκεκριμένες ενέργειες για την εκπλήρωση των εννέα στοχοθετημένων οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών στόχων της ΚΑΠ 2021–2027 (ΕΕ, 2020).

Η νέα ΚΑΠ για την περίοδο 2023–2027 στοχεύει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής μέσω της υιοθέτησης και της εφαρμογής ουσιαστικών και υπεύθυνων δράσεων. Μέσα από τις κύριες στρατηγικές της προτεραιότητες, στοχεύει στην:

- εξασφάλιση δίκαιου εισοδήματος
- αύξηση της ανταγωνιστικότητας
- δράση κατά της κλιματικής αλλαγής
- παροχή περιβαλλοντικής φροντίδας
- διατήρηση των τοπίων και της βιοποικιλότητας
- υποστήριξη της ανανέωσης γενεών
- ενίσχυση των ζωντανών αγροτικών περιοχών
- προστασία της ποιότητας των τροφίμων και της υγείας.

Η αξιολόγηση της διαδικασίας εφαρμογής μέτρων του Πυλώνα 2, όπως πολλαπλή συμμόρφωση, οικολογικός προσανατολισμός και άλλα, έχει καταγράψει σημαντικά προβλήματα στην ενεργοποίηση και την υλοποίηση των σχεδιαζόμενων παρεμβάσεων τόσο στην ΕΕ όσο και Ελλάδα (Bournaris and Chatzinikolaou, 2011). Ωστόσο, χωρίς τη λήψη πρόσθετων και πιο emphaticών μέτρων για την περαιτέρω μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, η επίτευξη του καθορισμένου στόχου της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 (ο αναφερόμενος στόχος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας) θα είναι μεγάλη πρόκληση. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι η λειτουργία της ΚΑΠ υπό μια νέα «πράσινη αρχιτεκτονική» μπορεί να βασίζεται στη συστηματική συνέργεια και συμπληρωματικότητα των δύο θεμελιωδών πυλώνων: του Πυλώνα 1 (άμεση ενίσχυση) και του Πυλώνα 2 (αγροτική ανάπτυξη), μέσω:

- συνδυασμού καλύτερης ισορροπίας μεταξύ υποχρεωτικών και εθελοντικών περιβαλλοντικών και κλιματικών μέτρων και προτύπων του Πυλώνα 1 και του Πυλώνα 2
- τη θέσπιση ενός ελάχιστου δημοσιονομικού πλαισίου που σχετίζεται με τις παρεμβάσεις
- τον καθορισμό συγκεκριμένων και μετρήσιμων δεικτών απόδοσης
- την παροχή σχετικών κινήτρων και ευελιξίας στη διαχείριση και την εφαρμογή
- την ανάπτυξη μηχανισμών υποστήριξης για την προώθηση της καινοτομίας και της συνεργασίας στον αγροτικό τομέα

Το προαναφερθέν σύνολο πρωτοβουλιών είναι παρόν σε όλα τα κράτη μέλη, αλλά μπορεί επίσης να εμπίπτει στην αρμοδιότητα ενός ενιαίου, εθνικού στρατηγικού σχεδίου, που αναπτύσσεται και εφαρμόζεται από κάθε κράτος μέλος μετά από προηγούμενη έγκριση από την ΕΕ. Αυτοί οι στόχοι θα πρέπει να έχουν αντίκτυπο που να αντικατοπτρίζει την αυξημένη φιλοδοξία της ΚΑΠ για τη δράση του γεωργικού τομέα για το κλίμα και για ένα σύστημα παροχής άμεσων πληρωμών βασισμένο σε περισσότερα κίνητρα που θα λειτουργεί εντός αυστηρών δημοσιονομικών περιορισμών.

Παρά το δύσκολο οικονομικό κλίμα, η δήλωση της Επιτροπής και η πρόταση της ΚΑΠ, παρέμειναν φιλόδοξες στις προσπάθειές τους να προωθήσουν και να ενισχύσουν τους τρεις πυλώνες του προγράμματος — κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό — παρέχοντας «περισσότερα οφέλη με λιγότερα χρήματα που δαπανώνται». Ως εκ τούτου, ο αποτελεσματικός συντονισμός και η διαφάνεια στη διαχείριση των πόρων της νέας ΚΑΠ μέσω της απλούστευσης και προστασίας του σχετικού θεσμικού πλαισίου αποτελούν βασικούς παράγοντες επιτυχίας, ακολουθούμενες από ευαισθητοποίηση και ενεργό συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων μερών για την εξασφάλιση της απαιτούμενης συναίνεσης, αποδοχής και πρακτικής υποστήριξης των όρων, αλλαγών και μεταρρυθμίσεων της «πράσινης μετάβασης» στα νέα παραγωγικά και αναπτυξιακά μοντέλα (Κυριακοπουλος, 2023).

Η κατεύθυνση και η δομή της χρηματοδότησης της ΚΑΠ στην Ελλάδα αντικατοπτρίζεται στην κατανομή του προϋπολογισμού στις τρεις κύριες κατηγορίες

(δαπάνες άμεσων πληρωμών, δαπάνες αγροτικής ανάπτυξης και δαπάνες αγοράς). Το 2020, πάνω από το ήμισυ των δαπανών άμεσων πληρωμών έχουν κατευθυνθεί στα συστήματα βασικών πληρωμών, τα οποία ανέρχονται σε περίπου ένα δισεκατομμύριο ευρώ. Τα επόμενα μεγαλύτερα ποσά (περίπου το ένα τρίτο του συνόλου) κατευθύνθηκαν σε προγράμματα οικολογικής ανάπτυξης (περίπου 518 εκατ. ευρώ) και σε πληρωμές για συγκεκριμένες καλλιέργειες όπως το βαμβάκι (λιγότερο από το 10% του συνολικού ποσού).

Οκτώ από τις 27 ευρωπαϊκές χώρες έχουν εφαρμόσει την αγροδοασοπονία. Τα μισά από τα προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης εφάρμοσαν το αγροδοασικό μέτρο σε αρόσιμες εκτάσεις, παρά το γεγονός ότι είναι μέτρο που περιλαμβάνεται στο Μέτρο 08 των Σχεδίων Αγροτικής Ανάπτυξης της ΚΑΠ «Επενδύσεις στην ανάπτυξη δασικών εκτάσεων και βελτίωση της βιωσιμότητας των δασών». Από αυτές, τέσσερις χώρες το εφάρμοσαν σε δασικές και γεωργικές εκτάσεις και μόνο δύο συνδέθηκαν με δασικές εκτάσεις, γεγονός που δίνει μια ιδέα για την πρόθεση σύνδεσης της ξυλώδους βλάστησης με τις γεωργικές εκτάσεις και ότι η αγροδοασοπονία είναι μια πρακτική χρήσης γης που μπορεί να εφαρμοστεί σε είτε αγροτικές είτε δασικές εκτάσεις.

Όλα τα Προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης απευθύνονται σε ιδιώτες, αλλά το μέτρο της αγροδοασοπονίας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε δημόσιους φορείς και δήμους. Όλα τα Προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης παρέχουν πόρους για την εκτέλεση δραστηριοτήτων, με εξαίρεση τη Βαλένθια που διέθεσε τον προϋπολογισμό για την εκπλήρωση προηγούμενων δεσμεύσεων. Όλα τα Προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης επιθυμούν να υποστηρίξουν τη φύτευση δένδρων, ενώ το 75% των Προγραμμάτων Αγροτικής Ανάπτυξης στοχεύει στην υποστήριξη της προστασίας των δένδρων, ενώ μόνο τέσσερα κονδύλια για το κλάδεμα και τρία κονδύλια υποστηρίζουν την αραίωση.

Το 60% των Προγραμμάτων Αγροτικής Ανάπτυξης δήλωσε 5 χρόνια ως περίοδο πληρωμής (το μέγιστο επιτρεπόμενο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή) με εξαίρεση τη Νορμανδία (4 έτη). Το 70% των Προγραμμάτων Αγροτικής Ανάπτυξης απαιτεί ελάχιστη πυκνότητα δέντρων, ενώ το 75% δηλώνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα δέντρων. Η ελάχιστη μέση πυκνότητα δέντρων είναι περίπου 5 δέντρα

ανά στέμμα, ενώ η μέγιστη είναι λίγο πάνω από 20 δέντρα ανά στρέμμα (Kyriakopoulos, 2023).

Οι άμεσες ενισχύσεις που δίνονται μέσω του Πυλώνα Ι της ΚΑΠ είναι το κλειδί για την προώθηση βιώσιμων πρακτικών στην Ευρώπη, καθώς οι αγρότες λαμβάνουν ένα σταθερό χρηματικό ποσό ανά μονάδα γης για ανάπτυξη, εάν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις (Mosquera-Losada et al., 2016). Μία από αυτές τις συνθήκες επηρεάζει άμεσα τη διατήρηση και την προώθηση της αγροδασοπονίας, καθώς θέτει όριο δέντρων για τη λήψη της πλήρους πληρωμής ανά μονάδα γης. Το όριο ήταν 5 δέντρα ανά στέμμα στην προηγούμενη ΚΑΠ, ενώ αυξήθηκε στα 10 δέντρα ανά στέμμα στην τρέχουσα ΚΑΠ.

Αυτό το όριο για το μέγιστο αριθμό δέντρων ανά στέμμα δεν επηρεάζει τις μόνιμες καλλιέργειες (οπωροφόρα δέντρα). Ο ορισμός των δασικών δέντρων σε αυτόν τον περιορισμό συνδέεται με εκείνα που έχουν διαμέτρους κόμης πάνω από 4 μ. Ωστόσο, οι τρέχουσες πυκνότητες δέντρων για τη δημιουργία αγροδασοπονίας στο πλαίσιο του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης ή του Πυλώνα ΙΙ υπερβαίνουν αυτό το όριο πυκνότητας δένδρων. Η πιο συνηθισμένη ερμηνεία του Πυλώνα Ι που διενεργείται από τα κράτη μέλη είναι ότι οι εκτάσεις που έχουν δημιουργηθεί από αγροδασοπονία δεν μπορούν να λάβουν πληρωμές στον Πυλώνα Ι λόγω της πυκνότητας των δέντρων εκτός εάν έχουν δημιουργηθεί με λιγότερα από 10 δέντρα ανά στέμμα. Η απώλεια των πληρωμών του Πυλώνα Ι ως αποτέλεσμα των μέτρων εφαρμογής 222 ή 8.2 είναι ένα σαφές εμπόδιο για την προώθηση της αγροδασοπονίας σε όλη την Ευρώπη που πρέπει να ξεπεραστεί (Santiago-Freijanes, 2018).

Λίγο πριν από το τέλος του 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε συστάσεις για συγκεκριμένες χώρες που απευθύνθηκαν στις εθνικές αρχές. Τα 27 έγγραφα εργασίας περιέχουν μια εις βάθος ανάλυση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν η γεωργία, η δασοπονία και οι αγροτικές περιοχές στα κράτη μέλη, καθώς και κατάλογο μη δεσμευτικών συστάσεων για τον σχεδιασμό φιλόδοξων στρατηγικών σχεδίων της ΚΑΠ σύμφωνα με τους στόχους της Πράσινης Συμφωνίας. Ωστόσο, η αγροδασοπονία λείπει εντελώς από τις συστάσεις της Επιτροπής προς 16 κράτη, παρόλο που είναι επίσης μια λέξη-κλειδί που χρησιμοποιείται στην Πράσινη Συμφωνία.

Οι συστάσεις είχαν συζητηθεί διμερώς μεταξύ των κρατών μελών και της Επιτροπής με τις εθνικές κυβερνήσεις πριν από τη δημοσίευσή τους. Στη διαδικασία συγγραφής, έγιναν ορισμένες προσαρμογές, οι οποίες αποδυνάμωσαν τα δυνητικά θετικά κοινωνικο-οικολογικά αποτελέσματα σε μια διαδικασία στην οποία το κοινό δεν είχε πρόσβαση. Η συνολική εντύπωση από τη σύγκριση μεταξύ των συστάσεων είναι ότι η Επιτροπή έχει καταβάλει σημαντικές προσπάθειες για να διευκολύνει όσο το δυνατόν περισσότερο τα κράτη μέλη να ενσωματώσουν τυχόν προτεινόμενες αλλαγές.

Η διαδικασία ακολούθησε δύο φάσεις. Η πρώτη (Φάση I) αφορούσε τη διάγνωση και την ανάλυση των αναγκών και η δεύτερη (Φάση II) για τη στρατηγική παρέμβασης. Καθώς η Φάση I, συμπεριλαμβανομένης της ανάλυσης SWOT έχει ήδη ολοκληρωθεί στα περισσότερα κράτη μέλη, τα κράτη εργάστηκαν για την ιεράρχηση των αναγκών, των οικολογικών συστημάτων και των όρων ενίσχυσης. Η ανάπτυξη των συστάσεων δεν αφορούσε πάντα όλα τα ενδιαφερομένα κράτη μέλη, ενώ υπήρχε επίσης περιθώριο βελτίωσης όσον αφορά τη διαφάνεια.

Ο σχεδιασμός και η έγκριση των μελλοντικών 27 στρατηγικών σχεδίων της ΚΑΠ είναι βασικές στιγμές για να αποδειχθεί η αληθινή δέσμευση για μια πιο δίκαιη, πιο πράσινη και προστατευμένη για το αγροτικό περιβάλλον μεταρρύθμιση της ΚΑΠ. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, για τη Γεωργία, κ. Wojciechowski, υποσχέθηκε «πλήρη διαφάνεια».

Είναι σαφές ότι για την επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η ΚΑΠ που αποτελεί αντικείμενο διαπραγμάτευσης μετά το 2022 και τα εθνικά Σχέδια Δράσης θα απαιτούσαν σοβαρές αναθεωρήσεις. Ειδικά επειδή από την ΚΑΠ λείπουν τα κεντρικά στοιχεία ενός στόχου μείωσης των εκπομπών ρύπων για τον γεωργικό τομέα και τα αποτελεσματικά μέσα για την επιβολή κυρώσεων για τις πρακτικές που διαταράσσουν το κλίμα και το περιβάλλον στις γεωργικές δραστηριότητες.

Ο προηγούμενος πυλώνας I της ΚΑΠ δεν προώθησε επαρκώς την αγροδασοπονία, αλλά αυτή η κατάσταση βελτιώθηκε με τον κανονισμό Omnibus. Ξεκίνησε στα τέλη του 2017, καθώς βελτίωσε το μέτρο 8.2, όμως σε εκείνες τις περιοχές που διαθέτουν ήδη αγροδασοπονία, καθώς το μέτρο 8.2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ήδη υπάρχουσας αγροδασοπονίας και όχι μόνο

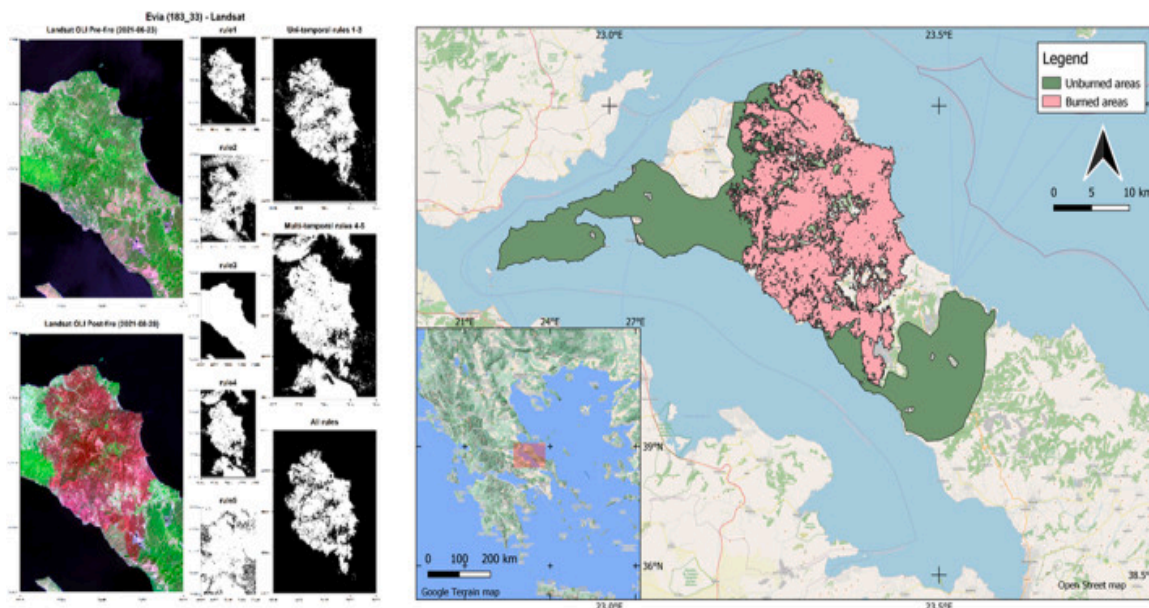
για νέες δημιουργηθείσες εκτάσεις. Το μέτρο όμως 8.2 δεν έχει εφαρμοστεί στην Ελλάδα.

Εν κατακλείδι είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι δεν υπήρχαν μέτρα που να συνδέονται με τη βιο-οικονομία των ξυλωδών πολυετών φυτών και που να σχετίζονται με την αγροδασοπονία στην Ευρώπη. Η τρέχουσα ΚΑΠ βασίζεται στην προώθηση δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την εισαγωγή, την αποκατάσταση και τη συντήρηση ξυλωδών πολυετών φυτών (χαρακτηριστικά τοπίου) σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Οι δραστηριότητες αυτές στοχεύουν στη βελτίωση του περιβάλλοντος, αλλά θα πρέπει να ενσωματωθούν σε μέτρα που σχετίζονται με κοινωνικές πτυχές και με την ενίσχυση της βιο-οικονομίας αλλά και στην επαρκή ανάπτυξη αλυσίδων αξίας των πολλαπλών προϊόντων, λαμβάνοντας υπόψη αξιολογήσεις κύκλου ζωής που προάγουν τη μείωση της χρήσης μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η προώθηση της ΚΑΠ θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη ότι οι δημόσιες και ιδιωτικές περιοχές δεν μπορούν να λάβουν άμεσες πληρωμές της ΚΑΠ (Mosquera-Losada et al., 2018).

2. ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΤΗΝ Β.ΕΥΒΟΙΑ

Στις 3 Αυγούστου 2021 ξέσπασε πυρκαγιά στην περιοχή «Λακάκια» στο Δήμο Μαντουδίου- Λίμνης- Αγ. Άννας , η οποία επεκτάθηκε σχεδόν σε όλο το βόρειο τμήμα της Εύβοιας. Η διάρκεια της πυρκαγιάς ήταν οκτώ ημέρες καθώς η κατάσβεσή της κατέστη δυνατή στις 11/08. Η πυρκαγιά στην Εύβοια κατέστρεψε περισσότερα από 500 km² δάσους στο βόρειο τμήμα του νησιού, χαρακτηρίζοντάς την ως τη μεγαλύτερη μεμονωμένη δασική πυρκαγιά στην πρόσφατη ελληνική ιστορία, όντας ακόμη μεγαλύτερη από οποιαδήποτε πυρκαγιά που εκδηλώθηκε το 2007 στις πυρκαγιές της Πελοποννήσου και αναγνωρίστηκε ως η μεγαλύτερη ακραία φυσική καταστροφή στην πρόσφατη ιστορία της χώρας (Koutsias et al., 2012).

Πριν από την πυρκαγιά, οι πληγείσες περιοχές ήταν σημαντικές τοποθεσίες παραγωγής μελιού και ρητίνης, και χαρακτηρίζονταν επίσης από κτηνοτροφία και ήπιες τουριστικές δραστηριότητες. Εκτός από την καταστροφή ενός περιβάλλοντος εξαιρετικής φυσικής ομορφιάς, η πυρκαγιά επηρέασε δραματικά και την τοπική οικονομία, καθώς πολλές οικογένειες έχασαν τα σπίτια ή τις αγροτικές περιουσίες τους, στερώντας έτσι την κύρια πηγή εισοδήματός τους.



Εικόνα 2. Η σκιαγράφιση των καμένων περιοχών (αριστερή εικόνα) και του χάρτη του νησιού της Β. Εύβοιας που υποδεικνύει τις καμένες περιοχές τον Αύγουστο του 2021 (Πηγή : Gemitzi, 2022)

Είναι πολύ νωρίς για να υπάρχει ένα σίγουρο συμπέρασμα σχετικά με τους αιτιατούς μηχανισμούς αυτής της καταστροφής, καθώς υπάρχει ακόμη εν εξελίξει έρευνα για αυτό το

θέμα, αν και πολλά άρθρα στον εθνικό τύπο αναφέρουν συνδυασμό ανθρώπινης αμέλειας, φορτίου καυσίμου και επίμονων ευνοϊκών μετεωρολογικών συνθηκών που πιθανώς σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, ως βασικούς κινητήριους παράγοντες. Προηγούμενες εργασίες σε παγκόσμια κλίμακα έδειξαν ότι οι κύκλοι της πυρκαγιάς αλλάζουν λόγω της αλληλεπίδρασης διαφόρων παγκόσμιων παραγόντων όπως η κλιματική αλλαγή, η χρήση γης και οι ανθρώπινες δραστηριότητες (Rogers et al., 2020), ενώ οι εργασίες που επικεντρώνονται στη λεκάνη της Μεσογείου αναφέρουν την επέκταση της περιόδου πυρκαγιάς και την αύξηση της συχνότητας πυρκαγιών, ενώ στο μέλλον θα μπορούσε να αναμένεται αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιάς που σχετίζεται με βραχυπρόθεσμες κλιματικές ταλαντώσεις αλλά και με την κλιματική αλλαγή (Koutsias et al., 2016).

Σε αυτή την περίπτωση, τα δάση και οι θαμνώδεις εκτάσεις βρέθηκαν να είναι οι κύριες κατηγορίες κάλυψης γης που επηρεάζονται από πυρκαγιές στη Μεσόγειο, με τους θάμνους να είναι η πιο άφθονη κατηγορία στις καμένες περιοχές, ακολουθούμενοι από δάση κωνοφόρων, πλατύφυλλα, μικτά δάση, φυσικά λιβάδια και σκληρόφυλλη βλάστηση. Τα αποτελέσματα της αυτοψίας στη Βόρεια Εύβοια καταδεικνύουν επίσης ότι τα δάση (κυρίως κωνοφόρα και σε μικρότερο βαθμό μικτά και πλατύφυλλα) και οι δασικοί θάμνοι πλήττονται κυρίως από τη φωτιά. Ωστόσο, η συγκεκριμένη πυρκαγιά επηρέασε επίσης σημαντικές εκτάσεις γεωργικής γης όπως ελαιώνες.

Οι περιοχές που επλήγησαν περισσότερο ήταν οι οικισμοί Λίμνης, Αγ. Άννας, Ροβιές, Αιδηψού και Σκεπαστής. Όπως φαίνεται από τους παρακάτω πίνακες 1,2 στις περισσότερες περιοχές το ποσοστό καμένης επί συνολικής έκτασης υπερβαίνει το 65 %.

Πίνακας 1. Καμένες εκτάσεις ανά Τ.Κ. του Δήμου Λίμνης – Μαντουδίου – Αγ. Άννας (Πηγή : ΥΛΗ – Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος , 2022).

A/A	Τ.Κ.	Συνολική έκταση(στρ.)	Καμένη έκταση(στρ.)	Ποσοστό καμένης * συνολικής έκτασης
1	ΛΙΜΝΗΣ	46.166,31	31.628,42	68,51%
2	ΑΓΙΑΣ ΑΝΝΑΣ	27.100,04	26.334,37	97,17%
3	ΑΜΕΛΑΝΤΩΝ	18.600,73	18.600,73	100,00%
4	ΑΧΛΑΔΙΟΥ	19.136,09	18.772,78	98,10%
5	ΔΑΦΝΟΥΣΣΗΣ	39.601,71	2.287,89	5,78%
6	ΚΕΡΑΜΕΙΑΣ	5.342,83	5.342,83	100,00%
7	ΚΕΡΑΣΕΑΣ	21.574,79	21.574,79	100,00%
8	ΚΕΧΡΙΩΝ	16.327,79	13.244,92	81,12%
9	ΚΗΡΙΝΘΟΥ	16.838,59	7.571,24	44,96%
10	ΚΟΤΣΙΚΙΑΣ	9.912,95	9.431,80	95,15%
11	ΚΟΥΡΚΟΥΛΩΝ	34.244,71	34.244,71	100,00%
12	ΜΕΤΟΧΙΟΥ ΚΗΡΕΩΣ	9.693,14	987,73	10,19%
13	ΠΑΠΠΑΔΩΝ	26.811,33	26.416,61	98,53%
14	ΡΟΒΙΩΝ	57.663,11	54.842,70	95,11%
15	ΣΚΕΠΑΣΤΗΣ	7.021,74	6.955,99	99,06%
16	ΣΠΑΘΑΡΙΟΥ	40.981,38	25.294,90	61,72%
17	ΣΤΡΟΦΥΛΙΑΣ	12.276,41	11.510,76	93,76%
18	ΦΑΡΑΚΛΑΣ	8.533,31	7.145,75	83,74%
	ΣΥΝΟΛΟ	417.826,95	322.188,92	77,11%

Πίνακας 2. Καμένες εκτάσεις ανά Τ.Κ. του Δήμου Ιστιαίας – Αιδηψού (Πηγή : ΥΛΗ – Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος , 2022).

A/A	Τ.Κ.	Συνολική έκταση(στρ.)	Καμένη έκταση(στρ.)	Ποσοστό καμένης επί συνολικής έκτασης
1	ΙΣΤΙΑΙΑΣ	45.039,92	18,31	0,04%
2	ΑΒΓΑΡΙΑΣ	6.272,91	827,94	13,20%
3	ΑΓΔΙΝΩΝ	10.892,45	10.676,11	98,01%
4	ΑΓΡΙΟΒΟΤΑΝΟΥ	13.916,19	13.200,28	94,86%
5	ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΥ	6.737,72	3.014,83	44,75%
6	ΑΣΜΗΝΙΟΥ	14.980,10	5.077,54	33,90%
7	ΒΑΣΙΛΙΚΩΝ	29.430,39	26.036,49	88,46%
8	ΒΟΥΤΑ	39.080,23	30.716,54	78,60%
9	ΓΑΛΑΤΣΑΔΩΝ	18.353,42	4.230,30	23,05%
10	ΓΑΛΑΤΣΩΝΑΣ	10.884,37	10.623,25	97,60%
11	ΓΕΡΑΚΙΟΥΣ	12.372,68	12.014,78	97,11%
12	ΓΟΥΒΩΝ	14.659,49	12.698,65	86,62%
13	ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ	20.122,67	11.417,80	56,74%
14	ΚΑΜΑΡΙΩΝ	9.427,45	20,41	0,22%
15	ΚΟΚΚΙΝΟΜΗΛΕΑΣ	19.874,73	19.874,73	100,00%
16	ΚΡΥΟΝΕΡΙΤΗ	14.212,68	14.073,75	99,02%
17	ΜΗΛΕΩΝ	8.468,75	8.155,02	96,30%
18	ΜΟΝΟΚΑΡΥΑΣ	10.268,51	7.165,86	69,78%
	ΣΥΝΟΛΟ	304.658,59	189.842,61	62,31%

Όσον αφορά τις δασικές εκτάσεις στους πίνακες (3 και 4) γίνεται η καταγραφή του ποσοστού της καμένης δασικής έκτασης επί της συνολικής για τους Δήμους Ιστιαίας-Αιδηψού αλλά και Λίμνης- Μαντουδίου - Αγ. Άννας.

Πίνακας 3. Εκτάσεις καμένων δασών και δασικών εκτάσεων Δήμου Μαντουδίου – Λίμνης – Αγ. Άννας (Πηγή : ΥΛΗ – Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος , 2022).

A/A	T.K.	Σύνολο δασών	Καμένα δάση	Καμένα δάση (%)
1	ΛΙΜΝΗΣ	34.193,04	21.227,10	62,08%
2	ΑΓΙΑΣ ΑΝΝΑΣ	15.686,46	15.440,82	98,43%
3	ΑΜΕΛΑΝΤΩΝ	16.486,47	16.486,47	100,00%
4	ΑΧΛΑΔΙΟΥ	11.070,80	10.895,29	98,41%
5	ΔΑΦΝΟΥΣΣΗΣ	37.496,85	2.287,89	6,10%
6	ΚΕΡΑΜΕΙΑΣ	2.529,12	2.529,12	100,00%
7	ΚΕΡΑΣΕΑΣ	16.194,96	16.194,96	100,00%
8	ΚΕΧΡΙΩΝ	7.784,95	7.267,56	93,35%
9	ΚΗΡΙΝΘΟΥ	6.551,33	5.186,03	79,16%
10	ΚΟΤΣΙΚΙΑΣ	6.429,32	6.113,48	95,09%
11	ΚΟΥΡΚΟΥΛΩΝ	28.444,31	28.444,31	100,00%
12	ΜΕΤΟΧΙΟΥ ΚΗΡΕΩΣ	6.361,19	885,44	13,92%
13	ΠΑΠΠΑΔΩΝ	22.700,06	22.311,68	98,29%
14	ΡΟΒΙΩΝ	42.525,96	41.712,83	98,09%
15	ΣΚΕΠΑΣΤΗΣ	4.062,29	4.062,07	99,99%
16	ΣΠΑΘΑΡΙΟΥ	34.527,99	23.429,55	67,86%
17	ΣΤΡΟΦΥΛΙΑΣ	4.070,03	4.066,58	99,92%
18	ΦΑΡΑΚΛΑΣ	4.579,18	4.356,58	95,14%
	ΣΥΝΟΛΟ	301.694,32	232.897,76	77,20%

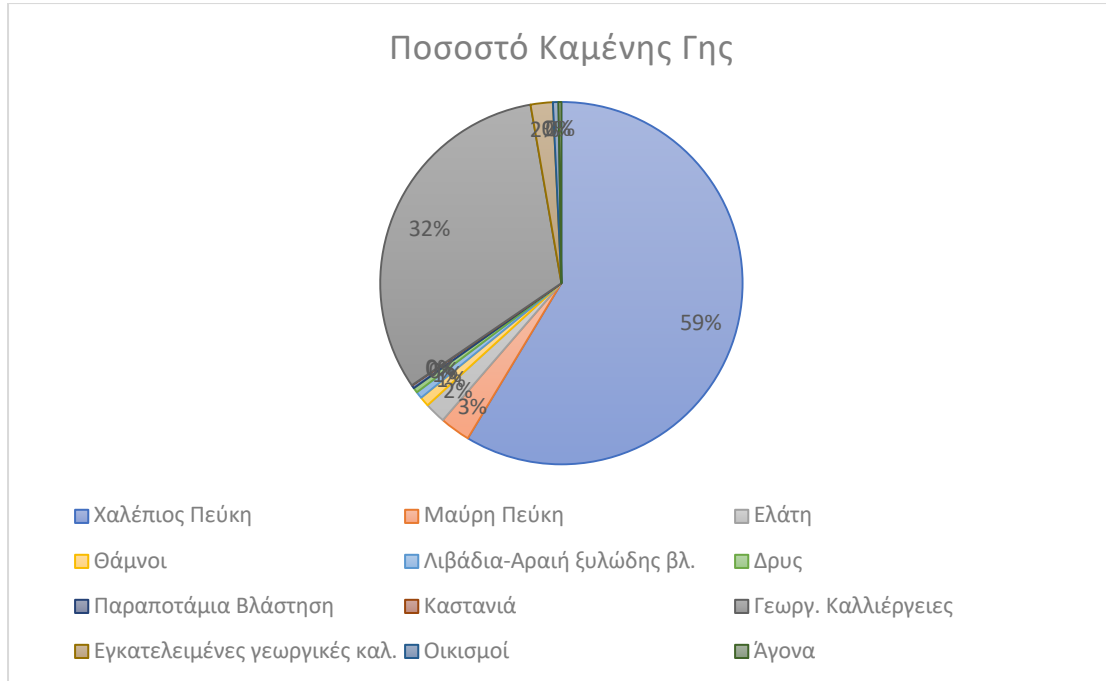
Στο Δήμο Μαντουδίου – Λίμνης – Αγ. Άννας οι δασικές εκτάσεις επλήγησαν σε καταστροφικό βαθμό καθώς στην πλειοψηφία τους έχουν καεί σε ποσοστό άνω του 90%. Η ίδια εικόνα αποτυπώνεται και στο Δήμο Ιστιαίας – Αιδηψού.

Πίνακας 4. Εκτάσεις καμένων δασών και δασικών εκτάσεων στο δήμο Ιστιαίας – Αιδηψού
(Πηγή : ΥΛΗ – Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος , 2022).

A/A	T.K.	Σύνολο δασών	Καμένα δάση	Καμένα δάση (%)
1	ΙΣΤΙΑΙΑΣ	3.098,02	6,52	0,21%
2	ΑΒΓΑΡΙΑΣ	3.582,21	641,35	17,90%
3	ΑΓΔΙΝΩΝ	7.365,74	7.365,74	100,00%
4	ΑΓΡΙΟΒΟΤΑΝΟΥ	10.352,21	10.019,44	96,79%
5	ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΥ	2.059,75	1.804,11	87,59%
6	ΑΣΜΗΝΙΟΥ	5.640,48	4.460,57	79,08%
7	ΒΑΣΙΛΙΚΩΝ	22.364,02	21.075,47	94,23%
8	ΒΟΥΤΑ	31.870,70	24.170,68	75,84%
9	ΓΑΛΑΤΣΑΔΩΝ	13.173,01	2.804,63	21,29%
10	ΓΑΛΑΤΣΩΝΑΣ	8.000,84	7.920,76	99,00%
11	ΓΕΡΑΚΙΟΥΣ	8.834,56	8.773,16	99,30%
12	ΓΟΥΒΩΝ	9.010,51	8.810,77	97,78%
13	ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ	15.906,02	10.107,88	63,54%
14	ΚΑΜΑΡΙΩΝ	2.641,00	5,94	0,23%
15	ΚΟΚΚΙΝΟΜΗΛΕΑΣ	16.281,33	16.281,33	100,00%
16	ΚΡΥΟΝΕΡΙΤΗ	10.806,06	10.801,68	99,96%
17	ΜΗΛΕΩΝ	5.346,00	5.318,28	99,48%
18	ΜΟΝΟΚΑΡΥΑΣ	8.037,51	6.126,73	76,23%
	ΣΥΝΟΛΟ	184.370,00	146.495,05	79,46%

Στα διαγράμματα 1 και 2 φαίνεται καθαρά πως την πλειοψηφία της η καμένη γη και στους δύο Δήμους ήταν δάσος Χαλέπιας Πεύκης. Ενώ η πλειοψηφία των καμένων εκτάσεων είναι δασικές (κωνοφόρα δάση , μικτά).

Διάγραμμα 1. Ποσοστά καμένης γης σύμφωνα με τη κάλυψή της στο Δήμο Μαντουδίου – Λίμνης – Αγ. Άννας και Ιστιαίας – Αιδηψού (Πηγή : ΥΛΗ – Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος , 2022).



Διάγραμμα 2. Ποσοστά καμένης γης σύμφωνα με τη χρήση της στο Δήμο Μαντουδίου – Λίμνης – Αγ. Άννας και Ιστιαίας – Αιδηψού (Πηγή : ΥΛΗ – Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος , 2022).



3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Μια κοινή προσέγγιση αποτελούμενη από συνεντεύξεις με τοπικούς παράγοντες, συζητήσεις με υπάλληλους σε δημόσιες υπηρεσίες (δήμοι και δασαρχεία), αγρότες, πληγέντες από την πυρκαγιά και απλούς πολίτες, εφαρμόστηκε για δεδομένα που συλλέχθηκαν σχετικά με τη δημιουργία του πρωτοκόλλου παρακολούθησης για την κοινωνικοοικονομική κατάσταση, τους διάφορους συνδυασμούς καλλιεργειών και τα οικονομικά των αγροδοσικών συστημάτων που εγκαταστάθηκαν στους πειραματικούς αγρούς.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή ήταν αρχικά ένας δειγματολήπτης εδάφους, που χρησιμοποιήθηκε για τη δειγματοληψία του εδάφους στους πειραματικούς αγρούς.

3.1 Περιοχή έρευνας

Οι πειραματικοί αγροί επιλέχθηκαν μετά από επιτόπια έρευνα. Ο ένας βρίσκεται στην περιοχή του Δήμου Ιστιαίας-Αιδηψού και πιο συγκεκριμένα στην τοποθεσία *Τσαπουρνιά*. Πρόκειται για ένα αγροτεμάχιο με εμβαδό 9349,99 m² και βρίσκεται σε υψόμετρο περίπου 300m. Πρόκειται για ιδιωτικό αγροτεμάχιο.

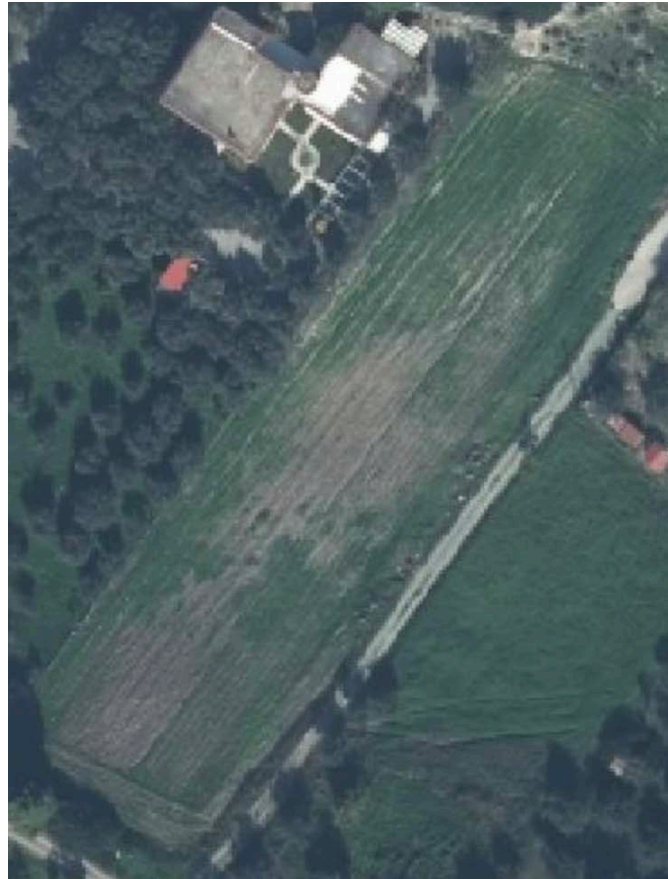


Εικόνα 3. Αγροτεμάχιο στην περιοχή Τσαπουρνιά (Πηγή: Φωτεινή Γκινή, Εύβοια 09/2021)



Εικόνα 4. Δορυφορική Απεικόνιση του αγροτεμάχιου στην περιοχή Τσαπουρνιά

Ο δεύτερος πειραματικός αγρός βρίσκεται στην περιοχή Ροβιές του Δήμου Μαντουδίου – Λίμνης – Αγ. Άννας. Πρόκειται για ένα αγροτεμάχιο με εμβαδό 4896.86 m². Πρόκειται για ιδιοκτησία του Δήμου Μαντουδίου-Λίμνης-Αγ. Άννας.

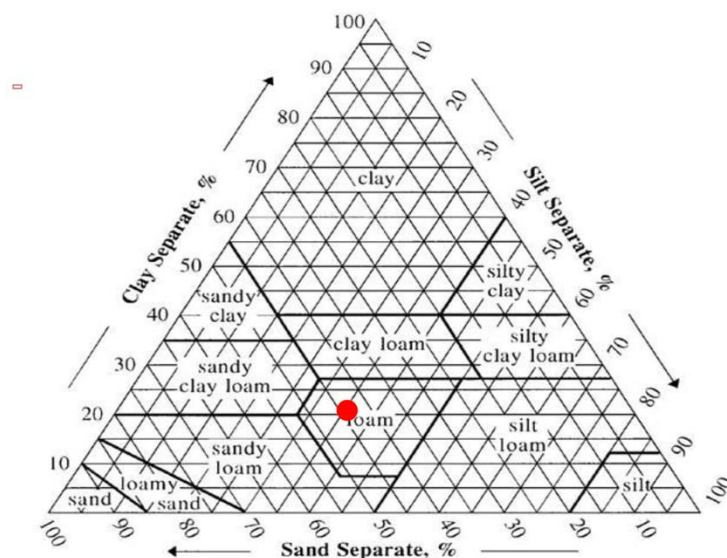


Εικόνα 5. Δορυφορική Απεικόνιση του αγροτεμάχιου στην περιοχή Ροβιές



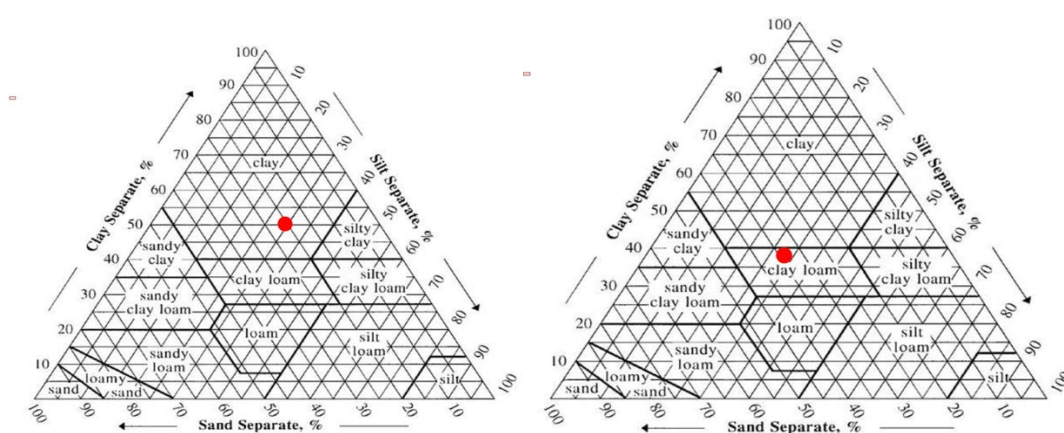
Εικόνα 6. Αγροτεμάχιο στην περιοχή Ροβιές (Πηγή: Προσωπικό Αρχείο, Εύβοια 09/2021)

Οι εδαφολογικές αναλύσεις των περιοχών ανέδειξαν τα εδαφολογικά στοιχεία του κάθε αγροτεμαχίου έτσι ώστε να γίνει η σωστή επιλογή των φυτικών ειδών που θα απαρτίσουν το αγροδασικό σύστημα.



Γράφημα 1. Μηχανική σύσταση εδάφους αγροτεμαχίου Τσαπουρνιάς.

Από ότι φαίνεται από το παραπάνω το έδαφος είναι ένα αρκετά ίσο μείγμα των τριών τύπων εδάφους (αργιλώδες, πηλώδες, αμμώδες). Αυτά τα στοιχεία φάνηκαν και στα τέσσερα δείγματα. Η διαθεσιμότητα του Φωσφόρου και των Μικροστοιχείων (Fe, Mn, B, Cu, Zn) είναι χαμηλή. Το pH είναι υψηλό και πιθανόν να δημιουργήσει προβλήματα τροφοπενιών μικροθρεπτικών (ιδιαίτερα του σιδήρου) και φωσφόρου. Το Άζωτο είναι σκόπιμο να εφαρμόζεται σε όξινη μορφή. Προληπτικά είναι χρήσιμη εφαρμογή διαφυλλικών ψεκασμών που να περιέχουν ιχνοστοιχεία (ιδιαίτερα Fe και Zn) και φωσφόρο. Το pH κυμαίνεται στο 7,5-8.



Γράφημα 2. Μηχανική σύσταση εδάφους αγροτεμαχίου στις Ροβιές.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το έδαφος είναι ένα αρκετά βαρύ αργιλώδες έδαφος στα δείγματα των άκρων, ενώ στο κεντρικό τμήμα το έδαφος είναι πιο ελαφρύ και βρίσκεται στην κατηγορία του αργιλωπηλώδους. Η διαθεσιμότητα του Φωσφόρου και των Μικροστοιχείων (Fe, Mn, B, Cu, Zn) είναι χαμηλή και εδώ. Το pH είναι υψηλό και πιθανόν να δημιουργήσει προβλήματα τροφοπενιών μικροθρεπτικών (ιδιαίτερα του σιδήρου) και φωσφόρου. Το άζωτο είναι σκόπιμο να εφαρμόζεται σε όξινη μορφή. Προληπτικά είναι χρήσιμη εφαρμογή διαφυλλικών ψεκασμών που να περιέχουν ιχνοστοιχεία (ιδιαίτερα Fe και Zn) και φωσφόρο. Το pH κυμαίνεται στο 7,5-8.

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία τα φυτικά είδη που επιλέχτηκαν είναι το *Triticum spp.* και το *Acer campestre*. Οι καλλιέργειες θα παραταχθούν σε σύστημα αλέας στο αγροτεμάχιο της Τσαπουρνιάς και περιμετρικά σαν φράχτης στις Ροβιές.

Οι γραμμές των δέντρων θα απέχουν μεταξύ τους περίπου 16 m για να μην παρεμποδίζουν τη θεριζοαλωνιστική μηχανή.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τον περασμένο αιώνα, το παγκόσμιο σύστημα γνώρισε υψηλό επίπεδο διασύνδεσης χάρη στην άνοδο των ανθρώπινων συστημάτων και της οικονομικής ανάπτυξης. Οι άνθρωποι έχουν συνυφάνει πυκνές και βαθιές συνδέσεις μεταξύ κοινωνικών και φυσικών συστημάτων χωρίς να το συνειδητοποιούν και έχουν επίσης αυξήσει την πολυπλοκότητα με την οποία πρέπει να αντιμετωπίσει η επιστήμη αυτά τα συστήματα. Παραδείγματα τέτοιας διασύνδεσης είναι τα γεωργικά συστήματα, στα οποία οι ανθρώπινες κοινωνίες βασίζονται τις πιο πρωταρχικές τους ανάγκες και στα οποία οι άνθρωποι δείχνουν τη μεγαλύτερη εξειδίκευση στο πώς να επηρεάζουν τη φύση. Σε αυτά τα συστήματα είναι δυνατό να παρατηρηθεί πώς οι άνθρωποι εξαρτώνται από τη φύση και πώς η φύση εξαρτάται από τις ανθρώπινες ενέργειες, συνδυάζοντας την κοινωνική και τη φυσική επιστήμη σε ένα μέρος και χρόνο.

Τα γεωργικά συστήματα είναι το τέλειο παράδειγμα οριακού αντικειμένου μεταξύ κοινωνικών και φυσικών επιστημών. Ούτε το κοινωνικό αποτύπωμα μπορεί να εξηγήσει βιοτικές και αβιοτικές πτυχές, ούτε οι φυσικές επιστήμες μπορούν να αξιολογήσουν την πολυπλοκότητα της ανθρώπινης συμπεριφοράς, η μελέτη τους είναι απαραίτητη για τη χρήση ενός επαρκούς ολιστικού πλαισίου. Επιστήμονες διαφορετικού υπόβαθρου συμφωνούν ότι οι κλασικές μονομερείς προσεγγίσεις δεν ανταποκρίνονται στις τρέχουσες προκλήσεις (Nerlich, 2013).

Η παρακολούθηση (monitoring) και σε δεύτερο χρόνο η αξιολόγηση της οικονομικής της περιβαλλοντικής και της κοινωνικής βιωσιμότητας των αγροδοσικών συστημάτων είναι ένα πολύπλοκο έργο, καθώς οι εφαρμοσμένες γεωργικές πρακτικές διαφέρουν σημαντικά από τη σχετική συμβατική (εντατική) γεωργική παραγωγή. Σε αυτό το πλαίσιο, τα αγροδοσικά συστήματα είναι λιγότερο κερδοφόρα, υπονομεύοντας έτσι την υιοθέτησή τους από τους αγρότες αφού η μεγιστοποίηση του κέρδους είναι ο κύριος στόχος για τους περισσότερους. Από την άλλη πλευρά, τα περιβαλλοντικά οφέλη των αγροδοσικών συστημάτων είναι πολλαπλά (με τη μορφή υπηρεσιών οικοσυστήματος, δέσμευσης άνθρακα, ασφάλειας τροφίμων κ.λπ.), αναπτύσσοντας ένα άνισο καθεστώς μεταξύ οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικής διαχείρισης τόσο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής όσο και για τους παραγωγούς.

Μια πρόκληση στην αξιολόγηση των επιπτώσεων της αγροδασοπονίας στη διεθνή βιβλιογραφία είναι ότι οι αγρότες τείνουν να ακολουθούν πολλές από τις σχετικές πρακτικές ταυτόχρονα, με σκοπό να αποκομίσουν πολλαπλά οφέλη, π.χ. βελτιωμένη διαχείριση εδάφους και καλλιεργειών αλλά και χορτονομές, εμπόριο καυσόξυλων και φρούτων. Πολλές φορές έχει αποδειχτεί ότι οι αγροδασικές πρακτικές αλληλεπιδρούν θετικά. Έτσι, ενώ οι μελέτες παρακολούθησης και αποτελεσματικότητας μίας μεμονωμένης πρακτικής είναι σημαντικές, η χρήση τους είναι περιορισμένη για την κατανόηση των ευρύτερων επιπτώσεων της αγροδασοπονίας.

Μία ακόμη σημαντική πρόκληση στην παρακολούθηση των επιπτώσεων των αγροδασικών συστημάτων είναι η μακρά διάρκεια στην οποία αναμένεται να εκδηλωθούν τα αποτελέσματα όσο και η πιθανή ετερογένεια τέτοιων αποτελεσμάτων σε κοινωνικά και αγροοικολογικά περιβάλλοντα. Μια πιθανή προσέγγιση θα μπορούσε να περιλαμβάνει την προώθηση κατάλληλων πρακτικών αγροδασοπονίας σε τυχαία κατανεμημένους τόπους για σημαντικό αριθμό ετών και στη συνέχεια σύγκριση των εκμεταλλεύσεων σε αυτά με περιοχές ελέγχου. Ωστόσο, η εκτέλεση μιας τέτοιας έρευνας θα ήταν δύσκολη δεδομένου του χρόνου που χρειάζεται για να εκδηλωθούν πλήρως οι συνεργιστικές αλληλεπιδράσεις και οι αναμενόμενες επιπτώσεις των προωθούμενων αγροδασικών πρακτικών, που επιδεινώνονται από την πιθανότητα σημαντικής μετάδοσης και δευτερογενών επιπτώσεων κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Η αξιολόγηση της οικονομικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας των αγροδασικών συστημάτων είναι ένα πολύπλοκο έργο, καθώς οι εφαρμοσμένες γεωργικές πρακτικές διαφέρουν σημαντικά από τη σχετική συμβατική (εντατική) παραγωγή. Σε αυτό το πλαίσιο, τα αγροδασικά συστήματα είναι λιγότερο κερδοφόρα, υπονομεύοντας έτσι την υιοθέτησή τους από τους αγρότες αφού η μεγιστοποίηση του κέρδους είναι ο κύριος στόχος για τους περισσότερους. Από την άλλη πλευρά, τα περιβαλλοντικά οφέλη των αγροδασικών συστημάτων είναι πολλαπλά (με τη μορφή υπηρεσιών οικοσυστήματος, δέσμευσης άνθρακα, κ.λπ.), αναπτύσσοντας ένα ιδιαίτερο καθεστώς μεταξύ οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικής διαχείρισης τόσο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής όσο και για τους αγρότες.

Με δεδομένο ότι η εφαρμογή ενός αγροδοασικού συστήματος περιλαμβάνει μια πολύπλοκη διαδικασία ανάπτυξης, προσαρμογής, διάδοσης και υιοθέτησης, είναι πιθανό οι παράγοντες που εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή να αντιπροσωπεύουν μόνο ένα περιορισμένο εύρος των δραστηριοτήτων. Οι μεταβλητές που ερευνήθηκαν αντιπροσωπεύουν τους κοινούς παράγοντες που περιλαμβάνονται σε ερευνητικές μελέτες που διερευνούν παράγοντες επιρροής της δέσμευσης στη αγροδοασοπονία. Η διερεύνηση αυτών των παραγόντων παρέχει στους ερευνητές μια κατανόηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για την υιοθέτηση της αγροδοασοπονία και αυτή έχει επηρεάσει περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά το περιβάλλον στο οποίο έχουν ενταχθεί.

Η διάκριση της αγροδοασοπονίας σε σύγκριση με άλλα συστήματα χρήσης γης έγκειται στη συμπερίληψη ξυλωδών φυτών στο σύστημα. Από οικονομική άποψη, η υιοθέτηση μιας τέτοιας δενδροκαλλιέργειας μπορεί να βελτιώσει την οικονομική ανθεκτικότητα μέσω της διαφοροποίησης των προϊόντων. Η χρήση δέντρων πολλαπλών χρήσεων, ειδικότερα, μπορεί να βελτιώσει την κερδοφορία της εγκατάστασης, καθώς μπορούν να χρησιμεύσουν για διάφορες λειτουργίες όπως εναλλακτικά εισοδήματα, πηγές για ζωοτροφές ή τρόφιμα (δηλαδή, άγριους βρώσιμους καρπούς) σε περιόδους ελλείμματος μεταξύ των αγροτικών κοινοτήτων.

4.1 Κοινωνική Αποτίμηση

Για να γίνει δυνατή η κοινωνική αποτίμηση των εγκατεστημένων αγροδοασικών συστημάτων στην περιοχή έρευνας, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Ερωτηματολόγιο για το κοινωνικό αντίκτυπο του αγροδασικού συστήματος στη Β. Εύβοια

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ		ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ
ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		
Φύλο	Άνδρας	
	Γυναίκα	
Ηλικία	Μικρότερη από 20	
	21-30	
	31-40	
	41-50	
	51-60	
	Μεγαλύτερη από 61	
Επίπεδο Σπουδών	Υποχρεωτική Εκπαίδευση	
	Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	
	Τριτοβάθμια Εκπαίδευση	
	Μεταπτυχιακές Σπουδές	
Απασχόληση	Πλήρους απασχόλησης	
	Μερικής απασχόλησης	
	Συνταξιούχος/α	
	Οικιακά	
	Άνεργος/η	
	Αυτοαπασχολούμενος/η	
Τομέας Απασχόλησης	Πρωτογενής (Παραγωγή)	
	Δευτερογενής (Μεταποίηση)	
	Τριτογενής (Υπηρεσίες)	
Είστε μέλος κάποιου συνεταιρισμού ;	Ναι	
	Όχι	
ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ		
Αφού συνδέθηκαν με το αγροδασικό σύστημα, ποιες αλλαγές συνέβησαν στη ζωή τους και των άλλων μελών της οικογένειάς τους;		

Έγιναν πιο ευτυχισμένοι αφού συνδέθηκαν με αγροδασικό σύστημα και απέκτησαν μια καλύτερη ζωή;
Κατάφεραν να προσδιορίσουν ένα κοινό όραμα μαζί με άλλους κατοίκους της περιοχής;
Είναι δυνατόν να μετατραπεί η μη αξιοποιήσιμη και μη παραγωγική γη να μετατραπεί σε κερδοφόρο παραγωγικό σύστημα ;
Πόσο καλά αντιλήφθηκαν οι δικαιούχοι τον κοινωνικό αντίκτυπο και τη δημιουργία κοινωνικής αξίας, που πραγματοποιήθηκε λόγω του αγροδασικού συστήματος;
Επικοινωνήσαν σχετικά με τα οφέλη και την επιρροή σε άλλα ενδιαφερόμενα μέρη, ειδικά — τους συναδέλφους αγρότες;
Εξαρτώνται από τα δασικά προϊόντα για να καλύψετε τις ανάγκες σας σε καύσιμα/ζωοτροφές σας ή οποιαδήποτε άλλη απαίτηση ;
Έχουν παρακολουθήσει ποτέ κάποιο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σχετικό με την αγροδασοπονία που προσδίδει επιπλέον γνώσεις ;

4.1.2 Τεκμηρίωση Ερωτήσεων

Στην παρούσα ενότητα θα τεκμηριωθεί η σημαντικότητα της κάθε ερώτησης του παραπάνω ερωτηματολογίου. Στην εργασία τους οι Mughal et al. (2000) παρατήρησαν ότι ανεξάρτητα από τα πλεονεκτήματα της αγροδασοπονίας, το μοντέλο που επινοήθηκε θα πρέπει να είναι κοινωνικά αποδεκτό και οικονομικά εφικτό, έτσι ώστε οι αγρότες να μπορούν να το υιοθετήσουν χωρίς μεγάλη αντίσταση. Τόνισαν επίσης την εκτροπή των ενεργειακών αναγκών για αποτελέσματα στην καλλιέργεια, έτσι ώστε οι άνθρωποι που υιοθετούν τη αγροδασοπονία να μπορούν να κρίνουν από μόνοι τους την απόδοση των αγροδασικών μοντέλων για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των αγροτών σε μεγάλο βαθμό.

Η κοινωνικοοικονομική διάσταση της αγροδασοπονίας ερευνήθηκε και από τους Gangadhrappa et al. (2003) και τα ευρήματά τους έδειξαν ότι οι αγρότες είχαν καλή αντίληψη και ευνοϊκή στάση απέναντι στην αγροδασοπονία και ο αντίκτυπος της υιοθέτησης της στις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες των αγροτών ήταν σημαντικός.

Όσον αφορά τα δημογραφικά στοιχεία της έρευνας αυτά είναι σημαντικό να διερευνηθούν καθώς όπως παρατήρησαν και οι Thangata and Alavalapati (2003) στην ανασκόπηση προηγούμενων ερευνητικών ευρημάτων μια πληθώρα κοινωνικών, πολιτιστικών και οικονομικών ζητημάτων υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες όσον αφορά το αντίκτυπο των αγροδοασοπονικών συστημάτων.

- το φύλο
- η ηλικία
- η εκπαίδευση
- το εισόδημα των νοικοκυριών
- ο τομέας απασχόλησης

Οι ίδιοι οι συγγραφείς συζήτησαν για την υιοθέτηση και μελέτησαν την επίδραση πολλών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων κοινωνικοοικονομικών, περιβαλλοντικών και νοητικών διαδικασιών που διέπουν μεταβλητές όπως:

- ατομικές ανάγκες
- γνώση για την νέα πρακτική
- ατομικές αντιλήψεις για τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη αυτών των αναγκών

1. Φύλο

Δυστυχώς δεν υπάρχουν ακόμη αρκετά στοιχεία από την επιστημονική κοινότητα για το κοινωνικό αποτύπωμα από την εφαρμογή αγροδοασικών πρακτικών. Ενώ μια μελέτη από τους Ferguson and Lovell (2015) αναγνώρισε ότι η περμακουλτούρα (permaculture) κυριαρχείται από φυλετικά στοιχεία στις ΗΠΑ, καμία μελέτη δεν έχει εξετάσει συγκεκριμένα τις στατιστικές επιδράσεις της φυλής ή του φύλου στην υιοθέτηση της αγροδοασοπονίας. Ωστόσο, μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έδειξε σαφείς φυλετικές και έμφυλες ανισότητες στην υιοθέτηση των αυτών των συστημάτων.

Εξετάζοντας την επιρροή του φύλου, μια μελέτη που έγινε από τους Alavalapati et al. (2006), ανέφερε ότι το 53 % των νοικοκυριών διαφοροποιούσε την

εργασία ανά φύλο, η εργασία των ανδρών εκτελούσε συγκεκριμένες εργασίες, διαφορετικές από αυτές που πραγματοποιούνται από τις γυναίκες. Αυτός ο περιορισμός έκανε τα νοικοκυριά λιγότερο ικανά να υιοθετήσουν νέες αγροτικές πρακτικές.

Οι Thangata and Alavalapati (2003) παρατήρησαν ότι τόσο τα νοικοκυριά με επικεφαλής άνδρες όσο και γυναίκες μπορούν να υιοθετήσουν τέτοια συστήματα. Αυτό υποστηρίζει το εύρημα μιας μελέτης που έγινε από τους Thangata et al. (2004) ότι η υιοθέτηση της αγροδασοπονίας είναι ουδέτερη ως προς το φύλο. Στην οικονομική αντίληψη, η ανάπτυξη πιο εξελιγμένων οικονομικών μοντέλων έχει δημιουργήσει εφαρμογές που δίνουν πιο ρεαλιστικά και χρήσιμα αποτελέσματα για τους επαγγελματίες της αγροδασοπονίας. Τα οικονομικά και η πολιτική θεωρήθηκαν ως ένας από τους βασικούς τομείς για την ενίσχυση των επιπτώσεων της αγροδασοπονίας στο πρώτο Παγκόσμιο Συνέδριο Αγροδασοπονίας (Alavalapati et al., 2004).

Στην έρευνα των Ford et al (2019) σχετικά με τις γνώσεις των ιδιοκτητών γης και τις αντιλήψεις για τα δασοολίβαδα, το 95% των συμμετεχόντων στην έρευνα ήταν άνδρες και το 99% των συμμετεχόντων αναγνωρίστηκαν ως λευκοί/Καυκάσιοι. Ομοίως, στις τέσσερις ομάδες έρευνας που πραγματοποιήθηκαν από τους Roesch-McNally et al. (2017), 28 από τους συμμετέχοντες ήταν άνδρες και 1 ήταν γυναίκα.

Οι Minz and Quli (2000) μελέτησαν την επίδραση της αγροδασοπονίας στην κοινωνικοοικονομική κατάσταση των αγροτών. Η μελέτη τους αποκάλυψε τον θετικό ρόλο της αγροδασοπονίας στη βελτίωση της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης των αγροτών. Οι Alavalapati and Nair (2001) ασχολήθηκαν με άλλους παράγοντες όπως οικονομικά και πολιτικά ζητήματα. Ανέφεραν ότι ποικιλία οικονομικών και πολιτικών θεμάτων όπως η κερδοφορία, τα οφέλη των νοικοκυριών, η ισότητα, η βιωσιμότητα, η διατήρηση του εδάφους, οι περιβαλλοντικές υπηρεσίες, οι εισροές και οι εκροές, το φύλο και θεσμοί όπως τα δικαιώματα ιδιοκτησίας, επηρεάζουν τη φύση και το μέγεθος της υιοθέτησης της αγροδασοπονίας (Alavalapati and Nair, 2001).

2. Ηλικία- Επίπεδο Σπουδών

Όσον αφορά την ηλικία, οι Ajayi et al. (2006) ανέφεραν σε μια μελέτη ότι η μεγάλη ηλικία των αγροτών είναι σημαντική. Οι ηλικιωμένοι αγρότες γίνονται μερικές φορές διστακτικοί με τις καινοτόμες δράσεις και η εφαρμογή αυτών, τους προκαλεί ανασφάλεια και δυσφορία.

Οι Sood and Mitchell (2009) αναφέρουν ότι οι νεότεροι αγρότες με καλύτερη εκπαίδευση αναπτύσσουν μια θετική στάση απέναντι στην αγροδοασοπονία. Οι θετικές επιπτώσεις της εκπαίδευσης στην υιοθέτηση επιθυμητών πρακτικών διαχείρισης γης είχαν επίσης αναφερθεί από τους Matata et al. (2008). Ένα χαμηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για τη γεωργική καθώς και την οικονομική ανάπτυξη, καθώς συνήθως επηρεάζει το επίπεδο εισοδήματος και την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων.

Οι Irshad et al. (2011) ανέφεραν ότι το μορφωτικό επίπεδο του «αρχηγού» της οικογένειας είναι ένας αποτελεσματικός παράγοντας για την ενθάρρυνση της καλλιέργειας δέντρων στο αγρόκτημα. Αναφέρθηκε λοιπόν από τους ερευνητές ότι οι μορφωμένοι αγρότες είχαν διαθέσει μεγαλύτερη έκταση των αγροκτημάτων για δενδρώδεις καλλιέργειες σε σύγκριση με τους αναλφάβητους αγρότες.

3. Απασχόληση- Τομέας Απασχόλησης

Η εφαρμογή της αγροδοασοπονίας μπορεί επίσης να ανοίξει νέες ευκαιρίες απασχόλησης σε αγροτικές περιοχές για δραστηριότητες στον δευτερογενή τομέα, όπως ο χειρισμός των καλλιεργειών, η κοπή ξύλου, η κατασκευή επίπλων κ.λπ.. Οι αυξημένες ευκαιρίες απασχόλησης μπορεί επίσης να ωφελήσουν τις γυναίκες, καθώς μπορούν να εμπλακούν άμεσα στις παραγωγικές δραστηριότητες, οι οποίες μπορούν να βελτιώσουν την ισότητα των φύλων στις αγροτικές περιοχές. Επιπλέον, η απορρόφηση θέσεων εργασίας στις αγροτικές περιοχές θα μπορούσε να αποτρέψει την αστικοποίηση και ως εκ τούτου, μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της αγροτικής οικονομίας. Ωστόσο, χρειάζεται προσοχή κατά τη δημιουργία βιομηχανικών χώρων γύρω από την αγροδοασική εγκατάσταση ή κοντά στο πρωτογενές δάσος, καθώς μπορεί να προκύψει κίνδυνος ανθρώπινης εισβολής σε τέτοιες προστατευόμενες περιοχές και μπορεί να βλάψει το οικοσύστημα (Ollinaho, 2021).

4. Αφού συνδέθηκαν με το αγροδοασικό σύστημα, ποιες αλλαγές συνέβησαν στη ζωή τους και των άλλων μελών της οικογένειάς τους;

Εκτός από τη δημιουργία εισοδήματος, η αγροδοασοπονία μπορεί επίσης να διαδραματίσει ρόλο στη βελτίωση της επισιτιστικής ασφάλειας στην κοινότητα κοντά στα δάση. Σε αυτή την περίπτωση, οι Ickowitz et al. (2016) χρησιμοποίησαν χωρικά δεδομένα για να αποσαφηνίσουν την πρόσληψη μικροθρεπτικών συστατικών από παιδιά ηλικίας ενός έως πέντε ετών στην Ινδονησία. Βρήκαν συσχέτιση μεταξύ της αγροδοασοπονίας και της αυξημένης κατανάλωσης οσπρίων σε εθνικό επίπεδο.

5. Έγιναν πιο ευτυχημένοι αφού συνδέθηκαν με αγροδοασικό σύστημα και απόκτησαν μια καλύτερη ζωή;

Οι κάτοικοι των Δήμων Ιστιαίας και Λίμνης της Β. Εύβοιας βρίσκονται αντιμέτωποι με την όχι μόνο οικονομική και περιβαντολογική πλευρά της καταστροφικής πυρκαγιάς του 2021 αλλά και την κοινωνική. Οι πυρκαγιές μπορούν να βλάψουν την ψυχική υγεία των ανθρώπων. Συγκεκριμένα, οι επιζώντες από τις πυρκαγιές παρουσιάζουν συνήθως διάφορες σωματικές, ψυχολογικές και γνωστικές αντιδράσεις.

Μελέτες που διερευνούν τις ψυχιατρικές διαταραχές των επιζώντων από πυρκαγιές δείχνουν ότι παρουσιάζουν αυξημένο ποσοστό διαταραχής μετατραυματικού στρες. Επίσης παρουσιάζουν αυξημένα συμπτώματα κατάθλιψης και άγχους. Επιπλέον, σημαντικοί παράγοντες πρόβλεψης των ψυχολογικών προβλημάτων που σχετίζονται με την πυρκαγιά σε επιζώντες δασικών πυρκαγιών είναι ο φόβος για τη ζωή τους ή του αγαπημένου τους προσώπου, η απώλεια περιουσίας, η καταστροφή κατοικιών, η πιθανότητα προϋπάρχουσας ψυχικής ασθένειας, η χαμηλή κοινοτική συνοχή και πρόσφατοι στρεσογόνοι παράγοντες της ζωής (Πετράκος, 2023).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα προβλήματα ψυχικής υγείας που σχετίζονται με τις πυρκαγιές μπορεί να επιμείνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για παράδειγμα,

μια μελέτη για τους επιζώντες από τις πυρκαγιές στην Αυστραλία το 2019 ανέφερε ότι το 42% και το 23% των συμμετεχόντων πληρούσαν τα διαγνωστικά κριτήρια για μετατραυματικό στρες ή κατάθλιψη σε 1 χρόνο και 20 μήνες μετά την πυρκαγιά, αντίστοιχα.

6. Κατάφεραν να προσδιορίσουν ένα κοινό όραμα μαζί με άλλους κατοίκους της περιοχής;

Σύμφωνα με τους αγροδοασικό σύστημα ταιριάζει συνήθως σε μικρής κλίμακας αγρότες, διασφαλίζοντας παράλληλα το εισόδημά τους, τη διατροφική τους ασφάλεια με έμφαση στο μοντέλο χαμηλού κόστους, χαμηλού κινδύνου αλλά υψηλού αντίκτυπου. Οι στρατηγικές πρέπει να είναι καλά κατανοητές από τους αγρότες και ως εκ τούτου αποτελεσματικές. Μέσα από την αλληλεπίδρασή με τους αγρότες της έγινε κατανοητό ότι ήταν πλήρως πεπεισμένοι για τις θετικές αλλαγές τόσο στην προσωπική όσο και στην επαγγελματική τους ζωή που επέφεραν οι παρεμβάσεις του αγροδοασικού συστήματος σε πολλαπλά στάδια.

Η αγροδοασοπονία μπορεί επίσης να τονώσει την κοινωνικο-πολιτιστική δραστηριότητα. Για παράδειγμα, οι αγροτικές κοινότητες μπορούν να συναντηθούν μεταξύ τους και να συζητήσουν τη μέθοδο καλλιέργειας, την επιλογή των ειδών δέντρων ή των ποικιλιών καλλιέργειας, τη διαχείριση των λιπασμάτων και ούτω καθεξής. Μια μελέτη που διεξήχθη από τον Mungmachon (2012) διαπίστωσε ότι οι συγκεντρώσεις αυτές, ήταν μέρος του πολιτισμού μεταξύ των μικρών δασικών κοινοτήτων στην Ταϊλάνδη. Συζητούσαν συχνά τα προβλήματα που αντιμετώπιζαν και έβρισκαν μαζί λύσεις. Ξεκίνησαν μελετώντας συλλογικά τα προβλήματά τους, ανακαλύπτοντας εκ νέου την παραδοσιακή σοφία και την υπάρχουσα γνώση και στη συνέχεια ενσωματώνοντας νέα γνώση. Κάνοντας αυτό, η κοινότητα αποκτά μεγαλύτερη δέσμευση και γνώση μέσω της συζήτησης μεταξύ των ενδιαφερομένων και της συμμετοχής της κοινότητας. Ο ερευνητής καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο εκμεταλλευτής ενός αγροδοασικού συστήματος είναι πιθανό να εμπλέκεται σε κάποια συνεταιριστική δράση, έτσι ώστε να ωφελείται με διάφορους τρόπους.

6. Είναι δυνατόν να μετατραπεί η μη αξιοποιήσιμη και μη παραγωγική γη να μετατραπεί σε κερδοφόρο παραγωγικό σύστημα :

Σύμφωνα με τους Kumar and Nandal (2004), η αγροδασοπονία όχι μόνο έχει αναβαθμίσει την κοινωνικοοικονομική κατάσταση των αγροτών αλλά και συνέβαλε στη συνολική ανάπτυξη μίας μη αξιοποιήσιμης έκτασης σε κερδοφόρο παραγωγικό σύστημα. Περαιτέρω, σχετικά με την υιοθέτηση της αγροδασοπονίας, ο Mercer (2004) εφάρμοσε μια εκ των προτέρων ανάλυση των αποφάσεων υιοθέτησης της με πειράματα επιλογής με βάση τα χαρακτηριστικά και πρότεινε να διερευνηθεί η υιοθέτηση της. Ανέφερε ότι για να επιτευχθεί το πλήρες δυναμικό της αγροδασοπονίας για βιώσιμη χρήση γης, απαιτούνται υψηλότερα ποσοστά υιοθέτησης (McGinty, 2008).

7. Πόσο καλά αντιλήφθηκαν οι δικαιούχοι τον κοινωνικό αντίκτυπο και τη δημιουργία κοινωνικής αξίας, που πραγματοποιήθηκε λόγω του αγροδασικού συστήματος;

Σε κοινωνικό επίπεδο είναι επίσης σημαντικό να επισημανθεί και η ανάγκη διασφάλισης του εργατικού δυναμικού της περιοχής που έχει πληγεί σημαντικά καθώς χάθηκαν πολλές θέσεις εργασίας, οι οποίες κάποιες τείνουν να εξαφανιστούν όπως οι ρητινοσυλλέκτες. Επιπρόσθετα το θέμα της διατροφικής ασφάλειας είναι επίσης σημαντικό καθώς η αγροτική και δασική έκταση που επλήγη απειλεί την τροφική επάρκεια των κατοίκων.

Η περιοχή της έρευνας χαρακτηρίζεται από πληθυσμιακή συρρίκνωση και υψηλό δείκτη γήρανσης, ενώ όσον αφορά τους παραγωγικούς τομείς το πλαίσιο είναι αρκετά παραδοσιακό. Η μεγαλύτερη έμφαση έχει δοθεί στον πρωτογενή τομέα με τις αγροτικές εκμεταλλεύσεις να κυριαρχούν όπως και η δασοπονία ενώ ο τουρισμός περιορίζεται στις παραθαλάσσιες περιοχές. Ο δευτερογενής τομέας είναι αρκετά συρρικνωμένος και ειδικά ο κλάδος της μεταποίησης (Πετράκος, 2023).

Η αγροδασοπονία υποστηρίζεται ευρέως ότι βελτιώνει τα μέσα διαβίωσης των μικροκαλλιεργητών, αποκαθιστά υποβαθμισμένα τοπία και βελτιώνει την παροχή υπηρεσιών οικοσυστήματος. Ο στόχος του συγκεκριμένου αγροδασικού

συστήματος δεν είναι να επανέλθει η πρότερη κατάσταση σε κοινωνικό επίπεδο αλλά να μπορέσει να εναρμονιστεί μία αρκετά υποβαθμισμένη περιοχή, ειδικά μετά την πυρκαγιά, με τους στόχους για τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΗΕ που εμπεριέχονται στην Αντζέντα 2030.

Αξιολογώντας την εισοδηματική υποστήριξη από την υιοθέτηση της αγροδασοπονίας, οι Sharma and Kumar (2000) ενέκριναν σημαντικά υψηλότερο κοινωνικο-οικονομικό καθεστώς για τους αγρότες που υιοθετούν αγροδασοπονία με βάση τη λεύκη (*Populus spp.*) από εκείνους τους αγρότες που δεν υιοθέτησαν αυτή την πρακτική. Ο Pandey (2005) προσδιόρισε τα κίνητρα υιοθέτησης της αγροδασοπονίας ως πρόκληση ενώ οι Glover et al. (2013) πρότειναν ότι τα χαμηλά επίπεδα κινήτρων και αυτοχρηματοδότησης μπορεί να οδηγήσουν σε βραδύτερο ρυθμό υιοθέτησης, ο οποίος μπορεί τελικά να είναι βιώσιμος.

Επιπλέον, ορισμένα είδη ξυλείας έχουν υψηλότερη οικονομική αξία και μπορούν να προσφέρουν πρόσθετα εισοδήματα στην κοινότητα εκτός από τα κέρδη που παράγονται από τις ετήσιες καλλιέργειες. Σχετική έρευνα για τα αγροδασικά συστήματα *Tectona grandis* στην Ινδονησία, για παράδειγμα, έδειξε ότι μπορεί να δημιουργηθεί αύξηση έως και 12% του συνολικού εισοδήματος των νοικοκυριών παρά τον χαμηλότερο χρόνο ανακύκλωσης (λόγω της αργής περιόδου ανάπτυξης) (Roshetko et al., 2013).

8. Επικοινωνήσαν σχετικά με τα οφέλη και την επιρροή σε άλλα ενδιαφερόμενα μέρη, ειδικά — τους συναδέλφους αγρότες;- Μέλος ενός συνεταιρισμού.

Μια πρόσφατη έρευνα από το *Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη* διαπίστωσε ότι η καινοτομία που βασίζεται στη βιωσιμότητα είναι σε άνοδο και οι εταιρείες έχουν συνειδητοποιήσει τη σημασία της για τις αναπτυσσόμενες αγορές και την αξία των πρωτοβουλιών που βασίζονται σε εταιρικές σχέσεις. Ήδη από το 1999 ο Kanter στο έργο του έχει αποδείξει ότι η εταιρική σχέση μεταξύ επιχειρήσεων, κρατικών φορέων και κοινωνίας που βασίζεται μόνο σε δωρεές και φιλανθρωπία δεν ενδιαφέρει πλέον κανένα από τα εμπλεκόμενα μέρη, καθώς θέλουν να εμπλακούν στη διαδικασία. Στην εν λόγω μελέτη περίπτωσης οι κάτοικοι θα είναι σε θέση να παράγουν προϊόντα με τη βοήθεια και την υποστήριξη

που προέρχονται από το αγροδοασικό σύστημα. Η συλλογική αυτή εμπλοκή γίνεται πιο εύκολα και πιο συντονισμένα αν οι αγρότες που ασχολούνται με την αγροδοασοπονία είναι μέλη ενός αγροτικού συνεταιρισμού. Με αυτόν τον τρόπο είναι και πιο εύκολη η διασπορά των πιθανών ευεργετικών επιδράσεων του συστήματος.

Αυτή η ίδια η διαδικασία συμμετοχής στη διαδικασία αναγέννησης και αναδιαμόρφωσης του παραγωγικού τοπίου των περιοχών αυτών και των διαφορετικών ενδιαφερομένων της δίνει αρκετή βάση για κοινωνική καινοτομία. Οι περιθωριοποιημένοι αγρότες και πολίτες ως ενδιαφερόμενοι φορείς που συμβάλλουν σημαντικά θα έχουν πλήρη επίγνωση των επιπτώσεων του κοινωνικού επιχειρηματικού μοντέλου της αγροδοασοπονίας.

10. Εξαρτώνται από τα δασικά προϊόντα για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε καύσιμα/ζωοτροφές ή οποιαδήποτε άλλη απαίτηση ;

Το αγροδοασικό μοντέλο είναι μια καινοτόμος διαδικασία που αλλάζει το σύστημα μέσω της οποίας η οικογένεια των μικρών αγροτών όχι μόνο επιτυγχάνει βελτιωμένη ασφάλεια τροφίμων και εισοδήματος, αλλά καλύπτει επίσης τη ζήτηση κορυφαίων βιομηχανιών που απαιτούν προμήθεια ζωτικών πρώτων υλών, όπως χαρτοπολτό και χαρτί, φυτικά προϊόντα. Με αυτόν τον τρόπο, το κοινωνικό (επιχειρηματικό) μοντέλο του συγκεκριμένου αγροδοασικού συστήματος είναι σε θέση να ενσωματώσει πλήρως τόσο προς τα εμπρός όσο και προς τα πίσω στην αλυσίδα εφοδιασμού. Στη διαδικασία, φέρνει μια κατάσταση κέρδους για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη — με ιδιαίτερη έμφαση στο ενδιαφέρον και την ευημερία των αγροτών και κατοίκων.

9. Έχετε παρακολουθήσει ποτέ κάποιο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σχετικό με την αγροδοασοπονία που προσδίδει επιπλέον γνώσεις ;

Λαμβάνοντας υπόψη τον ρόλο της θεσμικής οργάνωσης και υποστήριξης, έχει προταθεί ότι οι αγρότες βλέπουν τα συστήματα αυτά ως περίπλοκα, δύσκολα και/ή επικίνδυνα στην υιοθέτησή τους χωρίς την κατάλληλη βοήθεια, όπως αναφέρουν οι Mercer and Snook (2004). Τεχνικά, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι θεσμικής

οργάνωσης και υποστήριξης. Για παράδειγμα, η εκπαίδευση που λειτουργεί καλύτερα για τους αγρότες, όπως η εκπαίδευση των εκπαιδευτών αγροτών (Ajayi et al., 2006). Κατά τη μελέτη της θεσμικής οργάνωσης και υποστήριξης, οι Boeckman and Iolster (2010) ανέφεραν κριτικά ότι η ευρεία υιοθέτηση αγροδοασικών πρακτικών απαιτεί κατάλληλες πολιτικές σε εθνικό και τοπικό επίπεδο.

4.2 Παρακολούθηση Συστήματος

Η παρακολούθηση του συστήματος αφορά τόσο τη συντήρηση της καλλιέργειας όσο και την αξιολόγηση του αγροδοασικού συστήματος στους πειραματικούς αγρούς. Στην παρούσα έρευνα το πρωτόκολλο που προτείνεται να ακολουθηθεί αποτυπώνεται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8. Πρωτόκολλο Παρακολούθησης Συστήματος

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
	Εδαφολογική ανάλυση	Υψηλό pH / Επάρκεια Θρεπτικών Συστατικών
	Μέτρηση δαπανώμενου νερού	Εξοικονόμηση νερού / Προστασία από ξηρασία
	Παρακολούθηση σκίασης του σφενδαμιού στο σιτάρι	Ισορροπία Σκίασης- Προσλαμβανόμενης Ακτινοβολίας
	Εντομολογικοί εχθροί και Ασθένειες	Βιολογική Αντιμετώπιση

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΙΤΑΡΙΟΥ	ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	
	Φύτρωμα	1-9 Φύλλα
	Αδέλφωμα	Κύριος βλαστός μέχρι 9 αδέρφια
	Ανάπτυξη Βλαστού	Ταξιανθία 1 cm έως το φύλλο σημαία
	Όργανα Αναπαραγωγής	Άνοιγμα θήκης φύλλου σημαίας
	Ξεστάχιασμα	Έκπτυξη στάχως πάνω από το φύλλο σημαία
	Ανθοφορία	Έναρξη και ολοκλήρωση Ανθοφορίας
	Στάδιο γάλακτος	Γαλάκτωση κόκκου
	Ανάπτυξη Ζύμης	Στάδιο μαλακής / Σκληρής Ζύμης
	Ωρίμανση	Σκλήρυνση Κόκκου
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΦΕΝΔΑΜΙΟΥ	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
	Φυλλοβόλο	Απόθεση φύλλων ως εδαφοβελτιωτικό
	Ύψος : 15m	Κάθε χρόνο 30-60 cm ανάπτυξη
	Τρίλοβα Φύλλα	Προσοχή σε ζημιές από υπερέκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία

Η αγροδασοπονία θέτει διάφορες οικολογικές πρακτικές που μπορούν δυνητικά να βελτιώσουν σε σημαντικό βαθμό την περιβαλλοντική αξία των αγροτικών κοινοτήτων. Αυτές οι πρακτικές περιλαμβάνουν:

- διαφοροποίηση καλλιεργειών (ενσωμάτωση καλλιέργειας-δέντρου)
- αμειψισπορά
- διατήρηση του εδάφους (ενσωμάτωση καλυπτικών καλλιεργειών)
- βελτιωμένη αγρανάπαυση

- οριακή φύτευση.

Για παράδειγμα, η αύξηση της γονιμότητας και της φυσικής δομής του εδάφους (διατήρηση του εδάφους) μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση υλικών κλαδέματος (από τα δέντρα ή τα υπολείμματα των καλλιεργειών) ως τροποποιήσεις του εδάφους. Αυτή η πρακτική, ωστόσο, μπορεί να αποφέρει διαφορετικό αποτέλεσμα ανάλογα με την ποιότητα των υλικών κλαδέματος που διατίθενται στο σύστημα. Τα φυτικά υπολείμματα έχουν διαφορετική αναλογία C/N που μπορεί να επηρεάσει τη δυνατότητα αποσύνθεσής τους στα εδάφη. Κατά συνέπεια, η ποσότητα των θρεπτικών ουσιών που απελευθερώνονται στο έδαφος μπορεί να ποικίλλει μεταξύ των τύπων υπολειμμάτων με αποτέλεσμα τη διακριτή περιεκτικότητα σε χημικές ουσίες του εδάφους, και συνεπώς τις επιπτώσεις της στην ανάπτυξη των καλλιεργειών. Ο διαφορετικός ρυθμός αποσύνθεσης λόγω διακύμανσης της αναλογίας C/N μπορεί επίσης να επηρεάσει την περιεκτικότητα σε άνθρακα του εδάφους (είτε αύξηση είτε μείωση), η οποία μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ικανότητα δέσμευσης άνθρακα ενός συγκεκριμένου αγροδασικού συστήματος στο σύνολό του (Mukhlis, 2022).

Η καλλιέργεια διαφορετικών ειδών δέντρων στο αγροδασικό σύστημα βελτιώνει επίσης τη βιοποικιλότητα παρέχοντας ενδιαίτημα για την άγρια πανίδα. Επιπλέον, τα δέντρα μπορούν να αποτρέψουν τη διάβρωση του εδάφους και τις κατολισθήσεις (στις υψηλότερες πλαγιές) λόγω του ισχυρού συστήματος ριζοβολίας γύρω από τη μήτρα του εδάφους. Η παρουσία δέντρων στα αγροδασικά συστήματα μπορεί επίσης να αλλάξει τις μικροκλιματικές συνθήκες μέσω της σκίασης που μπορεί να μειώσει την ηλιακή ακτινοβολία που ρυθμίζει τη θερμοκρασία γύρω από το αγρόκτημα.

Η έντονη ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να εμποδίσει τη φυσιολογία και την ανάπτυξη των καλλιεργειών, επομένως η ενσωμάτωση δέντρων μπορεί να βελτιώσει την ανάπτυξη των καλλιεργειών και, στη συνέχεια, την απόδοσή της. Χρειάζεται προσοχή, ωστόσο, κατά την επιλογή της κάλυψης των δέντρων, καθώς η υπερσκίαση μπορεί να μειώσει σημαντικά τη διείσδυση του φωτός, η οποία μπορεί ενδεχομένως να μειώσει την ανάπτυξη των συγκαλλιεργούμενων καλλιεργειών και να αυξήσει την εμφάνιση ασθενειών (Durand-Bessart, 2022).

Ένα άλλο οικολογικό όφελος της αγροδασοπονίας για την κοινότητα είναι η βελτίωση της εξοικονόμησης νερού. Μια τέτοια υπηρεσία οικοσυστήματος μπορεί να προκύψει από τη βέλτιστη πρόσληψη νερού από το ολοκληρωμένο σύστημα δενδροκαλλιέργειας. Μια έρευνα που έγινε σε ένα αγροδασικό σύστημα (καλαμπόκι) στην Κένυα δείχνει ότι κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου, μόνο το 25% περίπου του νερού της βροχής διοχετεύτηκε από φυτική βιομάζα, υποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα του συστήματος στη χρήση της βροχής εκτός εποχής. που αντιπροσωπεύει το 15–20% της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης. Επιπλέον, το υπόλοιπο νερό παραμένει στα στρώματα του εδάφους ακόμη και μετά την περίοδο της συγκομιδής.

Ο βελτιωμένος οργανικός άνθρακας στα αγροδασικά εδάφη (ως αποτέλεσμα της προσθήκης οργανικής τροποποίησης) μπορεί να αυξήσει την κατακράτηση νερού και επομένως να αποτρέψει την υπερβολική εξάτμιση ή την απορροή νερού. Ωστόσο, και πάλι, η επιλογή του είδους δέντρου έχει σημασία, καθώς η πρόσληψη νερού μπορεί να διαφέρει μεταξύ των φυτικών ειδών. Η πρόσληψη νερού από τις ρίζες των φυτών δημιουργείται από τη διαφορά υδατικού δυναμικού μεταξύ του εδάφους και της ατμόσφαιρας όταν τα στομάχια των φύλλων είναι ανοιχτά και αυτό εξαρτάται από την ικανότητα εξερεύνησης της ρίζας των φυτών (Bayala, 2020).

Επιπλέον, μια δοκιμή που διεξήχθη σε μεγάλη κλίμακα έδειξε ότι η υψηλότερη πυκνότητα βλάστησης (λόγω περισσότερης βιομάζας από δέντρα/θάμνους) συσχετίζεται θετικά με τους ρυθμούς βροχόπτωσης με τη μειωμένη βλάστηση να μειώνει τις βροχοπτώσεις. Αυτή η μείωση της βροχόπτωσης μπορεί να αποδοθεί στη μειωμένη εξατμισοδιαπνοή και στην αυξημένη ανάκλαση του φωτός στην ατμόσφαιρα κάτω από μικρότερη πυκνότητα βλάστησης. Επιπλέον, η ανάλυση του κύκλου του νερού υπογραμμίζει τη σημασία της διαχείρισης της κάλυψης των δέντρων για τη βελτίωση της ποσότητας των βροχοπτώσεων. Η αγροδασοπονία, επομένως, μπορεί να είναι μία από τις στρατηγικές για την ανακούφιση της ξηρασίας σε ορισμένες άνυδρες περιοχές και την αύξηση της ανθεκτικότητας της κοινότητας στο μεταβαλλόμενο κλίμα.

Η παρακολούθηση του συστήματος αφορά ως επί το πλείστον τη συντήρηση του. Το σιτάρι (*Triticum spp.*) είναι ένα από τα πιο σημαντικά και ευρέως καλλιεργούμενα σιτηρά. Είναι αγρονομικά και διατροφικά το πιο σημαντικό

δημητριακό απαραίτητο για την επισιτιστική ασφάλεια, την ανακούφιση της φτώχειας και τη βελτίωση των μέσων διαβίωσης. Η παγκόσμια έκταση με καλλιέργειες σίτου αντιστοιχεί σε 223,11 εκατομμύρια εκτάρια με παραγωγή 737,83 εκατομμύρια μετρικούς τόνους με μέση παραγωγικότητα 3,39 τόνους/εκτάριο (Mălinaş, 2022).

Η παραγωγή σίτου μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση καλύτερων εισροών, κατάλληλης τεχνολογίας παραγωγής και σωστές πρακτικές άροσης. Η απόδοση της καλλιέργειας επηρεάζεται από αυτές τις εργασίες αγρού λόγω της επίδρασής τους στα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά της διατήρησης του εδάφους και του νερού. Σημαντικοί παράγοντες όπως η άροση του εδάφους και η εφαρμογή οργανικής λίπανσης επηρεάζουν τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους και την απόδοση του σιταριού. Η άροση συμβάλλει έως και 20% μεταξύ όλων των παραγόντων της φυτικής παραγωγής.

Η χρήση εντατικών και περιττών συμβατικών πρακτικών άροσης είναι συχνά επιβλαβής για το έδαφος. Η εντατική άροση οδηγεί σε μια μακρά περίοδο ανάκαμψης, καθυστερώντας συχνά τη σπορά του σιταριού, με απώλεια απόδοσης 15-60 kg Ha⁻¹ ανά ημέρα εάν καθυστερήσει πέρα από τα μέσα Νοεμβρίου. Ως εκ τούτου, επί του παρόντος υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον και έμφαση στη στροφή προς τη μειωμένη και μηδενική άροση για αύξηση της αποδοτικότητας χρήσης νερού και αύξηση της παραγωγής καλλιεργειών.

Το σιτάρι είναι μια εξαντλητική καλλιέργεια για τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους. Η μείωση της οργανικής ύλης του εδάφους και η αύξηση των ελλείψεων σε μικροθρεπτικά συστατικά έχουν θέσει ένα μεγάλο ερωτηματικό στη βιωσιμότητα της παραγωγής σιταριού. Σε μακροοικονομική κλίμακα, η αναλογία 4:2:1 (N: P: K) έχει γίνει γνωστή ως ιδανική αναλογία, και μια απόκλιση στο πρότυπο κατανάλωσης NPK, θα υποδηλώνει μη ισορροπημένη χρήση λιπασμάτων.

Κρίνεται λοιπόν, απαραίτητο κάθε χρόνο να πραγματοποιείται εδαφολογική ανάλυση έτσι ώστε και να παρακολουθείται η αποτύπωση του αγροδασικού συστήματος στην ποιότητα του εδάφους αλλά και να γίνεται όσο το δυνατόν καλύτερη συντήρηση του εδάφους. Καθώς το σιτάρι είναι ετήσια καλλιέργεια είναι επιβεβλημένη η ετήσια εδαφολογική ανάλυση. Η εξάντληση της γονιμότητας του εδάφους είναι ένας σημαντικός περιορισμός για την υψηλότερη παραγωγή. Η

βέλτιστη χρήση λιπασμάτων μαζί με καλές πρακτικές διαχείρισης, όπως το όργωμα και η διαχείριση των υπολειμμάτων είναι το κλειδί για την επίτευξη υψηλότερων και βιώσιμων αποδόσεων των καλλιεργειών. Το άζωτο είναι το πιο περιοριστικό θρεπτικό στοιχείο στα εδάφη λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανική ουσία. Κατά την άρωση, ο ρυθμός ανοργανοποίησης του αζώτου τείνει να είναι χαμηλότερος, καθώς το έδαφος δεν είναι τόσο πολύ διαταραγμένο και τα οργανικά υπολείμματα παραμένουν στην επιφάνεια όπου η αποσύνθεση είναι πιο αργή (Sharma et al., 2023).

Ως εκ τούτου, υπάρχουν συνήθως λιγότερα νιτρικά άλατα στο έδαφος σε μη γονιμοποιημένο έδαφος χωρίς άρωση σε σύγκριση με παρόμοια συμβατικά καλλιεργούμενα εδάφη. Ως εκ τούτου, το άζωτο στα συστήματα τείνει να είναι λιγότερο διαθέσιμο χωρίς όργωμα, τουλάχιστον στα πρώτα έτη. Είναι πιθανό ότι η καθυστέρηση της εφαρμογής αζώτου υπό καθεστώς μη οργώματος να μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή πρώιμων απωλειών N λόγω απονιτροποίησης.

Η ημερομηνία φύτευσης είναι ένα άλλο κρίσιμο σημείο της επιτυχημένης παραγωγής σιταριού. Η πρώιμη ή όψιμη φύτευση μειώνει τη δυνατότητα απόδοσης. Πάντα οι ποικιλίες όψιμης ωρίμανσης φυτεύονται πρώιμα, καθώς αυτές οι ποικιλίες έχουν τις περισσότερες φορές τις μεγαλύτερες απαιτήσεις εαρινοποίησης. Ορισμένες ποικιλίες μέσης ωρίμανσης μπορεί να έχουν επίσης μεγάλες απαιτήσεις εαρινοποίησης, γεγονός που τις καθιστά λιγότερο κατάλληλες για όψιμη φύτευση.

Η απαίτηση εαρινοποίησης ποικίλλει ευρέως ανάλογα με την ποικιλία. Για να εαρινοποιηθεί το σιτάρι, οι θερμοκρασίες πρέπει να είναι χαμηλές και να παραμένουν κρύες για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ελλείψει κρύου καιρού, το σιτάρι βρίσκεται σε αδράνεια μέχρι να συγκεντρωθούν αρκετές μονάδες θερμότητας και οι νύχτες να είναι σύντομες πριν ξεκινήσουν. Αυτή η καθυστέρηση συνήθως έχει ως αποτέλεσμα το σιτάρι να γεμίζει τον κόκκο κατά τη διάρκεια μιας ζεστής και ξηρής περιόδου του έτους, όπως ο Μάιος ή οι αρχές Ιουνίου. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία κατά το γέμισμα των κόκκων, τόσο φτωχότερη είναι η απόδοση και το βάρος.

Λόγω των αναπτυξιακών τους δυνατοτήτων σύντομης περιόδου, οι πρώιμες ποικιλίες μπορεί να εισέλθουν πολύ γρήγορα στη φάση του γεμίσματος και ως εκ τούτου υπόκεινται σε σοβαρό κίνδυνο για ζημιές από ανοιξιάτικους παγετούς.. Στην

πραγματικότητα, ποικιλίες με πολύ σύντομες απαιτήσεις εαρινοποίησης, όπως AGS 2040, Coker 9700 κ.λπ., συχνά έχουν καλύτερη απόδοση όταν φυτεύονται μεταξύ 1ης Δεκεμβρίου και 15ης Δεκεμβρίου. Σε αυτή την περίπτωση, οι προτεινόμενες ημερομηνίες φύτευσης είναι δύο εβδομάδες αργότερα από τις προτεινόμενες ημερομηνίες για τις περισσότερες ποικιλίες.

Τα βέλτιστα ποσοστά σποράς για το σιτάρι μπορεί να ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό λόγω των διαφορών στην ποιότητα των σπόρων, τη γενετική, τις συνθήκες φύτευσης ή τις ημερομηνίες φύτευσης και τις μεθόδους φύτευσης. Η σπορά με βάση τους σπόρους ανά στρέμμα είναι πολύ πιο ακριβής από τη σπορά με βάση το βάρος ανά στρέμμα.

Η αποτελεσματική διαχείριση των ζιζανίων είναι ένα από τα πολλά κρίσιμα συστατικά της επιτυχημένης παραγωγής σιταριού. Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται με το σιτάρι για φως, θρεπτικά συστατικά, νερό και χώρο ενώ συχνά φιλοξενούν επιβλαβή έντομα και ασθένειες. Οι σοβαρές προσβολές ζιζανίων μπορούν ουσιαστικά να εξαλείψουν την παραγωγή σιταριού και/ή την αποδοτικότητα της καλλιέργειας, ενώ παράλληλα δημιουργούν προβλήματα με την αξία των τροφίμων και των ζωοτροφών.

Τα πιο κοινά ζιζάνια που προκαλούν προβλήματα σε καλλιέργειες σιταριού είναι τα *Lolium* spp., *Agrropyron repens*, *Festuca* spp., *Falaris* spp., *Milium vernale*, *Avena fatua* και *Bromus* spp. Αναμένεται βέβαια στον συγκεκριμένο αγρό να μην υπάρξουν προβλήματα με τα ζιζάνια καθώς τα δέντρα σφενταμιού και με τη σκιά της κόμης τους αλλά και της απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων δεν θα επιτρέψουν την παρουσία βλαβερών για την καλλιέργεια του σιταριού ανταγωνιστικών φυτών.

Ένα από τα καλύτερα εργαλεία για την καταστολή των ζιζανίων στο σιτάρι είναι μια υγιής, ζωηρή καλλιέργεια. Οι καλές πρακτικές διαχείρισης των καλλιεργειών που οδηγούν σε ταχεία εγκατάσταση συστάδων σίτου και ανάπτυξη θόλου ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις των ζιζανίων. Οι προτεινόμενες καλλιεργητικές πρακτικές περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- 1) Φύτευση πιστοποιημένων σπόρων (χωρίς σπόρους ζιζανίων)
- 2) Καλή προετοιμασία του σπόρου
- 3) Σωστή γονιμοποίηση
- 4) Σπορά με τον κατάλληλο ρυθμό, βάθος φύτευσης και εποχή του χρόνου

5) Αντιμετώπιση ασθενειών και εντόμων

Σκοπός είναι να μη χρειαστεί να γίνει εφαρμογή κάποιου ζιζανιοκτόνου στο υπό έρευνα αγροδασικό σύστημα. Όσον αφορά τους εντομολογικούς εχθρούς το σιτάρι πρέπει να παρακολουθείται για αφίδες και δευτερεύοντα παράσιτα. Τα έντομα τείνουν να συσσωρεύονται, και έτσι πρέπει να γίνει μια εξέταση ολόκληρου του χωραφιού. Τα χωράφια θα πρέπει να επιθεωρούνται αμέσως μετά τη φύτευση για να επαληθευτεί η έγκαιρη βλάστηση. Εάν η ανάπτυξη είναι κακή, το χωράφι θα πρέπει να ελεγχθεί για έντομα του εδάφους.

Μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, απαιτείται η παρακολούθηση για αφίδες σε 4 κρίσιμες περιόδους: 25 - 45 ημέρες μετά τη φύτευση, τις θερμές περιόδους τον Ιανουάριο, κατά την πλήρη ανάπτυξη της καλλιέργειας στα μέσα Φεβρουαρίου. Επίσης είναι σημαντική η παρακολούθηση για την προνύμφη του δίπτερου *Delia coarcata* (Υλέμυια) που προκαλεί μεγάλες ζημιές στο στέλεχος του σιταριού (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Προνύμφη *Delia coarcata* (Πηγή: AHDB, 2023).

Για να γίνει δειγματοληψία αφίδων την άνοιξη, θα πρέπει να επιθεωρούνται 10 κόκκοι και το φύλλο σημαία ανά δείγμα. Δείγματα φυτών σε 8 έως 16 θέσεις ανά χωράφι.

Η παρακολούθηση του *Acer campestre* είναι αρκετά διαφορετική από αυτή του σιταριού. Η πολυετής αυτή καλλιέργεια έχει το χαρακτηριστικό ενός μη απαιτητικού είδους και για αυτό το λόγο δεν χρειάζονται τόσοι χειρισμοί όπως στο σιτάρι. Παρόλα αυτά οι εδαφολογικές εκτιμήσεις είναι απαραίτητες όπως και στην αροτραία καλλιέργεια. Υπάρχουν λίγα σοβαρά προβλήματα υγείας που επηρεάζουν το πεδινό σφενδάμι. Όπως και άλλα είδη, αυτό το είδος μπορεί να είναι ξενιστής για τον μύκητα *Cryptostroma corticale*, ένα παθογόνο κοινό στη Βόρεια Αμερική και τώρα στην Ευρώπη.

Προσβάλλει κυρίως *Acer pseudoplatanus*, προκαλώντας σοβαρές βλάβες μετά από ζεστά και ξηρά καλοκαίρια. Το πεδινό σφενδάμι και άλλα είδη του γένους *Acer* είναι πολύ ευάλωτα στο *Anoplophora glabripennis* που είναι ένα μεγάλο σκαθάρι που τρυπάει το ξύλο.

4.3 Οικονομική Αποτίμηση

Σε αυτή τη έρευνα προτείνεται η TEV ως πλαίσιο για την εκτίμηση των τιμών του οικοσυστήματος του υπό μελέτη αγροδασικού συστήματος. Οι δύο κατηγορίες τιμών (άμεσες και έμμεσες τιμές) του TEV θα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της συνολικής αποτίμησης του συστήματος στις τοποθεσίες έρευνας. Στον Πίνακα που ακολουθεί (6) αξιολογούνται τα κύρια αγαθά και υπηρεσίες που παρέχονται από το αγροδασικό σύστημα και τα οποία δημιουργούν άμεσες και έμμεσες αξίες χρήσης στις τοπικές κοινωνίες. Οι συμμετέχοντες θα κληθούν να δώσουν βαθμολογίες στα 5 άμεσα οφέλη και στις 4 υπηρεσίες .

Πίνακας 6. Συνολική βαθμολογία και Κατάταξη των τοπικά αντιληπτών TEV του αγροδασικού συστήματος στις τοποθεσίες του έργου.

Κατηγορίες αξιών	Τοποθεσία Έργου	Βαθμοί	Κατάταξη
Εμπορεύσιμες Αξίες			
Καλλιέργειες τροφίμων			
Καυσόξυλα			
Ζωοτροφές			
Παραδοσιακά φάρμακα			
Μη ξυλώδη δασικά προϊόντα			
Μη Εμπορεύσιμες Αξίες			
Βελτίωση και προστασία του περιβάλλοντος			
Βελτίωση εδάφους			
Έλεγχος διάβρωσης			
Αισθητική και αναψυχή			

Η ευρωπαϊκή αγροτική οικονομία βασίζεται στα έσοδα από την πώληση των γεωργικών προϊόντων της και επομένως η επιτυχία της συνδέεται στενά με τις παγκόσμιες τιμές. Η ελάχιστη τιμή στην οποία είναι επικερδής η προμήθεια αυτών των προϊόντων εξαρτάται από το κόστος παραγωγής όπως η εργασία, τα γεωργικά μηχανήματα και τα λιπάσματα, αλλά και άλλες αγροχημικές εισροές. Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή οι δυσλειτουργίες που σχετίζονται με τη γεωργική παραγωγή, όπως η ρύπανση από λιπάσματα, η υποβάθμιση του εδάφους και οι απώλειες σε επίπεδο βιοποικιλότητας, γνωστά και ως *εξωτερικό κόστος*, δεν περιλαμβάνονται στις τιμές που καταβάλλονται για τα γεωργικά προϊόντα και συχνά αντιμετωπίζονται από τρίτους (Zander et al., 2016).

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η Ευρωπαϊκή Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) παρείχε οικονομική υποστήριξη για τη γεωργική παραγωγή και την αγροτική ανάπτυξη. Αν και ένα αυξανόμενο μερίδιο αυτής της οικονομικής χρηματοδότησης συνδέεται με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις στο γεωργικό τομέα (πυλώνας II, πολλαπλή συμμόρφωση), η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα αυτών των χρηματοδοτικών μέσων αμφισβητούνται τακτικά. Ως εκ τούτου, αναμένεται ότι η επόμενη περίοδος χρηματοδότησης (μετά το 2020) θα ενισχύσει περαιτέρω τη σύνδεση μεταξύ της οικονομικής στήριξης και της βελτίωσης του περιβάλλοντος και

της κοινωνικής ευημερίας, καθώς και θα αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή (Pe'er et al., 2017).

Οι αγροδοασικές πρακτικές, που συχνά βασίζονται σε χαμηλότερες αγροχημικές εισροές και υψηλότερες εισροές εργασίας, επισημαίνονται όλο και περισσότερο ως πολλά υποσχόμενα γεωργικά συστήματα για την επίτευξη του στόχου της περιβαλλοντικής και κοινωνικής βελτίωσης και ευνοούν τις υπηρεσίες οικοσυστήματος. Ωστόσο, αυτά τα αγροδοασικά συστήματα είναι συχνά λιγότερο κερδοφόρα από τα συστήματα εντατικής παραγωγής υπό τα τρέχοντα συστήματα επιδοτήσεων και τιμών και αυτό μπορεί να εμποδίσει την υιοθέτησή τους. Ένα αγροδοασικό σύστημα λοιπόν, μπορεί να παρέχει ποικίλες περιβαλλοντικές λειτουργίες, όπως τον έλεγχο του επιπέδου διάβρωσης του εδάφους, τη μειωμένη απώλεια θρεπτικών ουσιών και την αποθήκευση άνθρακα και επομένως θα πρέπει και αυτές οι παράμετροι να εκτιμώνται από τους αγρότες (Rois-Díaz et al., 2018).

Προτείνεται ένας στόχος με αρκετά υψηλή απόδοση για επισιτιστική ασφάλεια, με μέγιστα συν-οφέλη. Αναγνωρίζεται ότι η επίτευξη μέγιστης απόδοσης (και όχι η επίτευξη επαρκούς απόδοσης για την κάλυψη της ζήτησης) ήταν συχνά ένας οικονομικός στόχος και ότι η συμβατική γεωργία μπορεί συχνά να είναι ισχυρότερος υποψήφιος για την επίτευξη αυτού. Ωστόσο, ανεξάρτητα από το αν ο σκοπός είναι η επαρκή ή μέγιστη απόδοση, είναι σημαντικό οποιοσδήποτε υπολογισμός αντισταθμίσεων πολλαπλών στόχων να λαμβάνει υπόψη το ιστορικό πλαίσιο και τις δυνατότητες, αντί να περιορίζεται σε ένα στιγμιότυπο της σημερινής ημέρας. Η συμβατική γεωργία δεν ήταν πάντα τόσο παραγωγική, αλλά έγινε λόγω μισού αιώνα εντατικών επενδύσεων και έρευνας και τα αυξανόμενα κέρδη της απόδοσης επιβραδύνθηκαν σε σύγκριση με προηγούμενα στάδια ανάπτυξης (Harvey, 2011).

Επιπλέον, δισεκατομμύρια δολάρια δαπανώνται ακόμα στη βελτίωση κακών περιβαλλοντικών επιδόσεων της συμβατικής γεωργίας, με περιορισμένη επιτυχία. Συγκριτικά, οι επενδύσεις σε αγροδοασικά συστήματα ήταν κατά μια τάξη μεγέθους μικρότερες. Το συμπέρασμα είναι ότι εάν γίνονταν μεγαλύτερες επενδύσεις σε λιγότερο ανεπτυγμένες προσεγγίσεις, όπως η αγροδοασοπονία, η απόδοση θα μπορούσε να αυξηθεί σημαντικά, μειώνοντας σημαντικά ή ακόμη και αντιστρέφοντας κάθε τρέχουσα διαφορά απόδοσης με τη συμβατική γεωργία και συνεπώς αλλάζοντας τους υπολογισμούς αντιστάθμισης.

Η οικονομική αποτίμηση θεωρείται ως ένα αναλυτικό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων που αποσκοπεί στη σύγκριση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων ορισμένων σεναρίων. Μπορεί να παρέχει στους λήπτες αποφάσεων χρήσιμες πληροφορίες για να αποφασίσουν μεταξύ εναλλακτικών ή προτιμώμενων συνδυασμών πιθανών παρεμβάσεων. Η οικονομική αποτίμηση παρέχει ένα μέσο για τη μέτρηση και τη σύγκριση των διαφόρων πλεονεκτημάτων των οικοσυστημάτων και μπορεί να είναι ένα ισχυρό εργαλείο για να βοηθήσει και να βελτιώσει τη συνετή χρήση και διαχείρισή τους. Προσπαθεί να αποδώσει ποσοτικές αξίες στα αγαθά και τις υπηρεσίες που παρέχονται από περιβαλλοντικούς πόρους, ανεξάρτητα από το αν οι τιμές της αγοράς είναι διαθέσιμες ή όχι. Η σημαντικότερη πρόκληση που αντιμετωπίζουν σήμερα οι αναπτυσσόμενες χώρες είναι ο τρόπος προώθησης γεωργικών πρακτικών που παρέχουν απαραίτητα αγαθά και υπηρεσίες διατηρώντας παράλληλα το φυσικό κεφάλαιο.

Κατά τον σχεδιασμό κατάλληλων πολιτικών και στρατηγικών που ενθαρρύνουν τις βιώσιμες χρήσεις γης, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί η οικονομική αξία των περιβαλλοντικών υπηρεσιών και των μειονεκτημάτων που δημιουργούνται από εναλλακτικές γεωργικές πρακτικές. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής συχνά δεν αντιλαμβάνονται και δεν εκτιμούν αυτές τις υπηρεσίες λόγω της έλλειψης πληροφοριών σχετικά με τις τιμές της αγοράς που αντικατοπτρίζουν τη νομισματική αξία που παρέχουν. Η αποτυχία αναγνώρισης της αξίας χρήσης και μη χρήσης περιβαλλοντικών υπηρεσιών που παρέχονται από διαφορετικά συστήματα χρήσης γης, όπως η διατήρηση του εδάφους, η δέσμευση άνθρακα και η προστασία της βιοποικιλότητας, συχνά ενθαρρύνει την εφαρμογή πολιτικών που δεν διαθέτουν κίνητρα για βιώσιμες γεωργικές πρακτικές.

Η έννοια των υπηρεσιών οικοσυστήματος έχει γίνει ένα σημαντικό μοντέλο για τη σύνδεση της λειτουργίας των οικοσυστημάτων με την ανθρώπινη ευημερία. Γενικά, οι υπηρεσίες οικοσυστήματος είναι τα οφέλη που αποκομίζουν οι άνθρωποι από τα οικοσυστήματα. Αυτά τα οφέλη μπορεί να είναι άμεσα ή έμμεσα, απτά ή άυλα και μπορούν να παρέχονται τοπικά ή/και σε ευρύτερες κλίμακες. Ωστόσο, οι υπηρεσίες οικοσυστήματος μπορούν να οριστούν με διάφορους τρόπους ανάλογα με την κλίμακα και την προοπτική. Επίσης, μπορούν να εντοπιστούν ή να είναι

διάσπαρτα και είναι ζωτικής σημασίας για τις μελλοντικές γενιές, καθιστώντας τη μέτρηση ιδιαίτερα δύσκολη.

Ένας σημαντικός στόχος του Millennium Ecosystem Assessment (MEA) είναι να αναλύσει και να ποσοτικοποιήσει όσο το δυνατόν περισσότερο τη σημασία των οικοσυστημάτων για την ανθρώπινη ευημερία προκειμένου να ληφθούν καλύτερες αποφάσεις σχετικά με τη βιώσιμη χρήση και διαχείριση των υπηρεσιών οικοσυστήματος.

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία οι λειτουργίες και οι υπηρεσίες του οικοσυστήματος μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερις κύριες κατηγορίες:

- 1) Οι λειτουργίες παραγωγής (ή οι υπηρεσίες παροχής) αποτελούνται από τις διαδικασίες που συνδυάζουν και αλλάζουν οργανικές και ανόργανες ουσίες μέσω πρωτογενών και δευτερογενών παραγωγή σε αγαθά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα από την ανθρωπότητα
- 2) Οι λειτουργίες ρύθμισης (ή ρυθμιστικές υπηρεσίες) σχετίζονται με την ικανότητα των φυσικών και ημιφυσικών οικοσυστημάτων να ρυθμίζουν βασικές οικολογικές διεργασίες και συστήματα υποστήριξης της ζωής μέσω βιογεωχημικών κύκλων και άλλων διεργασιών της βιόσφαιρας. Εκτός από τη διατήρηση της υγείας του οικοσυστήματος (και της βιόσφαιρας), παρέχουν πολλές υπηρεσίες με άμεσα και έμμεσα οφέλη για τον άνθρωπο, όπως καθαρό αέρα, νερό και έδαφος, ρύθμιση θρεπτικών ουσιών, πρόληψη διαταραχών, βιολογικό έλεγχο και επικοινωνία.
- 3) Λειτουργίες πληροφόρησης (ή πολιτιστικές υπηρεσίες) είναι εκείνες οι υπηρεσίες που συμβάλλουν στην ανθρώπινη ψυχική ευημερία. Οι κύριες κατηγορίες πολιτιστικών υπηρεσιών που σχετίζονται με τα δάση είναι η αισθητική και ψυχαγωγική χρήση, οι πνευματικές και θρησκευτικές υπηρεσίες και η σημασία για την πολιτιστική κληρονομιά
- 4) Οι λειτουργίες του οικοτόπου (ή οι υποστηρικτικές υπηρεσίες) σχετίζονται με τη σημασία των οικοσυστημάτων για την παροχή ενδιαιτημάτων για διάφορα στάδια του κύκλου ζωής άγριων φυτών και ζώων, τα οποία, με τη σειρά τους, διατηρούν τη βιολογική και γενετική ποικιλότητα και τις εξελικτικές διαδικασίες (Mercer, 2014).

Η αποτίμηση των υπηρεσιών οικοσυστήματος έχει λάβει αυξανόμενη προσοχή από διάφορους τομείς της κοινωνίας ως τρόπος παροχής πιο συγκεκριμένων δεδομένων σχετικά με την αξία και τη σημασία της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων στους πληθυσμούς. Η ποσοτικοποίηση των οικονομικών αξιών μπορεί, και παρέχει τακτικά, χρήσιμες πληροφορίες για δημόσιες αποφάσεις, ειδικά όταν αναγνωρίζονται οι περιορισμοί καθώς και τα δυνατά σημεία των αξιών. Η ακριβής εκτίμηση των τιμών των υπηρεσιών του οικοσυστήματος επιτρέπει την ενσωμάτωση μη ποσοτικοποιημένων κατά τα άλλα αξιών σε κυρίαρχα πλαίσια λήψης αποφάσεων, όπως ανάλυση κόστους οφέλους, εκτιμήσεις οικονομικών επιπτώσεων και δηλώσεις ρυθμιστικών επιπτώσεων, μαζί με πιο εύκολα ποσοτικοποιημένα οικονομικά κόστη και οφέλη. Αυτό μπορεί να ενημερώσει καλύτερα τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων σχετικά με το πραγματικό κόστος και τα οφέλη που συνδέονται με τους περιβαλλοντικούς πόρους, αυξάνοντας την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των αποφάσεων σχετικά με την προστασία τους ή με άλλο τρόπο.

Για την ανάλυση της οικονομικής αξίας και την ποσοτικοποίηση της χρηστικής αξίας των οικοσυστημάτων, η έννοια της *Συνολικής Οικονομικής Αξίας* (Total Economic Value -TEV) έχει γίνει ένα πλαίσιο που χρησιμοποιείται ευρέως . Αυτό το πλαίσιο κανονικά διαχωρίζει τη TEV σε δύο κατηγορίες: *τιμές χρήσης* και *τιμές μη χρήσης*.

Οι τιμές χρήσης περιλαμβάνουν τρία στοιχεία:

- άμεση χρήση
- έμμεση χρήση
- τιμές επιλογής

Είναι επίσης γνωστή ως καταναλωτική ή δομική αξία χρήσης και προέρχεται κυρίως από αγαθά που μπορούν να εξαχθούν ή να καταναλωθούν άμεσα. Η έμμεση αξία χρήσης είναι επίσης γνωστή ως μη εξαγωγική αξία χρήσης ή λειτουργική αξία και προέρχεται κυρίως από τις υπηρεσίες που παρέχονται από το περιβάλλον. Η τιμή επιλογής είναι η αξία που αποδίδεται στη διατήρηση της επιλογής για να εκμεταλλευτεί κάποιος την αξία χρήσης κάποιου σε μεταγενέστερο χρόνο. Ορισμένοι συγγραφείς διακρίνουν επίσης την οιονεί αξία επιλογής, η οποία προέρχεται από την πιθανότητα ότι, παρόλο που κάτι φαίνεται ασήμαντο τώρα, οι πληροφορίες που θα

λάβει η κοινωνία αργότερα μπορεί να οδηγήσουν σε επαναξιολόγηση της αξίας (Tahir, 2015).

Οι αξίες μη χρήσης, όπως δηλώνει το όνομα, προέρχονται από οφέλη που μπορεί να παρέχει το περιβάλλον όταν δεν χρησιμοποιείται με οποιονδήποτε τρόπο. Σε πολλές περιπτώσεις, το πιο σημαντικό όφελος αυτού του είδους είναι η αξία ύπαρξης, την αξία που αντλούν οι άνθρωποι από τη γνώση ότι κάτι υπάρχει ακόμα κι αν δεν σχεδιάζουν ποτέ να το χρησιμοποιήσουν.

Η εκτίμηση των οικονομικών αξιών του αγροδοασικού συστήματος αποτελεί πρόκληση. Τα συστήματα παρέχουν τιμές χρήσης και μη χρήσης, οι τελευταίες ωστόσο είναι δύσκολο να μετρηθούν ποσοτικά λόγω της μεγαλύτερης αβεβαιότητας που συνδέονται με αυτά. Θεωρώντας το ως ένα οικοσύστημα που παρέχει εμπορεύσιμα και μη εμπορεύσιμα αγαθά και υπηρεσίες, τη TEV μπορεί να θεωρηθεί ως το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πλαίσιο για τον προσδιορισμό και την ποσοτικοποίηση της συμβολής και των αξιών των υπηρεσιών οικοσυστήματος στην ανθρώπινη ευημερία.

Πίνακας 7. Ανάλυση της αποδοτικότητας της διαχείρισης της εκμετάλλευσης

	Αγροτών με συμβατικές καλλιέργειες	Αγροτών με αγροδοασικά συστήματα
Αγροτικό Εισόδημα		
Απόδοση Επένδυσης		
LER		

Ένα άλλο οικονομικό εργαλείο στην αγροδοασοπονία είναι η ανάλυση της αποδοτικότητας της διαχείρισης της εκμετάλλευσης, χρειάζεται την ανάλυση δύο παραμέτρων :

1. Αγροτικό εισόδημα/συγκριτική ανάλυση
2. Ανάλυση απόδοσης επένδυσης που περιλαμβάνει ανάλυση κόστους-οφέλους
3. LER (Mukhlis, 2022).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενσωμάτωση πολυετών ειδών στο γεωργικό τοπίο παρέχει καλά τεκμηριωμένα οφέλη, όπως διαφοροποίηση καλλιεργειών και προϊόντων, βελτιωμένη υγεία του εδάφους, αυξημένη ποιότητα νερού, δημιουργία ενδιαιτημάτων άγριας ζωής και βελτιωμένη ανθεκτικότητα του τοπίου. Παρά αυτά τα πλεονεκτήματα, η υιοθέτηση πρακτικών αγροδοασπονίας παρέμεινε χαμηλή.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η μεγάλη κλίμακας εγκατάλειψη της υπαίθρου και η μετακίνηση ανθρώπων σε μεγάλες πόλεις έχει γίνει ένα φαινόμενο που χαρακτηρίζει πολλές μεσογειακές χώρες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της εύφλεκτης βιομάζας στα δάση που μπορεί στη συνέχεια να αναφλεγεί εύκολα από ανθρώπινες δραστηριότητες και μερικές φορές από φυσικά γεγονότα όπως οι καταιγίδες.

Στην παρούσα έρευνα, δύο αγροδοασικά συστήματα εγκαταστάθηκαν στην περιοχή της Β. Εύβοιας ύστερα από την καταστροφική πυρκαγιά του 2021 στους δήμους Ιστιαίας-Αιδηψού και Μαντουδίου-Λίμνης-Αγ. Άννας, αντίστοιχα. Τα φυτικά είδη που επιλέχθηκαν ήταν το *Triticum spp.* και *Acer campestre* σε συστήματα αλέας. Ο στόχος της παρούσας έρευνας ήταν να καταδείξει ένα πρωτόκολλο παρακολούθησης των αγροδοασικών αυτών συστημάτων έτσι ώστε οι αρμόδιοι φορείς να είναι έτοιμοι να αξιολογήσουν την κοινωνική, οικονομική αλλά και περιβαντολογική αποτύπωση των συστημάτων στην τοπική κοινωνία.

Για την κοινωνική αξιολόγηση των συστημάτων εκπονήθηκε ένα ερωτηματολόγιο 14 ερωτήσεων. Για την οικονομική αξιολόγηση προτείνεται να ακολουθηθεί η διαδικασία υπολογισμού της TEV για 5 άμεσα οφέλη και σε 4 υπηρεσίες. Εν κατακλείδι, για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα το πλάνο που προτείνεται ενσωματώνει και τη συντήρηση του συστήματος αλλά και την οικολογική αξιολόγησή του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αγροδοασπονία παρέχει τεκμηριωμένα οφέλη σε κοινωνικό , οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Στην παρούσα έρευνα, δύο αγροδοασικά συστήματα εγκαταστάθηκαν στην περιοχή της Β. Εύβοιας ύστερα από την καταστροφική πυρκαγιά του 2021 στους δήμους Ιστιαίας-Αιδηψού και Μαντουδίου-Λίμνης-Αγ. Άννας, αντίστοιχα. Συνεντεύξεις με τοπικούς παράγοντες, συζητήσεις με υπάλληλους σε δημόσιες υπηρεσίες , αγρότες, πληγέντες από την πυρκαγιά και απλούς πολίτες και εδαφική ανάλυση εφαρμόστηκαν για την κατανόηση του υπόβαθρου της περιοχής σχετικά με τη δημιουργία του πρωτοκόλλου παρακολούθησης για την κοινωνικοοικονομική κατάσταση, τους διάφορους συνδυασμούς καλλιεργειών και τα οικονομικά των αγροδοασικών συστημάτων που εγκαταστάθηκαν στους πειραματικούς αγρούς. Με το πρωτόκολλο παρακολούθησης οι αρμόδιοι φορείς αλλά και οι ωφελούμενοι θα μπορούν να έχουν μία σταθερή κλίμακα μέτρησης της αποτύπωσης των εγκατεστημένων αγροδοασικών συστημάτων σε τρεις πυλώνες, τον κοινωνικό, τον οικονομικό και τον περιβαλλοντικό.

ABSTRACT

Agroforestry provides documented social, economic and environmental benefits. In the present research, two agroforestry systems were established in the area of N. Evia after the catastrophic fire of 2021 in the municipalities of Istiaia-Edipsos and Mantoudi-Limni-Ag. Annas, respectively. Interviews with local actors, discussions with public service employees, farmers, fire-affected and ordinary citizens and soil sampling were implemented to understand the background of the area regarding the creation of the monitoring protocol for socio-economic status, different crop combinations and the economics of the agroforestry systems established in the experimental fields. With the monitoring protocol, the competent bodies as well as the beneficiaries will be able to have a stable measurement scale of the footprint of the installed agroforestry systems in three pillars, the social, the economic and the environmental.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aertsens, J., De Nocker, L., & Gobin, A. (2013). Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. *Land Use Policy*, 31, 584-594.

AFBI (2019).: Agroforestry takes root in Northern Ireland. (2019). Retrieved 10 February 2023, from <https://www.afbini.gov.uk/news/agroforestry-takes-root-northern-ireland>

AHDB. (2023).:How to identify wheat bulb fly in cereals | Retrieved 09 February 2023, from <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/how-to-identify-wheat-bulb-fly-in-cereals>

Ajayi, O. C., Akinnifesi, F. K., Sileshi, G., & Kanjipite, W. (2009). Labour inputs and financial profitability of conventional and agroforestry-based soil fertility management practices in Zambia. *Agrekon*, 48(3), 276-292.

Alavalapati, J. R., Mercer, D. E., Mudhara, M., & Hildebrand, P. E. (2005). Assessment of constraints to the adoption of improved fallows in Zimbabwe using linear programming models. *Valuing agroforestry systems: Methods and applications*, 201-218.

Alavalapati, J. R., Shrestha, R. K., Stainback, G. A., & Matta, J. R. (2004). Agroforestry development: An environmental economic perspective. In *New Vistas in Agroforestry: A Compendium for 1st World Congress of Agroforestry, 2004* (pp. 299-310). Springer Netherlands.

Alavalapati, J., Nair, P. K. R., & Barkin, D. (2001). Socioeconomic and institutional perspectives of agroforestry. *World forests, markets and policies*, 71-83.

Barrios, E., Sileshi, G. W., Shepherd, K., & Sinclair, F. (2012). Agroforestry and soil health: linking trees, soil biota and ecosystem services. *Soil ecology and ecosystem services*, 14, 315-330.

Bayala, J.; Prieto, I. Water acquisition, sharing and redistribution by roots: Applications to agroforestry systems. *Plant Soil* 2020, 453, 17–28

Bayala, J.; Prieto, I. Water acquisition, sharing and redistribution by roots: Applications to agroforestry systems. *Plant Soil* **2020**, 453, 17–28.

Boeckmann, S. P. (2011). *Iolster. 2010. Agroforestry in Africa: Exploring the Lack of Widespread Implementation and the Potential for Expansion. Taungya: forest plantations with agriculture in southeast Asia. The United Kingdom: CAB International.*

Cassamo, C. T., Draper, D., Romeiras, M. M., Marques, I., Chiulele, R., Rodrigues, M.,... & Ramalho, J. C. (2023). Impact of climate changes in the suitable areas for *Coffea arabica* L. production in Mozambique: Agroforestry as an alternative management system to strengthen crop sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 346, 108341.

Castle, S. E., Miller, D. C., Ordonez, P. J., Baylis, K., & Hughes, K. (2021). The impacts of agroforestry interventions on agricultural productivity, ecosystem services, and human well-being in low-and middle-income countries: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 17(2), e1167.

Durand-Bessart, C. D. (2022). *Mutualistic tree-frugivore interactions in Afrotropical forests: from local ecological knowledge to the identification of network interaction patterns* (Doctoral dissertation, Université Bourgogne Franche-Comté).

Durand-Bessart, C.; Tixier, P.; Quinteros, A.; Andreotti, F.; Rapidel, B.; Tauvel, C.; Allinne, C. Analysis of interactions amongst shade trees, coffee foliar diseases and coffee yield in multistrata agroforestry systems. *Crop. Prot.* 2020, 133, 105137.

El Tahir, B. A., & Vishwanath, A. (2015). Estimation of economic value of agroforestry systems at the local scale in Eastern Sudan. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 3(09), 38.

FAO and Plan Bleu (2018) State of mediterranean forests 2018. Marseille

Ferguson, R. S., & Lovell, S. T. (2015). Grassroots engagement with transition to sustainability: diversity and modes of participation in the international permaculture movement. *Ecology and Society*, 20(4).

Ford, M. M., Zamora, D. S., Current, D., Magner, J., Wyatt, G., Walter, W. D., & Vaughan, S. (2019). Impact of managed woodland grazing on forage quantity, quality and livestock performance: the potential for silvopasture in Central Minnesota, USA. *Agroforestry systems*, 93, 67-79.

Gao, L., Xu, H., Bi, H., Xi, W., Bao, B., Wang, X.,... & Chang, Y. (2013). Intercropping competition between apple trees and crops in agroforestry systems on the Loess Plateau of China. *PLoS One*, 8(7), e70739.

Gao, L., Xu, H., Bi, H., Xi, W., Bao, B., Wang, X.,... & Chang, Y. (2013). Intercropping competition between apple trees and crops in agroforestry systems on the Loess Plateau of China. *PLoS One*, 8(7), e70739.

Gemitzi, A., & Koutsias, N. (2022). A Google Earth Engine code to estimate properties of vegetation phenology in fire affected areas—A case study in North Evia wildfire event on August 2021. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 26, 100720.

Ghaley, B. B., Sandhu, H. S., & Porter, J. R. (2015). Relationship between C: N/C: O stoichiometry and ecosystem services in managed production systems. *PLoS One*, 10(4), e0123869.

Glover, E. K., Ahmed, H. B., & Glover, M. K. (2013). Analysis of socio-economic conditions influencing adoption of agroforestry practices. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 3(4), 178-184.

Handa, A. K., Dev, I., Rizvi, R. H., Kumar, N., Ram, A., Kumar, D.,... & Rizvi, J. (2019). Successful Agroforestry Models for Different Agro-Ecological Regions in India.

Harvey, M., & Pilgrim, S. (2011). The new competition for land: Food, energy, and climate change. *Food policy*, 36, S40-S51.

Hussain, Z., Rasheed, F., Tanvir, M. A., Zafar, Z., Rafay, M., Mohsin, M.,... & Ruffner, C. (2021). Increased antioxidative enzyme activity mediates the phytoaccumulation potential of Pb in four agroforestry tree species: A case study under municipal and industrial wastewater irrigation. *International Journal of Phytoremediation*, 23(7), 704-714.

Ickowitz, A.; Rowland, D.; Powell, B.; Salim, M.A.; Sunderland, T. Forests, Trees, and Micronutrient-Rich Food Consumption in Indonesia. *PLoS ONE* 2016, 11, e0154139.

Irshad, M., Khan, A., Inoue, M., Ashraf, M., & Sher, H. (2011). Identifying factors affecting agroforestry system in Swat, Pakistan. *African Journal of Agricultural Research*, 6(11), 2586-2593.

Kay, S., Graves, A., Palma, J. H., Moreno, G., Roces-Díaz, J. V., Aviron, S.,... & Herzog, F. (2019). Agroforestry is paying off—Economic evaluation of ecosystem services in European landscapes with and without agroforestry systems. *Ecosystem services*, 36, 100896.

Kyriakopoulos, G. L., Sebos, I., Triantafyllou, E., Stamopoulos, D., & Dimas, P. (2023). Benefits and Synergies in Addressing Climate Change via the Implementation of the Common Agricultural Policy in Greece. *Applied Sciences*, 13(4), 2216.

- Lovell, S. T., Dupraz, C., Gold, M., Jose, S., Revord, R., Stanek, E., & Wolz, K. J. (2018). Temperate agroforestry research: considering multifunctional woody polycultures and the design of long-term field trials. *Agroforestry Systems*, 92, 1397-1415.
- Low, G., Dalhaus, T., & Meuwissen, M. P. (2023). Mixed farming and agroforestry systems: A systematic review on value chain implications. *Agricultural Systems*, 206, 103606.
- Maas, B., Karp, D. S., Bumrungsri, S., Darras, K., Gonthier, D., Huang, J. C. C.,... & Williams-Guillén, K. (2016). Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews*, 91(4), 1081-1101.
- Mălinaş, A., Vidican, R., Rotar, I., Mălinaş, C., Moldovan, C. M., & Proorocu, M. (2022). Current status and future prospective for nitrogen use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plants*, 11(2), 217.
- Manos, B., Bournaris, T., & Chatzinikolaou, P. (2011). Impact assessment of CAP policies on social sustainability in rural areas: an application in Northern Greece. *Operational Research*, 11, 77-92.
- Marsden, C., Martin-Chave, A., Cortet, J., Hedde, M., & Capowiez, Y. (2020). How agroforestry systems influence soil fauna and their functions-a review. *Plant and Soil*, 453, 29-44.
- McGinty, M. M., Swisher, M. E., & Alavalapati, J. (2008). Agroforestry adoption and maintenance: self-efficacy, attitudes and socio-economic factors. *Agroforestry systems*, 73, 99-108.
- Mercer, D. E., Frey, G. E., & Cabbage, F. W. (2014). Economics of agroforestry. In *Handbook of forest resource economics* (pp. 204-225). Routledge.
- Montagnini, F. (2017). Introduction: challenges for agroforestry in the new millennium. *Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty*, 3-10.
- Mosquera-Losada, M. R., Moreno, G., Pardini, A., McAdam, J. H., Papanastasis, V., Burgess, P. J.,... & Rigueiro-Rodríguez, A. (2012). Past, present and future of agroforestry systems in Europe. *Agroforestry-the future of global land use*, 285-312.
- Mosquera-Losada, M. R., Santiago-Freijanes, J. J., Rois-Díaz, M., Moreno, G., den Herder, M., Aldrey-Vázquez, J. A.,... & Rigueiro-Rodríguez, A. (2018). Agroforestry in

Europe: A land management policy tool to combat climate change. *Land use policy*, 78, 603-613.

Mukhlis, I., Rizaludin, M. S., & Hidayah, I. (2022). Understanding socio-economic and environmental impacts of agroforestry on rural communities. *Forests*, 13(4), 556.

Nair, P. R. (2011). Agroforestry systems and environmental quality: introduction. *Journal of environmental quality*, 40(3), 784-790.

Nerlich, K., Graeff-Hönninger, S., & Claupein, W. (2013). Agroforestry in Europe: a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany.

Ollinaho, O.I.; Kröger, M. Agroforestry transitions: The good, the bad and the ugly. J. Rural Stud. 2021, 82, 210–221.

Pandey, D. N. (2007). Multifunctional agroforestry systems in India. *Current science*, 455-463.

Papanastasis, V. P. (2004). Traditional vs contemporary management of Mediterranean vegetation: the case of the island of Crete. *Journal of Biological Research*, 1, 39-46.

Pardon, P., Reubens, B., Reheul, D., Mertens, J., De Frenne, P., Coussement, T.,... & Verheyen, K. (2017). Trees increase soil organic carbon and nutrient availability in temperate agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 247, 98-111.

Pe'Er, G., Zinngrebe, Y., Hauck, J., Schindler, S., Dittrich, A., Zingg, S.,... & Lakner, S. (2017). Adding some green to the greening: Improving the EU's Ecological Focus Areas for biodiversity and farmers. *Conservation letters*, 10(5), 517-530.

Pumariño, L., Sileshi, G. W., Gripenberg, S., Kaartinen, R., Barrios, E., Muchane, M. N.,... & Jonsson, M. (2015). Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: A meta-analysis. *Basic and Applied Ecology*, 16(7), 573-582.

Ravi, P., Barrios, E., Bayala, J., Diby, L., Donovan, J., Gyau, A.,... & Xu, J. (2015). Agroforestry: realizing the promise of an agroecological approach. In *Agroecology for food security and nutrition, proceedings of the FAO international symposium, 18-19 September 2014, Rome, Italy* (pp. 201-224). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Reimer AP, Thompson AW, Prokopy LS (2012) The multi-dimensional nature of environmental attitudes among farmers in Indiana: implications for conservation adoption. *Agric Hum Values* 29:29–40

Reynolds, P. E., Simpson, J. A., Thevathasan, N. V., & Gordon, A. M. (2007). Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. *Ecological engineering*, 29(4), 362-371.

Reynolds, P.E.; Simpson, J.A.; Thevathasan, N.V.; Gordon, A.M. Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. Ecol. Eng. 2007, 29, 3

Rintoul, N. L. (2016). Arbuscular mycorrhizal associations in plant nutrition and health. *CABI Reviews*, (2016), 1-16.

Roesch-McNally, G. E., Basche, A., & Schewe, R. (2018). Climate change challenges require collaborative research to drive agrifood system transformation. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 33(3), 195-196.

Roikwanphut Mungmachon, M. Knowledge and Local Wisdom: Community Treasure. Int. J. Humanit. Soc. Sci. 2012, 2, 174–181.

Rois-Díaz, M., Lovric, N., Lovric, M., Ferreiro-Domínguez, N., Mosquera-Losada, M. R., Den Herder, M.,... & Burgess, P. (2018). Farmers' reasoning behind the uptake of agroforestry practices: evidence from multiple case-studies across Europe. *Agroforestry Systems*, 92, 811-828.

Rolo, V., Roces-Diaz, J. V., Torralba, M., Kay, S., Fagerholm, N., Aviron, S.,... & Moreno, G. (2021). Mixtures of forest and agroforestry alleviate trade-offs between ecosystem services in European rural landscapes. *Ecosystem Services*, 50, 101318.

Roshetko, J. M., Rohadi, D., Perdana, A., Sabastian, G., Nuryartono, N., Pramono, A. A.,... & Kusumowardhani, N. (2013). Teak agroforestry systems for livelihood enhancement, industrial timber production, and environmental rehabilitation. *Forests, Trees and Livelihoods*, 22(4), 241-256.

Roshetko, J.M.; Rohadi, D.; Perdana, A.; Sabastian, G.; Nuryartono, N.; Pramono, A.A.; Widayani, N.; Manalu, P.; Fauzi, M.A.; Sumardamto, P.; et al. Teak agroforestry systems

for livelihood enhancement, industrial timber production, and environmental rehabilitation. *For. Trees Livelihoods* 2013, 22, 241–256.

Santiago-Freijanes, J. J., Pisanelli, A., Rois-Díaz, M., Aldrey-Vázquez, J. A., Rigueiro-Rodríguez, A., Pantera, A.,... & Mosquera-Losada, M. R. (2018). Agroforestry development in Europe: Policy issues. *Land use policy*, 76, 144-156.

Santiago-Freijanes, J. J., Pisanelli, A., Rois-Díaz, M., Aldrey-Vázquez, J. A., Rigueiro-Rodríguez, A., Pantera, A.,... & Mosquera-Losada, M. R. (2018). Agroforestry development in Europe: Policy issues. *Land use policy*, 76, 144-156.

Sereke, F., Graves, A. R., Dux, D., Palma, J. H., & Herzog, F. (2015). Innovative agroecosystem goods and services: key profitability drivers in Swiss agroforestry. *Agronomy for sustainable development*, 35, 759-770.

Sharma, V., Jahan, K., Kumar, P., Puri, A., Sharma, V. K., Mishra, A.,... & Roy, J. (2023). Mechanistic insights into granule-bound starch synthase I (GBSSI. L539P) allele in high amylose starch biosynthesis in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Functional & Integrative Genomics*, 23(1), 20.

Stephen Greer, (2020) Agroforestry: Working Toward Diverse Intercropping | Beef Cattle, Dairy, Field Crops, Forage & Pasture, Forestry, Horse, Livestock, Sheep. <https://nwdistrict.ifas.ufl.edu/phag/2020/04/17/agroforestry-working-toward-diverse-intercropping/>

Thangata, P. H., & Alavalapati, J. R. (2003). Agroforestry adoption in southern Malawi: the case of mixed intercropping of *Gliricidia sepium* and maize. *Agricultural systems*, 78(1), 57-71.

Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P. J., Moreno, G., & Plieninger, T. (2016). Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, ecosystems & environment*, 230, 150-161.

Wagg, C.; Bender, S.F.; Widmer, F.; Van Der Heijden, M.G.A. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2014, 111, 5266–5270.

Wang, W., Mishra, S., & Yang, X. (2023). Seasonal difference in soil health indicators mediating multidiversity-multifunctionality relationship depends on body size of soil organisms: Evidence from rubber plantation agroforestry system. *Soil Biology and Biochemistry*, 108968.

Wilson, M. H., & Lovell, S. T. (2016). Agroforestry—The next step in sustainable and resilient agriculture. *Sustainability*, 8(6), 574.

Zafeiriou, E., Chatzissavvidis, C., Antonopoulou, C., & Arabatzis, G. (2022). Sweet chestnut and agricultural development: a farmers' perspective for Northern Greece. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(2), 199-215.

Zander, P., Amjath-Babu, T. S., Preissel, S., Reckling, M., Bues, A., Schläfke, N.,... & Watson, C. (2016). Grain legume decline and potential recovery in European agriculture: a review. *Agronomy for sustainable development*, 36, 1-20.

Zhang, P. (1999). The impact of nutrient inputs from stemflow, throughfall, and litterfall in a tree-based temperate intercropping system, southern Ontario, Canada (Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis. Department of Environmental Biology, University of Guelph).

Zhou, J., Shao, G., Kumar, A., Shi, L., Kuzyakov, Y., & Pausch, J. (2022). Carbon fluxes within tree-crop-grass agroforestry system: ¹³C field labeling and tracing. *Biology and Fertility of Soils*, 58(7), 733-743.

Γ.Πετράκος, Ε. Φρέγκογλου, Χ. Χιώτης, Ε. Αγγέλη, Ν. Στακιάς, Η. Χάντζος, Μ. Σοφικίτου, Μ. Κουρασάνη, Η. Βαλεντής, Φ. Μακαντάση. (2023). Μελέτη για το ανθρώπινο δυναμικό της Βόρειας Εύβοιας Retrieved 8 February 2023, from https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2022/12/human_capital_voreia_evoia.pdf