



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΜΗΜΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ *ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ*
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟ-ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΟΡΙΑΚΗ ΓΗ:

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ SWITCHGRASS.

Δημήτριος Ν. Παπαδάκος

Κλωνάρης Ευστάθιος, Αν. Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Αθήνα, Μάρτιος, 2019



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΜΗΜΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ *ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ*
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟ-ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΟΡΙΑΚΗ ΓΗ:

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ SWITCHGRASS.

COSTING AND VALUATION OF AN ENERGY CROP FOR BIOMASS
AND BIOPRODUCTS PRODUCTION IN CREEK MARGINAL LAND:

THE SWITCHGRASS CASE.

Δημήτριος Ν. Παπαδάκος

Κλωνάρης Ευστάθιος, Αν. Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Αθήνα, Μάρτιος, 2019

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟ-ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΟΡΙΑΚΗ ΓΗ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ SWITCHGRASS.**

Δημήτριος Ν. Παπαδάκος

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Κλωνάρης Ευστάθιος, Αν. Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Ροζάκης Στυλιανός, Αν. Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης

Καμπάς Αθανάσιος, Αν. Καθηγητής ΓΠΑ

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων	i
Κατάλογος Πινάκων	v
Κατάλογος Εικόνων	vii
Κατάλογος Εξισώσεων	viii
Σύνοψη	ix
Abstract	xii
Ευχαριστίες	xiv
Εισαγωγή.....	1
1 Τί είναι η Βιομάζα?	3
1.1 Θεωρητικό πλαίσιο	3
1.2 Είδη Βιομάζας.....	4
1.2.1 Ξυλεία και Αγροτικά Προϊόντα.	4
1.2.2 Στερεά Απόβλητα.....	5
1.2.3 Αέρια ελκυσόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων και Βιοαέριο. .	6
1.2.4 Αλκοολούχα Καύσιμα.....	6
1.3 Μέθοδοι Αντλησης Ενέργειας από Βιομάζα (Sharukh, 2015).....	7
1.3.1 Άμεση Καύση	7
1.3.2 Αεριοποίηση.....	8
1.3.3 Πυρόλυση	9
1.3.4 Αναερόβια Χώνευση	10
1.3.5 Ζύμωση.....	11
2 Switchgrass (<i>Panicum virgatum</i> L.): ένα πολυετές ενεργειακό φυτό, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη βιομάζας.	12
2.1 Περιγραφή φυτού, κλίμα και απαιτήσεις εδάφους.....	12
2.2 Χρήσεις του Switchgrass	13
2.3 Η Διαχείριση μίας καλλιέργειας Switchgrass για ενεργειακούς σκοπούς.....	14
2.3.1 Τοποθεσία και επιλογή ποικιλίας	15

2.3.2	Η εγκατάσταση μίας φυτείας Switchgrass	16
2.4	Η καλλιέργεια του Switchgrass για βιομάζα	17
2.4.1	Λίπανση (Fertilization)	17
2.4.2	Αποδόσεις (Yields).....	18
2.5	Θερισμός και Εφοδιαστική Αλυσίδα	19
2.5.1	Θεριστική Περίοδος.....	19
2.5.2	Θερισμός.....	19
2.6	Εφαρμογές βασισμένες στην Βίο-οικονομία.....	20
2.6.1	Η Βιοχημική μετατροπή του Switchgrass	20
2.6.2	Η θερμική μετατροπή του Switchgrass.....	21
2.7	Τα Οικονομικά δεδομένα της καλλιέργειας	22
2.8	Βιώσιμη ανάπτυξη	23
2.9	Συγκρίνοντας το Switchgrass με τον Μίσχανθο (<i>Miscanthus x giganteus</i>).....	24
3	Τί είναι Οριακή Γη?.....	30
3.1	Ορισμός – Θεωρητικό Πλαίσιο.....	30
3.2	Καλλιέργεια Ενεργειακών Φυτών σε Οριακή Γη	31
3.3	Τα πλεονεκτήματα των ενεργειακών φυτών.....	32
3.4	Μεθοδολογία και Επισκόπηση των ορισμών της Οριακής Γης.....	33
3.5	Καλλιέργεια Ενεργειακών Φυτών σε Οριακή Γη	37
4	Αγροτικές Εργασίες που απαιτεί η επένδυση σε καλλιέργεια Switchgrass σε οριακή γη 50 εκταρίων στο νομό Βοιωτίας.....	41
4.1	Εγκατάσταση Καλλιέργειας	42
4.1.1	Όργωμα	42
4.1.2	Σβάρνισμα.....	42
4.1.3	Σπορά	43
4.1.4	Λίπανση	44
4.1.5	Ζιζανιοκτονία.....	45
4.1.6	Κυλίνδρισμα	46
4.1.7	Άρδευση.....	47
4.2	Λίπανση	49
4.2.1	Νιτρική Αμμωνία	49
4.2.2	Βασική Λίπανση.....	50
4.3	Άρδευση.....	50

4.4	Συγκομιδή Προϊόντος.....	51
4.4.1	Θερισμός.....	51
4.4.2	Μπαλοποίηση.....	51
4.4.3	Στοιβαξη.....	52
5	Οικονομικά Δεδομένα Επένδυσης σε καλλιέργεια Switchgrass σε οριακή γη 50 στρεμμάτων στο νομό Βοιωτίας.....	54
5.1	Κόστη Εγκατάστασης, Πάγιες Επενδύσεις & Ανάγκες Κ/Κ.....	54
5.2	Χρηματοδότηση Επένδυσης.....	57
5.3	Απόδοση & Έσοδα Καλλιέργειας.....	58
5.4	Λειτουργικά Έξοδα Καλλιέργειας και λοιπά κόστη.....	59
5.5	Ειδικά Θέματα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς και Φορολόγησης.....	61
5.5.1	Επιχορήγηση.....	61
5.5.2	Έξοδα Εγκατάστασης Καλλιέργειας.....	62
5.5.3	Απαλλαγή ΦΠΑ για αγορά καινούριων αγροτικών μηχανημάτων.....	62
5.5.4	Μεταφορά ζημιών σε επόμενα φορολογικά έτη με σκοπό την απαλλαγή της υποχρέωσης πληρωμής φόρου εισοδήματος.....	64
5.5.5	Υπολογισμός Φορολογητέου Εισοδήματος.....	64
5.6	Λογιστικά Αποτελέσματα Επένδυσης σε 50 εκτάρια.....	65
5.7	Αποτίμηση Επένδυσης.....	66
5.7.1	Θεωρητικό Πλαίσιο.....	66
5.7.2	Δείκτες Αξιολόγησης Επένδυσης.....	68
5.7.3	Υπολογισμός Δεικτών Αποτίμησης.....	69
5.7.4	Ανάλυση Ευαισθησίας ως προς την τιμή πώλησης της πρώτης ύλης.....	70
6	Κοστολόγηση.....	72
6.1	Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος.....	72
6.1.1	Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος - Χρήσεις.....	73
6.1.2	Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος και Φόροι.....	74
6.2	Κοστολόγηση Καλλιέργειας Switchgrass με την χρήση του Ετήσιου Ισοδύναμου Κόστους.....	74
6.2.1	Βασικές παραδοχές.....	74
6.2.2	Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος (ΕΙΚ) Επένδυσης σε καλλιέργεια Switchgrass σε 50 εκτάρια στο νομό Βοιωτίας.....	75
6.2.3	Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος (ΕΙΚ) Επένδυσης σε καλλιέργεια Switchgrass σε 100 εκτάρια στο νομό Βοιωτίας.....	77

6.2.4	Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Αγοράς Τρακτέρ 80 ίππων για έκταση καλλιέργειας Switchgrass 50 εκταρίων	78
6.3	Ετήσιο Κόστος Νιζέλ για καλλιέργεια 50 εκταρίων Switchgrass.....	80
6.4	Ετήσιο Κόστος Εργασίας για καλλιέργεια 50 εκταρίων Switchgrass	81
6.5	Ετήσιο κόστος αγοράς λιπασμάτων για καλλιέργεια 50 εκταρίων Switchgrass	83
6.6	Ετήσιο κόστος αγοράς νερού για καλλιέργεια 50 εκταρίων Switchgrass.....	83
6.7	Τελική Κοστολόγηση Καλλιέργειας 50 εκταρίων & Σύγκριση με Έσοδα	84
6.8	Τελική Κοστολόγηση Καλλιέργειας Switchgrass 100 εκταρίων & Σύγκριση με Έσοδα ...	86
6.9	Συμφέρει η μπαλοποίηση να ανατεθεί σε τρίτους βάσει του ΕΙΚ?	88
7	Συμπεράσματα.....	90
	Βιβλιογραφία.....	92

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 : Σύγκριση Swithgrass με Μίσχανθο	27
Πίνακας 2: Έξοδα εγκατάστασης καλλιέργειας σε έκταση 50 εκταρίων	54
Πίνακας 3: Εργασίες που θα ανατεθούν σε τρίτους και κόστος αυτών.....	55
Πίνακας 4: Μηχανήματα που θα αγοραστούν από το αγρότη και κόστος αυτών	56
Πίνακας 5: Πηγές και Χρήσεις Κεφαλαίου	57
Πίνακας 6: Αποδόσεις Καλλιέργειας	58
Πίνακας 7: Έσοδα Καλλιέργειας για τιμή €65 ανά τόνο ξηρού	59
Πίνακας 8: Ετήσια Λειτουργικά Έξοδα κατά το 1 ^ο έτος της καλλιέργειας.....	60
Πίνακας 9: Δείκτες Αποτίμησης της Επένδυσης.....	69
Πίνακας 10: Τιμή Πώλησης €75 ανά τόνο - Δείκτες Αποτίμησης της Επένδυσης	70
Πίνακας 11: Τιμή Πώλησης €55 ανά τόνο - Δείκτες Αποτίμησης της Επένδυσης	71
Πίνακας 12: Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Επένδυσης (EIK) 50 εκταρίων	76
Πίνακας 13: Ανά Εκτάριο Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Επένδυσης (EIK) 50 εκταρίων	76
Πίνακας 14: Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Επένδυσης (EIK) 100 εκταρίων	77

Πίνακας 15: Ανά Εκτάριο Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Επένδυσης (ΕΙΚ) 100 εκταρίων	78
Πίνακας 16: Κόστη καλλιέργειας Switchgrass σε € / εκτάριο που αναλογούν σε μία έκταση 50 εκταρίων με λήψη επιχορήγησης	84
Πίνακας 17: Κόστη καλλιέργειας Switchgrass σε € / εκτάριο που αναλογούν σε μία έκταση 50 εκταρίων χωρίς λήψη επιχορήγησης.....	85
Πίνακας 18: Δείκτες αποτίμησης της επένδυσης χωρίς λήψη επιχορήγησης - Χρηματοδότηση με 100% Ίδια Κεφάλαια	85
Πίνακας 19: Κόστη καλλιέργειας Switchgrass σε € / εκτάριο που αναλογούν σε μία έκταση 100 εκταρίων με λήψη επιχορήγησης	86
Πίνακας 20: Κόστη καλλιέργειας Switchgrass σε € / εκτάριο που αναλογούν σε μία έκταση 100 εκταρίων χωρίς λήψη επιχορήγησης.....	87
Πίνακας 21: Δείκτες αποτίμησης της επένδυσης χωρίς λήψη επιχορήγησης - Χρηματοδότηση με 100% Ίδια Κεφάλαια	88

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Χημική αντίδραση φωτοσύνθεσης.....	4
Εικόνα 2: Διάγραμμα Αεριοποίησης Βιομάζας	8
Εικόνα 3: Διαδικασία ταχείας πυρόλυσης	9
Εικόνα 4: Reed Canary Grass (Παπάζογλου, 2011).....	25
Εικόνα 5: Μίσχανθος και switchgrass τον Ιούλιο στην Βόρεια Γαλλία	26
Εικόνα 6: Σύστημα άρδευσης.....	48

Κατάλογος Εξισώσεων

Εξίσωση 1: Discounted Cash Flow Model	66
Εξίσωση 2: Καθαρή Παρούσα Αξία.....	68
Εξίσωση 3: Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος	72

Σύνοψη

Η ωφέλεια που προκύπτει από την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών όλο και περισσότερο τίθεται σε αμφισβήτηση στις ημέρες μας από την στιγμή που οι καλλιέργειες αυτές αντικαθιστούν τις παραδοσιακές καλλιέργειες σιτηρών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σημαντικές ελλείψεις στην αγορά των τροφίμων με άμεση συνέπεια την αύξηση της τιμής των σιτηρών (Malins C., 2017, Alexander C and Hurt C, 2007). Αυτό συμβαίνει διότι η καλλιεργήσιμη γη είναι εκ των πραγμάτων περιορισμένη. Κατά συνέπεια, πρέπει να γίνει μία ορθολογική χρήση αυτής και να ληφθούν ορθολογικές αποφάσεις σε ότι αφορά τις καλλιέργειες που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτή.

Σε μία εποχή που η εξάντληση των φυσικών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος καθιστούν αναγκαίο τον περιορισμό της χρήσης και την σταδιακή αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με εναλλακτικές πηγές ενέργειας, η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών σε οριακή γη, σε γη δηλαδή που δεν χρησιμοποιείται για άλλους σκοπούς αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Πόσο αποτελεσματική και κερδοφόρα και κάτω από ποιες προϋποθέσεις είναι συμφέρουσα είναι μία τέτοια καλλιέργεια? Ποιος θα πρέπει να είναι ο ρόλος του κράτους?

Αυτά τα ερωτήματα αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας. Ανάμεσα σε διάφορα ενεργειακά φυτά επιλέξαμε, ένα από τα περισσότερο ανθεκτικά και γνωστά φυτά, το Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) και εξετάσαμε το πόσο αποδοτική είναι η καλλιέργειά του για παραγωγή βιομάζας σε ελληνική οριακή γη. Εξετάσαμε εκτεταμένα την επίδραση που έχει στην κερδοφορία η παροχή οικονομικών κινήτρων με την μορφή επιχορηγήσεων εκ μέρους του κράτους. Τα ευρήματα της μελέτης μας δεν μας αφήνουν μεγάλα περιθώρια αισιοδοξίας. Ωστόσο, ευελπιστούμε σε μία μελλοντική αύξηση της τιμής της πρώτης ύλης, η οποία θα καθιστούσε την καλλιέργεια περισσότερο κερδοφόρα και θα συνέβαλε στην καθιέρωση της στην Ελληνική επικράτεια.

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης και για λόγους κοστολόγησης και αποτίμησης αναπτύξαμε ένα πλήρες και αναλυτικό χρηματοοικονομικό μοντέλο,

το οποίο δεν έχει χρησιμοποιηθεί ξανά σε αντίστοιχες έρευνες γεγονός που διαφοροποιεί εν μέρει την έρευνά μας. Στο χρηματοοικονομικό μοντέλο, το οποίο είναι απόλυτα εναρμονισμένο με την ελληνική φορολογική νομοθεσία, ενσωματώσαμε τόσο τις παραδοχές μας όσο και τα σύγχρονα λογιστικά πρότυπα που διέπουν την κατάρτιση χρηματοοικονομικών καταστάσεων. Το μοντέλο μας επιτρέπει να προβούμε σε αποτίμηση μίας αγροτικής καλλιέργειας Switchgrass σε όρους καθαρών ταμειακών ροών στον μέτοχο της επένδυσης.

Προβήκαμε σε ανάλυση ευαισθησίας σημαντικών παραμέτρων της επένδυσης όπως η έκταση της καλλιέργειας, η τιμή πώλησης της πρώτης ύλης και το επίπεδο επιχορήγησης. Η μεταβλητή που φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο τα αποτελέσματα της αποτίμησης είναι η τιμή πώλησης της πρώτης ύλης. Σημαντική είναι και η επίδραση της έκτασης της καλλιέργειας στους δείκτες αποτίμησης της επένδυσης καθώς αυξάνοντας τα εκτάρια της καλλιέργειας οι αποδόσεις βελτιώνονται. Η οικονομική λογική που διέπει το εύρημα αυτό είναι ξεκάθαρη: Καθώς το κόστος κτήσης των παγίων (μηχανήματα και κτίριο), το οποίο παραμένει σταθερό, επιμερίζεται σε μεγαλύτερη έκταση δημιουργούνται σαφείς οικονομίες κλίμακας. Εξίσου σημαντική ευαισθησία παρουσιάζουν οι δείκτες αποτίμησης της επένδυσης στην χρηματοδότησή μέρους αυτής με ή χωρίς λήψη επιχορήγησης.

Τέλος, διεξήγαμε αναλυτική κοστολόγηση της καλλιέργειας με την χρήση του Ετήσιου Ισοδύναμου Κόστους (EIK). Υπολογίσαμε όλα τα δεδομένα κόστους και καταλήξαμε στο συνολικό κόστος καλλιέργειας Switchgrass κάτω από διαφορετικά σενάρια καλλιεργήσιμης έκτασης και χρηματοδότησης της επένδυσης, το οποίο και συγκρίναμε με τα έσοδα της καλλιέργειας. Τα ευρήματα μας είναι σημαντικά και εν πολλοίς ταυτίζονται με τα αντίστοιχα του μοντέλου αποτίμησης της επένδυσης. Η επιχορήγηση και η επιφάνεια της καλλιεργούμενης έκτασης παρουσιάζουν αρνητική συσχέτιση με το κόστος της καλλιέργειας.

Λέξεις κλειδιά: Βιομάζα, Ενεργειακά Φυτά, Switchgrass, Οριακή Γη, Υπόδειγμα Αποτίμησης Μελλοντικών Ταμειακών Ροών, Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων, Καθαρή Παρούσα Αξία, Εσωτερικός Συντελεστής

Απόδοσης, Ανάλυση Ευαισθησίας, Κοστολόγηση Επένδυσης, Ετήσιο
Ισοδύναμο Κόστος.

Abstract

The benefit of growing energy crops in arable land is questionable in our days since these crops have replaced traditional cereal crops, resulting in significant shortfalls in the food market, with the consequence of increasing the price of the cereals (Malins C. 2017, Alexander C and Hurt C 2007). The problem arises because arable land is de facto limited. Consequently, a rational use of arable land should be made and rational decisions should be taken in relation to the crops, that are going to be cultivated on it.

At a time when the depletion of natural resources and the pollution of the environment make it necessary to limit the use and gradually replace fossil fuels with alternative energy sources, the cultivation of energy plants on marginal land, i.e. on land not used for other purposes, is of particular importance. How effective and profitable is such a cultivation and under what conditions is advantageous; What should be the role of the state?

These questions have been the main subject of this paper. Among several energy plants we chose one of the most resistant and known plants, Switchgrass, and we examined how effective it is to cultivate it for biomass production in Greek marginal land. We have extensively examined the impact on the returns of the provision of financial incentives in the form of government grants. The findings of our study do not leave much room for optimism. However, we hope for a future increase in the price of the raw material, which would make the crop more profitable and would contribute to its establishment in the Greek territory.

For the purposes of this study, we developed a complete and detailed financial model, which has not been used again in similar surveys. That fact partially differentiates our research. In the financial model, which is fully in line with Greek tax legislation, we have incorporated both our assumptions and the current financial reporting standards that govern the preparation of financial statements, and comply in all material respects with international standards. The

model allows us to evaluate a Switchgrass agricultural crop in terms of the net cash flows to equity of the investment.

We analyzed the sensitivity of important parameters of our investment such as the area of cultivation, the selling price of the raw material and the financing of a portion of the investment with a government grant. The variable that appears to have the most impact on the valuation results is the selling price of the raw material. The effect of crop size on investment valuation indices is also significant, as yields improve. The economic reasoning that underlies that finding is straightforward: As the cost of acquiring fixed assets (purchase of machinery and building erection), which remains stable, is spread over larger cultivation areas, clear economies of scale are being created. Finally, the valuation indices of the investment are highly influenced by a government grant financing of a portion of the investment.

Finally, we conducted an analytical costing of the crop using the Annual Equivalent Cost (EAK) method. We thoroughly calculated all the cost variables of the Switchgrass crop to estimate a total crop cost under different scenarios of arable land and investment financing, which we compared with the crop revenue. Our findings are significant and are largely identical to those of the cash flow valuation model mentioned before. The subsidy and the area of the cultivated area are negatively correlated with the cost of cultivation.

Key words: Biomass, Energy Crops, Switchgrass, Marginal Land, Discounted Cash Flow Valuation Model (DCF), Capital Asset Pricing Model (CAPM), Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Sensitivity Analysis, Investment Costing, Equivalent Annual Cost (EAC).

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Πέτρο Σολδάτο για την καθοδήγηση του και τις συμβουλές του.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον φίλο και συμφοιτητή μου κ. Δημήτριο Ζερκουλή, κατ' επάγγελμα αγρότη από τον νομό Βοιωτίας, για τις χρήσιμες συμβουλές του στον αγροτικό τομέα.

Οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κα Μαρία Κακούρη και στον κ. Μάνο Νικολάου, συμφοιτητές μου για την βοήθεια τους σε επιμέρους θέματα της εργασίας μου καθώς και στην συνάδελφό μου κα Ελένη Γούλα.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου για την διαρκή συμπαράστασή της σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Αθήνα, Μάρτιος 2019

Δημήτριος Ν. Παπαδάκος

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η κοστολόγηση και η αποτίμηση μίας καλλιέργειας Switchgrass, που προορίζεται για παραγωγή ενέργειας και βιο-προϊόντων σε ελληνική οριακή γη. Η εργασία αποτελείται από 7 ενότητες. Στην 1^η ενότητα γίνεται μία αναλυτική αναφορά στην έννοια της Βιομάζας και παρουσιάζονται μέθοδοι άντλησης ενέργειας από Βιομάζα. Η 2^η ενότητα είναι αφιερωμένη στο Switchgrass ως ενεργειακό φυτό που προορίζεται ως πρώτη ύλη βιομάζας και πραγματεύεται όλα τα θέματα που αφορούν την καλλιέργεια, την παραγωγή, τις εφαρμογές και τις οικονομικές αποδόσεις του. Παράλληλα, παρατίθεται μία σύγκριση του Switchgrass με ένα εξίσου γνωστό ενεργειακό φυτό τον Μίσχανθο. Στην 3^η ενότητα, αναπτύσσεται η έννοια της οριακής γης και η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών σε ενεργειακή γη.

Στην 4^η Ενότητα περιγράφονται αναλυτικά οι εργασίες και το κόστος αυτών για μία συγκεκριμένη καλλιέργεια Switchgrass σε 50 στρέμματα οριακής γης στο Νομό Βοιωτίας, την οποία θα επιμεληθεί ένας νέος αγρότης με σκοπό την χρηματοοικονομική αξιολόγηση μίας τέτοιας επένδυσης.

Στην 5^η Ενότητα παρουσιάζονται τα οικονομικά δεδομένα της ως άνω επένδυσης και τίγονται θέματα που αφορούν τα κόστη της εγκατάστασης, τις πάγιες επενδύσεις που πρέπει να γίνουν, τα έσοδα και τα έξοδα της καλλιέργειας, τα λογιστικά αποτελέσματα της επένδυσης καθώς και ειδικότερα θέματα χρηματοοικονομικής αναφοράς και φορολόγησης. Τέλος, με την χρήση ενός συγκεκριμένου χρηματοοικονομικού μοντέλου που κατασκευάστηκε για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης, προβαίνουμε σε αποτίμηση της επένδυσης σε επίπεδο καθαρών ταμειακών ρών στον μέτοχο.

Στην 6^η ενότητα γίνεται διεξοδική κοστολόγηση μίας καλλιέργειας Switchgrass με την χρήση του Ετήσιου Ισοδύναμου Κόστους (ΕΙΚ). Οι μεταβλητές ενδιαφέροντος είναι η καλλιεργούμενη έκταση και η χρηματοδότηση της απόκτησης του πάγιου εξοπλισμού με λήψη ή χωρίς λήψη επιχορήγησης. Εξετάζουμε 2 σενάρια για έκταση 50 & 100 εκταρίων και άλλα 2 εναλλακτικά σενάρια που αφορούν την επιχορήγηση. Γίνεται αναλυτικός υπολογισμός όλων

των στοιχείων κόστους και αντιπαραβολή αυτών με τα έσοδα της καλλιέργειας. Τέλος, γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων της κοστολόγησης με των αποτελεσμάτων της αποτίμησης της ενότητας 5.

Στην 7^η ενότητα παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής διατριβής.

1 Τί είναι η Βιομάζα?

1.1 Θεωρητικό πλαίσιο

Η Βιομάζα είναι κάθε οργανική ύλη – ξύλο, φυτά, φύκια, απόβλητα – που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας. Η Βιομάζα είναι ίσως η αρχαιότερη μορφή ενέργειας μετά τον ήλιο. Λαμβάνει την ενέργειά της από τον ήλιο. Όλη η οργανική ύλη περιέχει ενέργεια που έχει αποθηκευτεί από τον ήλιο. Μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, το φως του ήλιου δίνει στα φυτά την ενέργεια που απαιτείται προκειμένου να μετατρέψουν το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα σε οξυγόνο και σε σάκχαρα. Αυτά τα σάκχαρα (υδατάνθρακες), προμηθεύουν τα φυτά και τα ζώα που τρώνε τα φυτά με ενέργεια. Φαγητά πλούσια σε υδατάνθρακες είναι καλές πηγές ενέργειας για το ανθρώπινο σώμα. Κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετατρέπουν την ακτινοβολία του ήλιου σε χημική ενέργεια υπό τη μορφή γλυκόζης (ή σακχάρου).

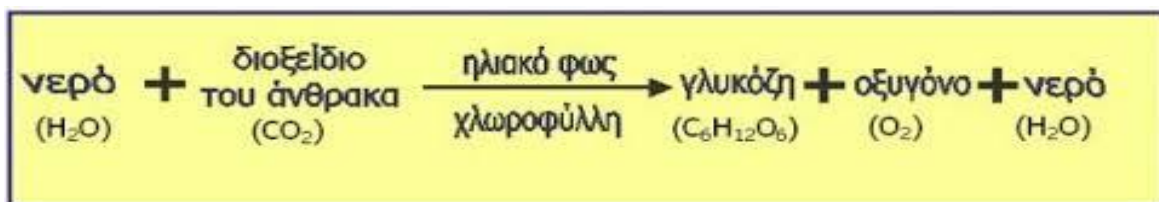
Η Βιομάζα είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας διότι δεν είναι περιορισμένη ως πηγή πρώτης ύλης. Πάντα θα μπορούμε να καλλιεργήσουμε δέντρα και φυτά. Οι αγορές ενέργειας, διεθνώς, βασίζονται ως επί το πλείστον στα ορυκτά καύσιμα. Η Βιομάζα είναι μία φυσική, εναλλακτική, πηγή ενέργειας που περιέχει αρκετά μεγάλη ποσότητα από αποθέματα άνθρακα ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο για τα ορυκτά καύσιμα. Η Βιομάζα καλύπτει όλα τα είδη οργανικής ύλης από καύσιμο ξύλο μέχρι θαλάσσια φύκια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή μίας συμβατής μορφής ενέργειας όπως η θερμική και η ηλεκτρική. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι με τους οποίους μπορεί να γίνει η ως άνω μετατροπή.

Φωτοσύνθεση

Ο όρος «Βιομάζα» χρησιμοποιείται για να περιγράψει όλη την οργανική ύλη που παράγεται από τη φωτοσύνθεση. Κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης, η χλωροφύλλη στα φυτά προσλαμβάνει την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντας το διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα και το νερό από το έδαφος σε υδατάνθρακες, δηλαδή σε σύνθετες ενώσεις αποτελούμενες από άνθρακα,

υδρογόνο και οξυγόνο. Όταν αυτοί οι υδατάνθρακες καίγονται, μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό και απελευθερώνουν την ηλιακή ενέργεια από το ήλιο που περιέχουν. Με αυτόν τον τρόπο, η Βιομάζα λειτουργεί ως ένα είδος φυσικής μπαταρίας για αποθήκευση ηλιακής ενέργειας.

Εικόνα 1: Χημική αντίδραση φωτοσύνθεσης



1.2 Είδη Βιομάζας

Χρησιμοποιούνται τέσσερα είδη βιομάζας διεθνώς.

1.2.1 Ξυλεία και Αγροτικά Προϊόντα.

Η περισσότερη βιομάζα που χρησιμοποιείται διεθνώς προέρχεται από αυτή την κατηγορία. Η ξυλεία – κορμοί, κόκκοι, φλοιός και πριονίδια – αποτελεί το 44% της βιομάζας. Άλλες πηγές Βιομάζας μπορεί να περιλαμβάνουν γεωργικά απόβλητα όπως είναι η κοπριά από φρούτα και τα κότσαλα αραβοσίτου.

Η ξυλεία και τα γεωργικά απόβλητα χρησιμοποιούνται και στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Η μεγαλύτερη ποσότητα του ηλεκτρισμού χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες που παράγουν τα απόβλητα. Δεν διανέμεται από τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας. Είναι μία διαδικασία που καλείται συμπαραγωγή. Οι χαρτοβιομηχανίες και τα πριονιστήρια χρησιμοποιούν τα περισσότερα από τα απόβλητά τους προκειμένου να παράγουν ατμό και ηλεκτρισμό για ίδια χρήση. Ωστόσο, επειδή χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας χρειάζεται να αγοράσουν επιπλέον ηλεκτρικό ρεύμα από τις Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας.

Ενεργειακά φυτά ως πηγές ενέργειας. Τα ενεργειακά φυτά είναι μία μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Καλλιεργούνται προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση και παραγωγή ενέργειας ή για να παράγουν καύσιμα κίνησης (John Nix, 2010). Θεωρούνται «ουδέτερα σε άνθρακα», κάτι, το οποίο σημαίνει ότι το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται κατά την καύση τους είναι μόνο αυτό που πρόσφατα εισήλθε στο φυτό κατά την ανάπτυξή του, και επομένως δεν απελευθερώνουν επιπλέον διοξείδιο του άνθρακα ορυκτής προέλευσης λόγω των απαιτήσεων για λίπανση και χημικά, θερρισμό και μεταφορά στον τελικό προορισμό.

Η βιομάζα περιλαμβάνει τον Μίσχανθο, το Switchgrass, κλπ, δενδρύλλια περιοδικής υλοτόμησης, το άχυρο και δασικά υπολείμματα, τα οποία ως επί το πλείστον καλλιεργούνται προκειμένου να καούν απευθείας για την παραγωγή θερμότητας ή/ και ηλεκτρισμού. Η πρώτη ύλη από τα φυτά πελλετοποιείται, κόβεται σε ροκανίδια (chipped), ή δεματοποιείται και χρησιμοποιείται είτε σε λέβητες σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, είτε αναμιγνύεται με κάρβουνο για ταυτόχρονη καύση σε παραδοσιακούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας.

1.2.2 Στερεά Απόβλητα.

Η κατηγορία αυτή αφορά την παραγωγή ενέργειας από την καύση των σκουπιδιών. Ένας τόνος σκουπιδιών περιέχει περίπου τόση θερμική ενέργεια, όση 250 κιλά άνθρακα (www.need.org). Τα σκουπίδια δεν είναι στο 100% βιομάζα. Περίπου το 50% της ενέργειάς τους προέρχεται από τα πλαστικά, τα οποία είναι φτιαγμένα από πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Οι ενεργειακές μονάδες που καίνε σκουπίδια για ενέργεια καλούνται μονάδες παραγωγής ενέργειας από απόβλητα. Αυτές οι μονάδες παράγουν ηλεκτρισμό τόσο όσο και οι μονάδες παραγωγής από κάρβουνο με την διαφορά ότι αυτά τα εύφλεκτα σκουπίδια και όχι το κάρβουνο αποτελούν το καύσιμο που χρησιμοποιούν για να τροφοδοτήσουν τους λέβητές τους.

1.2.3 Αέρια ελκυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων και Βιοαέριο.

Τα βακτήρια και οι μύκητες επιτίθενται σε νεκρά δέντρα και ζώα, προκαλώντας τους σήψη και αποσύνθεση. Ένας μύκητας σε μία σάπια δοκό μετατρέπει την κυτταρίνη σε σάκχαρο προκειμένου να τραφεί. Παρόλο που αυτή η διαδικασία είναι αργή σε μία χωματερή, μία ουσία που καλείται μεθάνιο ελκύεται καθώς το απόβλητο αποσυντίθεται. Το μεθάνιο είναι άχρωμο και άοσμο, όχι όμως και ακίνδυνο. Το αέριο αυτό μπορεί να προκαλέσει φωτιές ή εκρήξεις αν εισχωρήσει σε παρακείμενα σπίτια και ζεσταθεί. Μπορούμε να συλλέξουμε από τις χωματερές το μεθάνιο, να το καθαρίσουμε και να το χρησιμοποιήσουμε ως καύσιμο. Το μεθάνιο μπορεί επίσης να παραχθεί χρησιμοποιώντας αγροτικά και ανθρώπινα απόβλητα. Τα χωνευτήρια βιοαερίου είναι αεροστεγή δοχεία ή τάφροι κατασκευασμένοι με σίδηρο ή τούβλο. Τα απόβλητα που τοποθετούνται στα δοχεία ζυμώνονται χωρίς οξυγόνο προκειμένου να παράγουν αέριο πλούσιο σε μεθάνιο. Το αέριο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

1.2.4 Αλκοολούχα Καύσιμα.

1.2.4.1 Αιθανόλη.

Είναι μία αλκοόλη-καύσιμο που γίνεται από την μίξη των σακχάρων και άμυλων που βρίσκονται στα φυτά και στην συνέχεια από την απόσταξη αυτών. Οποιοδήποτε οργανικό υλικό περιέχει κυτταρίνη, άμυλο, ή σάκχαρο μπορεί να μετατραπεί σε αιθανόλη. Η πλειοψηφία της αιθανόλης που παράγεται στις ΗΠΑ προέρχεται από καλαμπόκι. Νέες τεχνολογίες παράγουν αιθανόλη από κυτταρίνη σε ξυλώδεις ίνες από δένδρα, χορτάρι και υπολείμματα καλλιεργειών. Το σύνολο σχεδόν της βενζίνης που πωλείται στις ΗΠΑ περιέχει περίπου 10% βιοαιθανόλη.

1.2.4.2 Βιοντίζελ

Είναι ένα καύσιμο που γίνεται από την χημική αντίδραση του αλκοόλ με φυτικά έλαια, ζωικά λίπη, ή έλαια όπως ανακυκλωμένα έλαια εστιατορίου. Η μεγαλύτερη ποσότητα βιοντίζελ σήμερα παράγεται από λάδι σόγιας. Το

βιοντίζελ συχνά αναμειγνύεται με πετρέλαιο σε αναλογία 2% (B2), 5% (B5), ή 20% (B20) βιοντίζελ. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καθαρό, 100% βιοντίζελ (B100). Το βιοντίζελ είναι συμβατό με και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πετρελαιομηχανές με τον υπάρχον σύστημα καύσης (δεν απαιτείται μετατροπή αυτών). Είναι ένα από τα πιο ταχέως αναπτυσσόμενα καύσιμα για μεταφορές στις ΗΠΑ. Περιέχει ουσιαστικά καθόλου θείο και επομένως μπορεί να μειώσει τα επίπεδα του θείου στην συνολική παραγωγή πετρελαίου κίνησης σε εθνικό επίπεδο, ακόμα και αν συγκριθεί με τα σημερινά καύσιμα που περιέχουν χαμηλό επίπεδο θείου. Η απομάκρυνση του θείου από το πετρέλαιο κίνησης οδηγεί σε φτωχή λίπανση. Το βιοντίζελ όμως είναι ανώτερης ποιότητας λιπαντικό και μπορεί να μειώσει την τριβή του πετρελαίου κίνησης σε μείγματα με μόλις 1% ή 2%. Αυτό είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό καθώς η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ απαιτεί πλέον τα επίπεδα θείου στο πετρέλαιο κίνησης να είναι 97% χαμηλότερα από το επίπεδο που ήταν το 2006.

1.3 Μέθοδοι Άντλησης Ενέργειας από Βιομάζα (Sharukh, 2015)

Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε θερμική ενέργεια, σε υγρό, στέρεο ή αέριο καύσιμο και σε άλλα χημικά προϊόντα διαμέσου διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας.

1.3.1 Άμεση Καύση

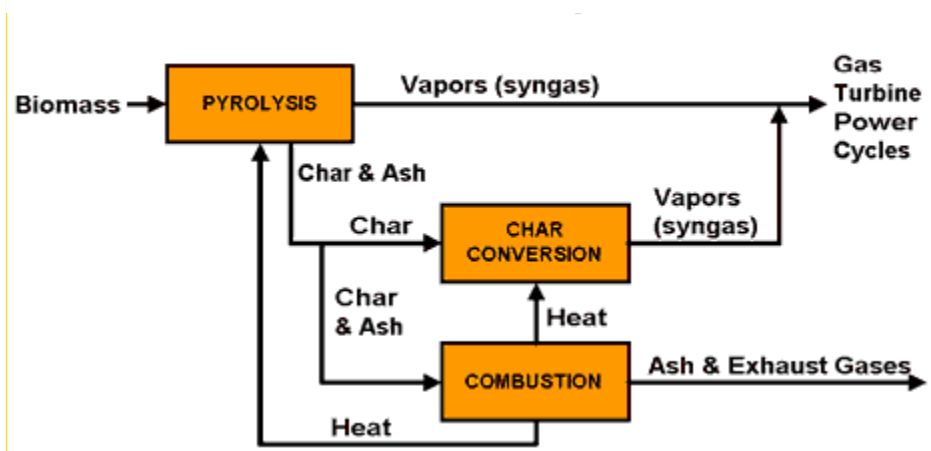
Είναι ίσως η πιο απλή μέθοδος άντλησης ενέργειας από βιομάζα. Οι βιομηχανικές μονάδες μπορούν να κάψουν πολλά είδη βιομάζας, όπως ξύλο, γεωργικά υπολείμματα, πολτούς από ξύλο, αστικά στερεά απόβλητα και καύσιμα προερχόμενα από απορρίμματα. Η βιομάζα καίγεται και παράγει ατμό, ο ατμός γυρνάει μία τουρμπίνα και η τουρμπίνα θέτει σε κίνηση μία γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό. Λόγω της πιθανής συσσώρευσης τέφρας, η οποία εισέρχεται στους λέβητες, μειώνει την αποδοτικότητα και αυξάνει το κόστος, μόνο ορισμένα είδη βιομάζας χρησιμοποιούνται για άμεση καύση.

1.3.2 Αεριοποίηση

Είναι μία διαδικασία που εκθέτει ένα υγρό καύσιμο σε υψηλές θερμοκρασίες και περιορισμένο οξυγόνο με σκοπό την παραγωγή ενός αέριου καυσίμου. Το αέριο που παράγεται από την διαδικασία είναι ένα μείγμα από αέρια όπως μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, υδρογόνο και μεθάνιο. Στη συνέχεια χρησιμοποιείται το αέριο προκειμένου να θέσει σε κίνηση έναν υψηλής απόδοσης αεριοστρόβιλο συνδυασμένου κύκλου.

Η αεριοποίηση έχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι της καύσης στερεού καυσίμου. Ένα πλεονέκτημα της αεριοποίησης είναι η ευκολία – ένα από τα παραγόμενα αέρια το μεθάνιο μπορεί να αντιμετωπιστεί με παρόμοιο τρόπο όπως το φυσικό αέριο και να χρησιμοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο. Ένα άλλο πλεονέκτημα της αεριοποίησης είναι ότι παράγει ένα καύσιμο από το οποίο έχουν απομακρυνθεί πολλές ακαθαρσίες και θα μπορούσε συνεπώς να προκαλέσει λιγότερα προβλήματα ρύπανσης όταν καεί. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορεί επίσης να παράγει ένα αέριο σύνθεσης, ένα μείγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει υδρογονάνθρακα (π.χ. μεθάνιο και μεθανόλη) αντικαθιστώντας τα ορυκτά καύσιμα. Το υδρογόνο από μόνο του είναι ένα καύσιμο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί δυνητικά, χωρίς να προκαλέσει σημαντική ρύπανση, για να υποκαταστήσει το πετρέλαιο.

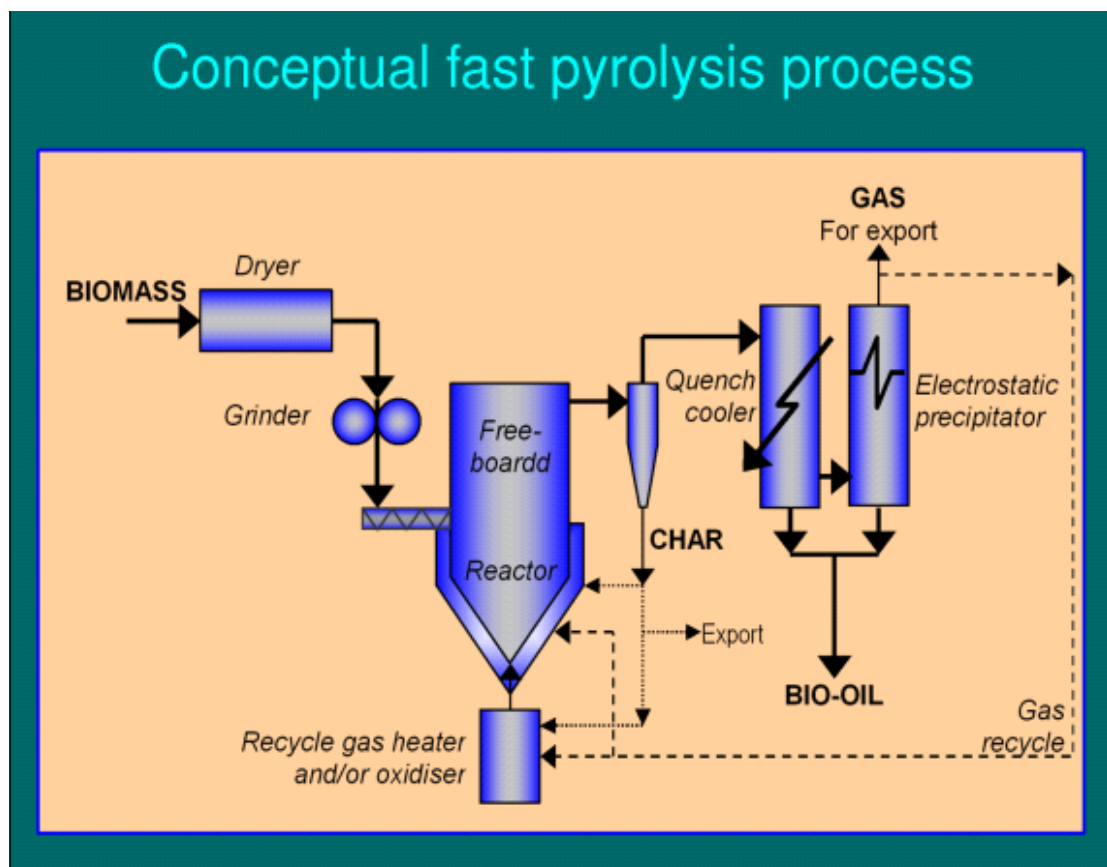
Εικόνα 2: Διάγραμμα Αεριοποίησης Βιομάζας



1.3.3 Πυρόλυση

Στην απλούστερη μορφή της η πυρόλυση συνίσταται στην θέρμανση της βιομάζας για να απομακρυνθούν οι πτητικές ουσίες και να μείνει ο ξυλάνθρακας. Αυτή η διαδικασία έχει διπλασιάσει την ενεργειακή πυκνότητα του αρχικού υλικού επειδή ο ξυλάνθρακας, ο οποίος είναι ο μισός σε βάρος της αρχικής βιομάζας, περιέχει την ίδια ποσότητα της ενέργειας, καθιστώντας ευκολότερη τη μεταφορά του καυσίμου. Ο ξυλάνθρακας, επιπλέον, καίγεται σε πολύ υψηλότερη θερμοκρασία από το αρχικό υλικό, γεγονός που τον καθιστά πιο χρήσιμο να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή.

Εικόνα 3: Διαδικασία ταχείας πυρόλυσης



Πιο εξελιγμένες τεχνικές πυρόλυσης για την συλλογή πτητικών ουσιών που διαφορετικά θα χανόντουσαν στο σύστημα αναπτύχθηκαν πρόσφατα. Οι συλλεγόμενες πτητικές ουσίες παράγουν ένα αέριο που είναι πλούσιο σε

υδρογόνο (ένα δυνητικό καύσιμο) και μονοξειδίο του άνθρακα. Αυτές οι ενώσεις συντίθεται σε μεθάνιο, σε μεθανόλη, και σε άλλους υδρογονάνθρακες.

Η πυρολυτική φλόγα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενός ακατέργαστου λαδιού, του πυρολυτικού λαδιού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο του πετρελαίου. Η βιομάζα μετατρέπεται σε πυρολυτικό λάδι με την χρήση θερμότητας. Το λάδι αυτό, το οποίο αποθηκεύεται και μεταφέρεται ευκολότερα από την βιομάζα, καίγεται όπως το πετρέλαιο με σκοπό την παραγωγή θερμότητας. Η πυρόλυση μπορεί επίσης να μετατρέψει την βιομάζα σε φαινόλη, μία χημική ουσία που χρησιμοποιείται για την παρασκευή συγκολλητικών ουσιών, χυτών πλαστικών και μονωτικών υλικών.

1.3.4 Αναερόβια Χώνευση

Η ζύμωση της βιομάζας συντελείται με την χρήση αναερόβιων βακτηρίων. Αυτοί οι μικροοργανισμοί συνήθως ζουν συνήθως στον πυθμένα βάλτων ή σε άλλα μέρη όπου δεν υπάρχει αέρας και καταναλώνουν νεκρή οργανική ύλη για να παράγουν μεθάνιο και υδρογόνο. Χρησιμοποιούμε τα βακτήρια αυτά προς όφελός μας. Τοποθετώντας οργανική ύλη όπως κοπριά ζώων ή ανθρώπινα λύματα σε δεξαμενές που ονομάζονται χωνευτές και προσθέτοντας βακτήρια συλλέγουμε το εκπεμπόμενο αέριο για να το χρησιμοποιήσουμε ως πηγή ενέργειας. Η διαδικασία αυτή είναι ένα πολύ αποτελεσματικό μέσο εξαγωγής ενέργειας από βιομάζα. Συνήθως, μέχρι τα 2/3 τις ενέργειας της κοπριάς του ζώου μπορεί να ανακτηθεί.

Μία άλλη αντίστοιχη τεχνική είναι η συλλογή μεθανίου από χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Ένα μεγάλο μέρος της βιομάζας που προέρχεται από τα απόβλητα των νοικοκυριών όπως τα οικιακά απόβλητα και το κομμένο γκαζόν καταλήγει σε τέτοιους χώρους. Κατά την περίοδο αρκετών δεκαετιών, τα αναερόβια βακτήρια μπορούν σταθερά να αποσυνθέσουν την οργανική ύλη και να εκπέμπουν μεθάνιο. Το αέριο μπορεί να εξαχθεί και να χρησιμοποιηθεί αν καλύψουμε ένα χώρο υγειονομικής ταφής με ένα αδιαπέρατο στρώμα αργίλου και στη συνέχεια εισάγουμε διάτρητους σωλήνες που θα συλλέγουν το αέριο και θα το φέρνουν στην επιφάνεια.

1.3.5 Ζύμωση

Για αιώνες, οι άνθρωποι έχουν χρησιμοποιήσει ζύμες και άλλους μικροοργανισμούς για τη ζύμωση του σακχάρου από διάφορα φυτά σε αιθανόλη. Η παραγωγή καυσίμου από βιομάζα με ζύμωση είναι απλά μία επέκταση αυτής της διαδικασίας. Για παράδειγμα, τα απόβλητα από ένα μύλο σίτου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή αιθανόλης μέσω της ζύμωσης. Η αιθανόλη, στη συνέχεια, αναμειγνύεται με ντίζελ για να παραχθεί το βιοκαύσιμο. Η τεχνολογική πρόοδος αναπόφευκτα θα βελτιώσει τη μέθοδο. Επιστήμονες στην Αυστραλία και στις ΗΠΑ έχουν υποκαταστήσει τη ζύμη με ένα γενετικά τροποποιημένο βακτήριο στη διαδικασία της ζύμωσης. Η διαδικασία έχει αυξήσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα με την οποία τα απορρίμματα χαρτιού και άλλες μορφές από ίνες ξύλου ζυμώνονται σε αιθανόλη.

Βιοκαύσιμα: Η βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο μεταφοράς όπως η αιθανόλη, η μεθανόλη, και το βιοντίζελ.

Αιθανόλη: Η αιθανόλη, το πιο διαδεδομένο βιοκαύσιμο, γίνεται με τη ζύμωση της βιομάζας σε μία διαδικασία παρόμοια με την ζυθοποίηση. Επί του παρόντος, τα περισσότερα από τα 1,5 δισεκατομμύρια γαλόνια αιθανόλης που χρησιμοποιούνται στις ΗΠΑ κάθε χρόνο γίνεται από καλαμπόκι και αναμειγνύεται με βενζίνη για τη βελτίωση της απόδοσης του οχήματος και τη μείωση της μόλυνσης του αέρα.

Μεθανόλη: Η μεθανόλη που προέρχεται από βιομάζα παράγεται μέσω αεριοποίησης. Η βιομάζα μετατρέπεται σε ένα αέριο σύνθεσης που μεταποιείται σε μεθανόλη. Τα περισσότερα από τα 1,2 δισεκατομμύρια γαλόνια μεθανόλης που παράγονται στις ΗΠΑ ετησίως προέρχονται από φυσικό αέριο και χρησιμοποιούνται ως διαλύτες, ως αντιψυκτικά, ή για να συνθέσουν άλλα χημικά.

2 Switchgrass (*Panicum virgatum* L.): ένα πολυετές ενεργειακό φυτό, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη βιομάζας.

2.1 Περιγραφή φυτού, κλίμα και απαιτήσεις εδάφους

Το Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) είναι ένα πολυετές χόρτο που ευδοκιμεί σε θερμά κλίματα. Αναπτύσσεται με σπόρους και ριζώματα. Το φυτό δημιουργεί μίσχους ύψους 0,5μ έως 2,7μ και συχνά έχει μία καστανοκόκκινη απόχρωση. Το ριζικό σύστημα μπορεί να αναπτυχθεί έως 3μ σε βάθος (Christian and Elbersen, 1998, Moser and Vogel, 1995).

Το Switchgrass συναντάται με την μορφή ψηλών λιβαδιών από χόρτα στην Βόρεια Αμερική, στην Κεντρική Αμερική και από τον νότιο Καναδά μέχρι το Μεξικό. Το Switchgrass έχει το C₄ σύστημα φωτοσύνθεσης, χαρακτηριστικό γνώρισμα των φυτών που ευδοκιμούν σε τροπικά και θερμά κλίματα, γεγονός που το κάνει πολύ πιο αποδοτικό στην παραγωγή βιομάζας σε σύγκριση με το C₃ σύστημα φωτοσύνθεσης. Κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες τα C₄ φυτά μπορούν να παράγουν έως και 2 φορές περισσότερη βιομάζα ημερησίως, ενώ έχουν χαμηλές απαιτήσεις σε νερό και σε λίπανση σε σύγκριση με τα C₃ φυτά. Προκειμένου να πετύχουν έναν υψηλό ρυθμό ανάπτυξης, απαιτείται υψηλή ηλιοφάνεια, υψηλή θερμοκρασία, ικανοποιητική παροχή νερού και η κατάλληλη λίπανση.

Το Switchgrass αναπτύσσεται καλύτερα σε καλής ποιότητας εδάφη που στραγγίζονται καλά. Ωστόσο, μπορεί να αναπτυχθεί και σε χαμηλότερης ποιότητας εδάφη που είναι όξινα. Το χορτάρι συνήθως δεν αναπτύσσεται όταν η βροχόπτωση είναι κάτω από 300 mm το χρόνο. Οι περισσότερες ποικιλίες Switchgrass μπορούν να αντέξουν σε συνθήκες υψηλότερης βροχόπτωσης.

Το Switchgrass μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε 2 γκρουπ ή οικότυπους. Στον ορεινό οικότυπο και στον πεδινό οικότυπο. Ο ορεινός οικότυπος έχει συνήθως

πιο λεπτά στελέχη και είναι πιο κοντός από τον πεδινό οικότυπο. Αναπτύσσεται σε πιο υγρά κλίματα και συνήθως σε περιοχές της βόρειας Αμερικής.

Διασταυρώσεις μεταξύ του ορεινού (κυρίως οκταπλοειδής) και πεδινού γονότυπου (κυρίως τετραπλοειδής) είναι ασύμβατες, τετραπλοειδής ποικιλίες από κάθε ένα από τους 2 οικότυπους έχουν διασταυρωθεί και παράγουν γόνιμους απογόνους με χαρακτηριστικά και από τους 2 οικότυπους.

2.2 Χρήσεις του Switchgrass

- **Καταπολέμηση της διάβρωσης του εδάφους:** Μία από τις πρώτες χρήσεις του Switchgrass ήταν η καταπολέμηση της διάβρωσης του εδάφους. Σε πειράματα, το Switchgrass έχει επιδείξει εξαιρετικές ικανότητες να παρεμποδίζει τις απορροές και τα ιχνοστοιχεία, ακόμα καλύτερα από τα C₃ φυτά.

- **Μακροχρόνια παύση καλλιέργειας και οικότοπος άγριας ζωής:** Το Switchgrass είναι ένα από τα κύρια φυτά που χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ για την μακροχρόνια παύση της καλλιέργειας υπό την αιγίδα του προγράμματος διατήρησης αποθεμάτων. Συχνά χρησιμοποιείται ως οικότοπος άγριας ζωής.

- **Ζωοτροφή:** Το Switchgrass χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ και σε παρόμοια κλίματα στην Βόρεια Αμερική και στην Κίνα να παρέχει ζωοτροφή κατά την διάρκεια πολύ ζεστών καλοκαιριών, όταν έχει μειωθεί, λόγω της θερμότητας και της ξηρασίας, η παραγωγικότητα των C₃ φυτών που ευδοκιμούν σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες.

- **Καλλωπιστικό Φυτό:** Το Switchgrass είναι ένα γνωστό καλλωπιστικό φυτό που χρησιμοποιείται στους κήπους και στις ανθοδέσμες. Ποικιλίες όπως το «Heavy Metal» και το «Rehbraun» είναι επίσης γνωστές καλλωπιστικές ποικιλίες στην Ευρώπη και συναντώνται συχνά σε κήπους και σε πάρκα.

- **Λοιπές Χρήσεις:** Το Switchgrass χρησιμοποιείται για φυτοθεραπεία – φυτοαποκατάσταση εδάφους. Επίσης χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια μανιταριών. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή

χαρτοπολλτού κυρίως στον Καναδά με επιτυχία. Χρήσεις που έχουν αναπτυχθεί προσφάτως περιλαμβάνουν την θερμική μετατροπή σε ηλεκτρισμό και θέρμανση και την παραγωγή καυσίμων και χημικών. Οι εφαρμογές αυτές έχουν αναπτυχθεί κυρίως στις ΗΠΑ, όπου το Switchgrass επιλέχθηκε ως ένα πρότυπο ενεργειακό φυτό στις αρχές τις δεκαετίας του 90. Επιπροσθέτως, εισήχθη και υποβλήθηκε σε πειράματα στις περισσότερες χώρες της νότιας και δυτικής Ευρώπης και πιο πρόσφατα της ανατολικής Ευρώπης, όπως η Πολωνία και η Ουκρανία. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι σήμερα, το Switchgrass, δεν παράγεται μαζικά για εμπορική εκμετάλλευση και δεν έχουν αναπτυχθεί τοπικές παραδοσιακές ποικιλίες.

2.3 Η Διαχείριση μίας καλλιέργειας Switchgrass για ενεργειακούς σκοπούς

Η διαχείριση μίας καλλιέργειας Switchgrass για παραγωγή βιομάζας είναι τελείως διαφορετική από την διαχείριση μίας καλλιέργειας Switchgrass που προορίζεται για παραγωγή ζωοτροφής. Το Switchgrass πολλαπλασιάζεται με σπόρους και απαιτείται να περάσουν 1 - 2 περίπου χρόνια ώστε να φτάσει στην μέγιστη απόδοση, κάτι το οποίο εξαρτάται από το κλίμα, το είδος του εδάφους και την ποικιλία του φυτού.

Η διάρκεια της ζωής μίας καλλιέργειας Switchgrass για ενεργειακούς σκοπούς κυμαίνεται από 10 έως 20 έτη πριν να χρειαστεί επαναφύτευση, κυρίως λόγω του ότι οι αποδόσεις αρχίζουν και μειώνονται κατά τα τελευταία έτη της καλλιέργειας. Η διάρκεια ζωής της καλλιέργειας εξαρτάται από το πόσο καλή είναι η διαχείρισή της και κατά πόσο καλά η καλλιέργεια ανταποκρίνεται στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες. Σε γενικές γραμμές, ένας θερισμός μετά από έναν έντονο παγετό ή αργά τον χειμώνα θεωρείται βέλτιστος. Οι αποδόσεις μπορεί να διαφέρουν λίγο όταν ο θερισμός γίνεται δύο φορές τον χρόνο (χειμώνα και καλοκαίρι), ωστόσο το επιπλέον κόστος, το επιπλέον λίπασμα που απαιτείται και η μείωση της ποιότητας της βιομάζας κυρίως όταν προορίζεται για κομποστοποίηση δεν καθιστούν τον θερισμό ανά εξάμηνο ελκυστική επιλογή. Επιπροσθέτως, η εξαμηνιαία συχνότητα θερισμού μπορεί να μειώσει την αντοχή

του φυτού και να αυξήσει την πιθανότητα να απαιτηθεί νωρίτερα επαναφύτευση της καλλιέργειας.

2.3.1 Τοποθεσία και επιλογή ποικιλίας

Το Switchgrass προσαρμόζεται εύκολα σε ένα μεγάλο εύρος από διαφορετικά είδη εδάφους και σε διάφορα κλίματα. Αν και καλά στραγγιζόμενα εδάφη με ένα ουδέτερο pH είναι προτιμητέα, το Switchgrass μπορεί να αναπτυχθεί εξίσου καλά και σε όξινα εδάφη. Η αραίωση με σκοπό την επαύξηση του pH του εδάφους είναι μία επιλογή, αν και όχι πάντα αποτελεσματική από άποψη κόστους. Επίσης, μέτρα μείωσης των ζιζανίων με την σπορά μίας σιτοκαλλιέργειας κατά το προηγούμενο έτος και μέτρα ελέγχου των ζιζανίων μπορεί να χρησιμοποιηθούν.

Ένα μεγάλο εύρος από ποικιλίες Switchgrass είναι διαθέσιμες και νέες ποικιλίες έχουν αναπτυχθεί κατά τα τελευταία χρόνια ειδικά για βιοενέργεια. Σε γενικές γραμμές, υπάρχουν ποικιλίες που δεν ανθίζουν ή ανθίζουν αργότερα και δεν ωριμάζουν πριν την έναρξη του χειμώνα. Αυτό θα οδηγήσει σε μεγαλύτερες αποδόσεις κατά το πρώτο χρόνο αλλά επίσης θα οδηγήσει και σε μεγαλύτερη φθορά της καλλιέργειας το χειμώνα και μικρότερη ανάπτυξη κατά την άνοιξη. Το γεγονός αυτό θα πιέσει τις αποδόσεις κατά το δεύτερο και τα επόμενα έτη, λόγω χαμηλότερης συγκομιδής, και θα οδηγήσει σε μικρότερη ανθεκτικότητα της ποικιλίας στο χρόνο. Οι ποικιλίες που ωριμάζουν αργότερα θα έχουν υψηλότερη υγρασία κατά τον θερισμό και άρα υψηλότερα κόστη αποθήκευσης και αποξήρανσης.

Ως εκ τούτου, η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας Switchgrass για μία συγκεκριμένη τοποθεσία απαιτεί ένα συγκερασμό των ακόλουθων παραμέτρων:

- Της απόδοσης
- Της ανθεκτικότητας στο κρύο (κατά τη διάρκεια του χειμώνα)
- Της ποιότητας της βιομάζας

2.3.2 Η εγκατάσταση μίας φυτείας Switchgrass

Μία φυτεία Switchgrass εγκαθίσταται με την σπορά γεγονός που καθιστά την καλλιέργεια σχετικά οικονομική αλλά πιο δύσκολη την ανάπτυξή της. Ωστόσο, αν γίνει μία σωστή διαχείριση της καλλιέργειας και ληφθούν τα αντίστοιχα μέτρα, η εγκατάσταση της καλλιέργειας είναι συνήθως επιτυχημένη και χαμηλή σε κόστος σε σύγκριση με καλλιέργειες που εγκαθίστανται με ριζώματα (όπως ο Μίσχανθος και ο Ηλίανθος).

Μία πρόκληση στην εγκατάσταση μίας καλλιέργειας Switchgrass είναι ο λήθαργος σπόρων, το γεγονός δηλαδή ότι κάποιοι σπόροι δεν βλασταίνουν παρά την ύπαρξη ευνοϊκών συνθηκών και επάρκειας νερού και οξυγόνου. Συνιστάται ιδιαίτερα η διενέργεια ενός τεστ βλαστικής ικανότητας πριν τη φύτευση ώστε να καθοριστεί η βλαστική ποιότητα των σπόρων και να καθοριστεί αντίστοιχα η πυκνότητα της φύτευσης. Γενικά προτείνεται μία πυκνότητα φύτευσης 200 με 400 σπόροι ανά τετραγωνικό μέτρο (Sanderson, 2012). Ο αριθμός αυτός μπορεί να είναι μικρότερος αν οι συνθήκες είναι ιδανικές και τα ζιζάνια περιορισμένα. Κατά μέσο όρο 100 με 200 σπόροι ανά τετραγωνικό μέτρο επαρκούν. Μία τέτοια πυκνότητα σποράς αν τ.μ. ισοδυναμεί με 5 έως 15 κιλά σπόρων ανά εκτάριο.

Η ποιότητα των σπόρων εξαρτάται (Sanderson, 2012) από την βιωσιμότητα, την καθαρότητα και το σφρίγος αυτών. Το σφρίγος συνδέεται με την ικανότητα των σπόρων να φυτρώσουν και να δημιουργήσουν ένα υγιές δενδρύλλιο ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους. Οι συνθήκες της καλλιέργειας, ο χρόνος του θερισμού, η αποξήρανση των σπόρων, ο καθαρισμός και οι συνθήκες επεξεργασίας, οι συνθήκες αποθήκευσης, η αποκατάσταση του εδάφους, οι ασθένειες και τα έντομα επηρεάζουν την ποιότητα των σπόρων του Switchgrass. Αγρονομικές πρακτικές που βελτιώνουν την ποιότητα των σπόρων περιλαμβάνουν λίπανση με αμμωνία, χρήση καλλιέργειας σε σειρά, κάψιμο του εδάφους την άνοιξη και έλεγχος των ασθενειών της καλλιέργειας.

Ένα κοινό τρυπάνι σποράς δημητριακών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σπορά. Ένα βασικός κανόνας είναι να κυλήσεις τους σπόρους πριν και μετά τη

σπορά. Αυτό είναι απαραίτητο για καλή επαφή των σπόρων με το έδαφος και για να μπορέσουν να τοποθετηθούν οι σπόροι σε βάθος από 0,5 έως 2 εκατοστά. Αν το έδαφος έχει αμμώδη υφή συνίσταται βαθύτερη σπορά. Σπορά χωρίς επεξεργασία του εδάφους είναι επίσης δυνατή αλλά ίσως απαιτεί μεγαλύτερη πυκνότητα φύτευσης.

Τα ζιζάνια ίσως δημιουργήσουν προβλήματα διότι οι σπόροι του Switchgrass αναπτύσσονται πιο αργά από τα ζιζάνια κάτω από χαμηλές θερμοκρασίες που είναι συνηθισμένες την άνοιξη. Αυτός είναι ένας λόγος που η σπορά του Switchgrass (όπως και του αραβόσιτου) γίνεται αργότερα, σε σύγκριση με πολλές άλλες καλλιέργειες, την άνοιξη. Εξαιτίας της αργής ανάπτυξης την άνοιξη, τα ζιζάνια ανταγωνίζονται συνήθως το Switchgrass κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Τα φυτώρια του Switchgrass πρέπει να αναπτύξουν 2 ή περισσότερες παραφυάδες προκειμένου να επιβιώσουν το χειμώνα (O' Brien et. Al. 2008).

Η καταπολέμηση των ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα, ο έλεγχος των πλατύφυλλων ζιζανίων, είναι εφικτός κουρεύοντας απλά τα ζιζάνια ακριβώς πάνω από το ύψος του Switchgrass είναι μία αποτελεσματική μέθοδος. Κατά το πρώτο έτος πρέπει να εστιάσουμε κυρίως στην εγκατάσταση της καλλιέργειας και λιγότερο στην απόδοσή της, ειδικά στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη. Ο στόχος για τα φυτώρια είναι να αναπτύξουν τουλάχιστον δύο παραφυάδες ώστε να επιβιώσουν το χειμώνα (O' Brien et. Al. 2008).

2.4 Η καλλιέργεια του Switchgrass για βιομάζα

2.4.1 Λίπανση (Fertilization)

Το Switchgrass κάνει πολύ αποδοτική χρήση των θρεπτικών στοιχείων ιδιαίτερα αν γίνει καθυστερημένος θερισμός αργά το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη. Όταν τα επίπεδα λίπανσης είναι επαρκή (για άζωτο, φώσφορο και κάλλιο) η βασική σύσταση είναι να μην λιπαίνεις κατά το πρώτο έτος, δηλαδή κατά το έτος της εγκατάστασης της καλλιέργειας καθώς αυτό θα ευνοήσει τα ζιζάνια. Κατά τα επόμενα έτη μία λίπανση που ισούται με τα θρεπτικά συστατικά

που χάνονται είναι συνήθως επαρκής για να πετύχουμε βέλτιστες αποδόσεις. Η απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών είναι χαμηλή όταν ο θερισμός της καλλιέργειας γίνεται καθυστερημένα, δηλαδή αργά το χειμώνα ή την άνοιξη εξαιτίας της μετατόπισης των θρεπτικών συστατικών στα κάτω μέρη του φυτού και της μερικής απώλειας των φύλλων που περιέχουν τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά. Κατά την διάρκεια του χειμώνα, τα μέταλλα όπως το κάλλιο και το χλώριο διαρρέουν από την βιομάζα, αυξάνοντας έτσι την ποιότητα για θερμική επεξεργασία και επιπλέον μειώνοντας την ανάγκη για λίπανση. Εκτός αυτού, το μεγάλο ριζικό σύστημα είναι ικανό να απομακρύνει θρεπτικά συστατικά, ιδίως φωσφορικά άλατα πολύ αποτελεσματικά. Αυτό ίσως εξηγεί γιατί γενικά καμία αντίδραση σε λίπανση φωσφόρου δεν παρατηρήθηκε.

Σε γενικές γραμμές, ο κανόνας είναι ότι, μετά των πρώτο χρόνο της καλλιέργειας, η λίπανση θα πρέπει να ισούται ίση με την ποσότητα των θρεπτικών συστατικών που απομακρύνονται αν τα επίπεδα των θρεπτικών συστατικών στην αρχή ήταν επαρκή.

2.4.2 Αποδόσεις (Yields)

Το Switchgrass δεν καλλιεργείται αποκλειστικά για παραγωγή βιομάζας και επομένως είναι δύσκολο να γίνουν ακριβείς προβλέψεις της απόδοσης όταν χρησιμοποιηθεί ο όψιμος θερισμός (τον χειμώνα). Εν γένει θα πάρει αρκετά χρόνια (2 έως 4) ώστε το Switchgrass να φθάσει την μέγιστη δυνατή απόδοση.

Γενικά, οι πεδινές ποικιλίες θα έχουν υψηλότερες αποδόσεις από τις ορεινές ποικιλίες. Ο Wullschlager (2010) βρήκε μία μέση απόδοση $8,7 \pm 4,2$ για ορεινές ποικιλίες και $12,9 \pm 5,9$ Mg/ha για πεδινές ποικιλίες από 1.190 παρατηρήσεις από αποδόσεις 39 δοκιμών εδάφους που διεξήχθησαν στις Ηνωμένες Πολιτείες. Την ίδια στιγμή μέγιστες αποδόσεις για Switchgrass έχουν παρατηρηθεί για περισσότερους από 20 τόνους και στην νότιες περιοχές των ΗΠΑ και στην νότια Ευρώπη.

2.5 Θερισμός και Εφοδιαστική Αλυσίδα

2.5.1 Θεριστική Περίοδος

Όταν η συγκομιδή του Switchgrass γίνεται για παραγωγή βιομάζας, η συγκομιδή συνήθως γίνεται μετά από ένα παγετό ή αργά το χειμώνα ή ακόμα και νωρίς την άνοιξη. Αυτό θα μεγιστοποιήσει την ποιότητα της βιομάζας (χαμηλή υγρασία, χαμηλά θρεπτικά συστατικά, χαμηλή τέφρα, χαμηλά επίπεδα καλίου και χλωρίου) και θα μειώσει την απώλεια θρεπτικών συστατικών.

Το κάλλιο (μαζί με το χλώριο) μειώνει την θερμοκρασία τήξης της τέφρας κατά τη διάρκεια της καύσης. Αυτό με την σειρά του προκαλεί σκουριά στους λέβητες ή ίσως απαιτεί χαμηλότερες θερμοκρασίες καύσης, το οποίο οδηγεί σε χαμηλότερες αποδόσεις ενεργειακής μετατροπής κατά την παραγωγή ενέργειας.

Η απώλεια βιομάζας κατά την διάρκεια του χειμώνα είναι ένα μειονέκτημα της όψιμης συγκομιδής. Η απώλεια μπορεί να φτάσει στο 30% με 40% συγκριτικά με την μέγιστη απόδοση αν η συγκομιδή της καλλιέργειας γίνονταν το φθινόπωρο (Σεπτέμβριο / Οκτώβριο).

2.5.2 Θερισμός

Το Switchgrass κόβεται και δεματοποιείται με την χρήση κοινών γεωργικών μηχανημάτων, όπως αυτά τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την κοπή και την δεματοποίηση σανού. Τα επίπεδα υγρασίας είναι συχνά κάτω από 15% και πολλές φορές κάτω και από 10% αν ο θερισμός γίνει τον χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη. Αν το επίπεδο της υγρασίας είναι πάνω από 15%, η σοδειά θα πρέπει να αποξηρανθεί. Το Switchgrass μετά δεματοποιείται και αποθηκεύεται πριν αποσταλεί για να υποστεί πελλετοποίηση ή να μετατραπεί σε άλλα προϊόντα.

2.6 Εφαρμογές βασισμένες στην Βίο-οικονομία

Το Switchgrass είναι ίσως περισσότερο γνωστό ως ενεργειακό φυτό. Κατά την δεκαετία του 1980, το Switchgrass επιλέχθηκε ως ένα πρότυπο ενεργειακό φυτό στις ΗΠΑ και χρησιμοποιείται εκ τότε κυρίως για την παραγωγή (2^{ης} γενιάς) αιθανόλης. Επιλέχθηκε επειδή είναι ένα γηγενές φυτό (στην Βόρεια Αμερική) και λόγω της υψηλής παραγωγικότητάς του με λίγα πρόσθετα (θρεπτικά συστατικά, νερό, ζιζανιοκτόνα). Στον Καναδά χρησιμοποιείται εκτεταμένα για ίνες και για πέλλετ. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, το φυτό εισήλθε και εξετάστηκε στην Ευρώπη, πρώτα στο ερευνητικό κέντρο Rothamsted και μετά σε αρκετά projects στην Ευρώπη (www.switchgrass.nl; Monti, 2012). Δύο βασικές χρήσεις του Switchgrass μπορούν να εντοπιστούν όταν αυτό χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας, η βιοχημική χρήση και η θερμική χρήση, η μετατροπή δηλαδή σε θερμική ενέργεια.

Ενέργεια, φορείς ενέργειας και χημικά μπορούν να παραχθούν διαμέσου μίας μεγάλης κλίμακας βιοχημικών και θερμοχημικών μεθόδων. Η βιομάζα από το Switchgrass έχει ελεγχθεί σε μεγάλη κλίμακα σε ότι αφορά την αποτελεσματικότητά της σε σχέση με αυτές τις τεχνολογίες μετατροπής (Balan, 2012).

2.6.1 Η Βιοχημική μετατροπή του Switchgrass

Η βιοχημική χρήση του Switchgrass συνήθως περιλαμβάνει προεπεξεργασία προκειμένου να ανοιχθεί το λιγνοκυτταρινούχο περίβλημα, και να ακολουθήσει η υδρόλυση των ενζύμων σε C6 και C5 σάκχαρα. Στη συνέχεια, ακολουθεί μία μικροβιακή ζύμωση των σακχάρων σε φορείς ενέργειας ή χημικές ενώσεις όπως αιθανόλη ή βουτανόλη. Για αυτές τις επεξεργασίες βασική απαίτηση ποιότητας είναι το περιεχόμενο των C6 και C5 σακχάρων και η ευκολία με την οποία αυτά μπορούν να είναι διαθέσιμα και να ζυμωθούν σε προϊόντα.

Μπορούμε να υπολογίσουμε την αναμενόμενη παραγωγή αιθανόλης προσθέτοντας όλα τα ζυμώσιμα συστατικά και να τα πολλαπλασιάσουμε με συντελεστές μετατροπής σε σάκχαρο και μετά από σάκχαρο σε αιθανόλη. Αυτό

δίνει μία αναμενόμενη απόδοση αιθανόλης 262 Kg αιθανόλης ανά τόνο ξηρού φορτίου από σοδειά του χειμώνα του 2^{ου} έτους καλλιέργειας προερχόμενης από μία περιοχή του Wageningen (Bakker R., 2013). Αυτή η απόδοση είναι συγκρίσιμη με την θεωρητική απόδοση αιθανόλης από τα σκληρά ξύλα όπως η ιτιά.

Η θεωρητική παραγωγή αιθανόλης έχει ελεγχθεί χρησιμοποιώντας πολλές μεθόδους προεπεξεργασίας. Η απόδοση κυμαίνεται από 0,14 και 0,19 γραμμάρια αιθανόλης ανά γραμμάριο από ξηρής ουσίας (Dry Matter) βιομάζα (όταν χρησιμοποιήθηκαν μικροοργανισμοί που μετατρέπουν τα C6 σάκχαρα σε αιθανόλη). Αυτό υποδηλώνει ότι κάτω από συνθήκες με λίγα πρόσθετα 2 τόνοι αιθανόλης μπορούν να παραχθούν ανά εκτάριο υποθέτοντας μία μέτρια απόδοση βιομάζας της τάξεως των 10 τόνων ξηράς ουσίας (Dry Matter) ανά εκτάριο, ενώ η θεωρητική απόδοση θα ήταν 2,6 τόνοι αιθανόλης ανά 10 τόνους βιομάζας.

Η παραγωγή αιθανόλης από το Switchgrass επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως την ποικιλία του φυτού, τον χρόνο θερισμού, την προεργασία, το περιεχόμενο σε λιγνίνη (οργανικό πολυμερές), την φόρτωση γλυκάνης, την φόρτωση ενζύμων, το στέλεχος της ζύμωσης, και την διαδικασία της επεξεργασίας (Balan et. al. 2012).

Εκτός από το βασικό προϊόν (αιθανόλη), από την επεξεργασία παράγεται επίσης λιγνίνη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας για ολόκληρη την παραγωγική διαδικασία.

2.6.2 Η θερμική μετατροπή του Switchgrass

Η θερμομηχανική επεξεργασία περιλαμβάνει φρύξη, πυρόλυση σε έλαιο πυρόλυσης και κάρβουνο, υδροθερμική επεξεργασία, αεριοποίηση σε συνθετικό αέριο και καύση. Το ενεργειακό περιεχόμενο (υψηλότερη θερμομαντική αξία) του Switchgrass είναι τυπικά λίγο χαμηλότερα από 18 MJ/kg DM, το οποίο είναι ελαφρώς χαμηλότερο από το ενεργειακό περιεχόμενο του ξύλου.

Κατά την διάρκεια της θερμικής μετατροπής, το ανόργανο μέρος, η περιεκτικότητα σε τέφρα και ειδικότερα η συμπεριφορά τήξης της τέφρας είναι ένα πολύ σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό. Ένα χαμηλό σημείο τήξεως της τέφρας μπορεί να οδηγήσει σε συσσωμάτωση τέφρας στους λέβητες και σε διάβρωση. Χαμηλό σημείο τήξεως της τέφρας προκαλείται κυρίως από υψηλή αλκαλική σύνθεση (κάλιο και νάτριο) της τέφρας σε συνδυασμό με χλώριο. Ως εκ τούτου, είναι πολύ σημαντικό να στοχεύει η διαχείριση του Switchgrass στην μείωση της περιεκτικότητας σε κάλιο και χλώριο, και άρα σε υψηλό σημείο τήξεως της τέφρας ώστε να αποφευχθεί το ενδεχόμενο της διάβρωσης.

Τυπικά, σημεία τήξεως της τέφρας άνω των 1000° C μπορεί να βρεθούν όταν εφαρμοστεί η κατάλληλη διαχείριση της καλλιέργειας (όψιμος θερισμός). Αυτή η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη για το καθαρό ξύλο και το κάρβουνο αλλά υψηλότερη από άλλη πούδη βιομάζα όπως άχυρα σίτου. Η θερμοκρασία τήξεως της τέφρας είναι συχνά πιο ευνοϊκή από την αντίστοιχη του Μίσχανθου αν και η συγκέντρωση του Switchgrass (σε τέφρα, K και CL) είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη του Μίσχανθου. Το Switchgrass παρουσιάζει υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με το ξύλο αλλά χαμηλότερες σε σχέση με το άχυρο ή τα πούδη φυτά.

2.7 Τα Οικονομικά δεδομένα της καλλιέργειας

Εκτεταμένη οικονομική ανάλυση έχει γίνει για το κόστος παραγωγής του Switchgrass στις ΗΠΑ και σε μικρότερη κλίμακα στον Καναδά και την Ευρώπη.

Σύμφωνα με σχετική μελέτη που έγινε στην Ουκρανία (Lesschen, 2012) το κόστος του Switchgrass για μία εγκατάσταση πελετοποίησης εκτιμήθηκε σε €52 ανά τόνο πέλετ σε εγκαταλελειμμένη γη κάτω από συνθήκες χαμηλής παραγωγικότητας (υποθέτοντας όχι έμμεση αλλαγή χρήσης γης) και €42 ανά τόνο πέλετ κάτω από συνθήκες υψηλής παραγωγικότητας (υποθέτοντας έμμεση αλλαγή χρήσης γης).

2.8 Βιώσιμη ανάπτυξη

Το Switchgrass έχει βρεθεί ότι έχει χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η υψηλή παραγωγή μπορεί να επιτευχθεί με πολύ χαμηλές εισροές ανά εκτάριο και ανά τόνο ξηρού που θα παραχθεί. Η εισαγωγή / εξαγωγή ενέργειας έχει υπολογιστεί να είναι ανάμεσα σε 1/8 και 1/54.

Όταν ένα πολυετές χορτάρι όπως το Switchgrass αναπτύσσεται σε καλλιεργήσιμη γη, ο άνθρακας του εδάφους αυξάνεται σημαντικά κάθε χρόνο με ρυθμό 1,1 με 1,2 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο τον χρόνο (IPCC,2003). Έχει υπολογιστεί ότι για μεγαλύτερες περιόδους (10 έως 30 χρόνια) η δέσμευση του άνθρακα του εδάφους πρέπει να είναι από 0,78 έως 0,53 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο ετησίως (Skinner, 2012). Αυτός είναι ένας από τους λόγους που το ισοζύγιο αερίων θερμοκηπίου του Switchgrass που παράγεται για πέλλετ προκειμένου να αντικαταστήσει τον άνθρακα για παραγωγή ηλεκτρισμού είναι θετικό. Έχει υπολογιστεί (Lesschen, 2012) το ισοζύγιο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ουκρανία (για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας), για παραγωγή πέλλετ από Switchgrass κάτω από υψηλής παραγωγικότητας και κάτω από χαμηλής παραγωγικότητας συνθήκες, το οποίο είναι 99% καλύτερο από το ισοδύναμο άνθρακα κάτω από υψηλές παραγωγικές συνθήκες και 86% καλύτερο κάτω από χαμηλές παραγωγικές συνθήκες. Οι εκπομπές από την παραγωγή του Switchgrass, από την μεταφορά και την επεξεργασία αυτού αντισταθμίζονται από την συσσώρευση άνθρακα στο έδαφος.

Όταν το Switchgrass χρησιμοποιείται για παραγωγή βιοκαυσίμων (αιθανόλη 2^{ης} γενεάς), οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, συγκρινόμενες με την βενζίνη από ορυκτά καύσιμα, θα είναι λιγότερες ευνοϊκές σε σχέση με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (σημείο αναφοράς ο άνθρακας). Εδώ οι εκτιμήσεις κυμαίνονται από 43% έως 79% μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου συγκριτικά με την εναλλακτική των ορυκτών καυσίμων (Skinner, 2012).

Επί του παρόντος, το βασικό άλυτο ζήτημα αειφορίας των ενεργειακών φυτών αφορά τον ανταγωνισμό με τα τρόφιμα και την ανησυχία ότι η μετατροπή της καλλιεργήσιμης γης σε ενεργειακές καλλιέργειες, γεγονός το οποίο μπορεί να

οδηγήσει σε οδηγήσει σε αλλαγές της έμμεσης χρήσης γης και άρα σε εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (Fritsche, 2010). Οι επιλογές αποφυγής του προβλήματος αυτού εντοπίζονται στην χρήση βιοπροϊόντων, στα υπολείμματα των καλλιεργειών και στην χρήση εγκαταλελειμμένης ή οριακής γης.

Μπορεί το Switchgrass να γίνει ένα επεμβατικό φυτό?

Το Switchgrass είναι γηγενές στην Βόρεια Αμερική. Σε άλλες περιοχές του κόσμου το Switchgrass δεν είναι γηγενές και πολλαπλασιάζεται με σπόρους, το οποίο γεννά το ερώτημα κατά ποσό το Switchgrass μπορεί να γίνει ένα φυτό εισβολέας. Υπάρχουν βάσιμοι λόγοι να εκτιμούμε ότι το Switchgrass δεν θα γίνει ένα επεμβατικό είδος διότι έχει εκτεταμένα καλλιεργηθεί εκτός της Βόρειας Αμερικής ως ένα καλλωπιστικό φυτό χωρίς να υπάρχουν γνωστές αναφορές ότι έχει γίνει ζιζανιοκτόνο, ότι δηλαδή είναι ένα φυτό που αναπτύσσεται επιθετικά, εξαπλώνεται και μετατοπίζει άλλα φυτά (envirothonpa.org, 2015). Στην Βόρεια Αμερική δεν θεωρείται ότι μπορεί να γίνει επεμβατικό φυτό, είναι δύσκολο να εγκατασταθεί με σπόρους και απαιτείται προσεκτική διαχείριση της καλλιέργειας κάτω από ορθές αγροτικές συνθήκες.

2.9 Συγκρίνοντας το Switchgrass με τον Μίσχανθο (*Miscanthus x giganteus*)

Το Switchgrass είναι ένα από τα κύρια πολυετή φυτά που έχουν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιομάζας στην Βόρεια Αμερική και έχει επίσης εισαχθεί και ελεγχθεί στην Ευρώπη και σε άλλα υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη (Κίνα, Αργεντινή). Άλλα πολυετή φυτά για παραγωγή βιομάζας με τα οποία θα μπορούσε να συγκριθεί το το Switchgrass είναι ο Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus*), η φαλαρίδα η καλαμοειδής (*Phalaris arundinacea* ή *L. Reed Canary Grass*) και το καλάμι (*Giant Reed*).

Η διαφορά ανάμεσα στον Μίσχανθο και το Switchgrass είναι εμφανή στην ανάπτυξη των φυτών καθώς ο Μίσχανθος αναπτύσσεται σε μεγαλύτερο ύψος από το Switchgrass. Ο Μίσχανθος έχει υψηλότερο δυναμικό παραγωγής αλλά

επίσης έχει και υψηλότερο κόστος παραγωγής. Σε αργιλώδη εδάφη βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι σχετικά υψηλή (3,63% για το Switchgrass & 4,53% για τον Μίσχανθο) ακριβώς λόγω της σύστασης του εδάφους (Elbersen, 2013). Σε αμμώδη εδάφη, αντίθετα, αναμένεται η περιεκτικότητα σε τέφρα να είναι κατά 50% χαμηλότερη (Zegada-Lizarazu, 2010). Στην ίδια έρευνα βρέθηκε ότι ο θερισμός τον χειμώνα ή την άνοιξη σημαίνει ότι η βιομάζα έχει αντέξει περισσότερο οδηγώντας στην απομάκρυνση των εύκολα διαλυόμενων συστατικών όπως κάλιο και χλώριο. Τα δεδομένα της έρευνας υποστηρίζουν το γενικό εύρημα ότι ο Μίσχανθος φαίνεται να έχει χαμηλότερο σημείο τήξης της τέφρας από το Switchgrass, εύρημα το οποίο εξηγείται από την υψηλότερη συγκέντρωση καλίου στην τέφρα. Ένα χαμηλότερο σημείο τήξης της τέφρας θα οδηγήσει σε θερμοσυσσωμάτωση και σε προβλήματα συσσωμάτωσης τέφρας κατά την καύση. Γενικά, οι απευθείας συγκρίσεις ανάμεσα στα 2 φυτά είναι πολύ σπάνιες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο *Miscanthus x giganteus* είναι μακράν το πιο γνωστό είδος Μίσχανθου, ωστόσο υπάρχουν και άλλα είδη Μίσχανθου που έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Εικόνα 4: Reed Canary Grass (Παπάζογλου, 2011)



Σε γενικές γραμμές, οι αποδόσεις του Switchgrass είναι χαμηλότερες από εκείνες του *Miscanthus x giganteus*, παρόλο που δεν υπάρχουν καλές μακροπρόθεσμες συγκρίσεις. Σχετική έρευνα (Lasorella, 2011) συνέκρινε την

απόδοση χειμωνιάτικης σοδειάς Switchgrass και μίσχανθου που συλλέχθηκε από την ίδια τοποθεσία. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το Switchgrass απέδωσε 25% λιγότερο από τον Μίσχανθο σε όρους ξηρού φορτίου (ton/DM/ha/year) κατά τα πρώτα 6 χρόνια.

Σύμφωνα με έρευνα (Khanna, 2008) που αφορούσε την περιοχή του Ιλινόι, η μέση απόδοση του μίσχανθου εκτιμήθηκε σε 35,76 ton/DM/ha/year, ενώ του switchgrass σε 9,4 ton/DM/ha/year.

Σε άλλη έρευνα (Helton, 2004) , εκτιμήθηκε ότι ο Miscanthus x giganteus λιγότερο από τον Μίσχανθο σε όρους ξηρού φορτίου (ton/DM/ha/year) κατά τα πρώτα 6 χρόνια.

Εικόνα 5: Μίσχανθος και switchgrass τον Ιούλιο στην Βόρεια Γαλλία



Σύμφωνα με έρευνα (Khanna, 2008) που αφορούσε την περιοχή του Ιλινόι, η μέση απόδοση του μίσχανθου εκτιμήθηκε σε 35,76 ton/DM/ha/year, ενώ του switchgrass σε 9,4 ton/DM/ha/year.

Σε άλλη έρευνα (Helton, 2004) , εκτιμήθηκε ότι ο *Miscanthus x giganteus* απέδωσε κατά μέσο όρο 22 ton/DM/ha/year, ενώ το Switchgrass 10 ton/DM/ha/year.

Στον κατωτέρω πίνακα παρουσιάζεται μία σύγκριση ανάμεσα στο Switchgrass και στον *Miscanthus x Giganteus*. Η σύγκριση ενισχύει την άποψη ότι κάθε ένα από τα 2 πολυετή ενεργειακά φυτά μπορεί να έχει διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Πίνακας 1 : Σύγκριση Swithgrass με Μίσχανθο

Χαρακτηριστικό	Miscanthus	Switchgrass
Καταγωγή	N.A. Ασία, Ιαπωνία	Βόρεια Αμερική
Σύστημα φωτοσύνθεσης	C4	C ₃
Ύψος	Έως 4 μέτρα	Έως 2,5 μέτρα
Χρόνος εναλλαγής	15 έτη	15 έτη
Μέθοδος πολλαπλασιασμού	Ριζώματα	Σπόροι
Περίοδος θερισμού	Χειμώνας έως νωρίς την άνοιξη	Χειμώνας έως νωρίς την άνοιξη
Ενεργειακή εισροή/ εκροή	12 έως 66	8 έως 54
Αποδόσεις (ξηρό φορτίο)	10 – 40	6 - 25

Ποιότητα βιομάζας για θερμική μετατροπή	Χαμηλότερη	Υψηλότερη
Χρήση νερού	Σχετικά χαμηλή	Σχετικά χαμηλή
Έλεγχος διάβρωσης	Σχετικά καλός	Πολύ καλός
Κόστος εγκατάστασης	€300/ ha	€3000/ ha
Παραγωγικότητα	Υψηλότερη	Χαμηλότερη
Αποδοτικότητα χρήσης νερού	Υψηλή	Υψηλή
Αποδοτικότητα λίπανσης	Πολύ υψηλή	Υψηλή
Ανάγκη για πρόσθετα	Χαμηλή	Χαμηλή
Υψηλή απόδοση κάτω από οριακές συνθήκες	Ναι	Ναι
Ανάγκη για εξειδικευμένα μηχανήματα	Ναι	Όχι
Έτη για το μηδενικό σημείο (break even point)	Περισσότερα	Λιγότερα

Το Switchgrass έχει μεν χαμηλότερη παραγωγική δυναμικότητα από τον Μίσχανθο, ωστόσο είναι πολύ πιο οικονομική η εγκατάσταση της καλλιέργειας του. Αυτό σημαίνει ότι μάλλον ενδείκνυται η καλλιέργεια του Switchgrass σε χαμηλής ποιότητας εδάφη όπου η παραγωγική δυναμικότητα του εδάφους είναι περιορισμένη και όπου το υψηλό κόστος εγκατάστασης του Μίσχανθου είναι μη ανακτήσιμο.

Σε περιβάλλον υψηλών επιτοκίων, όπου το κόστος του κεφαλαίου είναι αντίστοιχα υψηλό και όταν η τιμή της βιομάζας είναι χαμηλή και το κόστος της

γης χαμηλό το Switchgrass φαίνεται να έχει ένα πλεονέκτημα απέναντι στον Μίσχανθο.

Επί του παρόντος, το Switchgrass καλλιεργείται, για εμπορικούς σκοπούς, για ζωοτροφή κυρίως στην Βόρεια Αμερική. Στην Ευρώπη το φυτό καλλιεργείται μόνο σε πειραματική ή πιλοτική κλίμακα. Η καλλιέργεια μπορεί να έχει σημαντική οικονομική επίδραση καθώς η ζήτηση για βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς αυξάνεται, τα οποία απαιτούν λιγνοκυτταρινική βιομάζα ως πρώτη ύλη. Επιπροσθέτως, το Switchgrass είναι ένα από τα μοναδικά φυτά που μπορούν να παράγουν εύλογες αποδόσεις σε χαμηλού κόστους οριακή ή χαμηλότερης ποιότητας γη. Αυτός είναι ένας τρόπος που μπορούμε να παράγουμε βιομάζα χωρίς να δημιουργούμε ανταγωνισμό με τις καλλιέργειες τροφίμων ως προς την εύρεση καλλιεργήσιμης γης. Επομένως, αποφεύγεται έτσι το φαινόμενο της έμμεσης αλλαγής χρήσης γης (indirect Land Use Change - iLUC).

Η διαθεσιμότητα αυτού του τύπου της γης που μπορεί να απελευθερωθεί από την κανονική γεωργία είναι αβέβαια, ωστόσο έχει υπολογιστεί σε αρκετά εκατομμύρια εκτάρια διεθνώς. Σύμφωνα με σχετική έρευνα (Krasuska, 2010) η διαθεσιμότητα αυτού του τύπου της γης εκτιμήθηκε σε 13,2 εκατομμύρια εκτάρια στην Ευρώπη το 2010, 20,5 εκατομμύρια εκτάρια το 2020 και 26,2 εκατομμύρια εκτάρια το 2030.

3 Τί είναι Οριακή Γη?

3.1 Ορισμός – Θεωρητικό Πλαίσιο

Η ραγδαία εξάπλωση της καλλιέργειας φυτών για ενεργειακούς σκοπούς έχει εγείρει ανησυχίες σχετικά με την επίδραση της στην σταθερότητα της προσφοράς τροφίμων και στις τιμές αυτών εξαιτίας της ενδεχόμενης εκτεταμένης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών σε παραδοσιακά αγροτική γη και στην συνεπακόλουθη μείωση στις περιοχές που προορίζονται και χρησιμοποιούνται για παραγωγή τροφίμων. Ως αποτέλεσμα, έχει επανειλημμένα προταθεί ότι τα ενεργειακά φυτά θα πρέπει να καλλιεργούνται σε οριακή αγροτική γη ώστε να αποφευχθούν παρενέργειες στην ασφάλεια των τροφίμων. Ωστόσο, δεν υπάρχει κάποιος μοναδικός, ξεκάθαρος ορισμός της «οριακής γης», ή για να είμαστε πιο ακριβείς υπάρχουν πάρα πολλοί ορισμοί.

Οι πολιτικές της ΕΕ που ενισχύουν την καλλιέργεια σε «περιοχές με φυσικά μειονεκτήματα» βασίζονται σε κυρίως σε βιοφυσικά κριτήρια, που εύκολα ποσοτικοποιούνται, είναι σταθερά στον χρόνο και κατά συνέπεια ορίζουν τις μη παραγωγικές από αγροτική σκοπιά γαίες με έναν συγκριτικά αντικειμενικό τρόπο. Ωστόσο, τα κριτήρια αυτά αγνοούν άλλα σημαντικά θέματα, συμπεριλαμβανομένων κοινωνικοοικονομικών, περιβαλλοντικών και θεσμικών παραγόντων, που σε κάποιες περιπτώσεις ίσως είναι πολύ σημαντικά.

Προκειμένου να μπορέσουμε να εντοπίζουμε την οριακή γη με μία πιο συνεπή και αξιόπιστη μέθοδο θα πρέπει να δημιουργήσουμε κοινωνικοοικονομικά, περιβαλλοντικά και θεσμικά κριτήρια στον ορισμό της οριακής γης. Θεωρώντας ότι οι επιμέρους αποφάσεις των αγροτών βασίζονται στο σύνολο των παραγόντων αυτών η πιο πρακτική περιγραφή της οριακής γης για σκοπούς ενεργειακής καλλιέργειας θα ήταν: *«γη η οποία δεν χρησιμοποιείται ή δεν αναμένεται να χρησιμοποιηθεί για παραδοσιακή γεωργία στον εγγύς μέλλον»* (Soldatos, 2014). Κατ' αναλογία *«οι λιγότερο ευνοημένες περιοχές»* που χρησιμοποιούνται ως όρος στην ΕΕ είναι επίσης οριακές διότι χωρίς κρατική ενίσχυση, θα τις εγκατέλειπαν εξαιτίας των χαμηλών οικονομικών αποδόσεων από γεωργικές δραστηριότητες.

3.2 Καλλιέργεια Ενεργειακών Φυτών σε Οριακή Γη

Οι απαιτήσεις για χρήση γης για βιοενεργειακά φυτά είναι πολύ υψηλότερες από σχεδόν κάθε άλλη μέθοδο παραγωγής ενέργειας. Για παράδειγμα, οι καλλιέργειες ενεργειακών φυτών απαιτούν σαράντα με σαράντα πέντε φορές περισσότερη γη σε σχέση με την παραγωγή ενέργειας από το κάρβουνο ή είκοσι φορές περισσότερη γη σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ενέργειας (FAO/UNEP/UN-A,2010).

Δοθέντων των στόχων της ΕΕ για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της υφιστάμενης ή αναμενόμενης έλλειψης αγροτικών γαιών σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες, η διαθεσιμότητα της γης για ενεργειακές καλλιέργειες θα εξαρτηθεί από τις πολιτικές αποφάσεις σε σχέση με τους στόχους που έχει θέσει η Ε.Ε. για παραγωγή τροφίμων, ζωοτροφών και φυτικών ινών. Η κατάσταση είναι παρόμοια, αν όχι χειρότερη, στις ΗΠΑ, όπου φιλόδοξοι στόχοι αιθανόλης ίσως έχουν αρνητική επίδραση στην διαθεσιμότητα και στις τιμές του καλαμποκιού και των δημητριακών. Το 2004, το 5% της παραγωγής του καλαμποκιού στις ΗΠΑ χρησιμοποιήθηκε για παραγωγή αιθανόλης. Το ποσοστό αυτό πλέον έχει ανέλθει στο 40%, το οποίο αντιπροσωπεύει το 15% της παγκόσμιας παραγωγής καλαμποκιού. Το αποτέλεσμα είναι να έχουν δημιουργηθεί πληθωριστικές πιέσεις στην τιμή του καλαμποκιού και αυτή να έχει ανέβει σε ποσοστό 20%. Το μεγαλύτερο πλήγμα όμως προέρχεται από το γεγονός ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες εισάγουν καλαμπόκι και άλλα δημητριακά σε μεγάλες ποσότητες (Wise, 2012).

Η ευρείας κλίμακας παραγωγή βιομάζας βασίζεται κυρίως σε πολιτικές κρατικής επιχορήγησης, η οποία μπορεί να λάβει διάφορες μορφές όπως χρηματικές ενισχύσεις, φοροαπαλλαγές και επιβολή υψηλών δασμών σε εισαγωγές βιοκαυσίμων από τρίτες χώρες (Ziolkowska, J, 2010). Συνήθως, επιχορηγείται η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών στην γη που δεν χρησιμοποιείται για την παραγωγή αγροτικών προϊόντων και τροφίμων. Η γη αυτή συχνά καλείται οριακή γη. Λόγω της επιχορήγησης οι αγρότες ίσως αποφασίσουν να καλλιεργήσουν γη που διαφορετικά θα έμενε άγονη. Αυτή η γη εξακολουθεί να

είναι οριακή από μία καθαρά αγρονομική σκοπιά, παρά το γεγονός ότι καλλιεργείται μόνο εξαιτίας των οικονομικών ενισχύσεων και της παροχής κινήτρων. Στην χώρα μας η συνηθέστερη μορφή κρατικής επιχορήγησης είναι η παροχή χρηματικών ενισχύσεων.

Απαιτείται αυστηρή νομοθεσία να διασφαλιστεί ότι οι καλλιέργειες ενεργειακών φυτών συμβάλλουν στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγεται η ανεπιθύμητη αλλαγή χρήσης γης (LUC), που προκαλείται από την ανεξέλεγκτη παραγωγή βιομάζας. Ενώ η άμεση αλλαγή χρήσης γης (dLUC) είναι εύκολο να εφαρμοστεί σε τοπικό επίπεδο (π.χ. εισαγωγή ενός νέου συστήματος θερισμού σε μία τοποθεσία), η έμμεση αλλαγή χρήσης γης (iLUC) (π.χ., η χρήση αγροτικής γης που αντικαθιστά την παραγωγή τροφίμων με την παραγωγή βιομάζας και προκαλεί αλλαγές στην χρήση γης οπουδήποτε αλλού) είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί σε μία παγκόσμια κλίμακα (Van Stappen *et al.*, 2011; Shortall, 2013). Το γεγονός αυτό περαιτέρω περιορίζει την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών σε αχρησιμοποίητες γαίες, χαμηλότερης αξίας και γονιμότητας, όπου η παραδοσιακή γεωργία είναι μη ελκυστική.

3.3 Τα πλεονεκτήματα των ενεργειακών φυτών

Στις ημέρες μας, υπάρχει η εκτίμηση ότι τα πολυετή ριζωματώδη φυτά ίσως έχουν υψηλότερο βαθμό αντοχής όταν αναπτύσσονται σε λιγότερο γόνιμα εδάφη επειδή απαιτούν περιορισμένη διαχείριση γης και λιγότερες θρεπτικές ουσίες από τις ετήσιες καλλιέργειες λόγω της ανακύκλωσης των θρεπτικών ουσιών (Zegada-Lizarazu *et al.*, 2010; Fernando *et al.* 2010; Rettenmaier *et al.*, 2010). Είναι φυτά που μπορούν να επιβιώσουν σε φτωχά εδάφη, την στιγμή που άλλα φυτά δεν μπορούν. Τα πολυετή φυτά για παραγωγή βιομάζας που έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης στην Ευρώπη από το 1980, είναι το Switchgrass, ο Μίσχανθος και το Γιγάντιο Καλάμι.

Η ανθεκτικότητα αυτών των καλλιεργειών βασίζεται στο χαμηλό κόστος παραγωγής, την καταλληλότητα σε αντίξοες συνθήκες, σχετικά χαμηλές ανάγκες σε νερό, χαμηλές απαιτήσεις σε θρεπτικές ουσίες, αποδοτική χρήση της

υδροδότησης και θετικά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη (Sims *et al*, 2006, Zegada-Lizarazu *et al.*, 2010). Πέραν τούτου, αυτά τα είδη είναι ανθεκτικά στην υψηλή αλατότητα του εδάφους (για παράδειγμα ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους υψηλότερη από 6 mS/cm) και έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε επικλινείς περιοχές.

Όπως και με τις παραδοσιακές καλλιέργειες, μπορούμε να διακρίνουμε ανάμεσα στην «ποσότητα» και την «ποιότητα» της παραγωγής των ενεργειακών φυτών. Αν και η έμφαση δίνεται στην ποσότητα (συνολική βιομάζα), η ποιότητα της πρώτης ύλης επηρεάζει την μετέπειτα βιοχημική μετατροπή της βιομάζας και είναι ένα σημαντικό κριτήριο στον καθορισμό της αποδοτικότητας των βιοκαυσίμων. Στο βαθμό που μας ενδιαφέρει περισσότερο η ποσότητα της βιομάζας, θα μπορούσαμε να ανατρέξουμε στον Rabbin (1993), ο οποίος έχει προτείνει μία ιεραρχική κατηγοριοποίηση των δυνητικών επιπέδων παραγωγής και των περιοριστικών παραγόντων για την παραγωγή βιομάζας.

3.4 Μεθοδολογία και Επισκόπηση των ορισμών της Οριακής Γης

Η λέξη *οριακή* έχει εκτεταμένα χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα στα οικονομικά, προκειμένου να ορίσει κάθε ποσότητα στο ή ακριβώς πίσω από το «σύνορο» ή το «όριο». Για παράδειγμα, το οριακό κόστος και το οριακό έσοδο είναι κοινές εκφράσεις, που υποδηλώνουν το επιπλέον κόστος ή έσοδο που προέρχεται από την πώληση μίας μονάδας του προϊόντος. Η οριακή χρησιμότητα είναι η αύξηση στην χρησιμότητα που προέρχεται από την κατανάλωση μίας επιπλέον μονάδας του προϊόντος. Την στιγμή που η αξία μίας πρώτης ύλης εξαρτάται από τα υφιστάμενο ύψος της παραγωγής, κατανάλωσης, πωλήσεων, κλπ, η λέξη «όριο» αντιπαραβάλλεται σε σχέση με την υπάρχουσα παρατηρηθείσα κατάσταση (Soldatos, 2014).

Οι Lewis και Kelly (2014) επισκόπησαν πολλές ερευνητικές εργασίες που εστίαζαν στην χαρτογράφηση του ενεργειακού δυναμικού (παραγωγή βιομάζας σε οριακή γη) σε διεθνές, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο και

κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σημαντικές διαφορές στους ορισμούς, στην επιλογή των δεδομένων, στα μοντέλα και στην κλίμακα άφηναν μικρά περιθώρια για συγκρίσεις. Κατά μία γενική αίσθηση, οριακή γη θεωρείται η γη με χαμηλή ποιότητα για παραδοσιακές καλλιέργειες αγροτικών προϊόντων. Ωστόσο, μικρή έρευνα έχει γίνει στον ακριβή καθορισμό του τι κάνει την γη οριακή, την ποσότητα αυτής της γης, τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες ή το κόστος ευκαιρίας αυτών των αυτό-αποκαλούμενων οριακών γαιών (Dauber *et al.*, 2012).

Η Ε.Ε., στις ημέρες μας, υποστηρίζει οικονομικά την αγροτική δραστηριότητα στις ονομαζόμενες «Λιγότερο Ευνοϊκές Περιοχές» προκειμένου να αποτρέψει την μείωση του πληθυσμού από αυτές τις περιοχές και να υποστηρίξει την γεωργία για την προστασία της υπαίθρου (EC 1975). Τα κριτήρια για τον χαρακτηρισμό αυτών των περιοχών ως «Λιγότερο Ευνοϊκών» ήταν 2 ειδών: (α) βιοφυσικά (άγονη γη, υψόμετρο, κλίση εδάφους και δυσμενές κλίμα) και (β) οικονομικά (χαμηλά / μειούμενα αγροτικά εισοδήματα). Τα κριτήρια για την οικονομική στήριξη των αγροτών μεταβάλλονται προς μία απλούστερη, πιο αντικειμενική και καθολική διαχείριση του μηχανισμού υποστήριξης, αλλά λιγότερο σαφή στις επιμέρους αγροτικές συνθήκες. Το καινούριο set από κριτήρια επικεντρώνεται σε βιοφυσικά θέματα που αφορούν την γη, δίνοντας λιγότερη έμφαση σε οικονομικά, κοινωνικά και άλλες παρόμοιες πτυχές. Η ονομασία αυτών των περιοχών έχει πλέον αλλάξει σε «Περιοχές με Φυσικούς Περιορισμούς» (Van Orshoven, 2013).

Κατά το 2005, σχεδόν το 15% από τις 10 εκατομμύρια φάρμες στην ΕΕ δέχθηκε οικονομική στήριξη καθώς χαρακτηρίστηκαν «Λιγότερο Ευνοϊκές Περιοχές» (EC 2009, annex 9). Η συσχέτιση της «οριακής γης» με τις «λιγότερο ευνοϊκές περιοχές» είναι αναπόφευκτη. Επί προσθέτως, κάποιος θα μπορούσε να υποθέσει ότι οι επιχορηγούμενες «λιγότερο ευνοϊκές περιοχές» δεν θα καλλιεργούνταν με παραδοσιακές καλλιέργειες χωρίς την κρατική οικονομική υποστήριξη που δέχονται (περίπου €250 ανά εκτάριο, EC 2014).

Στην Γεωργία, ο όρος «οριακή γη» υποδηλώνει γη που είναι λιγότερο ελκυστική για αγροτική καλλιέργεια ή λιγότερο παραγωγική και συχνά αντιπαραβάλλεται με

την άριστη ή καλή αγροτική γη. Μερικές φορές η οριακή γη ορίζεται από βιοφυσικά / αγρονομικά χαρακτηριστικά, όπως χαμηλή γονιμότητα εδάφους, απότομη κλίση ή βουνοπλαγιά, λειψυδρία, αλατότητα, ακραίες κλιματολογικές συνθήκες. Άρα, θεωρείται ότι η «οριακή γη» μπορεί εύκολα να περιγραφεί από συγκεκριμένα και εύκολα ποσοτικοποιήσιμα χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, πλαγιές πάνω από 30%, διαβρωμένα εδάφη σε βαθμό υψηλότερο από το κανονικό όριο ή άλλοι κλιματικοί παράγοντες ή παράγοντες που επηρεάζουν τη γονιμότητα του εδάφους.

Στην βιβλιογραφία συναντάμε αρκετές αναφορές για την οριακή γη. Ο Fargione *et. al.* (2008) πρότεινε «υποβαθμισμένη και εγκαταλελειμμένη» γη για παραγωγή βιομάζας, ενώ ο Kort *et. al.* (1998) περιέγραψε την γη που είναι πιθανό να επιλεγεί για παραγωγή βιομάζας ως «οριακή γη, τέτοια τώρα χρησιμοποιείται ως βοσκότοπος ή για παραγωγή σανού».

Η λέξη «οριακή» μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει από μόνη της και την γη μίας χαμηλότερης φυσικής ποιότητας, όπως αναφέρει ο Tilman *et al.* (2006), ή γη που είναι οικονομικά οριακή, όπως αναφέρει ο Kort *et al.* (1998) στην μελέτη του. Άλλοι ορισμοί είναι λιγότερο ασαφής: «άγονη» και «φτωχή σε άνθρακα» γη είναι ακατάλληλη να φιλοξενήσει υψηλή βλάστηση, ενώ ο όρος «εγκαταλελειμμένη» υπονοεί ότι πρόκειται για μία γη φτωχή σε ποιότητα για βοσκή ή αγροτική καλλιέργεια χωρίς να δίνει μία ένδειξη για το πώς η γη χρησιμοποιείται, επομένως έναν οικονομικό όρο (Field *et al.*, 2007). Ο Tang *et al.* (2010) εντοπίζει μία σειρά από κατηγορίες αχρησιμοποίητης γης, όπως γη παράπλευρη σε οδικά δίκτυα, γη στην οποία εκτελούνται έργα, τα περίχωρα των σπιτιών, οι περισσότερες από τις οποίες κατηγορίες είναι οικονομικοί δείκτες και όχι βιοφυσικοί.

«Υπερβάλλουσα Αγροτική Γη» είναι η γη που κάποτε χρησιμοποιήθηκε για αγροτική δραστηριότητα, για την οποία πλέον δεν υπάρχει ζήτηση από τους παραγωγούς αγροτικών προϊόντων και μάλλον ο όρος αναφέρεται στην ποσότητα της γης που δεν προβλέπεται να χρειαστεί για αγροτική καλλιέργεια σύμφωνα με την προβλεπόμενη ζήτηση (Hooqwijk *et al.*, 2003).

«Γαίες υπό αγρανάπαυση»: έχουν χρησιμοποιηθεί για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών στην Ευρώπη (Krasuska *et al.*, 2010). Η γη σε αγρανάπαυση, και σε εθελοντική αγρανάπαυση και σε υποχρεωτική αγρανάπαυση, απαρτίζεται από 2 κατηγορίες: η πρώτη κατηγορία είναι η αχρησιμοποίητη αγροτική γη, η οποία θα μπορούσε να ανακτηθεί για παραγωγή. Η δεύτερη κατηγορία είναι η γη που έμεινε ακαλλιέργητη για μία ορισμένη περίοδο με βασικό σκοπό την αποκατάσταση των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων της ώστε να αυξηθεί/ διατηρηθεί η παραγωγικότητά της.

Ο Searchinger *et al.* (2008) χρησιμοποίησε ένα καθαρά φυσικό χαρακτηριστικό για την επιλογή της γης που θα χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιοενέργειας, προτείνοντας ότι η βιομάζα πρέπει να καλλιεργείται σε εδάφη φτωχά σε άνθρακα.

Από βιοφυσική άποψη, ο Schroes (2006) υποστήριξε ότι η γη είναι οριακή μόνο αν στηρίζει αποδόσεις μέχρι 40% της εν δυνάμει παραγωγικότητας ενός συγκεκριμένου φυτού, και άρα συνέδεσε τον ορισμό της οριακής γης με κάθε φυτό ξεχωριστά. Όμοια, σε αντίστοιχη μεθοδολογία του FAO, η οριακή γη ορίζεται ως η γη με εδαφικούς και κλιματικούς περιορισμούς τέτοιους που επιτρέπουν να παραχθεί λιγότερο από το 40% της δυνητικής απόδοσης μίας καλλιέργειας (Wiegmann *et al.*, 2008).

Dauber *et al.* (2012) πρότεινε την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών σε «υπερβάλλουσες γαίες». Στην μελέτη αυτή, υπερβάλλουσα γαία είναι: (i) γη που δεν χρησιμοποιείται συχνά για αγροτική παραγωγή εξαιτίας εξ' αιτίας των φτωχών φυσικών ιδιοτήτων της ή των ισχυρών αβιοτικών παραγόντων, (ii) γη που δεν χρησιμοποιείται για παραγωγή τροφίμων ή ζωοτροφών λόγω της εντατικοποίησης, οδηγώντας σε αυξημένες αποδόσεις και άρα μειωμένες απαιτήσεις σε γη. Η **υπερβάλλουσα γαία** περιλαμβάνει:

- *Γαίες υπό αγρανάπαυση* (fallow land). Προσωρινά μη διαθέσιμες για μία ή περισσότερες καλλιεργητικές περιόδους.

- Γαίες σε καθεστώς παύσης Καλλιέργειας (set-aside land), ως μία πολιτικά υποκινούμενη αναστολή χρήσης.
- *Εγκαταλελειμμένη γη*, λόγω της χαμηλής αγροτικής της παραγωγικότητας, της μειωμένης ικανότητας ανάπτυξης καλλιεργειών ή λόγω οικονομικών αιτιών.
- *Οριακή γη*, δηλαδή γη με χαρακτηριστικά που την καθιστούν ακατάλληλη για χρήση εξαιτίας οικονομικών, πολιτικών, φυσικών ή κοινωνικών λόγων.
- *Υποβαθμισμένη γη*, σε σχέση με την παραγωγική της ικανότητα.
- *Ανακτημένη γη*, δηλαδή γη που προηγουμένως είχε χρησιμοποιηθεί για άλλες χρήσεις, π.χ. για βιομηχανική ή εμπορική χρήση, ή γη που έχει αποκατασταθεί με αποστράγγιση.
- *Χώρος απόθεσης απορριμμάτων*, ο οποίος χαρακτηρίζεται από φυσικές ή βιολογικές συνθήκες που είναι δυσμενείς από φυσική άποψη για ανθρώπινη χρήση.

3.5 Καλλιέργεια Ενεργειακών Φυτών σε Οριακή Γη

Η ιδέα της καλλιέργειας ενεργειακών φυτών σε οριακή γη είναι μία απάντηση στις αυξανόμενες ανησυχίες σχετικά με ενδεχόμενες ελλείψεις σε τρόφιμα λόγω της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού της γης σε συνδυασμό με το ότι τα πολυετή ενεργειακά φυτά είναι λιγότερο απαιτητικά και πιο ανθεκτικά σε δυσμενείς εδαφικές και κλιματολογικές συνθήκες. Είναι προφανές ότι ο βαθμός του πόσο οριακή είναι η γη σε σχέση πάντα με ένα συγκεκριμένο χωράφι έχει μία χρονική και μία χωρική διάσταση, με την έννοια ότι κάθε κριτήριο που χρησιμοποιείται ίσως μεταβληθεί στον χρόνο και επίσης ίσως καθοριστεί από άλλες αγροτικές χρήσεις γης στην περιοχή (Soldatos, 2014). Συνεπώς, θα πρέπει αρχικά να οριστεί η γεωγραφική περιοχή αναφοράς και τα είδη προς καλλιέργεια.

Μία αγροτική περιοχή θεωρείται «οριακή» μόνο σε σχέση με άλλη γη κατάλληλη για καλλιέργεια των συγκεκριμένων ειδών (ενεργειακών φυτών στην περίπτωση μας). Αυτή η γη δεν θα καλλιεργείται όσο καλύτερη γη, ίδιου κόστους, είναι

διαθέσιμη σε σχέση με βιοφυσικά και οικονομικά χαρακτηριστικά, επειδή οι αγρότες θα προτιμούν να καλλιεργήσουν πιο γόνιμη γη για όσο διάστημα τα επιπλέον έσοδα από την υπερβάλλουσα παραγωγικότητα θα υπερβαίνουν το ενοίκιο της γης και τα έξοδα διαχείρισης, πριν σκεφτούν τυχόν επέκταση σε λιγότερο παραγωγική γη. Όσο το πεδίο αναφοράς διευρύνεται, ο προσδιορισμός της οριακής γης γίνεται πιο σύνθετος εξαιτίας των μεγαλύτερων διαφορών σε κλιματικά, εδαφολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά, καθώς και εξαιτίας των οικονομικών συνθηκών και των χαρακτηριστικών και της πυκνότητας του πληθυσμού. Για παράδειγμα, το πρόβλημα του ορισμού της οριακής γης στην Ευρώπη συνολικά είναι πιο σύνθετο από τον ορισμό εντός κάθε χώρας ξεχωριστά, όπου οι συνθήκες είναι πιο ομοιόμορφες. Οι τελευταίοι ορισμοί των «Περιοχές με Φυσικούς Περιορισμούς» στην EU-28, εμφανώς ευνοούν βιοφυσικά χαρακτηριστικά της γης και κλιματικά κριτήρια και αφήνουν εκτός άλλα κοινωνικοοικονομικά και περιβαλλοντικά θέματα που μέχρι σήμερα λαμβάνονταν υπόψη στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Εκτός από τα προφανή βιοφυσικά κριτήρια που συνδέονται με την καταλληλότητα και την παραγωγικότητα της γης, η *ελκυστικότητα* για την αγροτική παραγωγή εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως:

- *Το είδος της καλλιεργήσιμης γης.* Για παράδειγμα, οι αμπελώνες που βρίσκονται σε άγονες πλαγιές λόφων στην Νότια Ευρώπη, ίσως δώσουν μία ανώτερη ποιότητα οίνου σε σχέση με αμπελώνες που καλλιεργούνται σε επίπεδη αγροτική γη. Η γη που είναι κατάλληλη για καλλιέργεια ελαιόδεντρων (ξηρά μη αρδευόμενα εδάφη) είναι αρκετά ακατάλληλα (οριακά) για καλλιέργεια βαμβακιού ή ρυζιού. Επομένως, η γη δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως «οριακή» πριν μάθουμε *τί* θα καλλιεργηθεί σε αυτήν.
- *Η εγγύτητα στην Αγορά και άλλα οικονομικά ζητήματα.* Η απομονωμένη γη, μακριά από την αγορά και/η μακριά από οδικά δίκτυα δεν μπορεί να καλλιεργηθεί από οικονομική άποψη, άσχετα από το πόσο γόνιμη είναι, με την εξαίρεση ίσως μικρών περιοχών γης που καλλιεργούνται για τοπική κατανάλωση. Αυτές λοιπόν οι περιοχές είναι επομένως οριακές

εξαιτίας της γεωγραφικής τους περιοχής ή της απόστασης από την αγορά.

- *Οι εναλλακτικές χρήσης γης.* Η γη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί επικερδώς για σκοπούς άλλους από αγροτικούς θα είναι λιγότερο ελκυστική ή πολύ ακριβή για αγροτική εκμετάλλευση βάσει νομικών, οικονομικών, οικιστικών ή κοινωνικών δεδομένων άσχετα από τα φυσικά της χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, γη πλούσια σε ορυκτά καύσιμα δεν θα είχε οικονομική λογική να χρησιμοποιηθεί για αγροτικές καλλιέργειες. Όμοια και η γη που είναι άρτια και οικοδομήσιμη θα χρησιμοποιούνταν πιθανότατα για ανάπτυξη ακινήτων.
- *Η ποιοτική αποκατάσταση της γης, του εδάφους.* Η παραγωγικότητα της γης μπορεί να βελτιωθεί με κάποιο κόστος. Υπάρχουν πολλοί τρόποι που θα μπορούσε να γίνει αυτό, όπως για παράδειγμα η αποστράγγιση, η λίπανση, η προσθήκη γόνιμου χώματος κ.α. Ως εκ τούτου, η γη που θεωρείται οριακή μπορεί να βελτιωθεί με ένα κόστος και επομένως μπορεί να θεωρηθεί ως οριακή μόνο αν το κόστος της αποκατάστασης είναι πολύ υψηλό σε σχέση με τα επιπρόσθετα οφέλη της επαυξημένης αγροτικής παραγωγής.
- *Θεσμικά θέματα.* Η γη μπορεί να γίνει οριακή εξαιτίας νομικών θεμάτων και απαγορεύσεων που δεν επιτρέπουν την αγροτική χρήση της.
- *Κοινωνικές πτυχές.* Οι ορισμοί της οριακής γης που βασίζονται σε βιοφυσικά χαρακτηριστικά αγνοούν την σημαντικότητα που έχουν οι γαίες αυτές για μικρούς τοπικούς πληθυσμούς, οι οποίοι ζουν από την φτωχή παραγωγή των εδαφών αυτών.

Ο βαθμός της οικονομικής σκοπιμότητας και βιωσιμότητας ενσωματώνει ρητά η σιωπηρά όλους τους παράγοντες που σχετίζονται με την αξία της γης. Η γη είναι, ή γίνεται, οριακή αν η αγροτική της χρήση δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα. Οι αγρότες θα είναι απρόθυμοι να καλλιεργήσουν την γη αν δεν κατορθώσουν να καλύψουν το κόστος τους και να πετύχουν ένα αποδεκτό

κέρδος εκτός και αν υποστηριχθούν από επιχορηγήσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, τα κράτη που επιθυμούν να ενθαρρύνουν την καλλιέργεια της οριακής γης (π.χ. για περιβαλλοντικούς ή κοινωνικούς σκοπούς) θα πρέπει να προσφέρουν τα απαραίτητα κίνητρα στους αγρότες.

Είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατό να ορίσεις την οριακή γη βασιζόμενος μόνο σε βιοφυσικά ή οικονομικά χαρακτηριστικά μόνο, καθώς είναι ένα πιο σύνθετο θέμα. Επιπροσθέτως, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά κάθε γαίας μπορεί να αλλάξουν στο χρόνο. Η γη γίνεται οριακή σε σχέση με τις βιοφυσικές, οικονομικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές και νομικές ή πολιτικές συνθήκες γύρω από αυτήν. Με άλλα λόγια, η αγροτική γη μπορεί να χειροτερεύσει για διάφορους φυσικούς ή πολιτικούς λόγους (διάβρωση εδάφους, ερημοποίηση, αύξηση της οξύτητας, ανεπάρκεια και μόλυνση του νερού, εξάπλωση των πόλεων και αύξηση της δόμησης, κ.α.). Από την άλλη πλευρά η πρόοδος της τεχνολογίας και η αυξημένη ζήτηση για αγροτικά προϊόντα πιθανότατα θα διευρύνει την περιοχή της πιθανής αγροτικής γης που είναι χρήσιμη για παραγωγή δημητριακών και, ως αποτέλεσμα, περιοχές που θεωρούνταν οριακές λίγα χρόνια πριν, θα μπορέσουν να μετατραπούν σε χρήσιμη αγροτική γη.

4 Αγροτικές Εργασίες που απαιτεί η επένδυση σε καλλιέργεια Switchgrass σε οριακή γη 50 εκταρίων στο νομό Βοιωτίας

Στην παρούσα και στην επόμενη ενότητα θα αξιολογήσουμε, από χρηματοοικονομική άποψη, ένα πλήρες επενδυτικό σχέδιο που αφορά οργανωμένη καλλιέργεια Switchgrass, σε 50 εκτάρια στο νομό Βοιωτίας, για 15 συναπτά έτη με σκοπό την πώληση της παραγόμενης πρώτης ύλης για ενεργειακούς σκοπούς. Για τον σκοπό αυτό θα προβούμε αρχικά σε αναλυτική παρουσίαση όλων των εργασιών (και των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται σε αυτές) που λαμβάνουν χώρα στην καλλιέργεια, από την προετοιμασία του εδάφους μέχρι και τον θερισμό, την μπαλοποίηση και την στοίβαξη της πρώτης ύλης. Κάποιες εργασίες θα ανατεθούν σε τρίτους (outsourcing), ενώ τις υπόλοιπες εργασίες θα τις κάνει ο ίδιος ο αγρότης με δικά του μηχανήματα. Σε κάποιες εργασίες, ο αγρότης θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσει βοηθό – εργάτη, το κόστους του οποίου έχει ληφθεί υπόψη. Ο διαχωρισμός των εργασιών στις 2 κατηγορίες θα βασιστεί σε αμιγώς οικονομικά κριτήρια με έμφαση στην επαναληπτικότητα ή μη των εργασιών και στο κόστος αγοράς των μηχανημάτων.

Εν συνεχεία, θα εισάγουμε τα δεδομένα μας – εσόδων και κόστους - σε πλήρες χρηματοοικονομικό μοντέλο (discounted cash flow model) που δημιουργήσαμε για τον σκοπό αυτό προκειμένου να αποτιμήσουμε την επένδυση. Στα πλαίσια αυτά θα εξετάσουμε εναλλακτικά σενάρια – τιμής πώλησης πρώτης ύλης & έκτασης καλλιέργειας - με σκοπό να καταλήξουμε στο οικονομικά βέλτιστο σενάριο για τον αγρότη. Τα στοιχεία μας για τα δεδομένα εσόδων, καθώς και τα περισσότερα από τα στοιχεία κόστους, τα αντλήσαμε από το ΚΑΠΕ, το οποίο καλλιεργεί πειραματικά Switchgrass σε μία έκταση 2 εκταρίων στην Αλίαρτο Βοιωτίας.

Θα χωρίσουμε την καλλιέργεια σε 4 βασικές αγροτικές δραστηριότητες, καθεμία εκ των οποίων περιλαμβάνει συγκεκριμένες εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν.

4.1 Εγκατάσταση Καλλιέργειας

Η δραστηριότητα αυτή γίνεται μόνο μία φορά κατά την έναρξη της καλλιέργειας. Δεδομένου ότι η γη που θα εγκαταστήσουμε την καλλιέργεια μας είναι οριακή, καθώς δεν καλλιεργείται, θα απαιτηθεί να γίνουν έντονες και εκτεταμένες παρεμβάσεις στον αγρό. Παραθέτουμε ακολούθως τις εργασίες που θα πρέπει να γίνουν στον αγρό. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή η γη είναι αναξιοποίητη και δεν έχει άλλη χρήση θεωρούμε ότι έχει μηδενικό κόστος ευκαιρίας για τον αγρότη, ο οποίος είναι και ο κάτοχός της.

4.1.1 Όργωμα

Απαιτείται η χρήση τρακτέρ τουλάχιστον 130 ίππων με άροτρο τουλάχιστον 1,5m πλάτους ώστε να γίνει ένα βαθύ πρώτο όργωμα στο χωράφι. Θεωρούμε ότι το όργωμα του χωραφιού είναι μία εργασία που συμφέρει τον αγρότη να την αναθέσει σε τρίτο καθώς το κόστος αγοράς τρακτέρ 130 ίππων είναι αρκετά υψηλό (περίπου €90.000) και η συγκεκριμένη εργασία γίνεται μία μόνο φορά στην διάρκεια των 15 ετών που διαρκεί η επένδυση χωρίς να επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο. Πλέον αυτού ο αγρότης απαλλάσσεται από το κόστος που θα υφίσταντο προκειμένου να αγοράσει το άροτρο (περίπου €15.000). Από αγοραίες τιμές που συλλέξαμε το κόστος του οδηγού, του μηχανήματος, της εργασίας και των καυσίμων ανέρχεται συνολικά σε €20 το στρέμμα για οριακή γη, δηλαδή για γη που έχει μείνει αχρησιμοποίητη.

Εναλλακτικά, αν ο αγρότης διέθετε τρακτέρ 130 ίππων με άροτρο 1,5m πλάτους, έχουμε υπολογίσει ότι θα χρειαζόταν 2 ώρες ανά εκτάριο για να ολοκληρώσει την εργασία αυτή, ενώ η κατανάλωση του θα ανέρχονταν στα 20 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο.

4.1.2 Σβάρνισμα

Το χωράφι μετά το πρώτο όργωμα δεν είναι έτοιμο για την σπορά. Αρχικά θα μπορούσε να γίνει προετοιμασία του εδάφους με έναν καλλιεργητή βαρέως τύπου και εν συνεχεία με έναν ελαφρύ καλλιεργητή προετοιμασίας σποροκλίνης

με πλάτος εργασίας 3,0 m και βάθος εργασίας 10 cm με στόχο το φρεσκάρισμα του αγρού προς εφαρμογή νέας σποράς.

Εναλλακτικά, η προετοιμασία του εδάφους μπορεί να γίνει με χρήση δισκοσβάρνας μέθοδο την οποία και επιλέγουμε ώστε να αποφύγουμε να χρησιμοποιήσουμε 2 καλλιεργητές. Όμοια και εδώ, απαιτείται η χρήση τρακτέρ 130 ίππων για την χρήση της δισκοσβάρνας. Το σβάρνισμα είναι μία εργασία που γίνεται 2 φορές στο χωράφι. Αμέσως μόλις ολοκληρωθεί το πρώτο σβάρνισμα, γίνεται και ένα δεύτερο σβάρνισμα προς καλύτερη προετοιμασία του εδάφους. Με τον τρόπο αυτό το χώμα γίνεται ψιλό και έτοιμο να δεχτεί τον σπόρο. Και εδώ θεωρούμε ότι συμφέρει τον αγρότη να αναθέσει την εργασία αυτή σε τρίτο καθώς το σβάρνισμα είναι μία διαδικασία που γίνεται μία μόνο φορά στην διάρκεια των 15 ετών που διαρκεί η επένδυση χωρίς να επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο. Πλέον αυτού ο αγρότης δεν χρειάζεται να αγοράσει τη δισκοσβάρνα, το κόστος της οποίας ανέρχεται περίπου σε €8.000. Από αγοραίες τιμές που συλλέξαμε το κόστος του οδηγού, του μηχανήματος, της εργασίας και των καυσίμων ανέρχεται συνολικά σε €12 το στρέμμα.

Εναλλακτικά, αν ο αγρότης διέθετε τρακτέρ 130 ίππων με δισκοσβάρνα πλάτους 3m, έχουμε υπολογίσει ότι θα χρειαζόταν 0,45 ώρες ανά εκτάριο για να ολοκληρώσει την εργασία αυτή, ενώ η κατανάλωση του θα ανέρχονταν στα 15,6 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο.

4.1.3 Σπορά

Η επόμενη εργασία που θα πρέπει να γίνει στον αγρό είναι η σπορά με την χρήση σπαρτικής μηχανής κόστους περίπου €7.000. Για την εργασία αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μικρό και ελαφρύ τρακτέρ ώστε να πατάει το χώμα όσο το δυνατόν λιγότερο και έτσι να μην βλάπτει τον σπόρο. Ενδεικτικά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένα τρακτέρ 80 ίππων, το οποίο ο αγρότης, που εξετάζουμε, θα αγοράσει καθώς θα χρησιμοποιήσει και σε άλλες εργασίες που επαναλαμβάνονται σε ετήσια βάση. Ωστόσο, προκειμένου να αποφύγει ο αγρότης να επιβαρυνθεί με το κόστος αγοράς ενός μηχανήματος που θα χρησιμοποιήσει μία μόνο φορά κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας,

θεωρούμε ότι τον συμφέρει να αναθέσει την εργασία αυτή σε άλλον αγρότη που διαθέτει σπαρτική μηχανή. Σε ότι αφορά τις προδιαγραφές του μηχανήματος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο σπορέας θα πρέπει να έχει πλάτος εργασίας 3,0 m. Ο σπορέας διαθέτει 1 υνί που σκάβει το χώμα και 2 ροδάκια που το σκεπάζουν μετά την ρίψη των σπόρων.

Από αγοραίες τιμές που συλλέξαμε το κόστος του οδηγού, του μηχανήματος, της εργασίας και των καυσίμων ανέρχεται συνολικά σε €5 το στρέμμα. Ο ρυθμός της σποράς είναι 10 εκτάρια την ημέρα. Έχουμε υπολογίσει ότι θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν 10 κιλά σπόροι Switchgrass ανά εκτάριο και επομένως 100 κιλά σπόροι Switchgrass για τα 10 εκτάρια, επιφάνεια σποράς που θα καλύψουμε σε 1 ημέρα. Η σπορά των 50 εκταρίων θα ολοκληρωθεί σε 5 ημέρες, θα απαιτηθούν 500 κιλά σπόροι (κόστους περίπου €18 το κιλό) και ο αγρότης θα μας στοιχίσει €2.500.

4.1.4 Λίπανση

Η πρώτη λίπανση, η οποία είναι και η βασική γίνεται αμέσως πριν το σβάρνισμα, με χρήση λιπάσματος τύπου 11 – 15 – 15. Για τον λόγο αυτόν θα χρησιμοποιήσουμε λιπασματοδιανομέα τύπου χωνιού, χωρητικότητας 1.000 κιλών με διάμετρο εργασίας 25 m και με ταχύτητα 11 km/ h. Έχουμε υπολογίσει ότι θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν 267 κιλά λιπάσματος ανά εκτάριο. Επίσης έχουμε υπολογίσει ότι απαιτούνται περίπου 24 λεπτά της ώρας για την λίπανση ενός εκταρίου και άρα 4 περίπου ώρες για να καλύψουμε μία έκταση 10 εκταρίων ($240\text{λεπτά} / 60\text{λεπτά η ώρα} = 4 \text{ ώρες}$). Άρα, θα χρειαστούμε 20 ώρες για την λίπανση των 50 εκταρίων.

Στην πράξη, το λίπασμα πέφτει μέσα στον λιπασματοδιανομέα, ο οποίος έχει ένα στρόβιλο από τον οποίο βγαίνει ένα έμβολο που λειτουργεί στις 600 στροφές ή στις 1.200 στροφές γυρίζει έναν έλικα και γίνεται έτσι η ρίψη του λιπάσματος.

Το κόστος αγοράς του λιπασματοδιανομέα ανέρχεται περίπου σε €5.000. Η λίπανση θα γίνεται με τρακτέρ των 80 ίππων, κόστους περίπου €40.000 –

€45.000, το οποίο θα αγοράσει ο αγρότης, όπως και το λιπασματοδιανομέα, καθώς είναι μηχανήματα που θα χρησιμοποιούνται σε ετήσια βάση και επομένως συμφέρει τον αγρότη να εκτελεί την εργασία αυτή ο ίδιος, με δικά του μηχανήματα. Η κατανάλωση του τρακτέρ για την εργασία αυτή εκτιμάται, κατά την πρώτη λίπανση, σε 3 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο.

Επειδή η εξεταζόμενη έκταση (50 εκτάρια) είναι σχετικά μεγάλη, ο αγρότης θα χρειαστεί και έναν βοηθό – εργάτη για την μεταφορά και φόρτωση των λιπασμάτων. Εκτιμάται ότι η εργασία αυτή απαιτεί 20 περίπου ώρες λειτουργίας του τρακτέρ από τον αγρότη για να ολοκληρωθεί στη δεδομένη έκταση των 50 εκταρίων, ενώ ο εργάτης – βοηθός θα απασχοληθεί για 2 ώρες, δηλαδή ο αγρότης θα επιβαρυνθεί με 2 μεροκάματα. Βάσει των ανωτέρω, η συνολική κατανάλωση καυσίμου θα ανέλθει σε 150 λίτρα. Ως εκ τούτου, ο εργάτης θα καλύψει 25 εκτάρια αν 8ωρο ή 3,125 εκτάρια ανά ώρα. Ένα εκτάριο θα το καλύψει σε 20 περίπου λεπτά, δηλαδή στο 1/3 της ώρας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αμοιβή ενός εργάτη στην Βοιωτία ανέρχεται σε €25 το 8ωρο ή €3,13 την ώρα. Στο χρηματοοικονομικό μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε, θεωρήσαμε ως βάση αμοιβής του εργάτη τον βασικό μηνιαίο μισθό των €586, ο οποίος αντιστοιχεί σε €3,52 την ώρα. Αν λάβουμε υπόψη μας και τις ασφαλιστικές εισφορές που επιβαρύνεται ο εργοδότης, ήτοι €0,88 την ώρα, αυξάνεται περαιτέρω το εργατικό κόστος.

4.1.5 Ζιζανιοκτονία

Γίνεται προφυτρωτική ζιζανιοκτονία αμέσως μετά την σπορά με την χρήση ραντιστικού μηχανήματος χωρητικότητας 1.000 λίτρων κόστους €5.000. Γίνεται σε συνδυασμό με το πότισμα. Εμπλουτίζεται το νερό με ένα φάρμακο που σκοτώνει όποιο ζιζάνιο έχει φυτρώσει στην επιφάνεια του αγρού.

Περαιτέρω, μετά από κάποιους μήνες, θα μπορούσαμε να προβούμε σε 2^η ζιζανιοκτονία, μεταφυτρωτική, με άλλο φάρμακο το οποίο ραντίζουμε για πλατύφυλλα και στενόφυλλα ζιζάνια εκτός από το Switchgrass. Αφορά την καταπολέμηση ζιζανίων που έχουν φυτρώσει στον αγρό. Στην περίπτωση μας

όμως δεν απαιτείται γιατί το Switchgrass είναι πολύ ανθεκτικό και ισχυρό φυτό, το οποίο μεγαλώνοντας καταπολεμά τα ζιζάνια και υπερισχύει.

Για την εργασία αυτή, θα χρησιμοποιηθεί το τρακτέρ των 80 ίππων, το οποίο ο αγρότης έχει αγοράσει και θα χρησιμοποιήσει ο ίδιος. Η κατανάλωση του τρακτέρ για την εργασία αυτή, εκτιμάται σε 2 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο. Ωστόσο, η ζιζανιοκτονία μπορεί να γίνει σε συνδυασμό με την άρδευση ώστε να εξοικονομήσουμε καύσιμα.

Ως πρώτη ύλη θα χρησιμοποιηθεί το ζιζανιοκτόνο Roundup και εκτιμάται ότι θα απαιτηθούν 4 λίτρα ζιζανιοκτόνου ανά εκτάριο. Το ραντιστικό μηχάνημα λειτουργεί όπως ο λιπασματοδιανομέας, Στο μηχάνημα υπάρχει ένα έμβολο, το οποίο συνδέεται με έναν σταυρό με ένα έμβολο που υπάρχει στο τρακτέρ, από το οποίο λαμβάνει την κίνηση. Το έμβολο του μηχανήματος με τη σειρά του δίνει κίνηση σε μία τρόμπα νερού. Ανοίγει μία μπάρα 12 μέτρων και έτσι ραντίζεται μία επιφάνεια 12μ σε μήκος (6μέτρα + 6μέτρα).

Αναφορικά με τον χρόνο εκτέλεσης της εργασίας εκτιμάται ότι απαιτείται λιγότερο από 1 ώρα για να ραντιστεί έκταση ίση με 3 εκτάρια. Κατά συνέπεια, για να εκτελεστεί η εργασία αυτή σε μία έκταση 10 εκταρίων απαιτούνται 3 περίπου ώρες. Ο αγρότης μπορεί να εκτελέσει την εργασία αυτή μόνος του χωρίς την χρήση εργάτη – βοηθού.

4.1.6 Κυλίνδρισμα

Προκειμένου να μην έχουμε απώλεια πρώτης ύλης κατά τον θερισμό, ο αγρός αμέσως μετά την σπορά και την προφυτρωτική ζιζανιοκτονία θα πρέπει να πατηθεί με έναν κύλινδρο για την καταστροφή των βόλων και το ίσιωμα του χωραφιού. Δεδομένου ότι η εργασία αυτή θα γίνει μόνο μία φορά κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας δεν χρειάζεται να προβεί ο αγρότης στην αγορά του κυλίνδρου, το κόστος του οποίου εκτιμάται σε €5.000 καθώς μπορεί να αναθέσει την εργασία αυτή σε άλλον αγρότη έναντι συνολικού κόστους €3 το στρέμμα ή €30 το εκτάριο.

4.1.7 Άρδευση

Η άρδευση είναι μία δραστηριότητα που εκτελείται με την χρήση συγκεκριμένου τύπου μηχανήματος που καλείται κανόνι και αποτελείται από ένα καρότσι ποτίσματος, μία ανέμη που βρίσκεται επάνω στο καρότσι περιστρέφεται και πάνω στην οποία τυλίγεται το λάστιχο, ένα πολυμπέκ – ράμπα ποτίσματος και ένα κανόνι ποτίσματος. Το καρότσι του μηχανήματος είναι παρελκόμενο σε ένα τρακτέρ, που στην περίπτωση μας θα είναι το τρακτέρ των 80 ίππων που έχουμε αγοράσει.

Σημαντική παράμετρος στη δραστηριότητα αυτή είναι η ύπαρξη ή μη οργανωμένου αρδευτικού συστήματος στην κοινότητα που βρίσκεται ο αγρός μας. Οργανωμένο αρδευτικό δίκτυο σημαίνει ότι ο κοινοτικός αγωγός άρδευσης περνάει δίπλα από τα χωράφια όλων των αγροτών. Συνήθως, ο αγωγός έχει διάμετρο 4 – 5 ίντσες και το νερό διέρχεται από αυτόν με πίεση 6 ατμόσφαιρες τουλάχιστον. Προκειμένου να ποτιστεί ο αγρός μας θα πρέπει να συνδεθεί ο κοινοτικός αγωγός άρδευσης με τον αγωγό του αγρού ή αν δεν διαθέτει αγωγό ο αγρός μας θα πρέπει να συνδεθεί η μάνικα του συστήματος άρδευσης με τον κοινοτικό αγωγό άρδευσης. Θεωρούμε ότι δεν διαθέτει ο αγρός δίκτυο σωληνώσεων και άρα η άρδευση θα γίνει με την χρήση του συστήματος άρδευσης. Επίσης, θεωρούμε ότι θα έχει επαρκή πίεση το κοινοτικό δίκτυο γιατί σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί αντλία ποτίσματος, η καταναλώσει της οποίας μπορεί να φτάσει και τα 68 λίτρα νίζελ ανά εκτάριο.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οργανωμένο αρδευτικό δίκτυο στη περιοχή, ο αγρότης θα πρέπει να μεταφέρει το νερό με την χρήση αντλίας και σωληνώσεων από κάποιο παρακείμενο ποταμό αν υπάρχει ή διαφορετικά να βρει άλλο τρόπο άρδευσης.

Στην περιπτώσή μας θεωρούμε ότι υπάρχει οργανωμένο αρδευτικό δίκτυο στη περιοχή. Ο αγρότης θα πρέπει αρχικά να συνδέσει τη μάνικα του αρδευτικού μηχανήματος με τον κοινοτικό αγωγό. Στην συνέχεια, θα πάρει με το τρακτέρ των 80 ίππων το σύστημα άρδευσης και θα απλώσει το λάστιχο στο χωράφι από 100μ έως 600μ. Οδηγός για το λάστιχο είναι το καρότσι, το οποίο σέρνει το

λάστιχο. Το καρότσι φέρει επάνω του μία ανέμη, στην οποία ξετυλίγεται το λάστιχο καθώς το απλώνεις στον αγρό. Υπάρχει ένα πολυμπέκ – ράμπα ποτίσματος, η οποία περιστρέφεται συνήθως μέχρι 90 μοίρες και μπορεί έτσι να καλύψει σε μήκος 50 μέτρα επιφάνεια ποτίσματος, δηλαδή μία ακτίνα 25μ από την μία πλευρά του πιστολιού και 25μ από την άλλη πλευρά του κανονιού σε περίπτωση που υπάρχει επαρκής ποσότητα νερού και επαρκής πίεση στο νερό. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχει στο κανόνι μία υδροτουρμπίνα, στην οποία δίνει κίνηση το νερό που εισέρχεται σε αυτήν. Ανάλογα με την πίεση που έχει το νερό που προμηθευόμαστε και την ποσότητα του νερού που εισέρχεται στο σύστημα ποτίσματος, ρυθμίζουμε στο κανόνι τα μέτρα θέλουμε να ποτίσει κατά μήκος του αγρού καθώς θα μετακινείται με το καρότσι. Στο μπροστινό τμήμα του κανονιού υπάρχει ένα ακροφύσιο (ροδέλα) που κλείνει το μπεκ και ρυθμίζει την πίεση του νερού. Όταν ολοκληρωθεί το πότισμα, υπάρχει μία κασάνια με την οποία γίνεται αντεπιστροφή της μάνικας στην ανέμη.

Εικόνα 6: Σύστημα άρδευσης



Το κανόνι ποτίσματος κοστίζει €12.000 και €1.000 το μπεκ. Το κόστος του νερού ανέρχεται σε €7 το στρέμμα σε σύστημα με τηλεύδρευση, ανεξάρτητα από την ποσότητα νερού, και άρα σε €700 τα 10 εκτάρια. Για το πρώτο πότισμα θα απαιτηθούν 1.360 κυβικά μέτρα νερού ανά εκτάριο καλλιέργειας. Η κατανάλωση του τρακτέρ, για την συγκεκριμένη ποσότητα νερού, θα ανέλθει σε 6 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο και συνεπώς σε 300 λίτρα για τα 50 εκτάρια.

Εκτιμούμε ότι θα απαιτηθούν 7 περίπου ημέρες προκειμένου να ολοκληρωθεί η εργασία της άρδευσης στα 50 εκτάρια. Η άρδευση είναι μία εργασία που ο αγρότης μπορεί να εκτελέσει μόνος του χωρίς βοηθό – εργάτη.

4.2 Λίπανση

Η δραστηριότητα αυτή διακρίνεται στη ετήσια λίπανση με νιτρική αμμωνία (34,5-0-0) προκειμένου να αναπτυχθούν τα φυτά και στην βασική λίπανση με το λίπασμα 11 – 15 – 15 που περιέχει 3 βασικά στοιχεία, άζωτο-φώσφορο-κάλιο σε αναλογία 11%-15%-15% και γίνεται ανά πενταετία προκειμένου να ενισχυθεί τόσο το ριζικό σύστημα της καλλιέργειας με τον φώσφορο όσο και οι βλαστοί της καλλιέργειας με το κάλιο, αλλά και για να ενισχύσει την ανάπτυξη της καλλιέργειας με το άζωτο.

4.2.1 Νιτρική Αμμωνία

Για την εργασία αυτή, η οποία εκτελείται μία φορά σε κάθε έτος, θα χρησιμοποιηθεί το ιδιόκτητο τρακτέρ των 80 ίππων. Θα πραγματοποιηθεί διανομή λιπάσματος νιτρικής αμμωνίας (34,50 – 0 – 0) με λιπασματοδιανομέα τύπου χωνιού , χωρητικότητας 1.000 κιλών με διάμετρο εργασίας 25 m και με ταχύτητα 11 km/ h. Έχουμε υπολογίσει ότι θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν 220 κιλά λιπάσματος ανά εκτάριο.

Για την λίπανση υπολογίζουμε ότι το τρακτέρ των 80 ίππων θα καταναλώσει 2 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο. Όπως προαναφέραμε, επειδή η εξεταζόμενη έκταση (50 εκτάρια) είναι σχετικά μεγάλη, ο αγρότης θα χρειαστεί και έναν βοηθό –

εργάτη για την μεταφορά και φόρτωση των λιπασμάτων, ο οποίος θα απασχοληθεί για 2 8ώρα, δηλαδή ο αγρότης θα επιβαρυνθεί με 2 μεροκάματα.

4.2.2 Βασική Λίπανση

Η βασική λίπανση εκτελείται μία φορά ανά πενταετία. Και εδώ θα χρησιμοποιήσουμε το ιδιόκτητο τρακτέρ των 80 ίππων. Θα πραγματοποιηθεί διανομή λιπάσματος 11 – 15 – 15 με λιπασματοδιανομέα τύπου χωνιού, χωρητικότητας 1.000 κιλών με διάμετρο εργασίας 25 m και με ταχύτητα 11 km/h. Έχουμε υπολογίσει ότι θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν 267 κιλά λιπάσματος ανά εκτάριο, ήτοι 13.350 κιλά λιπάσματος για τα 50 εκτάρια.

Για την λίπανση υπολογίζουμε ότι το τρακτέρ των 80 ίππων θα καταναλώσει 3 λίτρα diesel ανά εκτάριο, ήτοι 150 λίτρα diesel για τα 50 εκτάρια. Όμοια και εδώ, όπως και στην ετήσια λίπανση με νιτρική αμμωνία, θα χρειαστεί ο αγρότης να απασχολήσει έναν βοηθό – εργάτη για την μεταφορά και φόρτωση των λιπασμάτων, ο οποίος θα απασχοληθεί για 2 8ώρα, δηλαδή ο αγρότης θα επιβαρυνθεί με 2 μεροκάματα.

4.3 Άρδευση

Η καλλιέργεια είναι ποτιστική και προκειμένου να είναι και αποδοτική θα πρέπει να γίνουν 3 ποτίσματα κατά τη διάρκεια κάθε έτους, τον Μάιο, στις αρχές Ιουνίου και στα τέλη Ιουνίου. Με εξαίρεση το πρώτο πότισμα που γίνεται κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, η ποσότητα του νερού που απαιτεί κάθε πότισμα ανέρχεται σε 450 κυβικά μέτρα ανά εκτάριο καλλιέργειας. Η προέλευση του νερού θα είναι από το αρδευτικό δίκτυο της κοινότητας. Η παροχή του νερού θα γίνεται με το κανόνι ποτίσματος σύμφωνα με όσα προαναφέραμε. Εκτιμάται ότι το τρακτέρ θα καταναλώνει 2 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο για την εργασία αυτή και άρα 100 λίτρα ντίζελ για τα 50 εκτάρια.

4.4 Συγκομιδή Προϊόντος

Αποτελεί την τελευταία δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα στην καλλιέργεια. Γίνεται μία φορά τον χρόνο κατά το μήνα Μάρτιο συνήθως και περιλαμβάνει 3 εργασίες, τον θερισμό των φυτών, την μπαλοποίηση και την στοίβαξη της βιομάζας αυτών ώστε να είναι έτοιμη προς μεταφορά στον τελικό προορισμό της.

4.4.1 Θερισμός

Για την εργασία αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το ιδιόκτητο τρακτέρ των 80ίππων, το οποίο θα έχει ως παρελκόμενο θεριζοαλωνιστική μηχανή με πλάτος εργασίας 5 σειρών ή $5 \times 0,75 = 3,75\text{μ}$. Ενδείκνυται ωστόσο η χρήση μεγαλύτερου τρακτέρ. Για την καθαρή εργασία της κοπής θα μισή ώρα ανά εκτάριο και η κατανάλωση καυσίμου θα ανέλθει σε 10 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο. Επειδή ωστόσο το μηχάνημα κοπής έχει υψηλό κόστος (€25.000) και η εργασία αυτή γίνεται μία φορά το έτος συμφέρει μάλλον τον αγρότη να αναθέσει την εργασία αυτή σε τρίτο έναντι κόστους €7 το στρέμμα, δηλαδή €3.500 τα 50 εκτάρια.

4.4.2 Μπαλοποίηση

Η βιομάζα μετά την κοπή της θα πρέπει να μπαλοποιηθεί. Για την εργασία αυτή ενδείκνυται η χρήση τρακτέρ 130 ίππων με χρήση μηχανήματος μπαλοποίησης κόστους €30.000 - €100.000, ωστόσο η εργασία αυτή μπορεί να εκτελεστεί και με το τρακτέρ των 80 ίππων που έχει αγοράσει ο αγρότης. Προκειμένου να εκτιμηθεί αν συμφέρει οικονομικά τον αγρότη να αναθέσει την εργασία αυτή σε τρίτο αγρότη (outsourcing) από την στιγμή μάλιστα που γίνεται μία μόνο φορά τον χρόνο θα πρέπει να εξεταστεί πόσο θα κοστίσει η ανάθεση.

Υπάρχουν 2 μέθοδοι να τιμολογηθεί η εργασία αυτή. Σύμφωνα με την πρώτη μέθοδο η τιμολόγηση εξαρτάται από το συνολικό βάρος της παραγωγής και υπολογίζεται ως ένα ποσοστό επ' αυτού. Σύμφωνα με την δεύτερη μέθοδο, η τιμολόγηση εξαρτάται από το μέγεθος κάθε μπάλας. Όσο πιο μικρές είναι οι

μπάλες, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός τους και επομένως πιο κοστοβόρα η εργασία αυτή. Το μέγεθος της κάθε μπάλας εξαρτάται από την χρήση για την οποία προορίζεται. Αν προορίζεται για ζωοτροφή, η μπάλα θα πρέπει να είναι μικρή (πχ 25Kg). Στην περίπτωση μας όμως που η πρώτη ύλη προορίζεται για βιομάζα οι μπάλες μπορούν να είναι μεγάλες (250Kg – 400Kg). Ως εκ τούτου θα απαιτηθεί λιγότερος χρόνος για την στοίβαξη αυτών, και επομένως και λιγότερα καύσιμα για το τρακτέρ, εργασία που θα γίνει in house (από τον ίδιο τον αγρότη) και αναλύεται στη συνέχεια.

Σύμφωνα με έρευνα αγοράς που πραγματοποιήθηκε, η τιμολόγηση της εργασίας αυτής στο Νομό Βοιωτίας γίνεται σύμφωνα με την πρώτη μέθοδο και το κόστος αυτής ανέρχεται σε 2,25% (2,25 cents ανά κιλό ή €22,50 ο τόνος) επί του συνολικού βάρους της πρώτης ύλης που θα μπαλοποιηθεί. Αν ληφθεί υπόψη ότι η τιμή πώλησης της πρώτης ύλης ανέρχεται σε €65 ο τόνος, το κόστος ανάθεσης της εργασίας αυτής ανέρχεται στο 1/3 των εσόδων της καλλιέργειας. Ως εκ τούτου, καθίσταται προφανές ότι δεν συμφέρει τον αγρότη η ανάθεση. Για τον λόγο αυτό, ο αγρότης θα αγοράσει το πιο οικονομικό, καινούριο, μηχάνημα μπαλοποίησης, ήτοι €30.000, λαμβάνοντας και το αντίστοιχο ποσοστό επιχορήγησης για την αγορά του μηχανήματος.

Ο χρόνος εκτέλεσης της μπαλοποίησης και η κατανάλωση του τρακτέρ εξαρτώνται από την ποσότητα της πρώτης ύλης. Υπολογίζεται ότι ο αγρότης με το τρακτέρ των 80 ίππων χρειάζεται, κατά μέσο όρο, 1 ώρα και 20 λεπτά ανά εκτάριο για να ολοκληρώσει την εργασία, δεν χρειάζεται εργάτη – βοηθό, ενώ η κατανάλωση του τρακτέρ θα ανέλθει σε 15 λίτρα ντίζελ ανά εκτάριο, ήτοι 750 λίτρα ντίζελ για τα 50 εκτάρια. Ως εκ τούτου, θα χρειαστεί ο αγρότης 67 ώρες συνολικά για τα 50 εκτάρια, δηλαδή θα ολοκληρώσει την εργασία σε 9 ημέρες.

4.4.3 Στοίβαξη

Η τελευταία εργασία που χρειάζεται να εκτελεστεί προκειμένου να ολοκληρωθεί η δραστηριότητα της συγκομιδής της βιομάζας είναι η στοίβαξη της μπαλοποιημένης πρώτης ύλης. Από τα μηχανήματα θα χρησιμοποιηθεί το ιδιόκτητο τρακτέρ των 80 ίππων και ένας φορτωτής κόστους €5.000 - €6.000 για

την φόρτωση της κάθε μπάλας, ο οποίος θα τοποθετηθεί στο εμπρόσθιο τμήμα του τρακτέρ. Ο χειριστής του τρακτέρ, με την βοήθεια του φορτωτή, θα πιάνει την κάθε μπάλα, θα την σηκώνει και θα την αποθέτει επάνω σε μία πλατφόρμα (καρότσα) για το φόρτωμα και την μεταφορά της πρώτης ύλης. Όταν η πλατφόρμα θα γεμίζει θα την μεταφέρει με το τρακτέρ στο σημείο συγκέντρωσης της πρώτης ύλης. Εκτιμάται ότι απαιτείται μία ώρα και 20 λεπτά ανά εκτάριο προκειμένου να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή και 6 λίτρα ντίζελ ως καύσιμο για το τρακτέρ. Δεν απαιτείται η χρήση εργάτη – βοηθού για την εργασία αυτή. Αρά, ο αγρότης για συλλέξει την πρώτη ύλη από τα 50 εκτάρια θα καταναλώσει 360 λίτρα ντίζελ και θα χρειαστεί 7 περίπου ημέρες προκειμένου να ολοκληρώσει την εργασία αυτή.

5 Οικονομικά Δεδομένα Επένδυσης σε καλλιέργεια Switchgrass σε οριακή γη 50 στρεμμάτων στο νομό Βοιωτίας

Θα αναπτύξουμε στην ενότητα αυτή αναλυτικά τα οικονομικά δεδομένα της επένδυσής μας.

5.1 Κόστη Εγκατάστασης, Πάγιες Επενδύσεις & Ανάγκες Κ/Κ

Στην προηγούμενη ενότητα αναφερθήκαμε διεξοδικά στις εργασίες που πρέπει να γίνουν για την εγκατάσταση της καλλιέργειας κατά την έναρξη της επένδυσης (στο έτος 0). Οι δαπάνες αυτές ανέρχονται συνολικά σε €45.900, ποσό το οποίο θα κεφαλαιοποιηθεί (λογιστικά θα απεικονιστούν ως άυλα στοιχεία ενεργητικού – intangible assets) και θα απομειώνεται ισόποσα στον ισολογισμό κάθε έτος μέχρι το τέλος της επένδυσης, όπου και θα μηδενιστεί το κονδύλι αυτό.

Οι πάγιες επενδύσεις αφορούν την ανέγερση κτιρίου, που θα χρησιμοποιηθεί ως χώρος αποθήκευσης, κόστους €10.000 και την αγορά μηχανημάτων συνολικού ποσού €104.000. Τόσο το κτίριο, όσο και τα μηχανήματα θα αποσβεστούν λογιστικά με σταθερό ρυθμό κατά την διάρκεια της ωφέλιμης ζωής τους, ήτοι τα 15 χρόνια. Το κτίριο θα ανεγερθεί με τις ελάχιστες κατασκευαστικές προδιαγραφές καθώς θα χρησιμοποιηθεί ως αποθήκη.

Πίνακας 2: Έξοδα εγκατάστασης καλλιέργειας σε έκταση 50 εκταρίων

Έξοδα Οργώματος και Σβαρνίσματος	€16.000
Αγορά Λιπάσματος	€10.630
Αγορά Σπόρων	€8.900
Παροχή Νερού	€3.500

Έξοδα Σποράς	€2.500
Αγορά Ζηζανιοκτόνου	€2.200
Έξοδα για το Κυλίνδρισμα	€1.500
Αγορά Καυσίμων	€600
Εργατικά	€70
Σύνολο	€45.900

Στον ακόλουθο πίνακα απεικονίζονται οι εργασίες που θα αναθέσει σε τρίτους ο αγρότης και το πόσο κοστίζουν.

Πίνακας 3: Εργασίες που θα ανατεθούν σε τρίτους και κόστος αυτών

Όργωμα	200 €/ha
Σβάρνισμα	120 €/ha
Σπορά	50 €/ha
Κυλίνδρισμα	30 €/ha
Θερισμός	70 €/ha
ΣΥΝΟΛΟ	470 €/ha

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται αναλυτικά τα μηχανήματα που θα πρέπει να αγοράσει ο αγρότης για να εκτελέσει όλες τις εργασίες που δεν θα αναθέσει σε τρίτους. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα μηχανήματα θα είναι καινούρια, θα προβεί σε μία συγκεντρωτική αγορά και θα κάνει χρήση σχετικής διάταξης νόμου που προβλέπει απαλλαγή ΦΠΑ. Ως εκ τούτου, δεν θα επιβαρυνθεί με τον εν θέματι φόρο.

Πίνακας 4: Μηχανήματα που θα αγοραστούν από το αγρότη και κόστος αυτών

Τρακτέρ 80 ίππων	€42.500
Λιπασματοδιανομέας	€5.000
Αρδευτικό Σύστημα	€12.000
Μπεκ για το Αρδευτικό Σύστημα	€1.000
Μηχάνημα Φόρτωσης	€6.000
Τρέιλερ	€2.500
Ραντιστικό Μηχάνημα	€5.000
Μπαλοποιητής	€30.000
ΣΥΝΟΛΟ	€104.000

Από τις ταμειακές ροές του επενδυτικού μας σχεδίου, προκύπτει ότι κατά το πρώτο έτος λειτουργίας της επιχείρησης δημιουργούνται **ανάγκες ρευστότητας ύψους €7.600.**

5.2 Χρηματοδότηση Επένδυσης

Σε ότι αφορά τη χρηματοδότηση της επένδυσης, η βασική υπόθεση που γίνεται είναι ότι θα χρησιμοποιηθούν 2 πηγές χρηματοδότησης: Ίδια Κεφάλαια και Επιχορήγηση υπό την μορφή χρηματικής ενίσχυσης για απόκτηση παγίων περιουσιακών στοιχείων. Ο αγρότης, κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας (στο έτος 0) θα χρησιμοποιήσει δικά του κεφάλαια για να καλύψει το σύνολο των εξόδων εγκατάστασης, τις ανάγκες κεφαλαίου κίνησης και το 40% του κόστους αγοράς των μηχανημάτων και του κόστους ανέγερσης του κτιρίου, καθώς εκτιμάται ότι θα υπαχθεί στο υπομέτρο 4.1 του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης (<http://www.ependyseis.gr>) και έτσι θα λάβει κρατική ενίσχυση με την μορφή ρευστών διαθεσίμων προκειμένου να καλύψει το υπόλοιπο 60% από το κόστος των παγίων (κτιρίου κόστους €10.000 & μηχανημάτων κόστους €104.000). Σημειώνεται, ότι το ποσοστό της επιχορήγησης εξαρτάται από την Περιφέρεια στην οποία βρίσκεται η καλλιέργεια (Στερεά Ελλάδα στην περίπτωση μας).

Σχηματικά, οι πηγές και χρήσεις κεφαλαίου της επένδυσης απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 5: Πηγές και Χρήσεις Κεφαλαίου

ΕΠΕΝΔΥΣΗ		ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ	
Εγκατάσταση Καλλιέργειας	€45.900	Ίδια Κεφάλαια	100%
Κτίριο	€10.000	Ίδια Κεφάλαια & Επιχορήγηση	40% & 60%
Μηχανήματα	€104.000	Ίδια Κεφάλαια & Επιχορήγηση	40% & 60%

Κεφάλαιο Κίνησης	€7.600	Ίδια Κεφάλαια	100%
Συνολικό Κόστος	€167.500	Ίδια Κεφάλαια & Επιχορήγηση	59% (€99.100) & 41% (€68.400)

5.3 Απόδοση & Έσοδα Καλλιέργειας

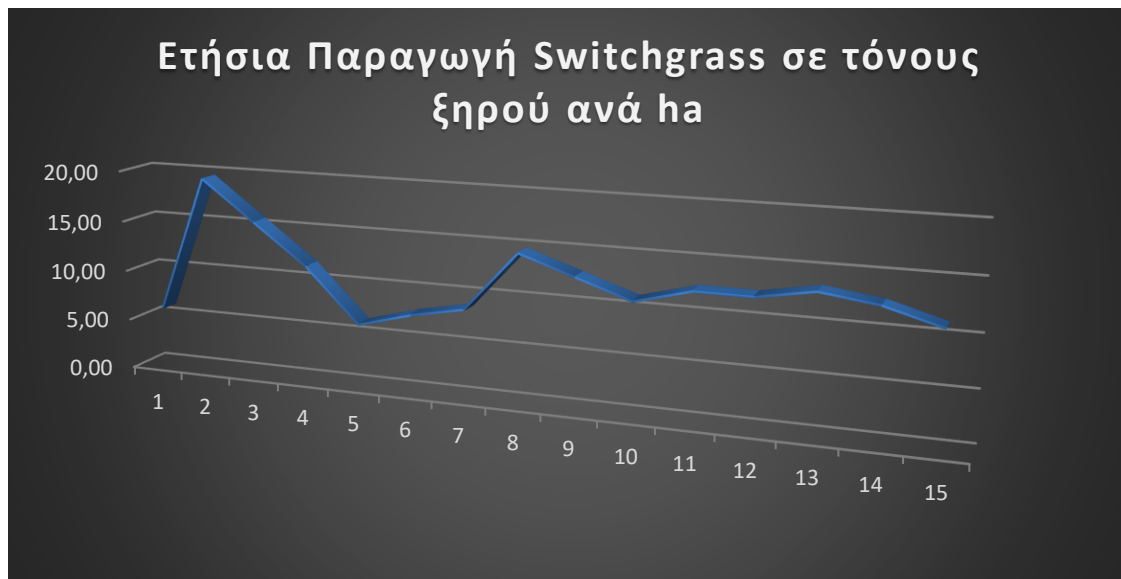
Η απόδοση της καλλιέργειάς μας εκτιμήθηκε με πραγματικά, απολογιστικά, δεδομένα του ΚΑΠΕ σε τόνους ξηρού ανά εκτάριο.

Πίνακας 6: Αποδόσεις Καλλιέργειας

Αποδόσεις	Τόνοι/Ha/έτος	Έτος
Μέσος όρος 15ετίας	11,69	
Ελάχιστη Απόδοση 15ετίας	6	1
Μέγιστη Απόδοση 15ετίας	19,46	2

Παρατηρούμε ότι κατά το δεύτερο έτος η ετήσια απόδοση της καλλιέργειας λαμβάνει την μέγιστη τιμή της, ήτοι 19,46 τόνοι ανά εκτάριο και ότι λαμβάνει την ελάχιστη τιμή της κατά το πρώτο έτος, ήτοι 6 τόνοι ανά εκτάριο.

Η εξέλιξη της παραγωγής στην 15ετία διαγραμματικά απεικονίζεται στην ακόλουθη εικόνα.



Τα έσοδα της καλλιέργειας προέρχονται από την πώληση της πρώτης ύλης σε εργοστασιακή μονάδα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Εκτιμάται ότι η τιμή πώλησης της πρώτης ύλης θα ανέλθει σε €65 ανά τόνο ξηρού φορτίου.

Πίνακας 7: Έσοδα Καλλιέργειας για τιμή €65 ανά τόνο ξηρού

Έσοδα	€	Έτος
Ελάχιστη Τιμή	19.500	1
Μέγιστη Τιμή	63.500	2
Μέσος όρος 15ετίας	38.000	

5.4 Λειτουργικά Έξοδα Καλλιέργειας και λοιπά κόστη

Σε ετήσια κλίμακα, υπάρχουν κάποια κόστη που αφορούν τις εργασίες που γίνονται στη μονάδα όπως την άρδευση (3 φορές κατ' έτος), την λίπανση, τον θερισμό, την μπαλοποίηση και την συγκομιδή της πρώτης ύλης. Υπολογίσαμε αναλυτικά τα κόστη που αφορούν την εκτέλεση κάθε εργασίας όπως καύσιμα, εργατικά όπου υπάρχουν, αγορά νερού, λιπασμάτων, έξοδα outsourcing κ.α. Πλέον αυτών, υπολογίσαμε και τα ετήσια έξοδα που αφορούν την καταβολή

ΕΦΚΑ από την πλευρά του αγρότη, τις δαπάνες ασφάλειας και συντήρησης του τρακτέρ των 80 ίππων (€180) καθώς και τα έξοδα συντήρησης του συστήματος άρδευσης (€45) και του μηχανήματος μπαλοποίησης (€45).

Πίνακας 8: Ετήσια Λειτουργικά Έξοδα κατά το 1^ο έτος της καλλιέργειας

Άρδευση	€11.300
Λίπανση	€9.300
Θερισμός – Μπαλοποίηση – Συγκομιδή	€4.900
Ασφάλεια & Συντήρηση	€270
ΕΦΚΑ Επιχειρηματία - Αγρότη	€1.230
Σύνολο	€27.000

Κατά τα υπόλοιπα έτη τα κόστη δεν μεταβάλλονται καθώς τα στρέμματα της καλλιέργειας είναι δεδομένα, με εξαίρεση το 5^ο & το 10^ο έτος όπου γίνεται η βασική λίπανση και άρα το συνολικό κόστος της λίπανσης κατά τα έτη εκείνα ανέρχεται σε €19.800. Επίσης, στα έτη που η επιχείρηση εμφανίζει κέρδη ο αγρότης καταβάλλει υψηλότερη εισφορά ΕΦΚΑ από την κατώτατη, ήτοι €1.236, που καταβάλει κατά το πρώτο έτος και στα έτη που το καθαρό αποτέλεσμα της χρήσεως είναι ζημιογόνο (1^ο, 5^ο, 6^ο, 7^ο, 10^ο).

5.5 Ειδικά Θέματα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς και Φορολόγησης

5.5.1 Επιχορήγηση

Η λήψη κρατικής επιχορήγησης απαιτεί ειδικό χειρισμό από λογιστική άποψη. Η επιχορήγηση θεωρείται εισόδημα και φορολογείται με τον φορολογικό συντελεστή εισοδήματος, όχι όμως κατά την λήψη της αλλά κατά την διάρκεια της ωφέλιμης ζωής των παγίων την απόκτηση των οποίων χρηματοδότησε. Αρχικά απεικονίζεται το συνολικό ποσό της επιχορήγησης στο Παθητικό ως Υποχρέωση. Μεταγενέστερα της αρχικής αναγνώρισης, η κρατική επιχορήγηση αποσβένεται σταδιακά, σε κάθε έτος, με ρυθμό ίσο του ρυθμού απόσβεσης των παγίων στοιχείων που χρηματοδότησε με την μεταφορά της στα αποτελέσματα χρήσεως κάθε έτους ως έσοδο της ίδιας περιόδου και με τον τρόπο αυτό φορολογείται με τον αντίστοιχο φορολογικό συντελεστή. Με τον τρόπο μειώνεται, κάθε έτος, αντίστοιχα ισόποσα η αρχική Υποχρέωση.

Στο εξεταζόμενη επένδυση, ο αγρότης έλαβε στο έτος 0 €68.400 επιχορήγηση παγίων. Επειδή τα συγκεκριμένα πάγια τα αποσβένονται στα 15 χρόνια που διαρκεί η επένδυση, με σταθερό ρυθμό, από το πρώτο μέχρι το 15^ο έτος, η επιχείρηση εμφανίζει σε κάθε έτος στα έσοδά της εισόδημα από επιχορήγηση ποσού $(1/15) * €68.400 = €4.560$, το οποίο και φορολογείται με τον συντελεστή φορολογίας εισοδήματος.

Θα πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι γενικότερα υπάρχουν, από λογιστική σκοπιά, δύο (2) βασικές μορφές επιχορηγήσεων, οι οποίες και απαιτούν διαφορετική λογιστική αντιμετώπιση (Δημητρίου Δ., 2017): α) οι επιχορηγήσεις σχετιζόμενες με στοιχεία ενεργητικού, όπως στην περίπτωση μας και β) οι επιχορηγήσεις σχετιζόμενες με τα αποτελέσματα.

Οι επιχορηγήσεις σχετιζόμενες με πάγια περιουσιακά στοιχεία είναι χρηματικά ποσά που δίνονται από κρατικούς φορείς σε μία επιχείρηση προκειμένου αυτή να προβεί είτε στην αγορά, είτε στην κατασκευή συγκεκριμένου παγίου στοιχείου ενεργητικού μακρόχρονης εκμετάλλευσης. Η επιχείρηση ανάλογα με την μορφή

και τους όρους της επιχορήγησης αναλαμβάνει και την εκπλήρωση ορισμένων υποχρεώσεων (π.χ. εγκατάσταση σε συγκεκριμένη περιοχή, κ.α.).

Οι επιχορηγήσεις οι σχετιζόμενες με τα αποτελέσματα, οι οποίες είναι ποσά που δίνονται στην επιχείρηση και δεν σχετίζονται με την απόκτηση παγίων στοιχείων ενεργητικού. Πρόκειται για επιχορηγήσεις που σχετίζονται άμεσα με στοιχεία προσδιοριστικά του αποτελέσματος. Η επιχείρηση και σε αυτή την περίπτωση αναλαμβάνει την εκπλήρωση ορισμένων όρων. Παραδείγματα τέτοιων επιχορηγήσεων είναι οι επιδοτήσεις επιτοκίου, οι επιδοτήσεις εξαγωγών, οι φοροαπαλλαγές, οι επιδοτήσεις ορισμένων κατηγοριών δαπανών. Λογιστικά, οι επιχορηγήσεις της κατηγορίας αυτής συνήθως αναγνωρίζονται ως «Λοιπά Έσοδα» ή αφαιρούνται από τα αντίστοιχα έξοδα.

5.5.2 Έξοδα Εγκατάστασης Καλλιέργειας

Κατά την έναρξη της επένδυσης, ο αγρότης προέβη σε εκτεταμένες παρεμβάσεις στον αγρό ώστε να καταστεί η έκταση καλλιεργήσιμη. Λογιστικά θα μπορούσαν να απεικονιστούν οι δαπάνες διαμόρφωσης του αγρού (€45.900) ως λειτουργικά έξοδα, να εξοδοποιηθούν δηλαδή. Ωστόσο, θεωρούμε ότι από λογιστική άποψη είναι περισσότερο ορθό να παγιοποιηθούν οι δαπάνες αυτές, να απεικονιστούν στον ισολογισμό ως άυλα στοιχεία ενεργητικού και να απομειωθεί η αξία τους σταδιακά κατά την διάρκεια της επένδυσης με σταθερό ρυθμό. Ως εκ τούτου, σε κάθε χρήση, η επιχείρηση εγγράφει στα αποτελέσματά της ένα έξοδο απομείωσης της αξίας (amortization cost) των άυλων στοιχείων του ενεργητικού ποσού $(1/15) * €45.900 = €3.060$.

5.5.3 Απαλλαγή ΦΠΑ για αγορά καινούριων αγροτικών μηχανημάτων

Ο αγρότης θα αιτηθεί απαλλαγή πληρωμής ΦΠΑ κάνοντας χρήση της σχετικής υπουργικής απόφασης που βασίζεται στο Ν. 1642/1986

« ΦΟΡΟΣ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ ΑΠΟΦΑΣΗ ΥΠ. ΟΙΚ. ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑΣ Π. 2869 /4.5.87.

1. Τις διατάξεις των άρθρων 23 , 24 , 26 , 27 και 58 του Ν. 1642/1986 «για την εφαρμογή του Φόρου Προστιθέμενης Αξίας, και άλλες διατάξεις», όπως αυτός τροποποιήθηκε, συμπληρώθηκε και ισχύει.

2. Την ανάγκη παροχής διευκολύνσεων για την πραγματοποίηση επενδύσεων.

Αποφασίζουμε

1. Ο Φόρος Προστιθέμενης αξίας που αναλογεί στην εισαγωγή ή την αγορά στο εσωτερικό καινούργιου μηχανολογικού και λοιπού εν γένει εξοπλισμού, που πραγματοποιείται από βιομηχανικές, βιοτεχνικές, μεταλλευτικές, λατομικές και ξενοδοχειακές επιχειρήσεις, καθώς και από αγροτικές επιχειρήσεις που έχουν ενταχθεί (υποχρεωτικά ή προαιρετικά) στο κανονικό καθεστώς του Φ.Π.Α., καταβάλλεται από τον ίδιο τον επενδυτή (εισαγωγέα – αγοραστή) με την πρώτη προσωρινή δήλωση, που υποβάλλεται μετά την εισαγωγή ή αγορά, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 31 του Ν. 1642/1986 και με τη διαδικασία που προβλέπεται πιο κάτω.

Στην έννοια του παραπάνω εξοπλισμού, περιλαμβάνονται κυρίως τα μηχανήματα, εξαρτήματα και λοιπά όργανα, καθώς και τα ανταλλακτικά αυτών, εφόσον εισάγονται ή αγοράζονται μαζί με τα μηχανήματα ή λοιπά όργανα. Επίσης, στην έννοια του παραπάνω εξοπλισμού περιλαμβάνονται και τα θερμοκήπια, θερμαινόμενα ή μη, καθώς και τα μηχανήματα, εξαρτήματα, μεταλλικές και ξύλινες κατασκευές και λοιπά όργανα που συγκροτούν θερμαινόμενα ή μη θερμοκήπια.

2. Ο επενδυτής που πρόκειται να εισάγει ή αγοράσει στο εσωτερικό τα πιο πάνω επενδυτικά αγαθά, υποβάλλει στον αρμόδιο για την επιβολή του Φ.Π.Α. οικονομικό έφορο, αίτηση με την οποία ζητάει έγκριση για εισαγωγή ή αγορά χωρίς καταβολή του αναλογούντος Φόρου Προστιθέμενης Αξίας»

5.5.4 Μεταφορά ζημιών σε επόμενα φορολογικά έτη με σκοπό την απαλλαγή της υποχρέωσης πληρωμής φόρου εισοδήματος

Σε ορισμένες χρήσεις, κυρίως κατά τα έτη που η παραγωγή είναι σχετικά χαμηλή, το καθαρό αποτέλεσμα της επιχείρησης είναι ζημιογόνο. Προκύπτει σημαντική ωφέλεια για τον αγρότη αν εκμεταλλευτεί τις ευνοϊκές διατάξεις του Ν. 4172/2013, ο οποίος ρητά αναφέρει ότι

« Σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 27 του Ν.4172/2013, εάν με τον προσδιορισμό των κερδών από επιχειρηματική δραστηριότητα το αποτέλεσμα είναι ζημία εντός του φορολογικού έτους, η ζημία αυτή μεταφέρεται για να συμψηφισθεί με τα επιχειρηματικά κέρδη διαδοχικά στα επόμενα πέντε (5) φορολογικά έτη. Η ζημία του προγενέστερου έτους συμψηφίζεται κατά προτεραιότητα έναντι της ζημίας μεταγενέστερου έτους. Αν μετά την παρέλευση της πενταετίας μένει ακάλυπτο ποσό, αυτό χάνεται.

Επίσης, η ζημία συμψηφίζεται διαδοχικά με μελλοντικά κέρδη των επόμενων φορολογικών ετών και όχι με κέρδη των προηγούμενων.»

Πρακτικά, ο αγρότης δε θα πληρώσει φόρο εισοδήματος για την επόμενη ή της επόμενες της ζημιογόνου χρήσεις ή θα πληρώσει μειωμένο φόρο εισοδήματος ανάλογα με τα κέρδη των χρήσεων αυτών, γεγονός που ενσωματώθηκε στο χρηματοοικονομικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε.

5.5.5 Υπολογισμός Φορολογητέου Εισοδήματος

Για τον ορθό υπολογισμό του φορολογητέου εισοδήματος (taxable income) και άρα του φόρου εισοδήματος ελήφθη υπόψη ποσό φοροαπαλλαγής ύψους €5.500 για το καθαρό εισόδημα του αγρότη.

5.6 Λογιστικά Αποτελέσματα Επένδυσης σε 50 εκτάρια

Τα λογιστικά αποτελέσματα της επένδυσης επηρεάζονται σημαντικά από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Από την χαμηλή τιμή πώλησης της 1^{ης} ύλης, ήτοι €65 ανά τόνο ξηρού.
- Από της ετήσιες αποσβέσεις των παγίων στοιχείων του ενεργητικού ύψους €7.600 και την ετήσια απομείωση της αξίας των άυλων στοιχείων του ενεργητικού ύψους €3.060, ποσά που εμφανίζονται αφαιρετικά στα αποτελέσματα καθώς θεωρούνται έξοδα. Ωστόσο, αποτελούν μη χρηματικές δαπάνες (non cash charges) και για τον λόγο αυτό πρέπει να προστεθούν στα αποτελέσματα κατά τον υπολογισμό των ταμειακών ροών της επένδυσης, όπως και έγινε.
- Από την λήψη της επιχορήγησης ύψους €68.400 και τον τρόπο απόσβεσης αυτής.
- Από την επιβάρυνση με τον ΕΦΚΑ του αγρότη, ειδικά κατά τις κερδοφόρες χρήσεις, το συνολικό ποσό του οποίου ανέρχεται αθροιστικά στα €30.000 στην 15 ετία.

Από τις 15 χρήσεις οι 5 χρήσεις είναι ζημιογόνες και οι υπόλοιπες 10 χρήσεις κερδοφόρες. Εκτός από την πρώτη χρήση που είναι ζημιογόνα λόγω της χαμηλής παραγωγής (6 τόνοι), ζημιογόνες είναι και οι 2 χρήσεις (5^η – 10^η) όπου πέραν της ετήσιας λίπανσης με νιτρική αμμωνία γίνεται και η βασική λίπανση. Ο μέσος όρος του καθαρού αποτελέσματος και των 15 ετών είναι θετικός και ανέρχεται σε €2.300, ποσό ωστόσο αρκετά χαμηλό.

5.7 Αποτίμηση Επένδυσης

5.7.1 Θεωρητικό Πλαίσιο

Προκειμένου να αξιολογηθεί η επένδυση θα χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο αποτίμησης προεξοφλημένων μελλοντικών ταμειακών ροών στον μέτοχο (Discounted Cash Flow to Equity Model / Elton E., 2003) βάσει της ακόλουθης εξίσωσης:

Εξίσωση 1: Discounted Cash Flow Formula

$$DCF = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \frac{CF_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

Όπου

CF_t : η καθαρή ροή στον μέτοχο κατά το 1^ο έτος της επένδυσης.

r : η απαιτούμενη απόδοση του μετόχου της επένδυσης.

Ο υπολογισμός του κόστους κεφαλαίου για τον αγρότη – μέτοχο της επένδυσης ή διαφορετικά ο υπολογισμός της απαιτούμενης απόδοσης του αγρότη θα γίνει με την χρήση του υποδείγματος αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων (Capital Asset Pricing Model – CAPM).

Το υπόδειγμα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων είναι μία εξίσωση για την απαιτούμενη απόδοση των μετόχων μίας εταιρίας, η οποία πρέπει να ισχύει όταν η οικονομία βρίσκεται σε ισορροπία (η προσφορά ισούται με τη ζήτηση) εφόσον οι υποθέσεις του υποδείγματος τηρούνται. Μεταξύ των βασικών υποθέσεων του υποδείγματος είναι ότι οι επενδυτές αποστρέφονται τον κίνδυνο και ότι λαμβάνουν επενδυτικές αποφάσεις βασιζόμενοι στη μέση απόδοση και στην διακύμανση των αποδόσεων του συνολικού επενδυτικού τους χαρτοφυλακίου. Οι επενδυτές αποτιμούν τον κίνδυνο μίας επένδυσης σε όρους

συνεισφοράς της επένδυσης στον συστηματικό κίνδυνο του συνολικού τους χαρτοφυλακίου (ο συστηματικός κίνδυνος είναι ο κίνδυνος της αγοράς, ο κίνδυνος δηλαδή που δεν μπορεί να εξαλειφθεί μέσω της διαφοροποίησης των επενδύσεων του χαρτοφυλακίου). Επειδή το CAPM παρέχει μία οικονομικά αιτιολογημένη και σχετικά αντικειμενική προσέγγιση για την εκτίμηση της απαιτούμενης απόδοσης των μετόχων, χρησιμοποιείται ευρύτατα στην αποτίμηση (Pinto J. 2012).

Η εξίσωση για το CAPM που χρησιμοποιείται στην πράξη είναι η ακόλουθη (Pinto J. 2012):

Required return on share (or investment) $i = \text{Current expected risk-free rate} + \beta i$
(Equity risk premium)

Όπου Equity risk premium = $E(R_m) - r_f$, δηλαδή η επιπλέον (η υπερβάλλουσα) απόδοση που απαιτούν οι επενδυτές για να επενδύσουν στην χρηματιστηριακή αγορά αντί στο επιτόκιο χωρίς κίνδυνο.

Θεωρώντας ότι:

- η αναμενόμενη απόδοση χωρίς κίνδυνο μπορεί να προσεγγιστεί από το επιτόκιο του δεκαετούς ομολόγου της χώρας μας, ήτοι 3,84% (Bank of Greece)
- ο συντελεστής συστηματικού κινδύνου της επένδυσης ισούται με 1
- Η αναμενόμενη απόδοση του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών είναι 10,84%

Η απαιτούμενη απόδοση του μετόχου – αγρότη στην περίπτωση μας υπολογίζεται ως κατωτέρω:

$$R_e = r_f + b \cdot (R_m - r_f) = 3,84\% + 1 \cdot (10,84\% - 3,84\%)$$

$$R_e = 10,84\%$$

5.7.2 Δείκτες Αξιολόγησης Επένδυσης

Θα χρησιμοποιηθούν 3 δείκτες βασικοί δείκτες αποτίμησης της επένδυσης (Stowe J., 2012):

- Η **Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value)** της επένδυσης. Ο τύπος υπολογισμού είναι ο ακόλουθος:

Εξίσωση 2: Καθαρή Παρούσα Αξία

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=1}^N \frac{\text{Ταμειακές Εισροές}}{(1+r)^t} - \text{Αρχική Επένδυση}$$

t = Χρονική περίοδος

N = Χρονική διάρκεια της επένδυσης

r = Προεξοφλητικό επιτόκιο

Είναι προφανές ότι προκειμένου να υπολογίσουμε την ΚΠΑ μίας επένδυσης θα πρέπει να αφαιρέσουμε από την DCF Formula (εξίσωση 1), δηλαδή από το άθροισμα των προεξοφλημένων μελλοντικών ροών στον μέτοχο, το αρχικό κόστος που επιβάρυνε τον μέτοχο της επένδυσης. Το κριτήριο για την πραγματοποίηση ή μη της επένδυσης είναι το πρόσημο της ΚΠΑ. Αν είναι αρνητικό, η επένδυση δεν πρέπει να πραγματοποιηθεί. Αν είναι θετικό, είναι ωφέλιμο για τον μέτοχο να πραγματοποιηθεί η επένδυση.

- Ο **Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR)**. Είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο εκείνο (r) που μηδενίζει την ΚΠΑ (εξίσωση 2), ενός επενδυτικού σχεδίου. Είναι προφανές ότι όσο υψηλότερος είναι ο εν λόγω δείκτης τόσο πιο ελκυστική θεωρείται η επένδυση. Αν ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης είναι μεγαλύτερος από την απαιτούμενη απόδοση του μετόχου της επένδυσης, η ΚΠΑ είναι θετική.

- Ο **Χρόνος Αποπληρωμής του Επενδυμένου Κεφαλαίου (Payback Period)**. Είναι ο αριθμός των ετών που απαιτούνται ώστε να ανακτηθεί η αρχική επένδυση ενός project από τις καθαρές ροές της επένδυσης. Όσο μικρότερος είναι ο Χρόνος Αποπληρωμής μίας επένδυσης, τόσο πιο ευνοϊκά αξιολογείται η επένδυση.

5.7.3 Υπολογισμός Δεικτών Αποτίμησης

Εισάγοντας όλα τα δεδομένα μας σε ένα πλήρες χρηματοοικονομικό μοντέλο που αναπτύξαμε για τους σκοπούς της αποτίμησης εναρμονισμένο με τα ισχύοντα λογιστικά πρότυπα και την ελληνική φορολογική νομοθεσία καταλήγουμε στους παρακάτω δείκτες αποτίμησης της επένδυσης, οι οποίοι προφανώς και δεν είναι ικανοποιητικοί καθώς η καθαρά παρούσα αξία είναι αρνητική, ο δείκτης IRR χαμηλός και η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης μεγάλη.

Πίνακας 9: Δείκτες Αποτίμησης της Επένδυσης

ΕΚΤΑΡΙΑ	50	100
Εσωτερική Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων (IRR)	2,96%	6,45%
Περίοδος Αποπληρωμής της Επένδυσης (Payback Period)	12,99	11,43
Καθαρή Παρούσα Αξία (N.P.V.)	- €40.510 < 0	- €35.832 < 0

Αξίζει να σημειωθεί ότι πέραν του βασικού σεναρίου που εξετάστηκε, το οποίο αφορούσε έκταση καλλιέργειας 50 στρεμμάτων οριακής γης, εξετάστηκε και ένα εναλλακτικό σενάριο που αφορούσε έκταση καλλιέργειας 100 στρεμμάτων οριακής γης, το οποίο απαιτεί την διπλάσια επένδυση σε δαπάνες εγκατάστασης (€91.900) και σημαντικά μεγαλύτερη επένδυση σε αρχικό κεφάλαιο κίνησης (€19.700). Τα πάγια στοιχεία ενεργητικού παραμένουν σταθερά (€114.000) καθώς επαρκούν για την συγκεκριμένη έκταση. Ως εκ τούτου, το αρχικό κόστος της επένδυσης αυξάνεται, σύμφωνα με το εναλλακτικό σενάριο, από €167.500 σε €225.600.

Τα ετήσια έξοδα που αφορούν αποκλειστικά τις εργασίες της καλλιέργειας διπλασιάζονται, τα έξοδα συντήρησης των μηχανημάτων είναι αυξημένα και τέλος σε κάποιες κερδοφόρες χρήσεις είναι αρκετά αυξημένες οι δαπάνες ΕΦΚΑ του αγρότη. Τα αποτελέσματα της αποτίμησης της καλλιέργειας των 100 εκταρίων παρόλο που δεν είναι ευνοϊκά είναι εμφανώς βελτιωμένα, όπως φαίνεται στον ως άνω πίνακα και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δημιουργούνται οικονομίες κλίμακας επειδή καλλιεργείται με τα ίδια πάγια διπλάσια έκταση.

5.7.4 Ανάλυση Ευαισθησίας ως προς την τιμή πώλησης της πρώτης ύλης

Ποια είναι όμως η επίδραση στους δείκτες αποτίμησης της επένδυσης μίας αύξησης στην τιμή πώλησης της πρώτης ύλης που παράγεται? Θεωρώντας ότι ο αγρότης θα μπορέσει να πουλήσει την παραγωγή του στα €75 ανά τόνο ξηρού αντί για €65 ανά τόνο ξηρού καταλήγουμε, βάσει του χρηματοοικονομικού μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε, στα ακόλουθα αποτελέσματα:

Πίνακας 10: Τιμή Πώλησης €75 ανά τόνο - Δείκτες Αποτίμησης της Επένδυσης

ΕΚΤΑΡΙΑ	50	100
Εσωτερική Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων (IRR)	9,63%	13,49%
Περίοδος Αποπληρωμής της Επένδυσης (Payback Period)	9,39	8,44

Καθαρή Παρούσα Αξία

- €6.445 < 0 €22.7672 > 0

(N.P.V.)

Η επένδυση, βάσει της υψηλότερης τιμής πώλησης, έχει γίνει ελκυστική και οι δείκτες αποτίμησης ευνοϊκοί. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στον μεγάλο όγκο της παραγωγής, ο οποίος πολλαπλασιαζόμενος με μία λίγο υψηλότερη τιμή δημιουργεί πολύ υψηλότερα έσοδα και κέρδη. Ως εκ τούτου, η επένδυση παρουσιάζει ιδιαίτερη ευαισθησία ως προς την τιμή του προϊόντος.

Στην αντίθετη περίπτωση, που μειωθεί η τιμή του Switchgrass από €65 σε €55 ο τόπος ξηρού, τα αποτελέσματα είναι ακριβώς τα αντίθετα. Όλοι οι δείκτες αποτίμησης της επένδυσης γίνονται αρνητικοί γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν πρέπει να πραγματοποιηθεί η επένδυση καθώς όχι μόνο δεν θα υπάρξει ποτέ επιστροφή επενδυμένου κεφαλαίου αλλά και θα υπάρξει και απώλεια χρημάτων.

Πίνακας 11: Τιμή Πώλησης €55 ανά τόνο - Δείκτες Αποτίμησης της Επένδυσης

ΕΚΤΑΡΙΑ	50	100
Εσωτερική Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων (IRR)	- 6,34%	- 3,79%
Περίοδος Αποπληρωμής της Επένδυσης (Payback Period)	N/A	N/A
Καθαρά Παρούσα Αξία (NPV)	- €77.900 < 0	- €107.300

6 Κοστολόγηση

6.1 Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος

Στην ενότητα αυτή θα χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα η έννοια του ετήσιου ισοδύναμου κόστους (**Equivalent Annual Cost**). Κατά τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας ενός project, προεξοφλούνται οι μελλοντικές, ετήσιες χρηματικές ροές του project με έναν συντελεστή προεξόφλησης ο οποίος υψώνεται στην κατάλληλη δύναμη προκειμένου να ληφθεί υπόψη η διαχρονική αξία του χρήματος. Στη συνέχεια γίνεται άθροιση των προεξοφλημένων χρηματικών ροών και από το άθροισμα αυτό αφαιρείται το αρχικό κόστος της επένδυσης.

Σε μερικές περιπτώσεις, είναι χρήσιμο να λειτουργήσουμε αντίστροφα. Να ληφθεί δηλαδή το αρχικό κόστος της επένδυσης σήμερα, να ενσωματωθεί καταλλήλως η διαχρονική αξία του χρήματος σε αυτό και να επιμεριστεί ισομερώς σε μία σειρά από μελλοντικές ετήσιες πληρωμές ίσης ονομαστικής αξίας. Με τον τρόπο αυτό αποκτούμε μία καλύτερη αίσθηση του πραγματικού κόστους της επένδυσης υπολογισμένο σε ετήσια βάση.

Το ετήσιο ισοδύναμο κόστος εξάγεται από τον ακόλουθο τύπο:

Εξίσωση 3: Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος

$$EAC = \frac{\text{Asset price} * \text{Discount rate}}{1 - (1 + \text{Discount rate})^{-\text{Number of periods}}}$$

6.1.1 Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος - Χρήσεις

Το ετήσιο ισοδύναμο κόστος είναι ένας πολύ χρήσιμος δείκτης αξιολόγησης μίας επένδυσης που χρησιμοποιείται κατά κόρων όταν θέλουμε να επιλέξουμε μεταξύ μηχανημάτων που έχουν την ίδια δυναμικότητα, παράγουν το ίδιο προϊόν, έχουν όμως διαφορετικά κόστη και διαφορετική διάρκεια ζωής καθώς τα καθιστά συγκρίσιμα (Brealey R., 2003) . Το κριτήριο μας στην περίπτωση αυτή είναι η αγορά του μηχανήματος με το χαμηλότερο ετήσιο ισοδύναμο κόστος. Μπορούμε να θεωρήσουμε το ετήσιο ισοδύναμο κόστος κάθε μηχανήματος ως ένα ενοίκιο που πληρώνουμε για την χρήση του. Προφανώς μας συμφέρει το κόστος αυτό να είναι το χαμηλότερο δυνατό.

Επιπροσθέτως, το ετήσιο ισοδύναμο κόστος είναι ένας πολύ χρήσιμος δείκτης όταν θέλουμε να επιλέξουμε αν θα κάνουμε ανάθεση μίας εργασίας σε έναν τρίτο πάροχο ή αν θα την κάνουμε εμείς οι ίδιοι αγοράζοντας τον κατάλληλο εξοπλισμό καθώς και επίσης σε περίπτωση που θέλουμε να εξετάσουμε αν μας συμφέρει να αντικαταστήσουμε ένα παλιό μηχάνημα με ένα καινούριο πιο αποδοτικό.

Έστω ότι ένα καινούριο μηχάνημα κοστίζει €15.000 και αναμένεται να παράγει ετήσιες χρηματοροές ύψους €8.000 για 3 χρόνια, ενώ ένα παλιό μηχάνημα που κάνει την ίδια δουλειά θα παράγει ετήσιες χρηματοροές ύψους €4.000 για 2 χρόνια. Πώς θα αποφασίσουμε αν μας συμφέρει να προβούμε σε αντικατάσταση του παλιού μηχανήματος? Αρχικά θα υπολογίσουμε την καθαρά παρούσα αξία του νέου μηχανήματος, η οποία ανέρχεται πχ σε €6.380 για συντελεστή προεξόφλησης 6% και εν συνεχεία το ετήσιο ισοδύναμο (όφελος) αυτής στην τριετία, το οποίο είναι €2.378. Θα συγκρίνουμε λοιπόν το ετήσιο όφελος που θα έχουμε από κάθε μηχάνημα. Ποιος θα ήθελε να αντικαταστήσει ένα μηχάνημα που παράγει ετήσια αξία €4.000 με ένα μηχάνημα που παράγει ετήσια αξία €2.378 (Brealey R., 2003)?

6.1.2 Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος και Φόροι

Κατά τον υπολογισμό του ετήσιου ισοδύναμου κόστους πάγιων στοιχείων ενεργητικού ή μιας επένδυσης γενικότερα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα κόστη που συνδέονται με τα πάγια (πχ αποσβέσεις, κόστη συντήρησης, ασφάλιστρα κ.α.), όπως και τα λειτουργικά έξοδα της επένδυσης εκπίπτουν του φορολογητέου εισοδήματος και έτσι προκύπτει κάποια φορολογική ωφέλεια. Συνεπώς, ο συντελεστής φορολογίας εισοδήματος θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό του ετήσιου ισοδύναμου κόστους, το οποίο θα πρέπει να υπολογιστεί σε μετά φόρων βάση.

6.2 Κοστολόγηση Καλλιέργειας Switchgrass με την χρήση του Ετήσιου Ισοδύναμου Κόστους

6.2.1 Βασικές παραδοχές

Στην ενότητα 5 υπολογίστηκε το κόστος κεφαλαίου (r_e) 10,84% για τον αγρότη - μέτοχο της επένδυσης. Λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή φορολογίας εισοδήματος ενός επαγγελματία αγρότη, ήτοι 22%, η μετά φόρων απαιτούμενη απόδοση του αγρότη διαμορφώνεται σε

$$(1-t) * r_e = (1-22\%) * 10,84\% = \mathbf{8,46\%}$$

Η διάρκεια της επένδυσης είναι **15 έτη**, ίση με την διάρκεια ωφέλιμης ζωής των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια.

Βάσει αυτών των δεδομένων (after tax $r_e = 8,46\%$ & $t = 15$) ο παρανομαστής της εξίσωσης 6.1 γίνεται **0,70**, συντελεστής που θα χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στην συνέχεια προκειμένου να εξαχθεί το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της επένδυσης, των παγίων που χρησιμοποιούνται σε αυτή και των εργασιών που εκτελούνται, σε ετήσια βάση, στα πλαίσια αυτής.

6.2.2 Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος (ΕΙΚ) Επένδυσης σε καλλιέργεια Switchgrass σε 50 εκτάρια στο νομό Βοιωτίας

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην ενότητα 5, το **αρχικό κόστος της επένδυσης** στην καλλιέργεια μας ανέρχεται συνολικά σε **€167.500** και αναλύεται σε μηχανήματα €104.000, σε κτίριο αποθήκης €10.000, σε έξοδα εγκατάστασης της καλλιέργειας €45.900 και σε κεφάλαιο κίνησης €7.600.

Κάνοντας την υπόθεση ότι το κόστος των παγίων (€114.000) θα χρηματοδοτηθεί με επιχορήγηση σε ποσοστό 60% (€68.400) από το Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης το κόστος της επένδυσης περιορίζεται για τον αγρότη στα €99.100. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην ενότητα αυτή ακολουθείται μία διαφορετική προσέγγιση για τον χειρισμό της επιχορήγησης, η οποία συνίσταται στην αφαίρεση της επιχορήγησης από το αρχικό κόστος της επένδυσης και άρα στην απομείωση του κόστους κατά το ποσό της επιχορήγησης.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα ανωτέρω το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της επένδυσης με λήψη επιχορήγησης υπολογίζεται, βάσει της εξίσωσης 6.1 και του συντελεστή 0,70 που υπολογίστηκε στην υποενότητα 6.2.1, ως ακολούθως:

$$\text{ΕΙΚ Επένδυσης 50 εκταρίων Switchgrass με λήψη επιχορήγησης} = (\text{€}99.100 * 0,0846) / 0,70 \approx \text{€}12.000 \text{ ή } \text{€}12.000 / 50 = \text{€}240/\text{ha}/\text{year}$$

Αντίστοιχα, για την περίπτωση που δεν λάβει ο αγρότης επιχορήγηση έχουμε

$$\text{ΕΙΚ 50 εκταρίων Switchgrass χωρίς λήψη επιχορήγησης} = (\text{€}167.500 * 0,0846) / 0,70 \approx \text{€}20.200 \text{ ή } \text{€}20.200 / 50 \approx \text{€}400/\text{ha}/\text{year}.$$

Τα αποτελέσματά μας συνοψίζονται στους ακόλουθους πίνακες:

Πίνακας 12: Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Επένδυσης (ΕΙΚ) 50 εκταρίων

EIK με λήψη επιχορήγησης	€12.000
EIK χωρίς λήψη επιχορήγησης	€20.200

Πίνακας 13: Ανά Εκτάριο Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Επένδυσης (ΕΙΚ) 50 εκταρίων

EIK με λήψη επιχορήγησης	€240
EIK χωρίς λήψη επιχορήγησης	€400

Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να συγκρίνουμε τα **ετήσια έσοδα** της καλλιέργειας με το ΕΙΚ. Κατά μέσο όρο στην 15ετία η καλλιέργεια θα παράγει σε ετήσια βάση 11,70 τόνους πρώτης ύλης ανά εκτάριο που θα πουληθούν στην τιμή των €65. Ως εκ τούτου τα ετήσια συνολικά έσοδα θα ανέλθουν σε $11,70 * €65 * 50 \approx €38.000$ ή σε €760/ha/year.

Για να έχουμε μία πλήρη όμως εικόνα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και τα ετήσια λειτουργικά κόστη της καλλιέργειας ήτοι καύσιμα, εργασία κ.α. καθώς και τα ετήσια κόστη outsourcing, τα οποία θα πρέπει να προστεθούν στο ΕΙΚ. Οι δαπάνες ανάθεσης που έγιναν κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας ενσωματώθηκαν στο κόστος της αρχικής επένδυσης. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να υπολογιστεί πόσες ώρες λειτουργεί το τρακτέρ των 80 ίππων σε ετήσια βάση, ώστε να εξαχθεί η κατανάλωση καυσίμου και να υπολογιστούν οι ώρες απασχόλησης του οδηγού.

6.2.3 Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος (ΕΙΚ) Επένδυσης σε καλλιέργεια Switchgrass σε 100 εκτάρια στο νομό Βοιωτίας

Σε περίπτωση που τα εκτάρια της καλλιέργειας γίνουν 100, το **αρχικό κόστος της επένδυσης** στην καλλιέργεια ανέρχεται συνολικά σε **€225.600** και αναλύεται σε μηχανήματα €104.000, σε κτίριο αποθήκης €10.000, σε έξοδα εγκατάστασης της καλλιέργειας €91.900 και σε κεφάλαιο κίνησης €19.700. Το ποσό της επιχορήγησης παραμένει σταθερό στα €68.400 και άρα το κόστος της αρχικής επένδυσης για τον μέτοχο περιορίζεται σε €157.200.

Εκτιμάται ότι τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια των 50 εκταρίων επαρκούν να καλύψουν διπλάσια έκταση καλλιέργειας.

ΕΙΚ Επένδυσης 100 εκταρίων Switchgrass με λήψη επιχορήγησης = $(€157.200 * 0,0846) / 0,70 \approx €13.300$ ή $€19.000 / 100 \approx €190/\text{ha}/\text{year}$

Αντίστοιχα, για την περίπτωση που δεν λάβει ο αγρότης επιχορήγηση έχουμε

ΕΙΚ χωρίς λήψη επιχορήγησης = $(€225.600 * 0,0846) / 0,70 \approx €27.300$ ή $€27.300 / 100 \approx €270/\text{ha}/\text{year}$.

Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στους ακόλουθους πίνακες:

Πίνακας 14: Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Επένδυσης (ΕΙΚ) 100 εκταρίων

ΕΙΚ με λήψη επιχορήγησης	€19.000
ΕΙΚ χωρίς λήψη επιχορήγησης	€27.300

Πίνακας 15: Ανά Εκτάριο Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Επένδυσης (EIK) 100 εκταρίων

EIK με λήψη επιχορήγησης	€190
EIK χωρίς λήψη επιχορήγησης	€270

Από τον πίνακα 13 και από τον πίνακα 15 φαίνεται ότι το EIK σε κάθε περίπτωση μειώνεται σημαντικά (από €240 σε €190 στην περίπτωση που λάβουμε επιχορήγηση & από €400 σε €270 στην αντίθετη περίπτωση) και αυτό αντανακλά τις οικονομίες κλίμακας που δημιουργούνται λόγω του ότι καλλιεργούμε με τα ίδια μηχανήματα την διπλάσια έκταση.

6.2.4 Ετήσιο Ισοδύναμο Κόστος Αγοράς Τρακτέρ 80 ίππων για έκταση καλλιέργειας Switchgrass 50 εκταρίων

Το τρακτέρ των 80 ίππων θα χρησιμοποιηθεί 20 ώρες για την βασική λίπανση (κατανάλωση 150 λίτρα ντίζελ) που γίνεται κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας και στο 5^ο & 10^ο έτος και άλλες 15 περίπου ώρες για την ετήσια λίπανση με νιτρική αμμωνία (κατανάλωση 100 λίτρα ντίζελ). Στα 15 έτη θα χρησιμοποιηθεί συνολικά $(20 \text{ ώρες} * 3) + (15 \text{ ώρες} * 15) = 285$ ώρες μόνο για λίπανση.

Επίσης, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί 15 ώρες για την ζιζανιοκτονία (κατανάλωση 100 λίτρα ντίζελ) κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Ωστόσο, η ζιζανιοκτονία μπορεί να γίνει συνδυαστικά με την πρώτη άρδευση και έτσι να εξοικονομηθούν καύσιμα και να χρειαστούν λιγότερες ώρες λειτουργίας του τρακτέρ. Για την πρώτη άρδευση το τρακτέρ των 80 ίππων θα χρησιμοποιηθεί 56 ώρες θα καταναλώσει 300 λίτρα καυσίμου. Για κάθε μία από τις 3 αρδεύσεις που γίνονται κατά την διάρκεια του έτους θα απαιτηθεί το 1/3 των ωρών της πρώτης άρδευσης και άρα συνολικά οι ώρες χρήσης του τρακτέρ και η ποσότητα κατανάλωσης του καυσίμου και για τις 3 αρδεύσεις αθροιστικά θα

είναι ίσες με αυτές τις πρώτες άρδευσης (300 λίτρα καυσίμου). Σε επίπεδο 15ετίας αυτό μεταφράζεται σε 56 ώρες + 56 ώρες * 15 = **896** ώρες.

Για την μπαλοποίηση το τρακτέρ θα χρησιμοποιείται 67 ώρες σε ετήσια βάση (750 λίτρα ντίζελ κατανάλωση) και επομένως σε επίπεδο 15ετίας θα χρησιμοποιηθεί 67 ώρες * 15 = **1.005** ώρες.

Για την στοίβαξη το τρακτέρ θα χρησιμοποιείται 75 ώρες σε ετήσια βάση (300 λίτρα ντίζελ κατανάλωση) και επομένως 75 ώρες * 15 = **1.125** ώρες στην 15ετία.

Το ετήσιο ισοδύναμο κόστος αγοράς του τρακτέρ είναι:

$$(\text{€}42.500 * 0.0846) / 0,70 = \text{€}5.136$$

Οι ώρες λειτουργίας του τρακτέρ αθροιστικά στην 15ετία είναι 285 + 896 + 1.005 + 1.125 = **3.311**. Σε ετήσια βάση 3.311 / 15 = **221** ώρες το έτος.

Το κόστος της συντήρησης και της ασφάλειας του τρακτέρ ανέρχεται σε €180 ανά έτος.

Άρα το ετήσιο κόστος του τρακτέρ για την συγκεκριμένη καλλιέργεια ανέρχεται σε €5.136 + €180 = €5.316. Ενώ το ωριαίο κόστος, αν θεωρήσουμε ότι ο αγρότης δεν χρησιμοποιεί το τρακτέρ σε άλλες καλλιέργειες, σε €5.316 / 221 = **€24,05** ανά ώρα. Άρα, το ανά εκτάριο ετήσιο κόστος του τρακτέρ ανέρχεται σε €5.316 / 50 = €106, ποσό αρκετά υψηλό. Αν ωστόσο υποθέσουμε ότι ο αγρότης χρησιμοποιεί το τρακτέρ και σε άλλες καλλιέργειες με αποτέλεσμα να το απασχολεί συνολικά 500 ώρες το χρόνο τότε το ωριαίο κόστος του τρακτέρ μειώνεται σε €5.316 / 500 = **€10,63**, ενώ το ετήσιο κόστος της χρήσης του τρακτέρ για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια ισούται με €10,63 * 221 = **€2.349**, το οποίο σημαίνει €2.349 / 50 εκτάρια = **€47/εκτάριο/έτος**.

6.3 Ετήσιο Κόστος Ντίζελ για καλλιέργεια 50 εκταρίων Switchgrass

Ποιο είναι όμως τα ετήσιο κόστος ντίζελ για τις εργασίες που θα κάνει ο ίδιος ο Αγρότης? Δεν θα ληφθεί υπόψη το ντίζελ που καταναλώθηκε κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας καθώς είναι ένα κόστος που ενσωματώθηκε στο αρχικό κόστος της επένδυσης.

- *Λίπανση.* Θα καταναλωθούν 300 λίτρα ντίζελ συνολικά (150 λίτρα + 150 λίτρα) για τις 2 βασικές λιπάνσεις που θα γίνουν στο 5^ο και στο 10^ο έτος και 100 λίτρα ντίζελ ετησίως για την λίπανση με νητρική αμμωνία, δηλαδή 1.500 λίτρα ντίζελ συνολικά για τις 15 ετήσιες λιπάνσεις με νητρική αμμωνία. Συνολικά δηλαδή θα καταναλωθούν στην 15ετία 1.800 λίτρα ντίζελ, ήτοι $1.800 / 15 = 120$ λίτρα /έτος. Άρα το κόστος ντίζελ θα ανέλθει σε $120\text{lt} * €1,34/\text{lt} = €161$ / έτος για τα 50 εκτάρια, δηλαδή **€3,20/** εκτάριο/ έτος.
- *Άρδευση.* Απαιτεί 300 λίτρα ντίζελ για τις 3 αρδεύσεις (100 λίτρα ντίζελ ανά άρδευση) που εκτελούνται σε κάθε έτος. Συνολικά δηλαδή θα καταναλωθούν στην 15ετία ($300\text{lt} * 15\text{yr}$) = 4.500 λίτρα ντίζελ, ήτοι $4.500 / 15 = 300$ λίτρα /έτος. Άρα το κόστος ντίζελ θα ανέλθει σε $300\text{lt} * €1,34/\text{lt} = €402$ / έτος για τα 50 εκτάρια, δηλαδή **€8,00/** εκτάριο/ έτος.
- *Μπαλοποίηση.* Απαιτεί 750 λίτρα ντίζελ / έτος. Άρα το κόστος ντίζελ θα ανέλθει σε $750\text{lt} * €1,34/\text{lt} = €1.005$ / έτος για τα 50 εκτάρια, δηλαδή **€20/** εκτάριο/ έτος.
- *Στοίβαξη.* Απαιτεί 300 λίτρα ντίζελ / έτος. Άρα το κόστος ντίζελ θα ανέλθει σε $300\text{lt} * €1,34/\text{lt} = €400$ / έτος για τα 50 εκτάρια, δηλαδή **€8 /**εκτάριο/ έτος.

Ως εκ τούτου, το **συνολικό κόστος ντίζελ** ανέρχεται σε $€3,20 + €8 + €20 + €8 \approx$ **€39,20** εκτάριο/ έτος.

6.4 Ετήσιο Κόστος Εργασίας για καλλιέργεια 50 εκταρίων Switchgrass

Ποιο είναι όμως τα ετήσιο εργατικό κόστος για τις εργασίες που θα κάνει ο ίδιος ο Αγρότης? Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι σύμφωνα με την μέθοδο κοστολόγησης που εφαρμόστηκε στην ενότητα αυτή πρέπει να ληφθούν υπόψη όλα τα κόστη που επιβαρύνουν τον αγρότη είτε είναι χρηματικά, είτε μη χρηματικά όπως η αμοιβή το αγρότη για να εκτελέσει την εργασία αυτή παρά το γεγονός ότι είναι δική του η καλλιέργεια. Κατά συνέπεια, ως κόστος εργασίας θεωρούμε τόσο την αμοιβή του αγρότη, όσο και την αμοιβή του εργάτη – βοηθού σε περίπτωση που απαιτείται η συμμετοχή του κατά την εκτέλεση της συγκεκριμένης εργασίας. Στο νομό της Βοιωτίας η ημερήσια αμοιβή ενός εργάτη ανέρχεται σε €25. Ο αγρότης σε όλες τις εργασίες συμμετέχει οδηγώντας το τρακτέρ. Θεωρούμε ως εύλογη ημερήσια αμοιβή του αγρότη τα €30.

Στο κόστος εγκατάστασης της καλλιέργειας δεν ελήφθη υπόψη η αμοιβή του αγρότη, άρα θα πρέπει να υπολογιστεί τώρα. Υπολογίστηκε όμως το κόστος του εργάτη που χρησιμοποιήθηκε στην λίπανση κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, άρα δεν θα ληφθεί τώρα υπόψη, προκειμένου να αποφευχθεί η διπλομέτρηση του κόστους αυτού.

- *Λίπανση.* Ο χρόνος εκτέλεσης της εργασίας αυτής έχει υπολογιστεί σε 20 ώρες για την πρώτη βασική λίπανση των 50 εκταρίων και σε 20 ώρες για κάθε μία από τις ετήσιες λιπάνσεις με νιτρική αμμωνία. Άρα λοιπόν, θα απασχοληθεί ο αγρότης 3 περίπου ημέρες κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας και 3 περίπου ημέρες κάθε έτος για την λίπανση με νιτρική αμμωνία. Επίσης, θα απασχοληθεί 3 επιπλέον μέρες κατά το 5^ο και το 10^ο έτος της καλλιέργειας, όπου γίνεται βασική λίπανση. Συνεπώς, σε επίπεδο 15ετίας θα απασχοληθεί συνολικά: 3ημ + 3ημ. * 15 + 3ημ. + 3ημ. = 54 ημέρες. Σε ετήσια βάση θα απασχοληθεί 54ημ / 15 έτη = 3,60 ημέρες και το ετήσιο κόστος της εργασίας του ισούται με €30* 3,60 ημέρες = €108 για τα 50 εκτάρια, ή με **€2,10/εκτάριο /έτος.**

- *Άρδευση.* Δεν απαιτεί την χρησιμοποίηση εργάτη – βοηθού. Ο χρόνος εκτέλεσης της εργασίας αυτής έχει υπολογιστεί σε 150 ώρες για την πρώτη άρδευση των 50 εκταρίων και σε 50 ώρες για κάθε μία από τις 3 ετήσιες αρδεύσεις. Άρα λοιπόν, θα απασχοληθεί ο αγρότης 19 περίπου ημέρες για την πρώτη άρδευση κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας και 7 περίπου ημέρες για κάθε μία από τις υπόλοιπες 3 ετήσιες αρδεύσεις, ήτοι 21 ημέρες το έτος. Συνεπώς, συνολικά στην 15ετία θα απασχοληθεί 19ημ. + 21ημ. * 15έτη = 334 ημέρες. Σε ετήσια βάση θα απασχοληθεί 334ημ. /15έτη ≈ 22,2 ημέρες και το κόστος της εργασίας του ισούται με €30* 22,2 ημέρες = €666 για τα 50 εκτάρια, ή με **€13,30/** εκτάριο /έτος.
- *Μπαλοποίηση.* Δεν απαιτεί την χρησιμοποίηση εργάτη – βοηθού. Γίνεται μόνο από τον αγρότη που θα οδηγεί το τρακτέρ. Ο χρόνος εκτέλεσης της εργασίας αυτής έχει υπολογιστεί σε 67 ώρες (9 περίπου ημέρες) για τα 50 εκτάρια. Συνεπώς, το κόστος της εργασίας ισούται με €30* 9ημέρες = €270 για τα 50 εκτάρια, ή με **€5,40/** εκτάριο/ έτος.
- *Στοίβαξη.* Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται εργάτης. Μπορεί ωστόσο να γίνει και μόνο από τον αγρότη που θα οδηγεί το τρακτέρ. Ο χρόνος εκτέλεσης της εργασίας αυτής αν γίνει μόνο από τον αγρότη έχει υπολογιστεί σε 75 ώρες για τα 50 εκτάρια, ήτοι μία ώρα και μισή ανά εκτάριο. Περίπου απαιτούνται 9 ημέρες και μισή ημέρα για την ολοκλήρωση της εργασίας. Συνεπώς, το κόστος της εργασίας ισούται με €30* 9,5ημέρες = €285 για τα 50 εκτάρια, ή με **€5,70 /** εκτάριο / έτος.

Ως εκ τούτου, το **συνολικό κόστος εργασίας** ανέρχεται σε €2,10 + €13,30 + €5,40 + €5,70 ≈ **€26,50/** εκτάριο/ έτος.

6.5 Ετήσιο κόστος αγοράς λιπασμάτων για καλλιέργεια 50 εκταρίων Switchgrass

Το κόστος της βασικής λίπανσης κατά την έναρξη της καλλιέργειας ενσωματώθηκε στο κόστος της εγκατάστασης. Βασική λίπανση έχουμε ξανά στο 5^ο και στο 10^ο έτος της καλλιέργειας. Χρειαζόμαστε 267 κιλά ανά εκτάριο, δηλαδή 13.350 κιλά για τα 50 εκτάρια. Το κόστος του λιπάσματος 11 – 15 – 15 ανέρχεται σε €0,83 ανά κιλό. Άρα, η κάθε βασική λίπανση θα μας κοστίζει συνολικά $13.350\text{kg} * €0,83/\text{kg} \approx €11.100$. Σε επίπεδο 15ετίας θα δαπανήσουμε συνολικά $€11.100 * 2 = \mathbf{€22.200}$ για την βασική λίπανση.

Για την ετήσια λίπανση με νιτρική αμμωνία θα χρειαστούμε 220 κιλά ανά εκτάριο, δηλαδή 11.000 κιλά για τα 50 εκτάρια. Το κόστος του εν λόγω λιπάσματος ανέρχεται σε €0,80 ανά κιλό. Άρα, η κάθε ετήσια λίπανση με νιτρική αμμωνία θα μας κοστίζει συνολικά $11.000\text{kg} * €0,83/\text{kg} \approx €9.100$. Σε επίπεδο 15ετίας θα δαπανήσουμε συνολικά $€9.100 * 15 = €136.500$ για την ετήσια λίπανση με νιτρική αμμωνία.

Κατά συνέπεια, σε επίπεδο 15ετίας θα δαπανήσουμε για όλες τις λιπάνσεις συνολικά $€22.200 + €136.500 = €158.700$, δηλαδή $€158.700 / 15\text{έτη} = €10.580 / \text{έτος}$, ήτοι $€10.580 / 50 \text{ εκτάρια} = \mathbf{€211}$ ανά εκτάριο ανά έτος.

6.6 Ετήσιο κόστος αγοράς νερού για καλλιέργεια 50 εκταρίων Switchgrass

Ο αγρότης θα προμηθεύεται νερό από το αδρευτικό κοινοτικό δίκτυο έναντι κόστους €7 το στρέμμα ανεξαρτήτως ποσότητας. Το κόστος αγοράς νερού για 50 εκτάρια ανέρχεται σε €3.500, ήτοι **€70** ανά εκτάριο.

6.7 Τελική Κοστολόγηση Καλλιέργειας 50 εκταρίων & Σύγκριση με Έσοδα

Θα εξετάσουμε 2 σενάρια: με λήψη επιχορήγησης και χωρίς λήψη επιχορήγησης. Τα έσοδα της καλλιέργειας Switchgrass υπολογίστηκαν σε €760/ha/year. Τα συνολικά κόστη της καλλιέργειας με λήψη επιχορήγησης επί της αρχικής επένδυσης (60% επί των παγίων) απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 16: Κόστη καλλιέργειας Switchgrass σε € / εκτάριο που αναλογούν σε μία έκταση 50 εκταρίων με λήψη επιχορήγησης

EIK Αρχικής Επένδυσης με λήψη επιχορήγησης	€240
Κόστος Ανάθεσης Θερισμού σε 3 ^ο αγρότη	€70
Κόστος Εργασίας	€27
Κόστος Καυσίμων	€39
Κόστος Αγοράς Νερού	€70
Κόστος Αγοράς Λιπασμάτων	€280
Συνολικό Κόστος	€726

Τα αποτελέσματα της κοστολόγησης δείχνουν ότι παρά την λήψη της επιχορήγησης τα έσοδά μας υπερβαίνουν οριακά τα κόστη μας για την δεδομένη έκταση των 50 εκταρίων. Αντίστοιχο ήταν και το συμπέρασμα που καταλήξαμε στην Ενότητα 5 κατά την αποτίμηση της επένδυσης.

Τα συνολικά κόστη της καλλιέργειας χωρίς λήψη επιχορήγησης απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 17: Κόστη καλλιέργειας Switchgrass σε € / εκτάριο που αναλογούν σε μία έκταση 50 εκταρίων χωρίς λήψη επιχορήγησης

ΕΙΚ Αρχικής Επένδυσης χωρίς λήψη επιχορήγησης	€400
Κόστος Ανάθεσης Θερισμού σε 3 ^ο αγρότη	€70
Κόστος Εργασίας	€27
Κόστος Καυσίμων	€39
Κόστος Αγοράς Νερού	€70
Κόστος Αγοράς Λιπασμάτων	€280
Συνολικό Κόστος	€886

Τα αποτελέσματα της κοστολόγησης δείχνουν ότι χωρίς την λήψη της επιχορήγησης τα κόστη μας υπερβαίνουν τα έσοδά μας και άρα η καλλιέργεια είναι ζημιογόνος. Στο ίδιο ακριβώς συμπέρασμα θα καταλήξουμε αν στο μοντέλο αποτίμησης της επένδυσης μεταβάλλουμε αντιστοίχως την χρηματοοικονομική διάρθρωση της επένδυσης, αντικαθιστώντας την επιχορήγηση με ίδια κεφάλαια.

Πίνακας 18: Δείκτες αποτίμησης της επένδυσης χωρίς λήψη επιχορήγησης - Χρηματοδότηση με 100% Ίδια Κεφάλαια

ΕΚΤΑΡΙΑ	50
Εσωτερική Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων (IRR)	- 2,29%
Περίοδος Αποπληρωμής της Επένδυσης (Payback Period)	N / A
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	- €103.000

6.8 Τελική Κοστολόγηση Καλλιέργειας Switchgrass 100 εκταρίων & Σύγκριση με Έσοδα

Παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον η κοστολόγηση μίας καλλιέργειας Switchgrass 100 εκταρίων και η αντιπαραβολή αυτής με τα έσοδα της καλλιέργειας, ήτοι €760/ha/year (τα έσοδα της καλλιέργειας δεν μεταβάλλονται καθώς έχουν υπολογιστεί ανά εκτάριο). Το μόνο στοιχείο κόστους που μεταβάλλεται αυξάνοντας τον αριθμό των στρεμμάτων της καλλιέργειας είναι το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της αρχικής επένδυσης, καθώς μεταβάλλεται το ύψος της αρχικής επένδυσης. Τα υπόλοιπα στοιχεία κόστους μένουν σταθερά καθώς έχουν υπολογιστεί ανά εκτάριο. Θα εξετάσουμε 2 σενάρια: με λήψη επιχορήγησης και χωρίς λήψη επιχορήγησης.

Τα συνολικά κόστη της καλλιέργειας με λήψη επιχορήγησης επί της αρχικής επένδυσης (60% επί των παγίων) απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 19: Κόστη καλλιέργειας Switchgrass σε € / εκτάριο που αναλογούν σε μία έκταση 100 εκταρίων με λήψη επιχορήγησης

ΕΙΚ Αρχικής Επένδυσης με λήψη επιχορήγησης	€190
Κόστος Ανάθεσης Θερισμού σε 3 ^ο αγρότη	€70
Κόστος Εργασίας	€27
Κόστος Καυσίμων	€39
Κόστος Αγοράς Νερού	€70
Κόστος Αγοράς Λιπασμάτων	€280
Συνολικό Κόστος	€676

Παρατηρούμε ότι το συνολικό κόστος της επένδυσης που αντιστοιχεί σε ένα εκτάριο έχει μειωθεί σημαντικά καθώς έχει μειωθεί το ΕΙΚ της αρχικής επένδυσης. Αυτό συμβαίνει διότι αυξάνοντας την καλλιεργούμενη έκταση δημιουργούνται οικονομίες κλίμακας και μειώνεται το κατά μονάδα κόστος της καλλιέργειας.

Τα συνολικά κόστη της καλλιέργειας χωρίς λήψη επιχορήγησης επί της αρχικής επένδυσης απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 20: Κόστη καλλιέργειας Switchgrass σε € / εκτάριο που αναλογούν σε μία έκταση 100 εκταρίων χωρίς λήψη επιχορήγησης

ΕΙΚ Αρχικής Επένδυσης χωρίς λήψη επιχορήγησης	€270
Κόστος Ανάθεσης Θερισμού σε 3 ^ο αγρότη	€70
Κόστος Εργασίας	€27
Κόστος Καυσίμων	€39
Κόστος Αγοράς Νερού	€70
Κόστος Αγοράς Λιπασμάτων	€280
Συνολικό Κόστος	€756

Παρατηρούμε ότι σε περίπτωση που δεν λάβει ο αγρότης επιχορήγηση, τα έσοδα του από την καλλιέργεια υπερβαίνουν οριακά το κόστος της καλλιέργειας, ήτοι κατά €4 / εκτάριο / έτος. Οι οικονομίες κλίμακας που δημιουργούνται από τον διπλασιασμό της καλλιεργούμενης έκτασης αντισταθμίζονται από την έλλειψη της επιχορήγησης. Οικονομίες κλίμακας δημιουργούνται γιατί με τα ίδια πάγια καλλιεργούμε διπλάσια έκταση.

Σε αντίστοιχα συμπεράσματα καταλήγουμε αν στο μοντέλο αποτίμησης της επένδυσης μεταβάλλουμε αντιστοίχως την χρηματοοικονομική διάρθρωση της επένδυσης, αντικαθιστώντας την επιχορήγηση με ίδια κεφάλαια και αυξήσουμε τα εκτάρια σε 100, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα. Από τα δεδομένα του πίνακα και σε συνδυασμό με τον πίνακα (Πίνακας 9) που παρουσιάσαμε στην Ενότητα 5 συμπεραίνουμε ότι η επένδυση έχει μεγάλη ευαισθησία ως προς την επιχορήγηση καθώς όλοι οι δείκτες αποτίμησης επιδεινώνονται. Χαρακτηριστική είναι η μείωση του δείκτη IRR από 6,45% σε 2% .

Πίνακας 21: Δείκτες αποτίμησης της επένδυσης χωρίς λήψη επιχορήγησης - Χρηματοδότηση με 100% Ίδια Κεφάλαια

ΕΚΤΑΡΙΑ	100
Εσωτερική Απόδοση Ιδίων Κεφαλαίων (IRR)	2,00%
Περίοδος Αποπληρωμής της Επένδυσης (Payback Period)	13,50 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	- €97.700

6.9 Συμφέρει η μπαλοποίηση να ανατεθεί σε τρίτους βάσει του ΕΙΚ?

Όπως αναφέρθηκε μία από τις χρήσεις του ΕΙΚ είναι και στην διαδικασία λήψης απόφασης για το πόσο συμφέρει τον αγρότη να κάνει ο ίδιος μία εργασία. Στην ενότητα 4 χρησιμοποιώντας αμιγώς οικονομικά κριτήρια αποφασίσαμε να αναθέσουμε σε τρίτους κάποιες εργασίες και τις υπόλοιπες, μεταξύ των οποίων και την μπαλοποίηση, να κάνει ο ίδιος ο αγρότης. Λόγω του υψηλού κόστους αγοράς του μπαλοποιητή (€30.000) έχει ενδιαφέρον να ελέγξουμε αν η απόφασή μας ήταν ορθή βάσει του ΕΙΚ.

Μπαλοποίηση. Γίνεται μία φορά κάθε χρόνο. Στην ενότητα 5 αναφέρθηκε ότι εκτιμήσαμε ότι πρέπει να την κάνει ο ίδιος ο αγρότης καθώς φάνηκε από οικονομική άποψη να είναι πιο καλή επιλογή. Επιβεβαιώνει όμως η κοστολόγηση την εκτίμησή μας? Το κόστος της ανάθεσης της εργασίας αυτής ανέρχεται σε €22,50 ανά τόνο πρώτης ύλης. Υπολογίσαμε ότι η μέση απόδοση

της καλλιέργειας μας στην 15ετία ανέρχεται σε 11,70 τόνους ανά εκτάριο. Δηλαδή, συνολικά σε 585 τόνους για τα 50 εκτάρια της καλλιέργειάς μας. Το ετήσιο συνολικό κόστος της μπαλοποίησης διαμορφώνεται σε **€13.160** αν επιλέξουμε την ανάθεση.

Αν αποφασίσει να την κάνει ο ίδιος ο αγρότης την εργασία αυτή θα επιβαρυνθεί με το κόστος του μπαλοποιητή, ήτοι €30.000, με το ετήσιο κόστος συντήρησης του μπαλοποιητή, ήτοι €50, με το κόστος χρήσης του τρακτέρ, ήτοι 67 ώρες * €24/ ώρα ≈ €1.600, με το κόστος των καυσίμων ήτοι €1.000 (15 λίτρα το εκτάριο, δηλαδή 750 λίτρα για τα 50 εκτάρια) και με το αμοιβή της εργασίας του, ήτοι €270 περίπου (67ώρες - 9 ημερομίσθια).

Το ΕΙΚ του μπαλοποιητή ανέρχεται σε $(€30.000 * 0,0846) / 0,70 = €3.625$.

Άρα το ετήσιο κόστος της μπαλοποίησης αν γίνεται από τον ίδιο τον αγρότη υπολογίζεται συνολικά σε $€3.625 + €50 + €1.600 + €270 + €1.000 = €6.545$ και είναι προφανώς πιο οικονομικό από το κόστος της ανάθεσης. Αν μάλιστα το τρακτέρ των 80 ίππων χρησιμοποιηθεί και σε άλλες καλλιέργειες, όπως αναφέρθηκε στην υποενότητα 6.2.4 το ωριαίο κόστος του τρακτέρ μειώνεται στα €10,63 και επομένως το κόστος της μπαλοποίησης μειώνεται περαιτέρω στα **€5.625**.

Συνεπώς, επιβεβαιώνει η κοστολόγηση την εκτίμησή μας ότι πρέπει να κάνει ο ίδιος ο αγρότης την μπαλοποίηση.

7 Συμπεράσματα

- Η ευρείας κλίμακας παραγωγή βιομάζας βασίζεται κυρίως σε πολιτικές κρατικής επιχορήγησης. Συνήθως, επιχορηγείται η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών στην γη που δεν χρησιμοποιείται για την παραγωγή αγροτικών προϊόντων και τροφίμων. Η γη αυτή συχνά καλείται οριακή γη.
- Εξετάστηκε, σε επίπεδο αποτίμησης σύμφωνα με την χρηματοοικονομική θεωρία και σε επίπεδο κοστολόγησης με την βοήθεια του Ετήσιου Ισοδύναμου Κόστους (EIK) η περίπτωση καλλιέργειας του ενεργειακού φυτού Switchgrass, για παραγωγή βιομάζας, σε ελληνική οριακή γη έκτασης 50 και 100 εκταρίων αντίστοιχα στο νομό Βοιωτίας.
- Η επένδυση στην καλλιέργεια καθίσταται μη βιώσιμη χωρίς την λήψη κρατικής επιχορήγησης και το γεγονός αυτό οφείλεται εν πολλοίς στην χαμηλή τιμή πώλησης της πρώτης ύλης, ήτοι €65 ανά τόνο ξηρού.
- Οι δείκτες αποτίμησης της επένδυσης παρουσιάζουν εξαιρετικά μεγάλη ευαισθησία στην τιμή πώλησης της πρώτης ύλης. Σημαντική είναι η ευαισθησία που παρουσιάζουν οι σχετικοί δείκτες και στην λήψη ή μη της κρατικής επιχορήγησης. Τέλος, η αποτίμηση επηρεάζεται και από την έκταση της καλλιέργειας: όταν χρησιμοποιείται ο ίδιος πάγιος εξοπλισμός προκειμένου να καλλιεργηθεί σημαντικά μεγαλύτερη έκταση δημιουργούνται ξεκάθαρες οικονομίες κλίμακας και τα αποτελέσματα της αποτίμησης βελτιώνονται.
- Υπάρχει ιδιαίτερα υψηλός βαθμός ταύτισης ανάμεσα στα ευρήματα της κοστολόγησης και στα ευρήματα της αποτίμησης: εμφανίζεται ξεκάθαρη αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στο κόστος της καλλιέργειας και στις 3 μεταβλητές ενδιαφέροντος, δηλαδή στην τιμή της πρώτης ύλης, στην έκταση της καλλιέργειας και στην λήψη της κρατικής επιχορήγησης.

Βιβλιογραφία

Alexander C. and Hurt C.(2007). Department of Agricultural Economics, Purdue University. *Biofuels and Their Impact on Food Prices*. ID-346-W.

Balan, S. Kumar, B. Bals, S. Chundawat, M. Jin and B. Dale (2012). Chapter 7. Biochemical and Thermochemical Conversion of Switchgrass to Biofuels. In *Switchgrass. A Valuable Biomass Crop for Energy*. Monti Editor. Springer.

Baker R., Elbersen W., Poppens R. (2013). *Switchgrass (Panicum virgatum L.)*. A perennial biomass grass for efficient production of feedstock for the biobased economy. NL Agency. Wageningen UR, Food & Biobased Research.

Brealey R., Myers St. (2003): *Principles of Corporate Finance*, McGraw-Hill Education 7th ed, pp. 131 – 136, New York.

Christian, D.G. and H.W. Elbersen (1998). *Switchgrass (Panicum virgatum L.)*. In: E. Bassam (ed.) *Energy plant species. Their use and impact on environment and development*, vol. I. James and James, London. p 257-263

Dauber J., Brown C., Fernando AL et. al. (2012). Bioenergy from “surplus” land: environmental and socio-economic implications. *BioRisk* 7: 5-50.

EC (1975), On mountain and hill farming in certain less-favoured areas, Council Directive No. 75/268 EEC.

EC (2009), Towards a better targeting of the aid to farmers in areas with natural handicaps, Annex to the Commission Staff Working Document, SEC (2009) 450.

EC (2014), *Payments to areas facing natural or other specific constraints*, Measure 13 Fiche, http://www.agricoltura.regione.campania.it/PSR_2014_2020/pdf/Art31.pdf.

Elton E., Gruber M., Brown S. & Goetzmann W. 6th ed. 2003: *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, pp. 444 – 446, New York.

Elbersen, H.W., G. Yilmaz and H. van der Mheen. (2013). *Energy and fibre applications of switchgrass grown in The Netherlands*. Wageningen UR, FBR. short report.

FAO/UNEP/UN-A (2010) Decision Support Tool for Sustainable Bioenergy. Prepared by FAO and UNEP as a UN Energy publication.

Fargione J., Hill J., Tilman D. *et. al.* (2008) *Land clearing and the biofuel carbon debt*. Science 319, 5867: 1235 – 1238.

Fernando AL, Duarte MP, Almeida J *et al.* (2010). *Environmental impact assessment of energy crops in Europe*. Biofuels Bioproducts & Biorefinery 4, 594 – 604.

Fritsche U.R., R.E.H. Sims and A. Monti (2010). Direct and indirect land-use competition issues for energy crops and their sustainable production – an overview. Biofuels Bioprod Bioref 4: 692–704.

Heaton E.A., Dohleman F.G., Miguez F.A., Juvik J.A., Lozovaya V., Widholm J., Zabolina O., Isaac G.F., David M.B., Voigt T.B., Boersma N.N., Long S.P., (2004), *Miscanthus: A promising Biomass Crop*. University of Illinois, USA. p84, p89.

John Nix, 2010, Farm Management Pocketbook, p. 109.

Khanna M., Dhungana B., Clifton-Brown J. (2008). *Costs of producing miscanthus and switchgrass for bioenergy in Illinois*. Biomass and Bioenergy 32. 482 – 493. University of Illinois, USA.

Kort J, Collins M, Ditsch D. (1998). *A review of soil erosion potential associated with biomass crops*. Biobass and BIOENERGY 14, 4: 351 – 359.

Krasuska E, C. Cadorniga, J.L. Tenorio, G. Testa, D. Scordia (2010). *Potential land availability for energy crops production in Europe*, Biofuels, Bioprod, Bioref 4:658–673.

Lasorella M.V. A. Monti, E. Alexopoulou, A. Riche, N. Sharma, S. Cadoux, K. van Diepen, B. Elbersen, A.J. Atzema, H.W. Elbersen (2011). *Yield comparison between switchgrass and Miscanthus based on multi-year side by side comparison in Europe*. In: 19th European Biomass Conference & Exhibition, 6-10 June, Berlin. V.

Lesschen, J.P., W. Elbersen, R. Poppens, M. Galytskaya, M. Kulyk and L. Lerminiaux (2012). The financial and greenhouse gas cost of avoiding ILUC in biomass sourcing - A comparison between switchgrass produced with and without ILUC in Ukraine. In. Eur. Biomass Conf. June 18-23 2012. Milan.

Lewis S.M. and Kelly M, (2014). Mapping the Potential for Biofuel Production on Marginal Lands: Differences in Definitions, Data and Models across Scales, ISP RS, Int. J. Geo-Inf., 3, 430-459.

Malins C. (2017). *A review of the interaction between biofuel consumption and food markets*. Thought for food. September 2017. www.cerulogy.com.

Monti (2012). *Switchgrass. A Valuable Biomass Crop for Energy*. Monti Editor. Springer.

Moser L.E. and K.P. Vogel (1995). Switchgrass, big bluestem, and indiangrass. In: Barnes RF (ed) Forages: an introduction to grassland agriculture. Iowa State University Press, Iowa

O' Brien, R.T., Moser, L.C., Masters, R.A., Smart, A.J. (2008). *Morphological development and winter survival of switchgrass and big bluestem seedlings*. Forage Grazinglands. <https://doi.org/10.1094/FG-2008-1103-01-RS>

Pinto J., Henry El., Robinson Th., Stowe J., Level II CFA Program Curriculum volume 4, 2nd ed. 2012: *Equity Asset Valuation*. pp. 53 – 54, 57, 59 - 61, 69 - 73

Rabbinge R. (1993). *The ecological background of food production*. In: Crop Protection and Sustainable Agriculture. Ciba Foundation Symposium 177:2-22.

Sanderson M., Schmer R. M., Owens V., Keyser P., Elbersen W., (2012). *Crop Management of Switchgrass*, University of Nebraska- Lincoln, Agronomy & Horticulture – Faculty Publications, p98-99

Sharukh Khani, Vivek Paliwal, Vikrant Vikram Pandey, Vijay Kumar, May 2015, *Biomass as Renewable Energy*, International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. National Conference on Renewable Energy and Environment. Vol. 2, Special Issue 1.

Sims REH, Hatings A., Schlamadinger B. *et al* (2006). *Energy crops: current status and future prospects*. Global Change Biology 12, 2054-2076.

Rettenmaier N, Koppen S, Gartner SO *et al*. (2010). *Life cycle assessment of selected future energy crops for Europe*. Biofuels Bioproducts & Biorefinery 4, 620 – 636.

Shortall, (2013). “Marginal Land” for energy crops: Exploring definitions and embedded assumptions. Energy policy 62, 19-27.

Skinner, R.H., W. Zegada-Lizarazu and J.P. Schmidt (2012). *Environmental Impacts of Switchgrass Management for Bioenergy Production*. In Switchgrass. A Valuable Biomass Crop for Energy. Monti Editor. Springer.

Soldatos P., Cosentino S.L., Scordia D., Osborne B., (2015). A Review of Definitions and Concepts with Regard to the Cultivation of Energy Crops in Europe.

Stowe J. & Gagne J. (2012) Level II CFA Program Curriculum volume 3, 7th ed. *Corporate Finance*. pp. 10 – 15

Van Orshoven J., Tarres J., Toth T. (2013), Updated common biophysical criteria to define natural constraints in Europe. Definition and scientific justification for the common biophysical criteria; Technical Factsheets, JRC Technical and Scientific Reports, EUR 25203 EN – 2012.

Van Stappen F., Brose I., Schenkel Y, (2011). Direct and indirect land use changes issues in European sustainability initiatives: State-of-the-art, open issues and future developments. *Biomass and Bioenergy* 35, 4824 – 34.

Wise T. (2012). US corn ethanol fuels food crisis in developing countries. Tuft University.

Wullschlager SD, Davis EB, Borsuk ME, Gunderson CA, Lynd LR, (2010). Biomass Production for the Herbaceous Bioenergy Crop Switchgrass: Database Description and Determinants of Yield. *Agron J* 102:1158-1168

Zegada-Lizarazu, W.E., W. Elbersen, S.L. Cosentino, A. Zatta, E. Alexopoulou, A. Monti (2010). *Agronomic aspects of future energy crops in Europe*. In *Biofuels, Bioprod.* Bioref. 4 (6):674–691

Ziolkowska, J, Meyers, W., Meyer, S. & Binfield J., (2010). *Targets and Mandates: Lessons Learned from EU and US Biofuels Policy Mechanisms*. *AgBioForum*, 13 (4): 398-412.

Απόφαση Υπ. Οικ. Και Γεωργίας Π. 2869 /4.5.87

Άρθρου 27 του Ν. 4172/2013

Δημητρίου Δ., 2017. *Ανάλυση και Ερμηνεία των Ε.Λ.Π. σε Λογιστική & Φορολογική Βάση (και σύμφωνα με την ερμηνευτική καθοδήγηση των Δ.Π.Χ.Α)*. Οικονομικές Εκδόσεις: 500 – 503.

https://www.bankofgreece.gr/Pages/el/Statistics/rates_markets/titloioldimosiou/titloioldimosiou.aspx

<http://agrotos.eu/sigkritiko-test-ta-pente-ftthinotera-tr/>

<http://www.ependyseis.gr>

<https://www.need.org/files/curriculum/infobook/BiomassS.pdf>

http://www.envirothonpa.org/wp-content/uploads/2015/10/3-6-0_What-is-an-Invasive-Plant.pdf

Εικόνα 4: *Reed Canary Grass* (Παπάζογλου, 2011)