



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΧΡΗΣΤΟΥ ΚΑΡΥΔΗ



ΧΑΝΙΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2021

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΧΡΗΣΤΟΥ ΚΑΡΥΔΗ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Στέλιος Ροζάκης, Αν. Καθηγητής Χημηπερ (Επιβλέπων καθηγητής)

Πέτρος Γκίκας, Καθηγητής Χημηπερ

Θεοχάρης Τσούτσος, Καθηγητής Χημηπερ

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα Πινάκων & Διαγραμμάτων	8
Περίληψη	10
Summary	12
Πρόλογος	14
I. Εισαγωγή	16
1. Η ανάγκη για θέρμανση	16
2. Βιομάζα – Καύσιμη Ύλη	17
3. Συσσωματώματα (pellets)	18
4. Γραμμή Παραγωγής Συσσωματωμάτων (pellets)	19
5. Θέρμανση με Βιομάζα και Συσσωματώματα (pellets): η πλευρά της ζήτησης	21
6. Κατηγορίες Βιομάζας Συσσωματωμάτων (pellets)	23
II. Μεθοδολογία:	
A. Σχεδιασμός Μονάδος	25
1. Πρώτες ύλες στο Δήμο Βόρειας Κέρκυρας	25
2. Κλαδέματα Ελαιόδεντρων	25
3. Πριονίδι – Ροκανίδι	27
4. Υπολείμματα Ελαιοτριβείου	28
5. Συσχέτιση Μονάδας – Περιοχής	28
6. Αναλογία Μείγματος Πρώτης Ύλης	30
7. Εκτίμηση Ετήσιας Ποσότητας Βιομάζας – Ετησίων Εσόδων/Εισροών	31
8. Έλεγχος Επάρκειας Πρώτων Υλών Για Επιλεχθείσα Γραμμή Παραγωγής	31
B. Χωροθέτηση Μονάδος	33
1. Τοπογραφία Περιοχής Μελέτης και Χαρακτηριστικά Αγροτεμαχίου	33
2. Ευρύτερη Περιοχή	33
3. Χωροθέτηση Μονάδος	34
Γ. Λειτουργία Μονάδος	35
1. Βιομηχανικό Κτίριο – Λοιπές Οικοδομικές Εργασίες	35
2. Οχήματα και μεταφορά πρώτων υλών	36
3. Πλατφόρμα – Καρότσα	36
4. Τρακτέρ	36
5. Ρυμουλκούμενος Καταστροφέας Κλαδιών	36

6. Περονοφόρο Ανυψωτικό Όχημα.....	37
7. Εξοπλισμός Γραμμής Παραγωγής.....	37
8. Διάταξη Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής.....	39
9. Μεταφορά Πρώτης Ύλης.....	39
10. Εργατικό Δυναμικό Εγκατάστασης.....	40
11. Ωριαία Λειτουργία Μονάδος – Εκτίμηση Απαιτούμενης Ισχύος.....	40
12. Μεταφορά Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής.....	40
 Δ. Αδυναμίες μεθοδολογίας.....	41
1. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Μονάδος.....	41
2. Πιθανές Αδυναμίες Έργου	42
 III. Αποτελέσματα:	
A. Κοστολόγηση Έργου	45
B. Οικονομική Ανάλυση Μονάδος	47
1. Οικονομική Ανάλυση Μονάδος.....	47
2. Ανάλυση Ευαισθησίας.....	50
3. Μέθοδος Monte-Carlo	51
 IV. Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	55
 V. Βιβλιογραφία.....	57
 VI. Παράρτημα.....	59

Περιεχόμενα Πινάκων & Διαγραμμάτων

Πίνακας 1: Κατηγορίες Συσσωματωμάτων (pellets).....	22
Πίνακας 2: Ετήσια Ποσότητα Πρώτων Υλών	30
Πίνακας 3: Μηνιαία Ποσότητα Πρώτων Υλών	30
Πίνακας 4: Κόστος Κτηριακών Εγκαταστάσεων.....	44
Πίνακας 5: Κόστος Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής	44
Πίνακας 6: Κόστος Οχημάτων	45
Πίνακας 7: Κόστος Μεταφοράς Ύλης	45
Πίνακας 8: Κόστος Εργατικού Δυναμικού Εγκατάστασης.....	45
Πίνακας 9: Κόστος Απαιτούμενης Ισχύος	45
Πίνακας 10: Κόστος Μεταφοράς Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής	45
Πίνακας 11: Γενικές Πληροφορίες Οικονομικής Ανάλυσης	46
Πίνακας 12: Σύστημα Προοδευτικής Απόσβεσης.....	46
Πίνακας 13: Ταμειακές ροές.....	48
Πίνακας 14: Κριτήρια Αξιολόγησης	49
Πίνακας 15: Προσομοίωση Monte-Carlo	52
Διάγραμμα 1: Υπολογισμός Χρόνου Αποπληρωμής.....	49
Διάγραμμα 2: Γράφημα Ανάλυσης Ευαισθησίας (Tornado Graph).....	50
Διάγραμμα 3: Καθαρή Παρούσα Αξία.....	53

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην τεχνικο-οικονομική μελέτη μονάδας παραγωγής και επεξεργασίας βιομάζας συσσωματωμάτων ξύλου (pellets), η οποία θα αξιοποιεί πρώτη ύλη προερχόμενη από την έκταση του Δήμου Βόρειας Κέρκυρας.

Αρχικά, γίνεται περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών της προαναφερθείσας βιομάζας, και αναφέρονται τα πλεονεκτήματα που φέρει σε σχέση με τα έως τώρα συμβατικά καύσιμα. Επιπλέον, γίνεται λόγος εν γένει για τα περιβαλλοντικά οφέλη της συνολικής δραστηριότητας.

Εν συνεχεία, γίνεται περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος στο οποίο πρόκειται να δημιουργηθεί η εν λόγω εγκατάσταση στο Δήμο Βόρειας Κέρκυρας. Βαρύτητα δίνεται στην επιλογή της θέσης του έργου, στην περιγραφή των στοιχείων του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος.

Ύστερα, παρουσιάζεται η ανάλυση του δικτύου συλλογής και μεταφοράς πρώτων υλών, μέσω του οποίου προκύπτουν οι χαρακτηριστικές τιμές του έργου όσον αφορά το κόστος μεταφοράς, την ποσότητα της πρώτης ύλης καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης.

Ακολουθεί η διαστασιολόγηση του έργου, συγκεκριμένα η επιλογή του εξοπλισμού, ο σχεδιασμός των διεργασιών και εκτίμηση του παραχθέντος προϊόντος.

Έπειτα, ως πρώτο μέρος της μελέτης γίνεται η κοστολόγηση του συνολικού έργου, όπου λαμβάνονται υπόψη όλα τα κόστη της εγκατάστασης, δηλαδή κόστος εξοπλισμού, κόστος κτιριακών εγκαταστάσεων, κόστος μεταφορών, κόστος αρμόδιας ομάδας υπαλλήλων του δήμου, κόστος σε ενεργειακές ανάγκες και κόστος οικοπέδου, τα οποία συναθροίζονται με σκοπό να προκύψει τελικώς η τιμή συνολικού κόστους για τη δημιουργία της προαναφερθείσας μονάδας.

Τέλος, αξιολογείται τεχνικό-οικονομικά η μονάδα και παρατίθενται τα συμπεράσματα ως προς την οικονομικο-περιβαλλοντική αναγκαιότητα του έργου.

Συμπερασματικά, η εκπόνηση της παρούσας μελέτης αναμένεται να επηρεάσει θετικά την καθημερινότητα του Δ. Βόρειας Κέρκυρας. Συγκεκριμένα, η παρούσα μονάδα αναμένεται, μετά την έναρξη λειτουργίας της, να συμβάλλει στην οικονομική ανάπτυξη της περιοχής μέσω των εσόδων του δημοτικού ταμείου και της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας, ενώ ως έργο πράσινης ανάπτυξης αναμένεται να προωθήσει την οικολογική ευαισθησία του άμεσα εμπλεκόμενου πληθυσμού. Επιπλέον, μπορεί να χαρακτηριστεί η επένδυση ως συμφέρουσα βάσει της οικονομικής ανάλυσης που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία λαμβανομένης υπόψη και της αβεβαιότητας. Αξιοσημείωτο, από οικολογικής πτυχής, είναι το ότι οι πρώτες ύλες που απαιτούνται για τη διαδικασία παραγωγής, είναι τα ήδη υπάρχοντα υπολείμματα της υπό μελέτη περιοχής.

Summary

The current thesis's goal is to technically-economically evaluate a pellet production unit fed by olive tree residues, which will be located at the area of the Municipality of North Corfu.

First, the basic characteristics of the pellet biomass are being described, paying special attention to the advantages of biomass over conventional fuels. In addition, the overall environmental benefits of the whole activity are assessed.

Next, the current state of the environment in which this facility is to be set up is being presented. Emphasis is given to the project's sitting which is chosen according to the elements of the natural and man-made environment.

Then, the collection and transportation network of the raw material are being presented, through which the characteristic prices of the project, in terms of costs, are to be estimated.

Moreover, the sizing and design of the project are being estimated. In other words, the equipment, the work force and the necessary processes are being calculated. After all, the total cost of the project requires the estimation of the following, all installation costs, equipment costs, building installation costs, transport costs, costs of the complete man-force, energy costs and land costs, which are to be aggregated for the purpose of finally obtaining the total costs price for the creation of the aforementioned unit.

Finally, technical and economic appraisal of the project is resumed supported by means of evidence based information furthermore provided in detailed charts. The thesis is concluded by a discussion of the actual necessity, environmentally speaking, of the whole project.

Πρόλογος και Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά και εκτιμά, αν η ανέγερση μιας μονάδας παραγωγής συσσωματωμάτων (pellets), στο βόρειο τμήμα του νησιού της Κέρκυρας, είναι βιώσιμη, εφικτή και οικονομικά ασφαλής. Παρά τον τίτλο της, η επιλογή της εργασίας δεν έγινε με τη λογική της ενίσχυσης του βιομηχανικού δυναμικού/επιπέδου της περιοχής, αλλά οι κυριότεροι λόγοι ήταν η βιώσιμη οικολογική ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο και η μύηση της περιβαλλοντικής συνείδησης στους κατοίκους της περιοχής.

Ο Δήμος Βόρειας Κέρκυρας, είναι μια επαρχιακή περιοχή που μερικές δεκαετίες πριν είχε έντονη ενασχόληση με το αγροτικό και κτηνοτροφικό στοιχείο. Το προαναφερθέν επιβεβαιώνεται αν δει κανείς το “πράσινο” της περιοχής, συγκεκριμένα λόγω των ελαιόδεντρων. Μεγάλο μέρος της τοπικής οικονομίας προερχόταν από την εργασία στο αγρόκτημα και στις ελιές. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως αυτή η ενασχόληση έχει μειωθεί σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα, λόγω προφανώς της εμφάνισης (1980) και ύστερα της ανόδου (1990) του τουρισμού. Επομένως, έργα σαν το παρόν, ανοίγουν δρόμο “επαναπατρισμού” κάποιας μερίδας ανθρώπων στην αγροτική δραστηριότητα, ενώ παράλληλα ενισχύεται η τοπική οικονομία, όχι με τον πλέον συμβατικό τρόπο (τουρισμό) αλλά με έναν πιο οικολογικό τρόπο.

Η μονάδα για την οποία γίνεται λόγος, δεν αποτελεί απλά μια κρατική επένδυση και απώτερο σκοπό την μακροπρόθεσμη απολαβή οικονομικών ροών. Η ονομασία της εν λόγω εγκατάστασης περιγράφει την παραγωγή ενός προϊόντος, αυτό που δεν περιγράφεται είναι: (1) η προώθηση εγχώριου “τοπικού” καυσίμου ΑΠΕ και ως εκ τούτου, η συμβολή στην μείωση αποτυπώματος του άνθρακα, (2) η αποφυγή καύσεων μεγάλου όγκου κλαδεμάτων και ως εκ τούτου, ο περιορισμός των πυρκαγιών, (3) η συμβολή στην τήρηση του νομοθετικού πλαισίου κλαδέματος, κάτι που επίσης συμβάλλει στον περιορισμό των πυρκαγιών (Να επισημανθεί ότι τα (2) και (3) δεν προκύπτουν αυθαίρετα με την τοποθέτηση μιας παραγωγικής γραμμής συσσωματωμάτων (pellets), εντός μιας εγκατάστασης, αλλά όλος ο σχεδιασμός της εν λόγω διπλωματικής εργασίας έγινε με το σκεπτικό να χρησιμοποιηθούν εξ ολοκλήρου υπολείμματα προερχόμενα από αγροτικές – δασικές πρώτες ύλες), και (4) η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε τοπικό επίπεδο (Δήμος Β. Κέρκυρας).

Κλείνοντας αυτόν τον πρόλογο, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Στέλιο Ροζάκη για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθειά του, καθώς και στην επιτροπή κ. Πέτρο Γκίκα και κ. Θεοχάρη Τσούτσο για την αξιολόγηση και τις χρήσιμες παρατηρήσεις τους. Επίσης, νιώθω την ανάγκη να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας, καθώς και στους ανθρώπους/φορείς που με βοήθησαν κατά τη διεξαγωγή της έρευνάς μου.

I. Εισαγωγή

1. Η ανάγκη για θέρμανση

Από την αρχαιότητα γίνεται αντιληπτό ότι ο άνθρωπος είχε την ανάγκη της θέρμανσης, καθώς αντιμετώπιζε αντίξοες συνθήκες διαβίωσης. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να ειπωθεί ότι αυτή του η ανάγκη, τον ώθησε στην ανακάλυψη της φωτιάς, ενώ επιπλέον, σύμφωνα με έρευνες, οι πρώτες αυτοσχέδιες κεντρικές εστίες συναντώνται περίπου το 2500 π.Χ., ενώ τα πρόχειρα τζάκια εμφανίστηκαν στην Ευρώπη κατά τον 13ο αιώνα.

Πλέον, ως επί το πλείστον, ο όρος θέρμανση, χρησιμοποιείται για να περιγράψει την εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης που παρέχει στον εκάστοτε χρήστη τη δυνατότητα ανεξάρτητης ρύθμισης της θερμοκρασίας ενός συγκεκριμένου χώρου ή μιας μονάδας κτηρίων/διαμερισμάτων. Οι σημερινές μέθοδοι μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η θέρμανση ενός χώρου απέχουν αρκετά από τους προγενέστερους τρόπους. Τα συμβατικότερα συστήματα θέρμανσης είναι: η κεντρική – ατομική θέρμανση πετρελαίου, η κεντρική – ατομική θέρμανση αερίου, οι θερμοσυσσωρευτές ή θερμοπομποί και τα κλιματιστικά. Παρ' όλα αυτά, είναι προφανές ότι υπάρχουν και άλλες τεχνολογίες, μη μαζικά διαδεδομένες, με χαρακτηριστικά, το χαμηλότερο κόστος και τη μειωμένη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Οι περισσότερες τεχνολογίες, για τις οποίες γίνεται λόγος παραπάνω, υπάγονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή "πράσινες" ενέργειες, μια κατηγορία στην οποία συναντώνται τεχνολογίες που εκμεταλλεύονται ενέργεια προερχόμενη από φυσικές διαδικασίες, λόγου χάριν, της εκπομπής ηλιακής ακτινοβολίας, του ανέμου, της γεωθερμίας, της κυκλοφορίας του νερού και άλλων. Παρόλο που, οι φυσικές αυτές διαδικασίες και διεργασίες λαμβάνουν χώρα πριν την εμφάνιση του ανθρωπίνου είδους, μόνον τις τελευταίες δεκαετίες, συγκεκριμένα από το 1970 και εντεύθεν, έχουν ξεκινήσει να γίνονται σημαντικά βήματα με σκοπό την αντικατάσταση των συμβατικών μορφών ενέργειας με εκείνες των ΑΠΕ. Συγκεκριμένα, η απαρχή της ανάγκης για έρευνα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανάγεται στη δεκαετία του 1970, ύστερα από τις αλληπάλληλες πετρελαϊκές κρίσεις, της αλλοίωσης του περιβάλλοντος, καθώς και της υποβάθμισης της καθημερινής ποιότητας ζωής σε αρκετές περιοχές ανά την υφήλιο. Τα κυρία, λοιπόν, χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα αυτών, είναι η μηδαμινή επιβάρυνση του περιβάλλοντος και τα μηδενικά κατάλοιπα, η μόνιμη ροή ή παραγωγή ενέργειας, η επιλογή του σχεδιαστικού μεγέθους ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες και η οικονομικότερη προμήθεια ενέργειας του καταναλωτή.

2. Βιομάζα – Καύσιμη Ύλη

Πιο συγκεκριμένα, μια τεχνολογία η οποία συγκαταλέγεται στη λίστα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και έχει εισβάλλει δυναμικά στη ζωή μας τα τελευταία χρόνια, καθώς οι πωλήσεις των λεβήτων του εν λόγω προϊόντος διπλασιάζονται κάθε πενταετία, είναι η θέρμανση με καύσιμη ύλη συσσωματωμάτων (wood pellets), καύσιμο υψηλής τεχνολογίας, αποτελούμενο από μικρά πεπιεσμένα κομμάτια από σκόνη ξύλου¹. Τα συσσωματώματα (pellets), αλλιώς πελλέτες, είναι βιομάζα που προέρχεται από ξύλο, απαλλαγμένο από κάθε υγρασία, συμπιεσμένο σε μικρούς κυλίνδρους χωρίς προσθήκη συγκολλητικών ουσιών. Κατά την καύση της προαναφερθείσας ύλης προκύπτει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα, οπότε δεν συνεισφέρει καθόλου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενώ επίσης η μηδαμινή ύπαρξη συγκέντρωσης θείου συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του θείου, το οποίο ευθύνεται για την όξινη βροχή. Τα οφέλη όσον αφορά στον καταναλωτή έχουν κυρίως να κάνουν με την οικονομική πτυχή του θέματος. Το εν λόγω προϊόν μπορεί να βρεθεί στην αγορά σχετικά εύκολα, με τιμή φθηνότερη εκείνης του πετρελαίου κατά 70%, ενώ παράλληλα η τιμή της βιομάζας αυτής, ανά τα έτη, δεν σημειώνει σημαντική διακύμανση. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να επισημανθεί, ότι οι πρώτες ύλες για την παραγωγή του συγκεκριμένου προϊόντος αποτελούν κατά βάση υπολείμματα, γεγονός που συνεπάγεται ότι δεν χαράμιζεται κανένα "ζωντανό" μέρος της οικολογικής ύλης, επομένως, δεν υποβαθμίζεται η υφιστάμενη περιβαλλοντική κατάσταση. Αντιθέτως, η ανάγκη συγκέντρωσης επαρκούς εισροής (πρώτων υλών) εν όψει της παραγωγής συσσωματωμάτων ξύλου, προάγει την κινητοποίηση των δημόσιων είτε ιδιωτικών υπηρεσιών, υπευθύνων για την αποψίλωση - καθαρισμό των οικοπέδων, αλλά επιπλέον, και αντιστοίχων υπηρεσιών που δραστηριοποιούνται με τη συλλογή και την αξιοποίηση τέτοιου είδους υπολειμμάτων.

Αρχικά, ορίζουμε ως βιομάζα το προϊόν που συνίσταται, εξ ολοκλήρου ή εν μέρει, από ζωικά απόβλητα και ύλη, φυτικής, γεωργικής ή δασικής προέλευσης, το οποίο δύναται να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας. Ακόμη, η "βιομάζα" ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, για τις οποίες έγινε λόγος νωρίτερα, σε αντίθεση, με διάφορες άλλες δημοφιλείς ενεργειακές πηγές. Παρόλο που, αρκετοί εκ των καταναλωτών, κάνουν χρήση ορυκτών καυσίμων, μη δείχνοντας εμπιστοσύνη σε αυτή την εναλλακτική καύσιμη ύλη, η δεύτερη, αποτελεί τη μοναδική πηγή ενέργειας, με τη χημική της σύσταση να περιλαμβάνει άνθρακα και να είναι φυσικής προέλευσης, που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί βάσιμα ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων.

Οι διεργασίες μετατροπής της βιομάζας σε ενέργεια επηρεάζονται από τα εκάστοτε φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της, οι ιδιότητες αυτών δεν είναι σταθερές, αλλά διαφέρουν σημαντικά αναλόγως της πηγής προέλευσης της βιομάζας. Τα χαρακτηριστικά αυτά, αφενός, επηρεάζουν την τεχνική πλευρά διαφόρων έργων αξιοποίησης της βιομάζας και αφετέρου, την εν τω συνόλω βιωσιμότητα της επένδυσης. Όπως κάθε ενεργειακή πηγή, έτσι και η βιομάζα διέπεται από μια σειρά πλεονεκτημάτων, όπως είναι η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα, η εξοικονόμηση συναλλάγματος, η εξασφάλιση θέσεων εργασίας και η συγκράτηση – κινητοποίηση των αγροτικών πληθυσμών. Αντιστοίχως υπάρχει και μια σειρά μειονεκτημάτων, τα οποία είναι ο μεγάλος όγκος, η υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας

¹ Ι. Μαυρογιάννης, Α. Χατζηαθανασίου, Θ. Τσούτσος, (επιμέλεια-συντονισμός: Θ. Τσούτσος), (ΚΑΠΕ, ALTENER, 2003), «Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας. Οδηγός τοπικής αυτοδιοίκησης».

ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, η δυσκολία συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης έναντι συμβατικών καυσίμων, το υψηλό κόστος αξιοποίησης, επίσης οι δαπανηρές εγκαταστάσεις και εξοπλισμός και τέλος, η χωρική διασπορά και η εποχιακή παραγωγή.

3. Συσσωματώματα (pellets)

Τα συσσωματώματα (pellets), όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι καύσιμο που συνήθως χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις ηλεκτρικών σταθμών, σε δημόσια κτίρια, σε ιδιόκτητες οικίες αλλά και όπου αλλού υπάρχει ανάγκη θέρμανσης. Λόγω της χαρακτηριστικής γεωμετρίας των, στην εκάστοτε περίπτωση δύναται να επιτευχθεί αυτόματη και ακριβής τροφοδοσία (των συσσωματωμάτων) στο αντίστοιχο σύστημα θέρμανσης. Η μεταφορά και η αποθήκευση, αυτών των προϊόντων, αποτελούν επίσης δύο τομείς που ευνοούνται από την ήδη αναφερθείσα γεωμετρία.

Επιπλέον, η μέθοδος της παραγωγής των, έχει αναπτυχθεί με βασικό στόχο την, όσο το δυνατόν, υψηλότερη απόδοση καύσης, συνεπώς τα επίπεδα υγρασίας περιορίζονται σε τιμή χαμηλότερη του 10%. Είναι σαφές ότι η βιομάζα, για την οποία γίνεται λόγος, απαιτεί ένα μέσο-κατασκευή όπου θα πραγματοποιηθεί η καύση, στην εν λόγω περίπτωση αυτή η κατασκευή καλείται σόμπα συσσωματωμάτων (pellets). Οι σόμπες συσσωματωμάτων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με τον τρόπο που θερμαίνουν τον χώρο στον οποίο εγκαθίστανται: υπάρχουν οι αερόθερμες σόμπες συσσωματωμάτων, οι οποίες καίνε αυτόματα τα συσσωματώματα που έχουν στη δεξαμενή τους και ζεσταίνουν το χώρο μας εγχέοντας ζεστό αέρα, και οι σόμπες συσσωματωμάτων καλοριφέρ ή νερού, οι οποίες ενώνονται με το σύστημα θέρμανσης του σπιτιού και με τα σώματα καλοριφέρ και μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιοδήποτε σημείο ενός σπιτιού, σαν μια απλή σόμπα.



Εικόνα 1: Συσσωματώματα (pellets).

Οι **τυπικές τιμές των τεχνικών χαρακτηριστικών** των συσσωματωμάτων είναι οι εξής:

- Θερμογόνος δύναμη: 17 GJ/tn ή 4,7 kWh/kg ή 3.077 kWh/m³
- Περιεχόμενη Υγρασία: 8%
- Φαινόμενη Πυκνότητα: 650 kg/m³
- Στάχτη: 0,5%

Είθισται, εσφαλμένα, να αξιολογείται ένα καύσιμο μόνο από την τιμή ενεργειακού περιεχομένου, χωρίς να λαμβάνονται υπόψιν παράγοντες όπως, η μεταφορά, η αποθήκευση, η χρήση και η ασφάλειά του. Καταλαβαίνει κανείς λοιπόν ότι όλα τα καύσιμα, εκτός του πετρελαίου, του λιθάνθρακα και του υγραερίου, βγαίνουν "εκτός μάχης" στο πεδίο του ενεργειακού περιεχομένου ανά μονάδα βάρους.

Αναφορά **πρωτογενούς ενεργειακού περιεχομένου ανά μονάδα βάρους** ορισμένων καυσίμων:

- Στερεό βιοκαύσιμο (συσσωματώματα ή μπρικέττα): 4.700 kWh/tn ή 3.055 kWh/m³
- Λιγνίτης: 1.050 - 1.570 kWh/tn ή 1.680 - 2.500 kWh/m³
- Κάρβουνο (ανθρακοποιημένη βιομάζα): 7.000 kWh/tn ή 2.100 kWh/m³
- Λιθάνθρακας: 4.800 - 8.500 kWh/tn ή 4.800 - 8.500 kWh/m³
- Ξύλο (με 25% υγρασία): 3.800 kWh/tn ή 2.300 kWh/m³
- Πριονίδι: 4.400 kWh/tn ή 880 kWh/m³
- Μαζούτ: 11.750 kWh/tn ή 11.515 kWh/m³
- Πετρέλαιο: 12.000 kWh/tn 9.960 kWh/m³
- Υγραέριο: 12.800 kWh/tn ή 25,6 kWh/m³
- Φυσικό αέριο: 13.100 kWh/tn ή 8,56 kWh/m³

Όμως αναλύοντας την οικολογική πτυχή του ζητήματος διαπιστώνουμε πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα που αντισταθμίζουν την υστέρηση σε ενεργειακό περιεχόμενο καθώς τα συσσωματώματα παράγονται από την απορριφθείσα και την ανακυκλώσιμη ξυλεία ή από δέντρα που έχουν φυτευτεί για να εξυπηρετήσουν αυτό τον σκοπό. Ακόμη, η τέλεια καύση, η απουσία χημικών και το ελάχιστο ποσοστό υγρασίας, εκμηδενίζουν την ποσότητα της παραγόμενης τέφρας. Η καύση της υπό μελέτη βιομάζας ουσιαστικά αποτελεί λύση και εναλλακτική προσέγγιση στην άλλοτε ανεύθυνη, μη περιβαλλοντικά ορθή "απαλλαγή" από δασικά υπολείμματα αγροτικής δραστηριότητας ιδιωτών αλλά και βιομηχανικών εγκαταστάσεων – μονάδων, που συνήθως πραγματοποιείται με ερασιτεχνική πυρπόληση.

4. Γραμμή Παραγωγής Συσσωματωμάτων (pellets)

Μια βιομηχανική γραμμή παραγωγής συσσωματωμάτων (pellets) χωρίζεται εν γένει σε επτά (7) βασικά στάδια. Είναι λογικό ότι η επιλογή του εκάστοτε έργου, στην παρούσα περίπτωση γραμμή παραγωγής βιομάζας, επιλέγεται αναλόγως των συνθηκών της υπό μελέτη περιοχής, καθώς και των στόχων που έχουν τεθεί. Η εν λόγω διαδικασία επιτυγχάνεται ύστερα από την επικοινωνία της ενδιαφερόμενης πλευράς και τη σύγκριση

των προσφορών των βιομηχανιών και των εταιριών που αναλαμβάνουν – εμπορεύονται τέτοιου είδους έργα.

Τα προαναφερθέντα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας είναι η αποθήκευση πρώτων υλών, ο καθαρισμός πρώτων υλών από προσμίξεις (προεπεξεργασία), η ξήρανση της βιομάζας, η άλεση-τεμαχισμός της βιομάζας, η πελλετοποίηση, η ψύξη και κοσκίνιση των συσσωματωμάτων (παραγωγή) και τέλος η αποθήκευση του προϊόντος.

Αποθήκευση των πρώτων υλών: Η ύπαρξη ενός αποτελεσματικού συστήματος αποθήκευσης των πρώτων υλών θεωρείται απαραίτητη, για να μείνουν ανεπηρέαστες από ακαθαρσίες και έκθεση στην βροχή, η οποία δύναται να αυξήσει την περιεκτικότητα υγρασίας των παραπάνω σε τέτοιο βαθμό, ώστε η διαδικασία της ξήρανσης να μην είναι συμφέρουσα.

Καθαρισμός πρώτων υλών από προσμίξεις: Στάδιο που κρίνεται απαραίτητο για πρώτες ύλες προερχόμενες από την ακατέργαστη ξυλεία. Συγκεκριμένα οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται στοχεύουν στον διαχωρισμό της ξυλείας από αδρανή υλικά, όπως πέτρες, και στη δέσμευση μεταλλικών αντικειμένων, όπως καρφιά και πρόκες. Βασικός λόγος αυτής της διαδικασίας είναι η αποφυγή εν δυνάμει φθορών στον εξοπλισμό της παραγωγικής γραμμής.

Ξήρανση Βιομάζας: Η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος εξαρτάται άμεσα από την υγρασία, ως εκ τούτου η διεργασία της ξήρανσης είναι ίσως η σημαντικότερη στην παρούσα γραμμή παραγωγής. Η ξήρανση της βιομάζας σε ένα επίπεδο μεταξύ 10 και 15% είναι απαραίτητη. Οι συχνότερες επιλογές ξηραντήρων βιομάζας που είναι τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου (drum dryers), αν και υπάρχουν τεχνολογίες που περιλαμβάνουν ξηραντήρες ζώνης (belt dryers). Επιπλέον, το συγκεκριμένο στάδιο αποτελεί το πιο ενεργοβόρο της παραγωγικής διαδικασίας, ενώ συνεισφέρει στο μέγιστο βαθμό στα λειτουργικά έξοδα της μονάδας.

Τεμαχισμός – άλεση βιομάζας: Βασικός σκοπός της άλεσης είναι η απόκτηση συγκεκριμένης ομοιογένειας και κοκκομετρίας της υπό μελέτη βιομάζας, ώστε να ακολουθήσει η εισαγωγή της στην πρέσα πελλετοποίησης. Η συγκεκριμένη τεχνολογία περιλαμβάνει ειδικά μηχανήματα που ονομάζονται σφυρόμυλοι. Το μέγεθος της τεμαχισμένης βιομάζας πρέπει να είναι σχετικά μικρά, ώστε να μπορούν να εισέρχονται μέσα από τις τρύπες του καλουπιού της πρέσας. Παρόλα αυτά, σε περίπτωση που η βιομάζα είναι πολύ λεπτόκοκκη επηρεάζεται αρνητικά η απόδοση μετατροπής της προηγούμενης σε συσσωματώματα (pellets), καθώς είναι πιο δύσκολη η συσσωμάτωση των σωματιδίων.

Πελλετοποίηση: Σε αυτό το στάδιο λαμβάνει χώρα η συμπίεση της κοκκοποιημένης βιομάζας σε ειδική πρέσα μέσα από τις τρύπες ανοξείδωτου καλουπιού με το οποίο είναι εξοπλισμένη και το οποίο είναι υπεύθυνο για την χαρακτηριστική κυλινδρική μορφή των συσσωματωμάτων (pellets). Η δυναμικότητα κάθε πρέσας συσσωματωμάτων κυμαίνεται από μερικές δεκάδες κιλά έως μερικές δεκάδες τόνους ανά ώρα. Αντίστοιχα μεγάλη διακύμανση προκύπτει και στην απόδοση των διαφόρων τύπων πρέσας.

Ψύξη και κοσκίνιση των συσσωματωμάτων (pellets): Κατά την εξόδο τους από την πρέσα, τα συσσωματώματα (pellets) είναι πολύ μαλακά και ζεστά (70-90°C) γεγονός που καθιστά δύσκολη την αποθήκευση και την συσκευασία τους. Ως εκ τούτου αφήνονται να ψυχθούν στον αέρα μέσω ταινίας μεταφοράς, με σκοπό να σταθεροποιηθεί η λιγνίνη ως συγκολλητικό μέσο των ινών κυτταρίνης. Αφού ψυχθούν και αποκτήσουν την επιθυμητή σκληρότητα, τα συσσωματώματα (pellets) διέρχονται από βιομηχανικά κόσκινα από όπου διαχωρίζονται από τις σκόνες και τα θρύμματα. Τα διαχωρισμένα θρύμματα

ανακυκλώνονται ούτως ώστε να ελαχιστοποιείται η απώλεια της βιομάζας και να αυξάνεται η συνολική απόδοση της διεργασίας.

Αποθήκευση των συσσωματωμάτων (pellets): Η συγκεκριμένη βιομάζα αποτελεί υψηλής ποιότητας καύσιμο, οι συνθήκες αποθήκευσής της πρέπει να εξασφαλίζουν τη διατήρηση και μη αλλοίωση της ποιότητάς της. Η αποθήκευσή της κατά βάση γίνεται σε τυποποιημένες σακούλες σταθερού βάρους από όπου προστατεύονται από τις ακαθαρσίες του περιβάλλοντος και από την υγρασία. Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις χύδην αποθήκευσης, όπου αναγκαία είναι η τοποθέτηση της βιομάζας σε container ή σε σιλό, ώστε να προστατευτούν από την υγρασία και τις ακαθαρσίες.

5. Θέρμανση με βιομάζα και συσσωματώματα (pellets): η πλευρά της ζήτησης

Υπάρχουν, άραγε, βάσιμοι λόγοι, ώστε ο μέσος καταναλωτής να προβεί στην αντικατάσταση ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης με το σύστημα στερεής βιομάζας; Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα απαιτεί μια σύγκριση των δεδομένων τιμών. Λόγω της εκτεταμένης χρήσης του πετρελαίου, η υπό μελέτη βιομάζα θα συγκριθεί με το παραπάνω, και όχι με κάποιο άλλο καύσιμο.

Καταρχάς, ας παραθέσουμε κάποιες γνωστές τιμές θερμικών αναγκών διαιρώντας την έκταση της χώρας μας σε 3 τμήματα, Νότια Ελλάδα, Κεντρική Ελλάδα και Βόρεια Ελλάδα. (Πηγή: <https://thermansipress.gr/>)

Νότια Ελλάδα:

Μονοκατοικία με μόνωση: 35 kWh/m²/year

Μονοκατοικία χωρίς μόνωση: 115 kWh/m²/year

Πολυκατοικία με μόνωση: 25 kWh/m²/year

Πολυκατοικία χωρίς μόνωση: 95 kWh/m²/year

Κεντρική Ελλάδα:

Μονοκατοικία με μόνωση: 55 kWh/m²/year

Μονοκατοικία χωρίς μόνωση: 185 kWh/m²/year

Πολυκατοικία με μόνωση: 45 kWh/m²/year

Πολυκατοικία χωρίς μόνωση: 145 kWh/m²/year

Βόρεια Ελλάδα:

Μονοκατοικία με μόνωση: 75 kWh/m²/year

Μονοκατοικία χωρίς μόνωση: 245 kWh/m²/year

Πολυκατοικία με μόνωση: 65 kWh/m²/year

Πολυκατοικία χωρίς μόνωση: 195 kWh/m²/year

Λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές για την Κεντρική Ελλάδα, καθώς αποτελούν μέσες τιμές, θερμογόνο δύναμη πετρελαίου στα 11,9 KWh/lt, συντελεστή απόδοσης καύσης 0,9 και τιμή πετρελαίου 1,05 ευρώ/lt (σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου ανάπτυξης και ανταγωνιστικότητας) έχουμε:

Για την κατανάλωση μίας kWh θέρμανσης, απαιτούνται: $1/(11,9 \times 0,9) = 0,093$ lt πετρελαίου. Ενώ, η τιμή του κόστους κάθε kWh, σύμφωνα με την παραπάνω εκτιμώμενη τιμή, ανέρχεται στα: $0,093 \text{ lt} \times 1,05 \text{ ευρώ/lt} = 0,08857$ ευρώ.

Λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές για την Κεντρική Ελλάδα, θερμογόνο δύναμη βιομάζας συσσωματωμάτων (pellets) 5 kWh/lt, συντελεστή απόδοσης του καυστήρα 0,85 και τιμή αγοράς συσσωματωμάτων (pellets) 0,30 ευρώ/kg (βάση στοιχείων της Ελληνικής αγοράς) έχουμε:

Για θερμική ενέργεια μίας kWh απαιτούνται $1/(5 \times 0,85) = 0,24$ Kg συσσωματωμάτων (pellets). Η τιμή του κόστους κάθε kWh υπολογίζεται στα: $0,30 \text{ ευρώ/kg} \times 0,24 \text{ Kg} = 0,072$ ευρώ.

Εν κατακλείδι, το συνολικό ετήσιο κόστος (**συνηθισμένης οικίας 50 τ.μ.**) στην περίπτωση του **πετρελαίου** προκύπτει ως εξής:

Μονοκατοικία με μόνωση: $0,08857 \text{ ευρώ} \times 55 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \times 50 \text{ m}^2 = \mathbf{244 \text{ ευρώ/year}}$

Μονοκατοικία χωρίς μόνωση: $0,08857 \text{ ευρώ} \times 185 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \times 50 \text{ m}^2 = \mathbf{819 \text{ ευρώ/year}}$

Πολυκατοικία με μόνωση: $0,08857 \text{ ευρώ} \times 45 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \times 50 \text{ m}^2 = \mathbf{199 \text{ ευρώ/year}}$

Πολυκατοικία χωρίς μόνωση: $0,08857 \text{ ευρώ} \times 145 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \times 50 \text{ m}^2 = \mathbf{642 \text{ ευρώ/year}}$

Το συνολικό ετήσιο κόστος (**συνηθισμένης οικίας 50 τ.μ.**) στην περίπτωση των συσσωματωμάτων (pellets) προκύπτει ως εξής:

Μονοκατοικία με μόνωση: $0,072 \text{ ευρώ} \times 55 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \times 50 \text{ m}^2 = \mathbf{198 \text{ ευρώ/year}}$

Μονοκατοικία χωρίς μόνωση: $0,072 \text{ ευρώ} \times 185 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \times 50 \text{ m}^2 = \mathbf{666 \text{ ευρώ/year}}$

Πολυκατοικία με μόνωση: $0,072 \text{ ευρώ} \times 45 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \times 50 \text{ m}^2 = \mathbf{162 \text{ ευρώ/year}}$

Πολυκατοικία χωρίς μόνωση: $0,072 \text{ ευρώ} \times 145 \text{ kWh/m}^2/\text{year} \times 50 \text{ m}^2 = \mathbf{522 \text{ ευρώ/year}}$

Επομένως, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η τεχνολογία θέρμανσης με pellets απαιτεί εμφανώς χαμηλότερη οικονομική σπατάλη σε σχέση με το κατεξοχήν σύνηθες καύσιμο (δίχως να λαμβάνεται υπόψη το κόστος εγκατάστασης του εκάστοτε συστήματος). Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως οι παραπάνω τιμές (απόδοσης καυστήρα και ενεργειακών απαιτήσεων) είναι τυπικές, εν όψει της μελέτης, ενώ επίσης η τιμή πώλησης ποικίλει ανάλογα με τη χρονική περίοδο, την τοποθεσία και την κατάσταση της διεθνούς αγοράς.

6. Κατηγορίες Βιομάζας Συσσωματωμάτων (pellets)

Ανάλογα με την προέλευση της πρώτης ύλης αλλά και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των συσσωματωμάτων προκύπτουν κάποιες κατηγορίες. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το πρότυπο EN 14961-2 οι τρεις βασικές κατηγορίες των συσσωματωμάτων είναι η ENPlus-A1, η ENPlus-A2 και η EN-B. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά κάθε κατηγορίας

Πίνακας 1: Κατηγορίες Συσσωματωμάτων (pellets)

Κατηγορίες & Χαρακτηριστικά Ποιότητας Pellet ξύλου				
σύμφωνα με το πρότυπο EN 14961-2				
Παράμετρος Ποιότητας	Μονάδες	Κατηγορία ENPlus-A1	Κατηγορία ENPlus-A2	Κατηγορία EN-B
Διάμετρος	mm	6 or 8 +/- 1	6 or 8 +/- 1	6 or 8 +/- 1
Μήκος	mm	3.15 - 40	3.15 - 40	3.15 - 40
Πυκνότητα (χύδην)	kg/m ³	>600	>600	>600
Θερμαντική αξία	MJ/kg	16.5 - 19	16.5 - 19	16.5 - 19
Υγρασία	%	<10	<10	<10
Ανθεκτικότητα	%	>97.5	>97,5	>97.5
Τέφρα	%	<0.7	<1.5	<3
Σημείο Τήξεως Τέφρας	°C	>1200	>1100	>1100

Η υγρασία της ελιάς και κατ' επέκταση των κλαδεμάτων ποικίλλει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που έχει εκτεθεί, επειδή το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό και ισορροπεί με την υγρασία του περιβάλλοντος. Βεβαία η εν λόγω τιμή δεν υπερβαίνει το ποσοστό του 15%.

Οι κύριοι λόγοι που πραγματοποιείται το κλάδεμα των ελαιόδεντρων είναι, για τη δημιουργία νέας βλάστησης με καρποφόρους βλαστούς, την αφαίρεση των ξηρών κλαδίσκων που δεν δημιουργούν καρποφόρα όργανα και δυσκολεύουν τη συγκομιδή και την καταπολέμηση των παρασίτων, τη διατήρηση του σχήματος και του μεγέθους του δέντρου στις διαστάσεις που επιτρέπουν στον καλό φωτισμό-αερισμό και τη μείωση της παρენιαυτοφορίας.

Σύμφωνα με την ιστοσελίδα www.creteagrofarm.gr, υπάρχουν συγκεκριμένοι τύποι κλαδέματος, αναλυτικότερα:

- Σκελετικό κλάδεμα: γίνεται καθάρισμα, ώστε να μένουν κλαδιά με διάμετρο μεγαλύτερη από 3-4 εκατοστά.
- Περιορισμός του υπέργειου τμήματος μέχρι το επίπεδο των κύριων διακλαδώσεων / βραχιόνων.
- Στο επίπεδο του κορμού: σε αυτή τη περίπτωση αφαιρείται όλη η κόμη του δέντρου και μένει ένα μέρος του κορμού.



Εικόνα 3: Κλαδέματα Ελιάς.

3. Πριονίδι – Ροκανίδι



Εικόνα 4: Πριονίδι

Το πριονίδι – ροκανίδι (ή υπόλειμμα κατεργασίας ξυλείας) είναι υποπροϊόντα ή προϊόντα απορριμμάτων από επεξεργασία ξύλου, όπως είναι το πριόνισμα, η άλεση, το πλάνισμα, η διάτρηση και η λείανση. Αυτές οι διαδικασίες μπορούν να πραγματοποιηθούν με μηχανήματα ξυλουργικής, φορητά ηλεκτρικά εργαλεία ή με τη χρήση εργαλείων χειρός. Το πριονίδι (σκόνη ξύλου) είναι επίσης το υποπροϊόν ορισμένων ζώων, πουλιών και εντόμων που ζουν σε ξύλο, όπως ο Δρυοκολάπτης και το Μυρμήγκι του ξυλουργού. Σε ορισμένες μεταποιητικές βιομηχανίες μπορεί να είναι σημαντικός κίνδυνος πυρκαγιάς και πηγή έκθεσης σε σκόνη κατά τη διάρκεια της εργασίας. Η κυριότερη διαφορά ανάμεσα στο πριονίδι και το ροκανίδι είναι το σχήμα, ενώ τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά είναι ίδια (καθώς και στις δύο περιπτώσεις το υλικό είναι το ξύλο). Το πριονίδι ως επί των πλείστον έχει διάμετρο 10 mm έως 100 mm, ενώ ως ροκανίδι ορίζεται μεγαλύτερης διαμέτρου υπόλειμμα ξυλείας, συγκεκριμένα στην παρούσα εργασία το υπό μελέτη υπόλειμμα εκτιμάται ότι κυμαίνεται από 0,5 cm έως 1 cm κατά κύριο λόγο. Όσον αφορά την υγρασία, ανάλογα με το είδος της ξυλείας, το ξύλο περιέχει υγρασία από 8 έως 15% με γενική αποδοχή του 12%, βέβαια στη συγκεκριμένη περίπτωση εξετάζονται υπολείμματα επεξεργασίας βιομηχανικής δραστηριότητας, συνεπώς η εκτιμητέα τιμή είναι 8-9%.

4. Υπολείμματα Ελαιοτριβείου



Εικόνα 5: Υπολείμματα Ελαιοτριβείου

Η κατεργασία των καρπών της ελιάς στα ελαιοτριβεία, έχει ως σκοπό την παραγωγή ελαιόλαδου, παράλληλα όμως, παράγεται και μία ποσότητα αποβλήτων – παραπροϊόντων. Συγκεκριμένα, τα προαναφερθέντα απόβλητα είναι ο ελαιοπυρήνας, που αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του ελαιόκαρπου, κατά βάση κουκούτσι, τα ελαιόφυλλα και ο κασίγαρος (ή μούργα ή διεθνώς olive mill waste water) που αποτελείται από 94% νερό, 1% λάδι και 5% στερεά συστατικά.

Αυτό που θα χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιομάζας συσσωματωμάτων (pellets) είναι τα αλεσμένα στερεά συστατικά του ελαιόκαρπου που περιέχουν 55% υγρασία, 5% λάδι και 40% στερεά. Βασικό μέρος των στερεών αυτών (που καταλαμβάνουν το 40%) είναι το κουκούτσι της ελιάς, σε θρυμματισμένη μορφή. Πιο συγκεκριμένα, χαρακτηρίζεται ως καθαρό και σπουδαίο βιοκαύσιμο, διότι είναι ένα είδος βιομάζας υψηλής απόδοσης και αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (Πηγή: <http://www.agroenergy.gr/>).

5. Συσχέτιση Μονάδας – Περιοχής

Παρόλο που η εν λόγω περιοχή περιλαμβάνει αχανείς εκτάσεις βλάστησης, μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτής αξιοποιείται ορθά και γίνεται αντικείμενο γεωργικής εκμετάλλευσης, πάντως ο όγκος πρώτης ύλης ξύλου που προκύπτει, αν ληφθούν στοιχειώδη μέτρα

συντήρησης των κτημάτων είναι εξαιρετικά μεγάλος. Επιπλέον, εντός των ορίων της Βόρειας Κέρκυρας βρίσκονται 30 ελαιοτριβεία, καθώς και 27 μονάδες επεξεργασίας ξύλου (ξυλουργεία), ειδικότερα 4 στην έκταση της Δημοτικής Ενότητας Κασσιώπης, 8 στην έκταση της Δημοτικής Ενότητας Θιναλίων, 10 στην έκταση της Δημοτικής Ενότητας Εσπερίων και 5 στην αντίστοιχη Αγ. Γεωργίου.

Σε συνολική έκταση 592Km² (640, εάν συμπεριληφθούν μερικά πολύ μικρά νησιά που προσαρτώνται στην Κέρκυρα) υπάρχουν περίπου 4 εκατομμύρια ελαιόδεντρα, αποκλειστικά ποικιλία λιανολιάς, σύμφωνα με τον ιστότοπο (<https://olivoeolio.edagricole.it/>). Από τα 4 εκατομμύρια ελαιόδεντρα μας ενδιαφέρουν μόνον εκείνα που βρίσκονται εντός των ορίων του Δ. Βόρειας Κέρκυρας και είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμα. Από τα 592.000 στρέμματα που αναφέρονται στην βιβλιογραφία ο υπό μελέτη Δήμος καταλαμβάνει τα 193.259 στρέμματα, ισοδύναμα το 0,3264 (32,64%) της συνολικής έκτασης. Συνεπώς, γίνεται λόγος για 1.305.600 ελαιόδεντρα στην περιοχή μελέτης.

Εν συνεχεία, σύμφωνα με βιβλιογραφικά στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ παρουσιάζεται ένα τυπικό ποσοστό εκμετάλλευσης ελαιόδεντρων για το νησί της Κέρκυρας περίπου στο 10% (συγκεκριμένα 13.002 από 142.157 ελαιόδεντρα), όμως πρέπει να επισημανθεί ότι ο αριθμός των ελαιώνων προς κλάδεμα είναι μεγαλύτερος του ενός δεκάτου της συνολικής τιμής. Η εκμετάλλευση που εξετάζεται στην ιστοσελίδα "Ελληνική Στατιστική Αρχή" αναφέρεται εξ ολοκλήρου σε επιτραπέζια χρήση και παραγωγή ελαιόλαδου, επομένως το ποσοστό ελαιόδεντρων που μπορεί να κλαδευτεί είναι μεγαλύτερο από 10%.

Κατά τη διάρκεια επιτόπιας έρευνας (και σύμφωνα με μαρτυρία του κ. Διομήδη Παργινού, ιδιοκτήτη ελαιοτριβείου σε χωριό του Δήμου Β. Κέρκυρας) τον Μάρτιο του 2020, για τμήμα του Δ. Βόρειας Κέρκυρας που υπάρχουν 300.000 ελαιόδεντρα, είχαν κλαδευτεί περίπου 50.000 ελαιόδεντρα επομένως περίπου το 15% των συνολικών (ως επί των πλείστων ελαιόδεντρα που δεν είχαν εκμεταλλευτεί για παραγωγή λαδιού), θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε ότι η πραγματική τιμή των ελαιόδεντρων που, υπό τις υπάρχουσες συνθήκες, θα προκύψουν κλαδέματα, κυμαίνεται ανάμεσα στο 20-25% του 1.305.600 ελαιοδέντρων.

Στην παρούσα μελέτη θα γίνει υπολογισμός με τη χαμηλότερη τιμή παροχής κλαδεμάτων, οπότε θα χρησιμοποιηθεί το 0,2 των 1.305.600 που ισοδυναμεί σε 261.120 ελαιόδεντρα. Σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχθηκαν από αγρότη της περιοχής (Μάρτιος 2020), με ένα μεσαίο κλάδεμα κάθε ελαιόδεντρο δίνει 5,5 κιλά κλαδιών, συνεπώς 5,5 κιλά x 261.120 ελαιόδεντρα = 1.436.160 κιλά κλαδιών (ανά κλάδεμα ή ανά έτος). Σαφώς, η προαναφερθείσα τιμή κλαδεμάτων δεν είναι η μέγιστη τιμή που το συγκεκριμένο πεδίο εκτάσεων δύναται να προσφέρει, αντιθέτως, αν η τοπική κοινωνία ευαισθητοποιηθεί οικολογικά και η παραπάνω τεχνολογία γίνει γνωστή, θα μπορούσε να γίνει λόγος για διπλάσιο ενδιαφέρον των αγροτών και των ιδιοκτητών οικοπέδων να κλαδέψουν τα δέντρα τους. Επομένως, μιλάμε για μια αύξηση της τάξης 200% στα κιλά των κλαδεμάτων, ισοδύναμα **2.900.000 kg/year κλαδιών περίπου**. Συνοψίζοντας, εφόσον η αναμενόμενη τιμή ενδέχεται να φτάσει τα 3.000.000 kg/year κλαδεμάτων, η τεχνολογία παραγωγής συσσωματωμάτων (pellets) που θα επιλεγεί πρέπει να είναι ικανή να δεχθεί τέτοιες ποσότητες πρώτης ύλης.

Η παροχή υπολειμμάτων κάθε ελαιοτριβείου της περιοχής ανέρχεται στους 150 με 250 τόνους ανά έτος, εκ των οποίων το 40% είναι πυρηνόξυλο, το 55% είναι υγρασία και το υπολειπόμενο 5% είναι λάδι, λαμβάνοντας υπόψη μια σχετικά ρεαλιστική τιμή των 175 τόνων υπολειμμάτων ελαιοτριβείου ανά έτος προκύπτει συνολική ποσότητα 5250 tn/year υπολειμμάτων ελαιοτριβείου.

Ακόμη η παροχή υπολειμμάτων ξύλου από μονάδες επεξεργασίας ξύλου της περιοχής, ανέρχεται σε 10 κυβικά μέτρα ροκανίδι ανά μήνα και 2 κυβικά μέτρα πριονίδι ανά μήνα. Συνολικά, προκύπτουν **270 m³/month ροκανίδι** και **54 m³/month πριονίδι**. Είναι σημαντικό, να αναγραφούν όλες οι ποσότητες πρώτων υλών σε συγκεκριμένες μονάδες μέτρησης, ώστε οι τιμές να είναι συγκρίσιμες, οπότε έχουμε:

Σύμφωνα, με στοιχεία της ιστοσελίδας <https://www.aqua-calc.com/>, στην περίπτωση του πριονιδιού, για κάθε κυβικό μέτρο προκύπτουν 210 κιλά υλικού, δηλαδή **11,34 τόνοι πριονιδιού ανά μήνα**. Στην περίπτωση του ροκανιδιού, λόγω των χαρακτηριστικών του (ελαφρύτερο και μεγαλύτερης διαμέτρου σε σχέση με το πριονίδι), κάθε κυβικό μέτρο ισοδυναμεί με 90 κιλά υλικού, δηλαδή **24,3 τόνοι ανά μήνα**.

Τα κλαδέματα υπολογίστηκαν 2.900.000 κιλά ανά έτος, παρόλο που το κλάδεμα όντως γίνεται μία φορά τον χρόνο, η ποσότητα κλαδιών σε τόνους είναι **241,66 ανά μήνα**.

Αντίστοιχα, τα υπολείμματα ελαιοτριβείου προκύπτουν ανά συγκεκριμένα διαστήματα του έτους (μη σταθερή μηνιαία παροχή) παρόλα αυτά για τους λόγους της μελέτης η ποσότητα των υπολειμμάτων ελαιοτριβείου υπολογίζεται και ανέρχεται στους **175 τόνους ανά μήνα**.

Ποσότητα Πρώτων Υλών	Τόνοι/Year
Κλαδέματα Ελαιόδεντρων	2900
Πριονίδι	136,08
Ροκανίδι	291,6
Υπολείμματα Ελαιοτριβείου	2100

Πίνακας 2: Ετήσια Ποσότητα Πρώτων Υλών

Ποσότητα Πρώτων Υλών	Τόνοι/Month
Κλαδέματα Ελαιόδεντρων	241,66
Πριονίδι	11,34
Ροκανίδι	24,3
Υπολείμματα Ελαιοτριβείου	175

Πίνακας 3: Μηνιαία Ποσότητα Πρώτων Υλών

6. Αναλογία Μείγματος Πρώτης Ύλης

Ποσότητα πρώτων υλών σε τόνους/μήνα: Συνολικά: 452,3

- Κλαδέματα Ελαιόδεντρων: 241,66 (53,45% του μείγματος)
- Πριονίδι: 11,34 (2,53% του μείγματος)
- Ροκανίδι: 24,3 (5,37% του μείγματος)
- Υπολείμματα Ελαιοτριβείου: 175 (38,65% του μείγματος)

Ένα συμβατικό σύστημα παραγωγής συσσωματωμάτων (pellets), προϋποθέτει την εισαγωγή θρύμματος με όρια υγρασίας και διαμέτρου, 50% και 30mm αντίστοιχα. Η παρούσα γραμμή παραγωγής έχει ίδιες με τις παραπάνω χαρακτηριστικές τιμές εισαγωγής θρύμματος.

Η επιλογή της αναλογίας που θα έχει το μείγμα πρώτων υλών που θα εισαχθεί προκύπτει καθολικά από την τιμή της υγρασίας, καθώς όλες η πρώτες ύλες πληρούν το όριο διαμέτρου/μεγέθους ήδη από το στάδιο της συλλογής τους.

Επομένως, το ζητούμενο ποσοστό υγρασίας του μείγματος πρέπει να μην ξεπερνά το 50%. Δεχόμαστε τις παρακάτω υγρασίες για τα υπό μελέτη υπολείμματα, κλαδέματα ελαιόδεντρων (15%), πριονίδι-ροκανίδι (9%), υπολείμματα ελαιотριβείου (60%). Παρακάτω γίνεται έλεγχος εγκυρότητας της τιμής υγρασίας μείγματος για τις ποσοστιαίες αναλογίες (επί του συνόλου πρώτων υλών) ως έχουν από το στάδιο της συλλογής.

$$a(\text{ΥΚΕ})+b(\text{ΥΠ})+c(\text{ΥΡ})+d(\text{ΥΥΕ})<50\% \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0,15a+0,09b+0,09c+0,6d<50\% \text{ (όριο υγρασίας)} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0,15*53,45+0,09*2,53+0,09*5,37+0,6*38,65<0,5 \Leftrightarrow 31,91\%<50\% \text{ δεκτό}^2$$

Βάσει του παραπάνω ελέγχου καταλήγουμε ότι η αναλογία 53,45%, 2,53%, 5,37% και 38,65% για κλαδέματα ελαιόδεντρων, πριονίδι, ροκανίδι και υπολείμματα ελαιотριβείου αντίστοιχα είναι αυτή που θα γίνει δεκτή στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας.

7. Εκτίμηση Ετήσιας Ποσότητας Βιομάζας – Ετησίων Εσόδων/Εισροών

Η δυναμικότητα παραγωγής της μονάδος ανέρχεται στα 450-500 κιλά την ώρα και βρίσκεται σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου, επομένως μια τυπική τιμή παραχθείσας βιομάζας είναι 10.800 κιλά συσσωματωμάτων (pellets) ανά μέρα ή ισοδύναμα 10,8 tn/day. Είναι σαφές ότι η γραμμή παραγωγής ενδέχεται να εμφανίσει προβλήματα και φθορές στον εξοπλισμό και τα μηχανήματα λόγω της συνεχόμενης χρήσης της, επομένως απαιτείται τουλάχιστον μία ημέρα της εβδομάδας για επισκευές. Συνεπώς προκύπτουν 317 days/year λειτουργίας της εγκατάστασης, με 10,8 τόνους συσσωματωμάτων (pellets) την ημέρα. Βάσει των παραπάνω, η συνολική ποσότητα καύσιμης βιομάζας συσσωματωμάτων (pellets) για διάστημα ενός έτους είναι 3423,6 τόνοι.

Η παραχθείσα ποσότητα έτοιμου προϊόντος προορίζεται για πώληση χονδρικής σε εταιρίες που εμπορεύονται καύσιμες ύλες. Στην εν λόγω μελέτη πρόκειται να γίνει εκτίμηση των αναμενόμενων εσόδων, χρησιμοποιώντας τιμή πώλησης τα 175 ευρώ/τόνο. Υποθέτοντας πώληση της βιομάζας στο σύνολό της, τα ετήσια έσοδα της εγκατάστασης υπολογίζονται περίπου **599.000** ευρώ.

8. Έλεγχος Επάρκειας Πρώτων Υλών Για Επιλεχθείσα Γραμμή Παραγωγής

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν έχει υπόσταση ο παραπάνω υπολογισμός, χρειάζεται να γίνει έλεγχος επάρκειας της ποσότητας των πρώτων υλών:

Η συνολική ποσότητα καύσιμης βιομάζας συσσωματωμάτων (pellets) για διάστημα ενός έτους είναι 3423,6 τόνοι με χαρακτηριστική υγρασία 10%. Η ετήσια συνολική ποσότητα πρώτων υλών είναι 5427,68 με υγρασία 31,91%. Η διαφορά υγρασίας βοηθά να γίνει

² Όπου:

ΥΚΕ: υγρασία κλαδεμάτων ελαιόδεντρων

ΥΠ: υγρασία πριονιδιού

ΥΡ: υγρασία ροκανιδιού

ΥΥΕ: υγρασία υπολειμμάτων ελαιотριβείου

a, b, c, d: Ποσοστό εκάστοτε υπολείμματος σε σχέση με τη συνολική πρώτη ύλη.

εκτίμηση της απαιτούμενης ποσότητας εισροής πρώτων υλών στη μονάδα, ώστε η εκροή να είναι 3423,6 τόνοι.

Απαιτούμενη ποσότητα εισροής = $3423,6 + [(0,3191-0,1) * 3423,6] =$
 $= 3423,6 + 750,11 = 4173,71$ τόνοι μείγματος πρώτης ύλης.

Έλεγχος Επάρκειας: **5427,68 τόνοι > 4173,71 τόνοι**, επάρκεια.

Β. Χωροθέτηση μονάδος

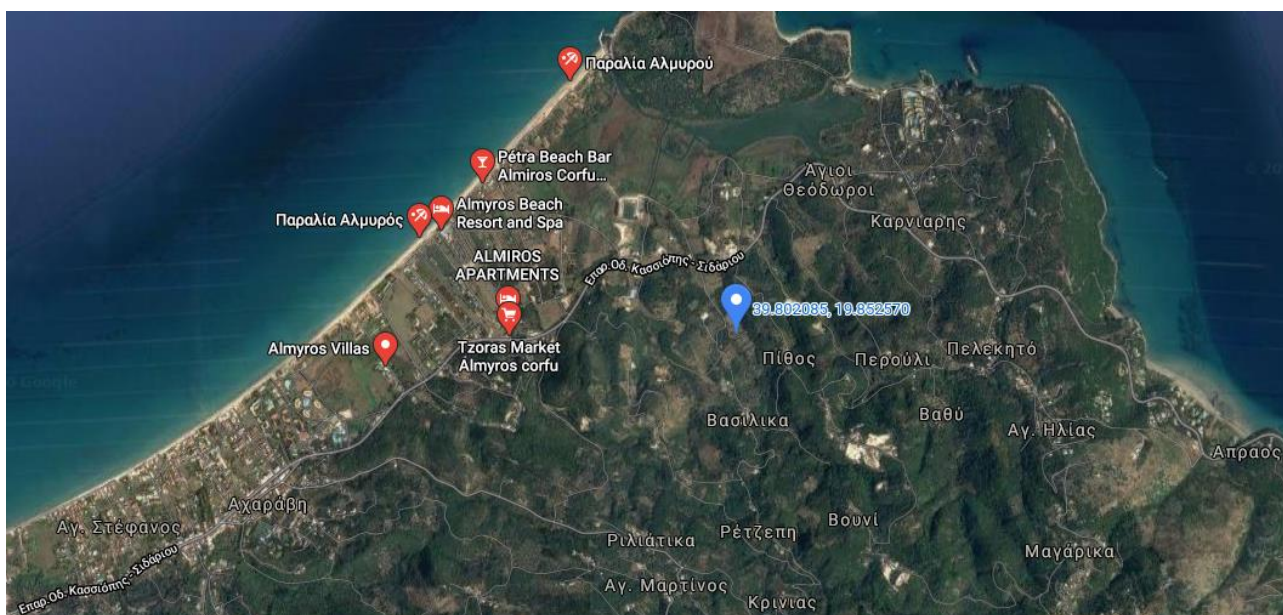
1. Τοπογραφία Περιοχής Μελέτης και Χαρακτηριστικά Αγροτεμαχίου

Η περιοχή μελέτης είναι η έκταση που καταλαμβάνει ο Δήμος Βόρειας Κέρκυρας και ειδικότερα οι εκτάσεις με ελαιόδεντρα που δύνανται να είναι εκμεταλλεύσιμες. Η Κέρκυρα, λόγω του μεγέθους της, δεν εμφανίζει ιδιαίτερες διαφορές από περιοχή σε περιοχή, ως εκ τούτου η περιοχή μελέτης διαθέτει τα βασικά χαρακτηριστικά που παρατηρούνται και στο υπόλοιπο νησί. Η μονάδα προτείνεται να χωροθετηθεί σε κεντρικό σημείο του Δήμου, σε εύκολα προσβάσιμη και βιομηχανική περιοχή, με καλό οδικό δίκτυο ενώ το αγροτεμάχιο που θα κατασκευαστεί είναι σημαντικό να βρίσκεται σε έδαφος με μηδενική κλίση, όσο το δυνατόν χαμηλότερη βλάστηση, το οποίο δεν θα αποτελεί δασική έκταση.

Βάσει των παραπάνω επιλέγεται αγροτεμάχιο κοντά στον οικισμό Πίθο που υπάγεται στην κοινότητα Περίθειας. Το εν λόγω οικόπεδο, έχει εμβαδό περίπου 12 στρέμματα, πληροί τα προαναφερθέντα κριτήρια και απέχει μόλις 0,5 χιλιόμετρα από την Επαρχιακή Οδό Κασσιώπης – Σιδαρίου, η οποία είναι μία από τις κυριότερες αρτηρίες του βόρειου τμήματος του νησιού.

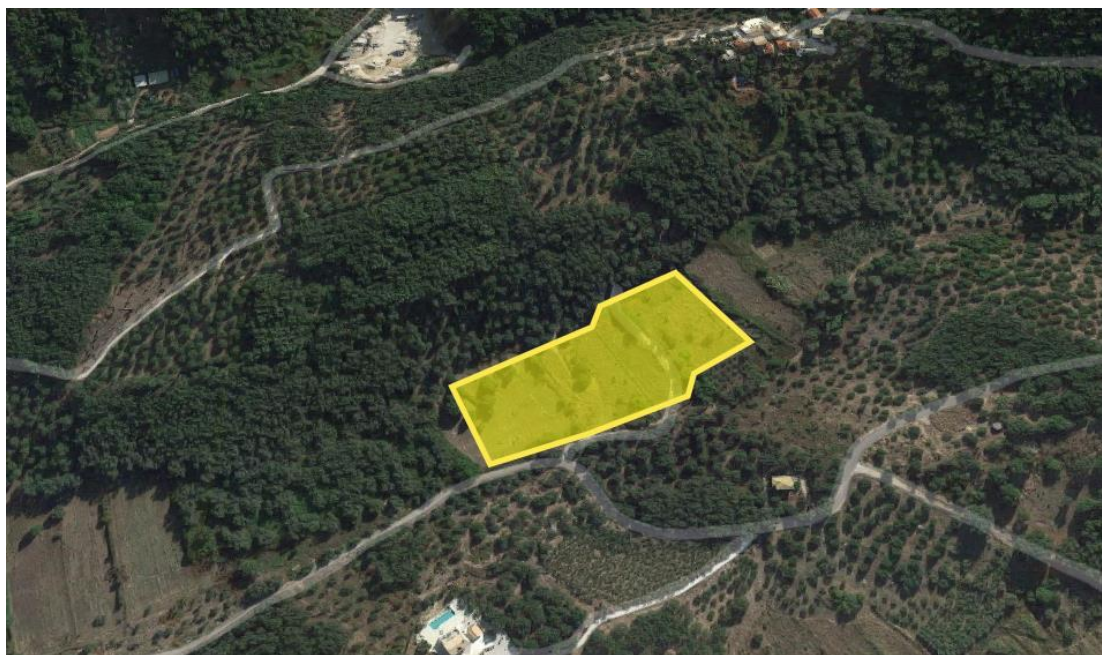
Ύστερα από έρευνα στην τοπική αγορά, τα κτήματα στην υπό μελέτη περιοχή έχουν τιμή αγοράς από 15.000 ευρώ έως 25.000 ευρώ ανά στρέμμα. Για το αγροτεμάχιο της παρούσας μελέτης επιλέγεται τιμή κόστους 15.000 ευρώ ανά στρέμμα λόγω της μεγάλης απόστασης από τη θάλασσα και του υψόμετρου της. Επομένως, για έκταση 12 στρεμμάτων προκύπτει συνολική τιμή αγοράς αγροτεμαχίου **180.000 ευρώ**.

2. Ευρύτερη Περιοχή



Εικόνα 6: Χάρτης ευρύτερης περιοχής.

3. Χωροθέτηση Μονάδος



Εικόνα 7: Χάρτης αγροτεμαχίου μονάδος.

Γ. Λειτουργία Μονάδος

1. Βιομηχανικό Κτίριο – Λοιπές Οικοδομικές Εργασίες



Εικόνα 8: Βιομηχανικό κτίριο.

Απαραίτητη για την προστασία των μηχανημάτων της γραμμής παραγωγής είναι η ύπαρξη ενός βιομηχανικού κτιρίου, καθώς και η κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου.

Το εμβαδόν του βιομηχανικού κτιρίου προκύπτει από την κάτοψη της προτεινόμενης γραμμής συσσωματωμάτων, σύμφωνα με την οποία οι διαστάσεις που απαιτούνται είναι 38.500 mm x 20.500 mm, επομένως 789,25 τ.μ., η σχεδιαστική τιμή λοιπόν, που γίνεται δεκτή, είναι ίση με **800 τ.μ.** για την υπό μελέτη μονάδα.

Για το παραπάνω μέγεθος κτιριακής υποδομής και τον ρόλο της γίνεται επιλογή μεταλλικής κατασκευής. Ύστερα από έρευνα αγοράς και επικοινωνία με εταιρίες που δραστηριοποιούνται στη μελέτη, στη σχεδίαση και στην κατασκευή μεταλλικών κτιρίων και ειδικών κατασκευών προκύπτει μέσο κόστος κτιρίου στα 200 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο. Οπότε, έχουμε 800 τ.μ. x 200 ευρώ/τ.μ., δηλαδή **160.000 ευρώ**.

Επιπλέον, υπάρχουν κάποιες οικοδομικές εργασίες που ενδείκνυται να λάβουν χώρα για να εξασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης. Αυτές είναι, τα έργα υποδομής **2.500 ευρώ** (Ισοπεδώσεις, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Υποδομές Οργανισμού Τηλεπικοινωνιών), ηλεκτρικές-υδραυλικές εγκαταστάσεις **40.000 ευρώ**, έργα περιβάλλοντα χώρου **30.000 ευρώ** (Οδοποιία, Περίφραξη, Πλακόστρωση), ανέγερση αποθήκης εναπόθεσης τελικού προϊόντος **20.000 ευρώ** (400 τ.μ.), τοιχοποιίες **1.000 ευρώ**, είδη υγιεινής **500 ευρώ**. Τελική τιμή, **94.000 ευρώ**.

2. Οχήματα και μεταφορά πρώτων υλών

Είναι προφανές ότι απαιτείται σχεδιασμένη μεταφορά των πρώτων υλών, ώστε αυτές να βρεθούν στο χώρο της εγκατάστασης. Τα οχήματα αλλά και ο εξοπλισμός, που θα επιλεγθούν, πρέπει παρέχουν τη δυνατότητα συλλογής και μεταφοράς ποσότητας υπολειμμάτων μερικών δεκάδων τόνων. Λόγω, λοιπόν, των υφιστάμενων απαιτήσεων ως "όχημα μεταφοράς" της συγκεκριμένης μελέτης επιλέγεται το **τρακτέρ** και ως επιπρόσθετος εξοπλισμός **πλατφόρμα-καρότσα**, **ρυμουλκούμενος καταστροφέας κλαδιών** και **περονοφόρο ανυψωτικό όχημα**.

3. Πλατφόρμα – Καρότσα

Οι καρότσες – πλατφόρμες μεταφοράς για τρακτέρ εξυπηρετούν την προσωρινή τοποθέτηση των υπολειμμάτων που θέλουμε να μεταφέρουμε, με τελικό προορισμό τη μονάδα παραγωγής βιομάζας. Ουσιαστικά, η εν λόγω καρότσα, συνδέεται και ρυμουλκείται από το τρακτέρ. Για την παρούσα μελέτη, ως βασικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας μεταφοράς επιλέγονται, ανατρεπόμενη πλατφόρμα με δυνατότητα μεταφοράς φορτίου τουλάχιστον 10 τόνων. Πιο συγκεκριμένα, ύστερα από έρευνα της Ευρωπαϊκής αγοράς, η τιμή μιας πλατφόρμας 10 τόνων για αγροτική χρήση, μπορεί να βρεθεί σε ένα εύρος από 6.000 ευρώ έως 8.000 ευρώ, ως τυπική τιμή της εν λόγω μελέτης δεχόμαστε την τιμή των **7.000 ευρώ**.

4. Τρακτέρ

Το εν λόγω όχημα ονομάζεται επίσης γεωργικός ελκυστήρας, είναι όχημα με μεγάλη ισχύ στους κινητήριους μηχανισμούς, ώστε να μπορεί να μετακινεί γεωργικά και άλλα μηχανήματα. Εν γένει, καλούνται τρακτέρ τα μηχανήματα που προσφέρουν σημαντικές υπηρεσίες στην καλλιέργεια της γης. Κυρίως χρησιμοποιείται για την έλξη διαφόρων γεωργικών μηχανημάτων όπως άροτρα, φρέζες, καλλιεργητές, ενώ στην παρούσα μελέτη το έργο του είναι να μετακινεί – μεταφέρει τις καρότσες που θα περιέχουν υπολείμματα προερχόμενα από την περιοχή μελέτης. Ύστερα από έρευνα αγοράς, οι τιμές μεταχειρισμένων τρακτέρ συμβατικής χρήσης (30 bhp) ξεκινούν από 4.000 ευρώ και φτάνουν έως τα 5.500 ευρώ. Στην παρούσα μελέτη, απαιτείται η χρήση ενός τρακτέρ με τουλάχιστον 100 bhp, καθώς θέλουμε να μεταφέρουμε 10 τόνους φορτίου (πρώτη ύλη) και επιπλέον 2 με 3 τόνους εξοπλισμού (πλατφόρμα μεταφοράς και ελκόμενος θρυμματιστής κλαδιών), επομένως συνολικά 13 τόνους περίπου. Οι τιμές, για ένα τέτοιο μεταχειρισμένο όχημα, ποικίλουν σε ένα εύρος 8.500-9.500 ευρώ, στην παρούσα εργασία θα γίνει χρήση της τιμής **9.000 ευρώ**.

5. Ρυμουλκούμενος Καταστροφέας Κλαδιών

Ο κλαδοτεμαχιστής είναι ένα απαραίτητο στοιχείο του εξοπλισμού. Κατατάσσεται στην κατηγορία των οχημάτων, καθώς τα κλαδέματα πρόκειται να θρυμματίζονται κατά την παραλαβή από την εκάστοτε αγροτική – δασική έκταση. Το εν λόγω μηχανήμα πρέπει να διαθέτει το εξής στοιχείο, μεγάλη χοάνη (με δυνατότητα περιστροφής) για τη φόρτωση των κλαδιών στο μηχανήμα, δυνατότητα άλεσης ιδιαίτερα φυλλώδους υλικού, όπως τα κλαδιά της ελιάς και διάμετρο εξερχόμενου θρύμματος μικρότερη των 30 χιλιοστών.

Πιο συγκεκριμένα, για τη δημιουργία θρυμμάτων από τα κλαδιά επιλέγεται ελκόμενος θρυμματιστής κλαδιών (ελληνικής επιχείρησης εμπορίας βιομηχανικών προϊόντων), με ενδεικτική τιμή αγοράς προϊόντος **25.000 ευρώ** (συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α.), που φέρει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μήκος : 3.995 mm
- Πλάτος : 1800 mm
- Ύψος : 2.720 mm
- Βάρος: 1280 kg
- Κατανάλωση καυσίμου : 4,9 Lt/h
- Υπόλειμμα τεμαχισμού : 9 mm
- Αριθμός λεπίδων : 2
- Καύσιμο: Πετρέλαιο
- Χωρητικότητα δεξαμενής καυσίμων : 37,5 Lt
- Φέρει ωρομετρητή, λυχνία ένδειξης φόρτισης και διακόπτη ασφαλείας

6. Περονοφόρο Ανυψωτικό Όχημα

Περονοφόρα ανυψωτικά οχήματα ή κλαρκ, ονομάζονται τύποι βοηθητικών οχημάτων, σχετικά βραδυκίνητων που χρησιμοποιούνται στη φορτο-εκφόρτωση και μεταφορά βαρέων φορτίων που είναι συσκευασμένα σε παλέτες ή κιβώτια. Σε αντίθεση με τους τροχήλατους γρύλους έχουν σημαντική δυνατότητα ανύψωσης και μεταφοράς του φορτίου, ενώ ηλεκτροδοτούνται ή έχουν κινητήρα εσωτερικής καύσης για πηγή ενέργειας. Στην υπό μελέτη μονάδα, δύναται να χρησιμοποιηθεί ένα όχημα αυτού του τύπου για τη μεταφορά των παλετών με τις σακούλες βιομάζας συσσωματωμάτων ξύλου, από το τελικό στάδιο των διεργασιών της γραμμής, στο χώρο της αποθήκευσής τους και κατ' επέκταση για τη φόρτωσή τους στο εκάστοτε φορτηγό μεταφοράς του τελικού προϊόντος. Ύστερα από σχετική έρευνα στο διαδίκτυο (ελληνική ιστοσελίδα), ένα μεταχειρισμένο περονοφόρο ανυψωτικό όχημα απόδοσης κατάλληλης για τις συνθήκες της εγκατάστασης μπορεί να βρεθεί από 15.000 ευρώ έως 30.000 ευρώ, επιλογή τιμής μελέτης **20.000 ευρώ**.

7. Εξοπλισμός Γραμμής Παραγωγής

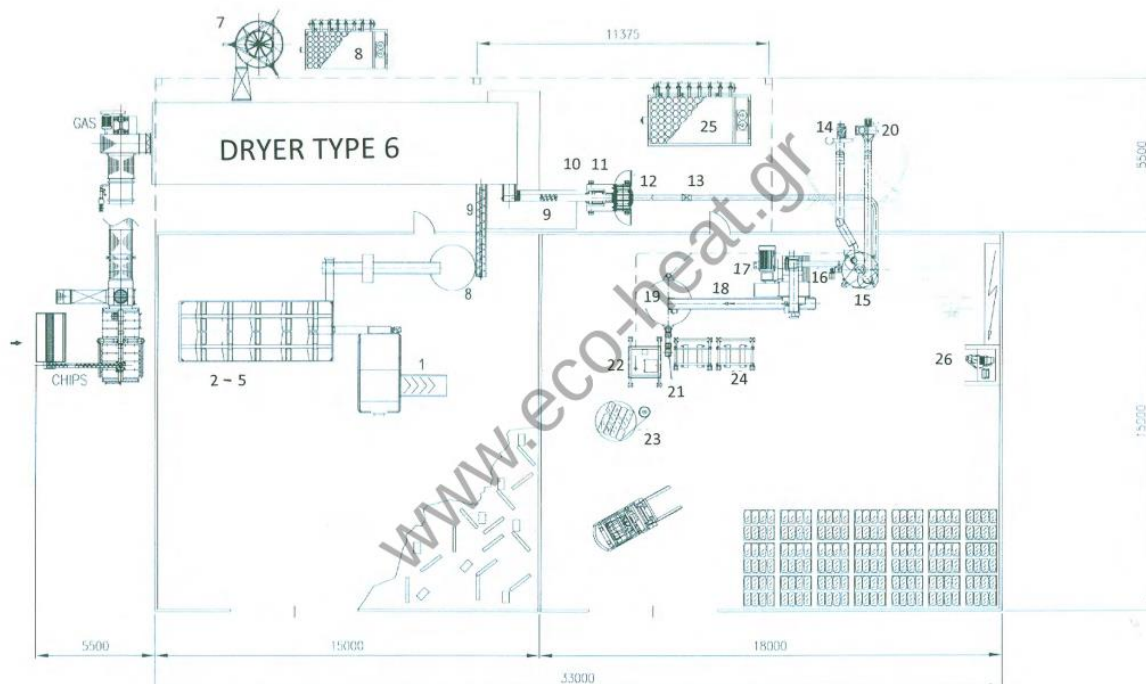
Τα στάδια επεξεργασίας, καθώς και τα επιμέρους υποσυστήματα, σύμφωνα με την προσφορά της ιταλικής εταιρίας **General Dies** για δυναμικότητα παραγωγής 450-500 κιλά βιομάζας συσσωματωμάτων (pellets) 6 χιλιοστών ανά ώρα, είναι τα εξής:

1. Κοντέινερ/αποθήκη 2,4 κ.μ. με εξαγωγή και αλυσιδωτό τροφοδότη 5,5 kw. **18.000,00 €**
2. Ταινιόδρομος (0,75 kw) **6.500,00 €**
3. Σταθερός μαγνήτης για απομάκρυνση σιδηρούχων μετάλλων **4.300,00 €**
4. Κυκλικό παλλόμενο κόσκινο για την απομάκρυνση στοιχείων διαμέτρου μεγαλύτερης από 25 χιλ. (1,5 kw) **7.700,00 €**
5. Μονάδα μεταφοράς υλικού (ατέρμων κοχλίας) 3 kw **5.000,00 €**
6. Κύρια μονάδα ξηραντηρίου που λειτουργεί με θρύμμα ξύλου **85.800,00 €**
7. Κυκλώνας σκόνης με εξωτερικό και εσωτερικό τύμπανο αντιστροφής περιστρεφόμενα με κάδο συλλογής 3 kw **11.000,00 €**
8. Φίλτρο σκόνης 4,5 kw **19.500,00 €**
9. Κοχλίας μεταφοράς Α' ύλης 2,2 kw **2.200,00 €**
10. Χοάνη τροφοδοσίας μύλου κονιορτοποίησης 1,1 kw **4.300,00 €**
11. Κοχλίας μεταφοράς Α' ύλης στον μύλο κονιορτοποίησης (1,1 kw) **3.200,00 €**

12. Μύλος κονιορτοποίησης (22 kw) Α' ύλης **18.000,00 €**
- Πλήρης με βαρυτικό διαχωριστή βαρέων στοιχείων (πέτρες, μέταλλα κλπ.)
 - Επισκληρημένα σφυριά
 - Δύο ημικυκλικά φίλτρα έτοιμου προϊόντος
 - Τέσσερις αντιδονητικές βάσεις
13. Ανιχνευτής σπινθήρων για την προστασία του συστήματος από πυρκαγιά **3.500,00 €**
14. Εισπνευστήρας κονιορτοποιητού με σωλήνες σύνδεσης της χοάνης τροφοδοσίας της πρέσσας συσσωματωμάτων (pellets) και σωλήνες σύνδεσης με τον κυκλώνα **11.700,00 €**
15. Κοντέινερ 1800 λίτρων ραφινρισμένης Α' ύλης με υγρασία 12%, πλήρες με δείκτη φόρτωσης και αναδευτήρα (2,2 kw) **7.800,00 €**
16. Σιλό με ατέρμονα εξαγωγής για την τροφοδοσία της πρέσσας (4,5 kw) **4.900,00 €**
17. Πρέσσα πελλετοποίησης CH133 (45 kw) **47.700,00 €**
18. Μεταφορά έτοιμων καυτών συσσωματωμάτων (pellets) (0,37 kw) **5.500,00 €**
19. Κυκλικό δονητικό κόσκινο από ανοξείδωτο ασάλι (0,37 kw) **7.700,00 €**
20. Ανακυκλωτής σκόνης με ψύξη συσσωματωμάτων (pellets), **12.500,00 €**, με:
- Ηλεκτρικό βεντιλατέρ για την ψύξη των συσσωματωμάτων (pellets) και ταυτόχρονη ανάκτηση ξυλόσκονης (7,5 kw)
 - Σωλήνες σύνδεσης μεταξύ συλλέκτη ξυλόσκονης και πρέσσας.
21. Ανελκυστήρας με κουβάδες (1,1 kw) **5.800,00 €**
22. Χειροκίνητος ενσακιστής μικρών σάκων πλήρης με χοάνη τροφοδοσίας & θερμοσυγκόλληση **10.450,00 €**
23. Μηχανή εξωτερικής περιτύλιξης (0,37 kw) **6.500,00 €**
24. Μονάδα ενσάκισης σε Big Bag **6.500,00 €**
25. Μονάδα φιλτραρίσματος υψηλής πίεσης (10,5 kw) **21.900,00 €**
26. Αυτοματοποίηση μονάδος συσσωματωμάτων (pellets) **58.050,00 €**
- Η **συνολική αξία** του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α., ανέρχεται στα **482.422,00 €**

8. Διάταξη Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής

Οι παρατιθέμενοι αριθμοί της σχηματικής παράστασης αντιστοιχούν στις επιμέρους μονάδες όπως περιγράφονται στην ως άνω ανάλυση.



Εικόνα 9: Βιομηχανικό κτίριο.

9. Μεταφορά Πρώτης Ύλης

Η μεταφορά της πρώτης ύλης προς την υπό μελέτη εγκατάσταση μπορεί να εκτιμηθεί από το οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης. Εξ' ορισμού οι αποστάσεις που δύναται ένα όχημα να καλύψει είναι αυτές εντός των ορίων του Δήμου Βόρειας Κέρκυρας. Υπολογίζοντας την οδική χιλιομετρική απόσταση από τον Πίθο, Θιναλίου σε διάφορες περιοχές του εν λόγω Δήμου, προκύπτουν οι παρακάτω τιμές:

Αγραφοί (11,4 χιλιόμετρα)

Επίσκεψη (8,9 χιλιόμετρα)

Σιδάρι (15,8 χιλιόμετρα)

Νησάκι (22,4 χιλιόμετρα)

Αγρός (19,1 χιλιόμετρα)

Κατά μέσο όρο μία διαδρομή ενός οχήματος σε ένα σημείο παραλαβής, συμπεριλαμβανομένης της επιστροφής του στην εγκατάσταση, ισούται με 30 χιλιόμετρα.

Θεωρώντας ότι έχουμε δύο οχήματα, με το εκάστοτε όχημα να πραγματοποιεί δύο διαδρομές την ημέρα, όλες τις ημέρες του έτους, προκύπτουν στο σύνολο **43.800 χιλιόμετρα**.

Σύμφωνα με την ισχύουσα τιμή πετρελαίου κίνησης 1,09823 € και την τυπική τιμή μέσης κατανάλωσης 0,08 λίτρα ανά χιλιόμετρο, το ετήσιο κόστος για τη μεταφορά της πρώτης ύλης ανέρχεται σε **3.848 ευρώ**.

10. Εργατικό Δυναμικό Εγκατάστασης

Ο σχεδιασμός της μονάδος είναι τέτοιος, ώστε να λειτουργεί όλο το έτος. Σύμφωνα με το προαναφερθέν, για την εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης επιλέγεται ο αριθμός των θέσεων εργασίας να ανέρχεται στις εννέα. Ειδικότερα, κρίνεται απαραίτητο, οι πέντε θέσεις να τεθούν υπεύθυνες για την παραγωγική διαδικασία και τον εξοπλισμό, ενώ οι υπόλοιπες να είναι αρμόδιες για τη συγκομιδή, μεταφορά και αποθήκευση πρώτων υλών και τελικού προϊόντος.

Θεωρώντας ότι η τυπική τιμή πληρωμής του εκάστοτε εργαζομένου είναι 5 ευρώ την ώρα, η μηνιαία αμοιβή των τελευταίων κατά θέση εργασίας ανέρχεται σε 1.200 ευρώ ανά μήνα.

Συνεπώς, η μηνιαία τιμή κόστους όσον αφορά το εργατικό δυναμικό ισούται με 10.800 ευρώ, δηλαδή **129.600 ευρώ ανά έτος**.

11. Ωριαία Λειτουργία Μονάδος – Εκτίμηση Απαιτούμενης Ισχύος

Δεδομένης της δυναμικότητας της υπό μελέτη μονάδος οι ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης πρόκειται να είναι 24 ώρες ανά ημέρα.

Ειδικότερα, επιλέγοντας 24 ώρες λειτουργίας x 365 μέρες προκύπτουν συνολικά 8.760 ώρες ανά έτος. Επιπλέον, η εν λόγω γραμμή παραγωγής απαιτεί 137,66 kWh ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία της, οπότε προσεγγιστικά η απαιτούμενη ενέργεια ανέρχεται στις **1.205.901,6 kWh** ετησίως.

Λαμβάνοντας υπόψη, τις ισχύουσες τιμές της ΔΕΗ και το κόστος για επαγγελματική χρήση της εκάστοτε kWh, που ισούται με 0,20625 €, το ετήσιο κόστος ηλεκτρικού ρεύματος εκτιμάται περίπου 248.717 ευρώ. Σε αυτό το σημείο, να επισημανθεί ότι πέραν της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα μηχανήματα-εξοπλισμό υπάρχει μια πρόσθετη κατανάλωση που οφείλεται στον φωτισμό της μονάδος και στη λειτουργία ηλεκτρονικών συστημάτων. Το ποσό κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τις τελευταίες εκτιμάται στις **12.000 kWh** ανά έτος, όπου μεταφράζεται σε 2.400 ευρώ ανά έτος. Επομένως, το τελικό κόστος ανέρχεται στα **251.117 ευρώ ανά έτος**.

12. Μεταφορά Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής

Η γραμμή παραγωγής της βιομάζας που θα τοποθετηθεί στη μονάδα παραγωγής συσσωματωμάτων (pellets) είναι προϊόν που εμπορεύεται βιομηχανική εταιρία που εδρεύει στην Βερόνα της Ιταλίας.

Υπάρχουν συχνά δρομολόγια που καλύπτουν την απόσταση της Κέρκυρας με την βόρεια Ιταλία, για βασικές βιομηχανικές ανάγκες, οπότε το ποσό των μεταφορικών εξόδων για τα εν λόγω χαρακτηριστικά εξοπλισμού, υπολογίζεται περίπου στα **5.000 ευρώ**.

Δ. Αδυναμίες Μεθοδολογίας

1. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Μονάδος

Η παρούσα μονάδα παραγωγής βιομάζας είναι υπεύθυνη για κάποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον κυρίως κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης – κατασκευής της. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διεξαγωγή των κατασκευαστικών έργων πρόκειται να υπάρξει επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με σημαντική συγκέντρωση σκόνης, εξαιτίας των εκσκαφών και διάφορων εργασιών για την κατασκευή των απαιτούμενων κτιριακών υποδομών. Επιπλέον, πρέπει να επισημανθεί ότι η κίνηση των οχημάτων και του μηχανοκίνητου εξοπλισμού στον χώρο του εργοταξίου, καθώς και η μετακίνηση – τοποθέτηση πρώτων υλών στα διάφορα σημεία της εγκατάστασης, είναι εφάμιλλα υπεύθυνες δραστηριότητες ως προς την "παραγωγή" σκόνης. Παρόλα αυτά, η προαναφερθείσα σκόνη μπορεί να μειωθεί σημαντικά με απλές μεθόδους διαχείρισης και με την εφαρμογή απλών μέτρων ελέγχου στην πηγή.

Εν συνεχεία, ακόμη μια περιβαλλοντική επίπτωση είναι η εκπομπή αέριων ρύπων από τα μηχανήματα, τόσο κατά τη φάση της ανέγερσης της μονάδος, όσο και κατά τη φάση λειτουργίας της. Βεβαίως, οι εν λόγω εκπομπές αέριων ρύπων κατά τη διάρκεια των δύο παραπάνω φάσεων πρόκειται να είναι σχετικά χαμηλές και να συμμορφώνονται με τα νομοθετικά όρια που προβλέπονται από τις οικείες οδηγίες της Ε.Ε. Επιπροσθέτως, τα παραπάνω οχήματα υπολογίζεται να εκπέμπουν πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις ρύπων, αν χρησιμοποιηθούν καύσιμα με μικρή περιεκτικότητα θείου και γίνουν όλες οι προβλεπόμενες συντηρήσεις αυτών.

Περιβαλλοντική επίπτωση αποτελεί και ο εκπεμπόμενος θόρυβος λόγω των εκσκαφών και της κατασκευής της κτιριακής εγκατάστασης. Η προαναφερθείσα επίπτωση είναι βραχυπρόθεσμη (προσωρινή), καθώς το χρονικό διάστημα, που αναμένεται έντονη, περιορίζεται στη φάση της ανέγερσης. Τα κατασκευαστικά έργα της εγκατάστασης, δεν προβλέπεται να λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια των ωρών κοινής ησυχίας.

Ακόμη, η ύπαρξη – λειτουργία αυτού του τύπου μονάδος δύναται να επηρεάσει το βιολογικό περιβάλλον. Παρόλα αυτά, το μέγεθος του εν λόγω έργου είναι σχετικά μικρό, οπότε αναμένεται να μην υπάρξει ιδιαίτερος κίνδυνος για τη χλωρίδα και την πανίδα. Πιο συγκεκριμένα, η περιοχή που πρόκειται να ανεγερθεί το υπό μελέτη έργο αποτελεί μια βιομηχανική περιοχή, λόγω ύπαρξης διάφορων βιομηχανιών, εντός ακτίνας μερικών χιλιομέτρων, επομένως δεν υπάρχει ζήτημα με τις εκσκαφές και τις χωματουργικές εργασίες. Επιπλέον, η επιλογή του χώρου κατασκευής της μονάδος, είναι τέτοια, ώστε να αποφευχθούν τυχούσες αποψιλώσεις και η όποια απειλή των υφιστάμενων βιοτόπων.

Η λειτουργία της μονάδος στην περιοχή ίσως επιφέρει επιπτώσεις στην υγεία των εργατών όσο και τρίτων ατόμων. Ο θόρυβος λόγω των κατασκευαστικών έργων, δεν αναμένεται να επηρεάσει τους εργαζόμενους στο εργοτάξιο, ενώ οι εκσκαφές και μετακινήσεις μπορούν να χαρακτηριστούν σχετικά ακίνδυνες λόγω του μεγέθους της επένδυσης. Να αναφερθεί επίσης ότι για το υπό μελέτη έργο, θα καταρτιστεί ένα "Σχέδιο Ασφάλειας και Υγείας", σύμφωνα με το οποίο πρόκειται να λάβουν χώρα οι απαιτούμενες ενέργειες για την ανέγερση της μονάδος.

Η επιλογή της περιοχής κατασκευής της εγκατάστασης, είναι τέτοια, ώστε η κυκλοφορία της ευρύτερης περιοχής να μην επηρεαστεί σημαντικά από την κίνηση των βαρέων οχημάτων που απαιτούνται για την ανέγερση της πρώτης, λόγω των συνθηκών του οδικού δικτύου και του υπό μελέτη αγροτεμαχίου. Η διακίνηση των βαρέων οχημάτων είναι προσωρινή και αναμένεται να παρατηρηθεί κατά τα πρώτα στάδια των κατασκευαστικών έργων.

Τέλος, σημαντική επίπτωση αποτελούν τα παραγόμενα υγρά και στερεά απόβλητα τόσο κατά το στάδιο της κατασκευής της μονάδος, όσο και κατά το στάδιο λειτουργίας της. Συγκεκριμένα, πρόκειται να υπάρξουν υγειονομικές διευθετήσεις μέσω της εγκατάστασης προσωρινών αυτοκαθαριζόμενων συστημάτων αποχέτευσης. Ακόμα, τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τα ξεπλύματα χρήζουν ειδικής διαχείρισης και απόρριψης σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Όσον αφορά τα στερεά απόβλητα, αναμένεται η τοποθέτησή τους σε ειδικούς κάδους περιεκτικότητας μερικών τόνων. Τα υγρά απόβλητα κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης, θέτουν απαραίτητη τη χρήση χώρων υγιεινής και την καθιέρωση συγκεκριμένων διαδικασιών καθαρισμού, ενώ τα στερεά απόβλητα σε αυτό το στάδιο είναι αστικά στερεά απόβλητα, επομένως αρκεί να συλλέγονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα από την εγκατάσταση, μέσω ειδικών οχημάτων που έχει ήδη ο εν λόγω Δήμος στην κατοχή του.

Στην παρούσα τεχνικό-οικονομική μελέτη, το κόστος μετριασμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων δεν έχει συμπεριληφθεί στην κοστολόγηση του έργου, κυρίως, γιατί ο σχεδιασμός έχει εκπονηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να συμμορφώνεται με τις περισσότερες από τις προβλεπόμενες ενέργειες. Συγκεκριμένα, η επίπτωση του θορύβου έχει μετριαστεί μέσω της κατάλληλης χωροθέτησης, δηλαδή μακριά από κατοικημένες περιοχές. Το πρόβλημα της σκόνης και της κυκλοφορίας βαρέων οχημάτων δεν αποτελεί κρίσιμη επίπτωση, καθώς στην περίπτωση του πρώτου, η λύση επέρχεται με την εφαρμογή μη κοστοβόρων απλών μεθόδων ελέγχου στην πηγή και για την περίπτωση του δεύτερου το σχεδιαστικό μέρος δίνει λύση στο πρόβλημα, μέσω της ανέγερσης του έργου σε βιομηχανική περιοχή, όπου το οδικό δίκτυο είναι ειδικά κατασκευασμένο για τέτοιου είδους συνθήκες κυκλοφορίας.

Επομένως, οι υπολειπόμενες ενέργειες για τον μετριασμό των εναπομεινών επιπτώσεων, είναι η κατάρτιση σχεδίου ασφάλειας και υγείας, η εγκατάσταση προσωρινών αυτοκαθαριζόμενων συστημάτων αποχέτευσης και η τοποθέτηση ειδικών κάδων (περιεκτικότητας μερικών τόνων). Το κόστος των τελευταίων επιβαρύνει ελάχιστα το οικονομικό προφίλ της επένδυσης.

Συμπερασματικά, οι επιπτώσεις δεν επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στο οικονομικό προφίλ της επένδυσης αυτής και η επιβάρυνση θεωρείται μη σημαντική σε σχέση με τη συνολική οικονομική εικόνα του έργου.

2. Πιθανές Αδυναμίες Έργου

Η συχνότητα λειτουργίας της γραμμής παραγωγής έχει σχεδιαστεί να είναι όμοια καθ' όλη την διάρκεια τους έτους. Το παραπάνω σημαίνει ότι η εισροή πρώτων υλών στην μονάδα θα πρέπει να είναι συνεχόμενη και σταθερή. Όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο Α. *Σχεδιασμός μονάδος* για τα υπολείμματα μονάδων επεξεργασίας ξύλου η αναμενόμενη παραλαβή είναι μία φορά τον μήνα. Στις περιπτώσεις όμως, των κλαδεμάτων και των υπολειμμάτων ελαιοτριβείου η παραπάνω τιμή διαφέρει και εκτιμάται πως η διάρκεια

παραλαβής ανέρχεται στους δύο μήνες ανά δωδεκάμηνο. Επομένως, η επίτευξη συνεχόμενης και σταθερής εισροής πρώτων υλών στη γραμμή παραγωγής δύναται να προκύψει αν:

-Η εγκατάσταση παρέχει ελάχιστη αποθηκευτική δυναμικότητα υπολειμμάτων επεξεργασίας ξύλου, κλαδεμάτων ελαιόδεντρων και υπολειμμάτων ελαιοτριβείου ίση με 36, 2900 και 2100 τόνους αντίστοιχα.

-Η παραλαβή των πρώτων υλών και συγκεκριμένα των κλαδεμάτων ελαιόδεντρων και υπολειμμάτων ελαιοτριβείου γίνεται δύο ή και παραπάνω φορές τον χρόνο. Το τελευταίο μπορεί να επιτευχθεί με κλάδεμα των ελαιόδεντρων ανά διαστήματα του έτους και την αποθήκευση των υπολειμμάτων ελαιοτριβείου στα ίδια τα ελαιοτριβεία για το εκάστοτε απαιτούμενο χρονικό διάστημα.

Μια μελλοντική επέκταση δυναμικότητας της παραγωγής είναι πιθανή, αν το επιτρέπει η πορεία της επένδυσης και κρίνουν έτσι οι αρμόδιοι φορείς. Σαφώς, υπάρχουν αρκετές διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν ώστε κάτι τέτοιο να είναι εφικτό, όμως οι βασικές προϋποθέσεις, ώστε να γίνει λόγος για το παραπάνω, είναι η αύξηση της ποσότητας των πρώτων υλών, η αναβάθμιση της γραμμής παραγωγής και αποθηκευτικού χώρου και η πρόσληψη του απαιτούμενου προσωπικού. Στο εμπόριο την παρούσα στιγμή υπάρχουν εξοπλισμοί (γραμμές παραγωγής συσσωματωμάτων) συγκεκριμένης δυναμικότητας, συνεπώς για να είναι ορθός ο ισχυρισμός της προαναφερθείσας αναβάθμισης θα πρέπει να αυξηθεί η παρουσία των πρώτων υλών τουλάχιστον στο 200% της σημερινής ποσότητας. Πιο συγκεκριμένα, τα υπολείμματα που αποτελούν και τις πρώτες ύλες στην παρούσα μελέτη, δεν επαρκούν ούτε στο πιο αισιόδοξο σενάριο αυξανόμενης συγκομιδής υπολειμμάτων. Αυτό που κρίνεται απαραίτητο για την αύξηση, τέτοιας τάξης, των πρώτων υλών είναι είτε η παραγωγή είτε η αγορά πρώτων υλών από ενεργειακές καλλιέργειες.

III. Αποτελέσματα: Α. Κοστολόγηση Έργου

Κτηριακές Εγκαταστάσεις	Κόστος (ευρώ)
Βιομηχανικό Κτήριο	94.000
Αγροτεμάχιο	180.000
Σύνολο	274.000

Πίνακας 4: Κόστος Κτηριακών Εγκαταστάσεων

Εξοπλισμός Γραμμής Παραγωγής	Κόστος (ευρώ)
Κοντέινερ	18.000
Ταινιόδρομος	6.500
Μαγνήτης	4.300
Κόσκινο	7.700
Μονάδα Μεταφοράς Υλικού	5.000
Μονάδα Ξηραντηρίου	85.800
Κυκλώνας Σκόνης	11.000
Φίλτρο Σκόνης	19.500
Κοχλίας Μεταφοράς	2.200
Χοάνη Τροφοδοσίας Μύλου	4.300
Κοχλίας Μεταφοράς	3.200
Μύλος Κονιορτοποίησης	18.000
Ανιχνευτής Σπινθήρων	3.500
Εισπνευστήρας Κονιορτοποιητού	11.700
Κοντέινερ με Δείκτη Φόρτωσης και Αναδευτήρα	7.800
Σιλό με Ατέρμονα Εξαγωγής	4.900
Πρέσσα Πελλετοποίησης	47.700
Μεταφορά Έτοιμων Συσσωματωμάτων (pellets)	5.500
Κυκλικό Δονητικό Κόσκινο	7.700
Ανακυκλωτής Σκόνης	12.500
Ανελκυστήρας με Κουβάδες	5.800
Χειροκίνητος Ενσακιστής	10.450
Μηχανή Εξωτερικής Περιτύλιξης	6.500
Μονάδα Ενσάκιστης σε Big Bag	6.500
Μονάδα Φιλτραρίσματος	21.900
Αυτοματοποίηση Μονάδος Συσσωματωμάτων	58.050
Σύνολο	482.422

Πίνακας 5: Κόστος Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής

Οχήματα	Κόστος (ευρώ)
Πλατφόρμα-Καρότσα	7.000
Τρακτέρ	9.000
Ρυμουλκούμενος Καταστροφέας Κλαδιών	25.000
Περονοφόρο Ανυψωτικό Όχημα	20.000
Σύνολο	61.000

Πίνακας 6: Κόστος Οχημάτων

Μεταφορά Πρώτης Ύλης	Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	3.848

Πίνακας 7: Κόστος Μεταφοράς Ύλης

Εργατικό Δυναμικό Εγκατάστασης	Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	129.600

Πίνακας 8: Κόστος Εργατικού Δυναμικού Εγκατάστασης

Απαιτούμενη Ισχύς	Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	251.117

Πίνακας 9: Κόστος Απαιτούμενης Ισχύος

Μεταφορά Εξοπλισμού	Κόστος (ευρώ)
Σύνολο	5.000

Πίνακας 10: Κόστος Μεταφοράς Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής

Β. Οικονομική Ανάλυση

1. Οικονομική Ανάλυση Μονάδος

Η παρούσα μονάδα έχει σχεδιαστεί, ώστε να υπάγεται στον Δήμο (Βόρειας Κέρκυρας). Επομένως, αν τεκμηριωθεί η βιωσιμότητά της, το συνολικό κόστος ανέγερσης της μονάδος είναι πιθανό να καλυφθεί από το δημοτικό ταμείο. Καθώς το οικονομικό μέγεθος της παρούσας εγκατάστασης είναι εξαιρετικά μεγάλο, απαιτείται να συνυπολογισθεί στην οικονομική ανάλυση η συμμετοχή δανειακών κεφαλαίων. Πιο συγκεκριμένα, το επενδυτικό κόστος της μονάδας συσσωματωμάτων (pellets), ισούται περίπου με 822 χιλ. ευρώ, και το δάνειο (ποσοστό μακροπρόθεσμου δανεισμού) επιλέχθηκε να είναι 50% της παραπάνω τιμής, ποσοστό που συνηθίζεται σε παρόμοιες δημοτικές επενδύσεις. Πιο αναλυτικά, παρακάτω παρατίθεται πίνακας με τις γενικές πληροφορίες της επένδυσης και πίνακας προοδευτικής απόσβεσης του δανείου.

Γενικές Πληροφορίες	
Έτος Οικονομικής Ανάλυσης	2021
προεξοφλητικό επιτόκιο	6%
επιτόκιο δανείου	5%
φορολογικός συντελεστής	30%
ποσοστό μακροπρόθεσμου δανεισμού	50%
ωφέλιμος χρόνος ζωής (οικονομική ζωή)	10

Πίνακας 11: Γενικές Πληροφορίες Οικονομικής Ανάλυσης

Loans Amortisation ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΟΔΕΥΤΙΚΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ					
			<i>C</i> = 411.211 <i>i</i> = 5,00% <i>n</i> = 10		
(t) Περίοδος Period	(I) Τόκος Pmt on Interest	(X) Χρεολύσιο Pmt on Principal	(D) Δόση Periodic Pmt	(E) Εξοφληθέν Paid out	(Y) Υπόλοιπο Balance
0	0	0	0	0	411211
1	20.560,6	32.693,2	53.253,7	32.693,2	378.517,8
2	18.925,9	34.327,8	53.253,7	67.021,0	344.190,0
3	17.209,5	36.044,2	53.253,7	103.065,2	308.145,8
4	15.407,3	37.846,4	53.253,7	140.911,6	270.299,4
5	13.515,0	39.738,7	53.253,7	180.650,3	230.560,7
6	11.528,0	41.725,7	53.253,7	222.376,0	188.835,0
7	9.441,8	43.812,0	53.253,7	266.188,0	145.023,0
8	7.251,2	46.002,6	53.253,7	312.190,5	99.020,5
9	4.951,0	48.302,7	53.253,7	360.493,2	50.717,8
10	2.535,9	50.717,8	53.253,7	411.211,0	0,0
SUM <i>Loans</i>	265,5	900,0	1.165,5		

Πίνακας 12: Σύστημα Προοδευτικής Απόσβεσης

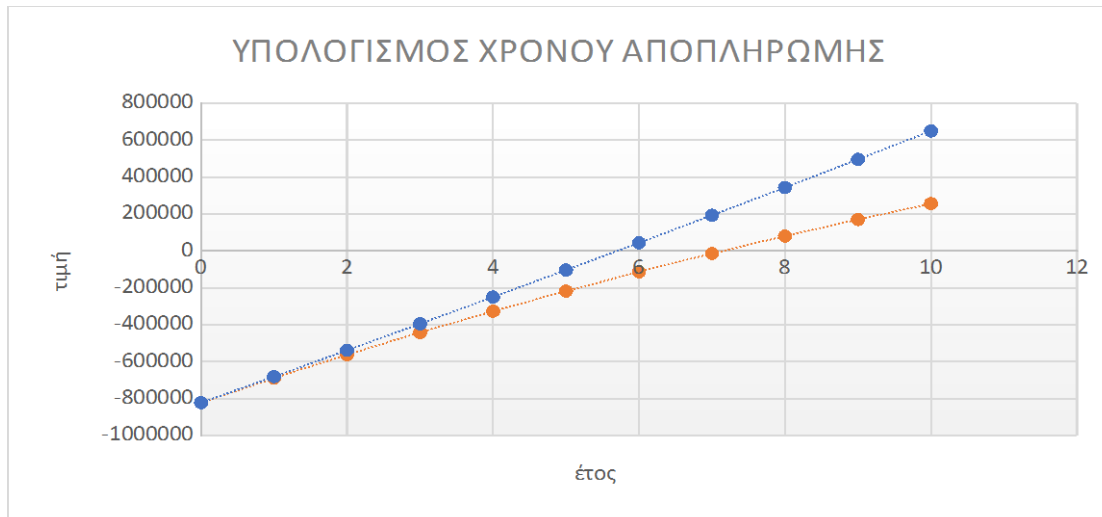
Ως σκοπό του παρόντος κεφαλαίου έχουμε τον υπολογισμό τιμών επιλεγμένων κριτηρίων αξιολόγησης, βάσει των οποίων θα εκτιμηθεί η οικονομική δυνατότητα της επένδυσης.

Ο παρακάτω πίνακας περιλαμβάνει τις ταμειακές ροές για διάστημα 10 ετών (οικονομική ζωή) μέσω των οποίων υπολογίζονται τα κριτήρια αξιολόγησης.

Πίνακας 13: Ταμειακές ροές

ταμειακές (χρηματικές) ροές σε χιλιάδες ευρώ											
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Εισροές/Έσοδα	0	599000	599000	599000	599000	599000	599000	599000	599000	599000	599000
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ											
Κόστος Κτηριακών Εγκαταστάσεων	274000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κόστος Οχημάτων	61000										
Κόστος Μεταφοράς Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής	5000										
Κόστος Εξοπλισμού Γραμμής Παραγωγής	482422										
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ											
Κόστος αγοράς πρώτης ύλης		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κόστος καυσίμων Οχημάτων		3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Κόστος Μεταφοράς Πρώτης Ύλης		3848	3848	3848	3848	3848	3848	3848	3848	3848	3848
Κόστος Εργατικού Δυναμικού Εγκατάστασης		129600	129600	129600	129600	129600	129600	129600	129600	129600	129600
Κόστος Απαιτούμενης Ισχύος		251117	251117	251117	251117	251117	251117	251117	251117	251117	251117
Κόστος Γραμμής Παραγωγής		24121	24121	24121	24121	24121	24121	24121	24121	24121	24121
ΑΛΛΑ ΕΞΟΔΑ											
τόκοι δανείων		20560,6	18925,9	17209,5	15407,3	13515,0	11528,0	9441,8	7251,2	4951,0	2535,9
φόροι		25338,4	25828,8	26343,7	26884,4	27452,0	28048,1	28674,0	29331,2	30021,2	30745,8
Εκροές/Συνολικά Έξοδα	822422	457634,925	456490,665	455289,191	454027,644	452703,019	451312,164	449851,765	448318,347	446708,257	445017,664
καθαρές ταμειακές ροές ΚΤΡ	-822422	141365,075	142509,335	143710,809	144972,356	146296,981	147687,836	149148,235	150681,653	152291,743	153982,336
σωρευτικές ΚΤΡ	-822422	-681056,925	-538547,59	-394836,781	-249864,425	-103567,444	44120,3923	193268,627	343950,28	496242,023	650224,36
προεξοφλημένες ΚΤΡ	-822422	133363,278	126832,801	120662,366	114831,685	109321,614	104114,097	99192,0946	94539,5334	90141,2485	85982,9324
σωρευτικές προεξ ΚΤΡ	-822422	-689058,722	-562225,92	-441563,554	-326731,87	-217410,255	-113296,158	-14104,0637	80435,4697	170576,718	256559,651

Σαφώς, ο λόγος που ένας Δήμος ή κάποια εταιρεία ιδιωτικού τομέα θα προβεί στην εν λόγω επένδυση, δεν αφορά μόνο τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, αλλά αποτελεί από μόνη της μια επιχειρηματική κίνηση. Συγκεκριμένα, έργα αυτού του βεληνεκού αναμένεται να αποδώσουν υψηλά κέρδη σε χρονικό ορίζοντα μερικών ετών. Στην παρούσα μελέτη, για την μονάδα παραγωγής συσσωματωμάτων (pellets), αναμένεται σύντομη αποπληρωμή/απόσβεση μέσω της πώλησης του παραχθέντος προϊόντος. Σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα, δύναται να απεικονιστεί γραφικά ο χρόνος αποπληρωμής.



Διάγραμμα 1: Υπολογισμός Χρόνου Αποπληρωμής

Στο παραπάνω γράφημα, παρουσιάζονται 2 ευθείες που περιγράφουν το χρονικό πλαίσιο αποπληρωμής. Με μπλε χρώμα, φαίνονται οι σωρευτικές τιμές των Καθαρών Ταμειακών Ροών (ΚΤΡ), ενώ με κόκκινο οι σωρευτικές προεξοφλημένες ΚΤΡ. Συμπερασματικά, ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης ανέρχεται στα 5,7 έτη.

Βάσει λοιπόν, των ανωτέρω, υπολογίζονται και παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα οι τιμές των κριτηρίων αξιολόγησης.

Κριτήρια αξιολόγησης	
Χρόνος Αποπληρωμής Επένδυσης (έτη)	5,70
Προεξοφλημένος Χρόνος Αποπληρωμής Επένδυσης (έτη)	7,15
Καθαρή Παρούσα Αξία (χιλιάδες €)	256.560
Εσωτερικός Συντελεστής Αποδοτικότητας	12,07%

Πίνακας 14: Κριτήρια Αξιολόγησης

Η πορεία της επένδυσης εξαρτάται από αβέβαιες μελλοντικές εξελίξεις. Οι ταμειακές ροές, δηλαδή τιμές και ποσότητες εισροών και εκροών, πρόκειται να καταλήξουν σε τιμές άγνωστες για τα δεδομένα του παρόντος. Στην παρούσα μελέτη, πέραν της αβεβαιότητας στην προσφερόμενη (εισερχόμενη) ποσότητα πρώτων υλών, αλλά και τις τιμές αγοράς αυτών, υπάρχει σημαντικού βαθμού αβεβαιότητα στην τιμή πώλησης του παραχθέντος προϊόντος (συσσωματωμάτων) στην αγορά. Επομένως, είναι απαραίτητη η χρήση εργαλείων αποτίμησης του κινδύνου επενδυτικού σχεδίου, τα οποία είναι η ανάλυση ευαισθησίας και οι τεχνικές προσομοίωσης.

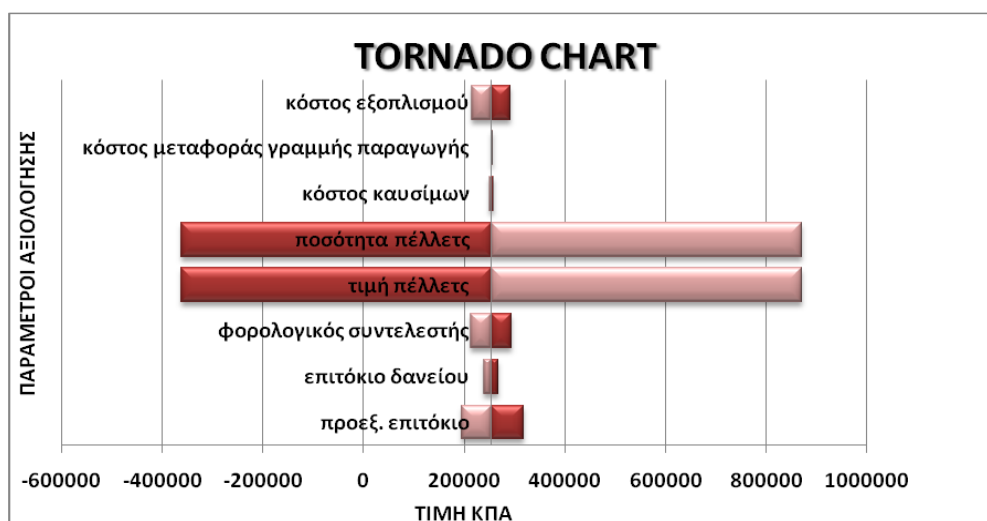
2. Ανάλυση Ευαισθησίας

Με τον όρο "Ανάλυση Ευαισθησίας" αναφερόμαστε στην διαδικασία, με την βοήθεια της οποίας, εξετάζονται μεταβολές στοχαστικών παραμέτρων και οι επιπτώσεις τους σε δείκτες όπως την ΚΠΑ ή τον ΕΣΑ. Οι παραπάνω επιπτώσεις οφείλονται σε πιθανές μεταβολές βασικών παραμέτρων της εκάστοτε ανάλυσης. Πιο συγκεκριμένα, για να δύναται ένα έργο / μια πρόταση να σταθεί σε ρεαλιστικές συνθήκες θα πρέπει να ενσωματώνει τον παράγοντα του απρόβλεπτου, δηλαδή ότι κάθε τιμή που εκτιμήθηκε κατά την εκπόνηση της μελέτης είναι πιθανό να υποστεί, για τον οποιοδήποτε λόγο, είτε αύξηση είτε μείωση. Προφανώς, μια μελέτη είναι δυνατόν να περιλαμβάνει αρκετά μεγάλο αριθμό παραμέτρων. Σε αυτή την περίπτωση, είναι εύλογο να συγκριθούν αυτές ώστε να διευκρινιστεί ποιες εξ αυτών, σε παρόμοια τάξη μεταβολής, επιφέρουν τις σημαντικότερες επιπτώσεις στους δείκτες ΚΠΑ και ΕΣΑ. Ως τυπική διαδικασία, η ποσοστιαία αλλαγή που υποβάλλονται όλες οι παράμετροι είναι της τάξης του 10-20%, ποσοστό που είναι ικανό να "ομολογήσει" ποιές είναι εκείνες που δύναται να επηρεάσουν περισσότερο τους παραπάνω δείκτες.

Πέραν της συμβατικής μορφής της ανάλυσης ευαισθησίας, δύναται να χρησιμοποιηθεί το γράφημα tornado, το οποίο κάνει την ίδια δουλειά. Τα διαγράμματα ανεμοστρόβιλου (tornado graph) χαρακτηρίζονται ως ειδικοί τύποι γραφημάτων ράβδων, με τις κατηγορίες δεδομένων να παρατίθενται σε κάθετη (αντί της τυπική οριζόντιας διάταξης) και με αυτό των τρόπο το συνολικό γράφημα παραπέμπει σε ανεμοστρόβιλο.

Τα διαγράμματα tornado graph με απλοϊκό τρόπο παρουσιάζουν την επιρροή των μεταβλητών επάνω στην Καθαρή Παρούσα Αξία και έτσι μέσω αυτών κατατάσσεται η σημαντικότητα των μεταβλητών. Για κάθε μεταβλητή που εξετάζεται, δίνονται εκτιμήσεις, μέσω τις μεταβολής $\pm 20\%$ της ίδιας της τιμής της, από την οποία γίνεται η εύρεση των χαμηλών, βασικών και υψηλών αποτελεσμάτων. Η ευαίσθητη μεταβλητή, με άλλα λόγια, αβέβαιη τιμή είναι εκείνη που υποβάλλεται σε περαιτέρω ανάλυση ενώ όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές-τιμές παραμένουν σταθερές. Ως αποτέλεσμα μέσω του διαγράμματος αυτού καταλήγουμε στο ποιές μεταβλητές είναι εκείνες που δύναται να επιφέρουν μεγαλύτερη επίδραση στη ΚΠΑ.

Στην παρούσα περίπτωση η επιλογή αυτών των τιμών έγινε μέσω της χρήσης ενός tornado graph.



Διάγραμμα 2: Γράφημα Ανάλυσης Ευαισθησίας (Tornado Graph)

Οι παράμετροι, όπως φαίνεται και από το γράφημα που προσδίδουν την μεγαλύτερη μεταβολή-διακύμανση της τιμής ΚΠΑ, είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο, η ποσότητα των συσσωματωμάτων (pellets), το κόστος εξοπλισμού και η τιμή των pellets.

Η αβεβαιότητα που φέρουν οι μεταβλητές του επιλέχθηκαν από το παραπάνω γράφημα είναι εξ ορισμού σημαντική, επομένως, χρήζουν περαιτέρω ανάλυσης μέσω εκτίμησης των πιθανών εκβάσεων της επένδυσης και εφαρμόζοντας όρους στατιστικών κατανομών συχνότητων.

3. Μέθοδος Monte-Carlo

Ο εντοπισμός των παραμέτρων που μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στη ΚΠΑ και κατ' επέκταση στην πορεία της επένδυσης είναι το αρχικό βήμα.

Εν συνεχεία, για να υπάρξει μια εκτίμηση για την πορεία του παρόντος έργου, θα πρέπει αυτές οι παράμετροι να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα στα πλαίσια προσομοίωσης.

Η πλέον κατάλληλη μέθοδος για να λυθεί αυτό το πρόβλημα είναι η χρήση της μεθόδου Monte-Carlo.

Η μέθοδος Monte-Carlo είναι μια διαδικασία όπου με χρήση τυχαίων αριθμών (προσομοίωση με μια γεννήτρια τυχαίων αριθμών) και τη στατιστική προσπαθούμε να λάβουμε υπόψιν ένα επαρκές σύνολο εκβάσεων της επένδυσης. Πιο αναλυτικά, η μέθοδος αναπαράγει αυτούς τους τυχαίους αριθμούς αφού πρώτα έχει οριστεί μια καθορισμένη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας, για τις υπό μελέτη παραμέτρους.

Επομένως, δεν θα πρέπει μόνον να επιλεγούν οι μεταβλητές που υπόκεινται σε αβεβαιότητα αλλά και να οριστεί η κατανομή που υπάγονται. Αυτές είναι: 1) η ομοιόμορφη κατανομή, η οποία είναι κατάλληλη για μεταβλητές που παρουσιάζουν υψηλό βαθμό αβεβαιότητας, χωρίς όμως ταυτόχρονα να παρουσιάζουν κεντρική τάση, 2) η κανονική κατανομή, που είναι κατάλληλη για μεταβλητές των οποίων η κατανομή παρουσιάζει συμμετρία γύρω από το μέσο και τέλος 3) η τριγωνική κατανομή που είναι κατάλληλη για μεταβλητές που χαμηλά είναι διακεκομμένες και παρουσιάζουν ανοδική τάση. Επιπλέον, υπάρχουν άλλες δύο κατηγορίες κατανομών για πιο εξεζητημένη χρήση. Αυτές είναι, η εκθετική κατανομή μία συνεχής κατανομή που χρησιμοποιείται για να δείχνει το χρόνο μεταξύ ανεξαρτήτων ενδεχομένων, με δεδομένο το ρυθμό εμφάνισης τους και η lognormal κατανομή μία συνεχής κατανομή που χαρακτηρίζεται από το μέσο και την τυπική απόκλιση. Η τελευταία είναι κατάλληλη για μεταβλητές που κινούνται μεταξύ του μηδενός και του θετικού απείρου, με θετική ασυμμετρία και ο φυσικός λογάριθμος της οποίας κατανέμεται κανονικά.

Συνεπώς, τα βασικά στάδια συνοψίζονται ως εξής:

- Επιλογή των κυριότερων στοχαστικών παραμέτρων της εκάστοτε μελέτης.
- Προσδιορισμός των κατανομών συχνότητων αυτών.
- Εξειδίκευση και συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων.
- Χρήση παραπάνω τιμών για την εύρεση αναμενόμενης ΚΠΑ και συνακόλουθης κατανομής συχνότητων των δεικτών του σχεδίου.

Τα χαρακτηριστικά που κάνουν την συγκεκριμένη μέθοδο ως την πιο κατάλληλη για τους προβλεπόμενους υπολογισμούς είναι ότι επιτρέπει τη χρήση πολλών μεταβλητών (input variables) ταυτόχρονα για να δημιουργηθεί η κατανομή πιθανότητας ενός ή περισσότερων αποτελεσμάτων (output), επιτρέπει την απόδοση των μεταβλητών του υποδείγματος από διαφορετικές συναρτήσεις πιθανότητας, η χρήση τυχαίων αριθμών κατατάσσει την προσομοίωση MC στις στοχαστικές μεθόδους και τέλος υπολογίζει ένα εύρος τιμών για τα αποτελέσματα του υποδείγματος και παρουσιάζει την πιθανότητα της εμφάνισης τους σε ένα ορισμένο διάστημα τιμών.

Στο εν λόγω στάδιο για την εκπόνηση της μεθόδου αυτής απαιτείται η επιλογή των παραμέτρων που κρίνονται στοχαστικές και των κατανομών στις οποίες κινούνται καθώς και ο ορισμός των παραμέτρων αυτών των κατανομών.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι παράμετροι αυτές είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο, η ποσότητα των συσσωματωμάτων (pellets), το κόστος εξοπλισμού και η τιμή των συσσωματωμάτων.

Το προεξοφλητικό επιτόκιο και η ποσότητα των συσσωματωμάτων είναι δύο παράμετροι που ενέχουν υψηλό βαθμό αβεβαιότητας καθώς η πρώτη έχει άμεση σχέση με την οικονομική κατάσταση της χώρας, η οποία βάσει βιβλιογραφικών στοιχείων δύναται να μεταβληθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια ζωής της επένδυσης, ενώ η δεύτερη επηρεάζεται άμεσα από την τοπική οικονομική κατάσταση, καθώς οι πρώτες ύλες στο σύνολο τους αποτελούν υπολείμματα γεωργικό-ξυλουργικών δραστηριοτήτων της περιοχής. Είναι σαφές, ότι τέτοιου είδους δραστηριότητες επηρεάζονται κατά βάση από την γενική οικονομία της χώρας και το υφιστάμενο πλαίσιο φορολόγησης.

Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης και η τιμή των συσσωματωμάτων, κρίνονται ως παράμετροι σταθερής αβεβαιότητας (μεταβλητές των οποίων η κατανομή παρουσιάζει συμμετρία γύρω από το μέσο), καθώς αποτελούν μεταβλητές οι οποίες παρουσιάζουν ελεγχόμενη αλλαγή τιμής τις τελευταίες δεκαετίες σε διεθνές και εγχώριο επίπεδο.

Επιπλέον, για κάθε μια από τις επιλεχθείσες παραμέτρους ομοιόμορφης κατανομής θεσπίζεται ένα εύρος τιμών εντός του οποίου καλείται η γεννήτρια τυχαίων αριθμών να δώσει τα αποτελέσματα, καθώς επίσης για κάθε μία από τις παραμέτρους κανονικής κατανομής τα δεδομένα που εισάγονται είναι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση.

Ειδικότερα, για το προεξοφλητικό επιτόκιο έχουν δοθεί τιμές 0.04 έως 0.08%, για την ποσότητα συσσωματωμάτων (pellets) 8000 έως 12000 τόνοι, ενώ για το κόστος εξοπλισμού 480000 ευρώ ως μέση τιμή, με τυπική απόκλιση 20000 ευρώ και για την τιμή των συσσωματωμάτων δίνεται μέση 60 ευρώ/τόνο με τυπική απόκλιση 5 ευρώ/τόνο.

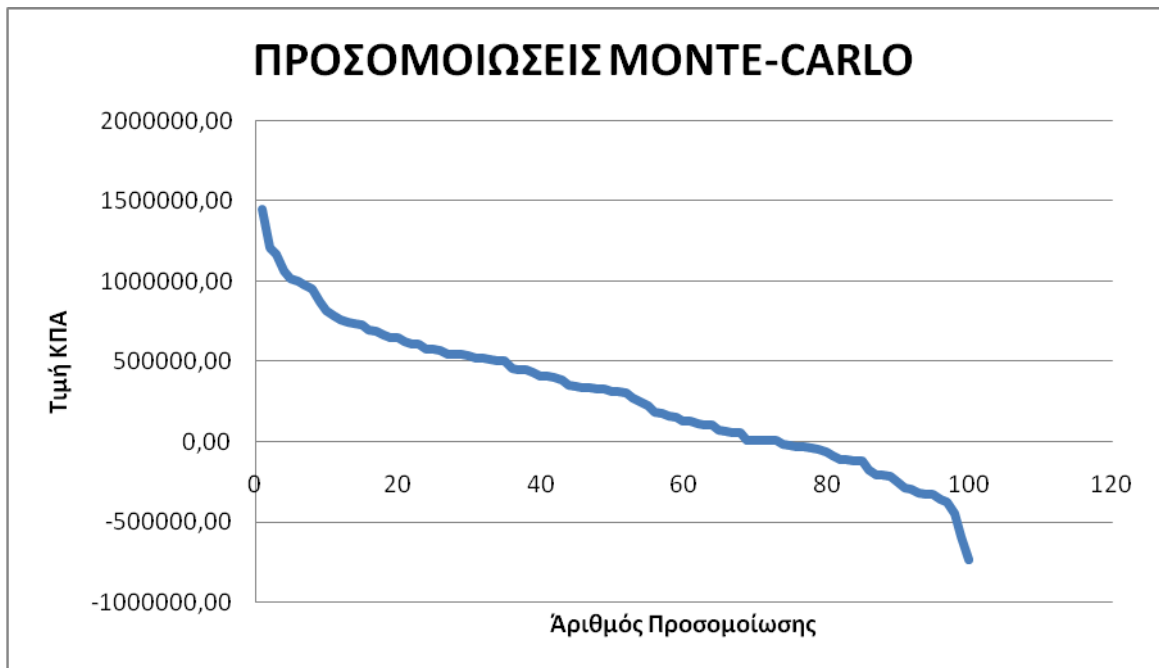
Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τις σχετικές πληροφορίες:

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ MONTE-CARLO						
παράμετρος	μονάδες	Στατ Κατανομή	min	mean	stdev	max
προεξοφλητικό επιτόκιο	%	uniform	0.04			0.08
ποσότητα πέλλετς	τόνοι	uniform	8000			12000
κόστος εξοπλισμού	ευρώ	normal		480000	20000	
τιμή πέλλετς	ευρώ/τόνο	normal		60	5	

Πίνακας 15: Προσομοίωση Monte-Carlo

Σε κάθε προσομοίωση η τιμή της ΚΠΑ μεταβάλλεται σημαντικά. Σαφώς, οι περιπτώσεις που η επένδυση θεωρείται επιτυχημένη είναι εκείνες που ως αποτέλεσμα προκύπτει θετικό πρόσημο στην τιμή της ΚΠΑ. Παρακάτω, παρουσιάζεται πίνακας με ταξινομημένες τιμές ΚΠΑ (μεγαλύτερες προς χαμηλότερες), μέσω της ταξινόμησης του παρακάτω πίνακα, πρόκειται να εξαχθούν τα συμπεράσματα για τη βαρύτητα της εκάστοτε παραμέτρου.

Για 100, στον αριθμό, προσομοιώσεις, το ποσοστό επιτυχίας της επένδυσης είναι 73%, δηλαδή σε 100 διαφορετικές περιπτώσεις η επένδυση θα αποφέρει, τιμή ΚΠΑ, θετικού πρόσημου στις 73. Επομένως, μπορεί να γίνει λόγος για μια επένδυση με 27% κίνδυνο αποτυχίας, δηλαδή να μην μπορέσει να αποπληρώσει το επενδυμένο κεφάλαιο. Ο επενδυτής, στην προκειμένη περίπτωση η δημοτική εταιρεία, θα κρίνει αν θέλει ή μπορεί να αναλάβει αυτόν τον κίνδυνο ή να βρει κάποια λύση για να μειώσει την αβεβαιότητα.



Διάγραμμα 2: Καθαρή Παρούσα Αξία

IV. Συζήτηση και Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας, ακολουθούν αναφορές που επιβεβαιώνουν την πολύπλευρη θετική επιρροή της υπό μελέτη επένδυσης, στο πλαίσιο του Δήμου Βόρειας Κέρκυρας.

Αρχικά, δύο πτυχές της καθημερινότητας της περιοχής, που εκτιμάται να επηρεάσει άμεσα η μονάδα, είναι οικονομική ανάπτυξη μέσω των εσόδων του δημοτικού ταμείου και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Η οικονομική ανάπτυξη προκύπτει από την χονδρικού εμπορίου πώληση του παραγόμενου προϊόντος. Συγκεκριμένα, όπως υπολογίστηκε, με τις αρχικές παραδοχές (πίνακας 11), η επένδυση είναι συμφέρουσα για τον φορέα που θα την αναλάβει καθώς αποπληρώνει σε λιγότερο από 6 χρόνια με Καθαρή Παρούσα Αξία να φτάνει έως και 1 εκατομμύριο ευρώ στο αισιόδοξο σενάριο. Η συνολική προστιθέμενη αξία με την οποία συμβάλλει το υπό εξέταση επενδυτικό σχέδιο είναι μεγαλύτερη καθώς περιλαμβάνει και την αμοιβή της εργασίας καθώς και τη δαπάνη για την πρώτη ύλη, η οποία είναι εισόδημα για τους γεωργούς.

Η λειτουργία της μονάδας απαιτεί εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό, ούτως ώστε να ανταποκριθεί στις σχεδιαστικές απαιτήσεις που της δόθηκαν. Συγκεκριμένα, γίνεται λόγος για εργάτες, οι οποίοι απαιτείται να έχουν γνώση χειρισμού της γραμμής παραγωγής και του εξοπλισμού που υπάρχει στη μονάδα, επαγγελματίες οδηγούς που θα μεταφέρουν τα εκάστοτε προϊόντα και τις πρώτες ύλες καθώς και εργάτες με προϋπηρεσία στο κλάδεμα ελαιόδεντρων. Ως εκ τούτου, μέσω της απασχόλησης διάφορων ειδικοτήτων εργατικού δυναμικού αναμένεται η συμβολή, ως ένα βαθμό, στη μείωση της ανεργίας.

Ένα έργο πράσινης ανάπτυξης αυτού του βεληνεκούς δύναται να προωθήσει την οικολογική ευαισθησία του άμεσα εμπλεκόμενου πληθυσμού. Συγκεκριμένα, ένα καίριο ζήτημα του υπό μελέτη δήμου είναι η μη συμμόρφωση με τον προβλεπόμενο νόμο, όσον αφορά το κλάδεμα των δέντρων. Η παρούσα μελέτη, θέτει το κλάδεμα των ελαιόδεντρων ως βασική πηγή πρώτων υλών της μονάδας και προωθεί στην τοπική αγορά την πώληση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επομένως, μπορεί να γίνει κατανοητό ότι μέσω αυτών των δύο ενεργειών μειώνεται η πιθανότητα πρόκλησης πυρκαγιάς τους καλοκαιρινούς μήνες και αυξάνεται ο αριθμός των νοικοκυριών που χρησιμοποιούν μη συμβατικά καύσιμα ως βασική επιλογή θέρμανσης τη χειμερινή περίοδο αντίστοιχα.

Παρόλο που η παρούσα μελέτη έχει σχεδιαστεί με πολύ συγκεκριμένο όριο παραγωγής συσσωματωμάτων (pellets) ανά έτος, μέσω της επιλογής ορισμένης δυναμικότητας γραμμής παραγωγής, αναφέρονται τρόποι που θα μπορούσαν να πολλαπλασιάσουν την ποσότητα πρώτων υλών για την περίπτωση αναβάθμισης (αύξηση ποσότητας του παραγόμενου προϊόντος) του έργου.

Μια συμβατική επιλογή πρώτων υλών για εγκαταστάσεις τέτοιου είδους είναι η αγορά πρώτων υλών από ενεργειακές καλλιέργειες. Σαφώς για μια περίπτωση σαν αυτή το δημοτικό ταμείο αναμένεται να επιβαρυνθεί ως προς την αγορά αυτών των πρώτων υλών. Ακόμη, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε καλλιέργειας η τιμή της επιβάρυνσης ποικίλει, ενδεικτικά, σε περίπτωση προμήθειας μίσχανθου (*miscanthus xgiganteus*) η αναμενόμενη τιμή χονδρικής πώλησης είναι 100 ευρώ ανά τόνο ξηρού προϊόντος και σε περίπτωση προμήθειας ενεργειακού φυτού *Switchgrass* (*panicum*

virgatum L.) η αναμενόμενη τιμή χονδρικής πώλησης είναι 90 ευρώ ανά τόνο ξηρού προϊόντος. Επιπλέον, στην περίπτωση που η ενεργειακή καλλιέργεια συμβάλλει στη βελτίωση των παραμέτρων ποιότητας του τελικού τελικού προϊόντος, το τελευταίο δύναται να χαρακτηριστεί αυξημένης κατηγορίας, κάτι που συνεπάγεται την αύξηση της τιμής πώλησης τόσο σε χονδρικό, όσο σε λιανικό επίπεδο.

Επιπρόσθετα, άλλη μια ενέργεια στην οποία μπορεί να προβεί ο Δήμος για να αυξήσει τις ποσότητες πρώτων υλών είναι η προτροπή των δημοτών να παρέχουν τα κλαδέματα τους στον υπεύθυνο φορέα λαμβάνοντας ως αντίτιμο, χρηματική αμοιβή. Πιο συγκεκριμένα, είναι σύνηθες φαινόμενο οι δημότες του Δήμου Β. Κέρκυρας, κυρίως αγρότες, να καταφεύγουν σε καύση των αγροτικών υπολειμμάτων τους, καθώς έως τώρα αυτός είναι ο ευκολότερος τρόπος να απαλλαγούν από αυτά. Παρ' όλα αυτά, με την προώθηση της συγκεκριμένης δράσης, εκτιμάται μείωση της συχνότητας καύσης υπολειμμάτων και αύξηση της ενασχόλησης με το κλάδεμα των δέντρων.

V. Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία:

-ΒΑΓΙΩΝΑ Γ. ΔΗΜΗΤΡΑ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2018), *ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ, ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ*, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΔΙΣΙΓΜΑ

-Ι. Μαυρογιάννης, Α. Χατζαθανασίου, Θ. Τσούτσος, (επιμέλεια-συντονισμός: Θ. Τσούτσος), (ΚΑΠΕ, ALTENER, 2003), Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας. Οδηγός τοπικής αυτοδιοίκησης.

-Σ. Ροζάκης (2016), *Σημειώσεις Κριτήρια Αξιολόγησης Επενδύσεων*, e-class ΜΗΠΕΡ

-ΤΣΟΥΤΣΟΣ Δ. ΘΕΟΧΑΡΗΣ, ΚΑΝΑΚΗΣ Ν. ΙΩΑΝΝΗΣ (ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2013), *ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ*, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία:

-Barbanera, M., Lascaro, E., Stanzione, V., Esposito, A., Altieri, R., Bufacchi, M. Characterization of pellets from mixing olive pomace and olive tree pruning (2016) *Renewable Energy*, 88, pp. 185-191.

-Duffy, M.D. and V.Y. Nanhon. 2002. Costs of producing switchgrass for biomass in southern Iowa. p. 267–275. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.), *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.

- Hall, C W (1981), *Biomass as an Alternative Fuel*, Publisher Government Institutes

-Lamers, P., Marchal, D., Heinimö, J., Steierer, F. Global woody biomass trade for energy (2014) *Lecture Notes in Energy*, 17 (1), pp. 41-63.

- Jee-Peng Tan, Jock R. Anderson, Pedro Belli, Howard N. Barnum, John A Dixon (2001), *Economic Analysis of Investment Operations: Analytical Tools and Practical Applications*, WBI Development Studies.

-Telmo, C., Lousada, J. Heating values of wood pellets from different species (2011) *Biomass and Bioenergy*, 35 (7), pp. 2634-2639

- Vourdoubas, J., 2015 *Pellets Production from Olive Tree Byproducts and Residues: A case study in Crete – Greece*, *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, pp. 1-10

Διαδικτυακοί τόποι:

-Γιάννης Γαστεράτος, NaturaGraeca,
<https://www.naturagraeca.com/ws/131,193,216,1,1,%CE%9A%CE%AD%CF%81%CE%BA%CF%85%CF%81%CE%B1> [05/2020]

-Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης,
<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/kerkyra/pr25ge.pdf> [05/2020]

- Δρ. Γεώργιος Νταλός, Μάριος Τρίγκας, Δρ. Ιωάννης Παπαδόπουλος, Αδαμάντιος Σιδεράς,
http://www.wfdt.teilar.gr/papers/epibleon/81_Trigkas_kai_Papadopoulos_ka_Wood_pellets_EPIPLEON.pdf [03/2020]
- ΚΑΠΕ CRES, http://www.cres.gr/kape/pdf/sollet_pdf/1.3_pellets.pdf [03/2020]
- ΚΗΠΟΣ+ΙΔΕΑ, <http://www.kiposkidea.gr/index.php/el/ergaleia-mixanimata/mixanimata/thrimatistes-kladiwn/> [05/2020]
- ΜΠΙΤΗΣ, <https://www.mpitis.gr/wiki-xyleia.html> [04/2020]
- Στέλιος Ροζάκης, Το Μιτάτο της Γεωπονικής, <https://www.eclass.tuc.gr> [05/2020]
- AGREN.GR, <https://agren.gr/georgika-mixanimata/rymoylkes-platformes-karotses.html> [04/2020]
- AGROENERGY, <http://www.agroenergy.gr/content/> [04/2020]
- achrNEWS, <https://www.achrnews.com/articles/87035-an-early-history-of-comfort-heating>, [03/2020]
- Biomass Energy,
<https://web.archive.org/web/20121016104414/http://biomassenergy.gr/articles/technology/biomass/151-biomass-pellets-production-stages-part-1-biomass-pretreatment> [03/2020]
- ECO HEAT, http://www.eco-heat.compat.gr/files/PDF_FILES/paragogi%20pellets/A.pdf [04/2020]
- E-FARM, <https://e-farm.com/el/used-tractors/?p=1> [05/2020]
- Encyclopedia, Robert P., <https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/technology/technology-terms-and-concepts/heating> [03/2020]
- General dies, <http://www.generaldies.com/it/impianti-pellet/impianti-legno-biomassa> [04/2020]
- FotopoulosAgro, <https://fotopoulosagro.gr/index.htm> [05/2020]
- Marco Barbanera, Elisa Lascaro, Vito Stanzione, Alessandro Esposito,
https://www.researchgate.net/publication/285457467_Characterization_of_pellets_from_mixing_olive_pomace_and_olive_tree_pruning [04/2020]
- Newtools, <https://newtools.gr/agrotika/thrimmatistes-ksilou-kormon/katastrofeis-kladion-thrummatistes-trakter-ptο> [04/2020]
- Thermansipress, <https://thermansipress.gr/> [03/2020]
- Woodpecker, <https://www.woodpecker.gr/pellets/protes-yles-paragogis-pellet> [04/2020]

VI. Παράρτημα

Παρατίθενται πίνακες υπολογιστικού φύλλου με τις τιμές που προέκυψαν από τη χρήση της μεθόδου Monte-Carlo:

Αριθμός Προσομοιώσεων	ΚΠΑ	προέξ. επιτόκιο	ποσότητα συσσωματωμάτων (pellets)	κόστος εξοπλ.	τιμή συσσωματωμάτων (pellets)
1	1450796,00	6,06%	11832	446018,9604	70,3
2	1213741,60	5,40%	11656	510172,5837	67,3
3	1173094,00	6,99%	11395	494681,8121	68,1
4	1064889,05	4,71%	11253	498036,2109	67,1
5	1019520,20	4,59%	11705	470166,1628	63,9
6	1000927,63	6,81%	11933	452281,8223	62,4
7	978614,81	4,39%	11644	459399,5941	63,5
8	952153,70	7,17%	11549	467728,6239	63,6
9	874892,19	5,89%	10888	472112,5789	66,1
10	815133,22	5,16%	11525	482911,1688	61,4
11	783700,29	7,93%	11544	489733,5748	60,7
12	762064,10	5,89%	11274	482803,7383	61,8
13	746692,70	7,96%	11348	447602,2224	61,3
14	735619,10	6,38%	11182	516547,1128	61,8
15	731562,80	5,50%	11935	493165,4113	57,9
16	699072,70	7,83%	11295	458633,5214	60,7
17	693520,00	5,24%	11103	457274,0602	61,6
18	669126,10	6,83%	11365	497749,9234	59,7
19	650964,60	6,45%	10374	471337,3736	65,2
20	647930,60	7,47%	10077	485326,1612	67
21	626621,90	6,68%	11254	492779,2034	59,6
22	612849,24	5,58%	11820	458264,3835	56,6
23	610982,60	4,78%	11814	496185,5671	56,5
24	581093,80	4,97%	11136	488107,6129	59,4
25	576692,10	7,97%	11288	507064,6269	58,5
26	573339,60	4,70%	11580	475090,9081	57,1
27	547234,50	6,63%	9910	495022,6261	66,1
28	546896,46	4,19%	9975	485275,6404	65,7
29	546714,01	4,97%	10245	500525,4485	63,9
30	542318,90	5,61%	9567	498819,9081	68,4
31	521487,89	5,85%	10430	497426,4045	62,3
32	518687,20	4,89%	10613	484701,889	61,2
33	515062,90	4,35%	10511	504650,8076	61,7
34	506640,50	5,42%	11183	473369,1609	57,9
35	505520,20	4,67%	10181	493465,3625	63,6
36	459859,27	7,55%	10470	527186,8308	60,9
37	453625,70	6,41%	10151	451847,6236	62,9
38	448769,91	5,66%	9829	473043,1842	64,8
39	437913,10	6,84%	10540	499444,1535	60,1
40	413666,40	6,85%	10207	480757,7264	61,7

41	406672,84	7,02%	10432	488441,4087	60,2
42	405069,27	7,75%	10467	481420,7942	60,0
43	388551,80	7,36%	9819	475722,0955	63,6
44	356443,50	4,86%	9379	485693,7002	65,9
45	345183,80	6,46%	10004	475254,1196	61,6
46	337560,25	5,09%	10042	502075,0264	61,2
47	336375,90	4,63%	11050	482565,6886	55,6
48	331113,10	4,61%	10937	476273,1331	56,1
49	330712,62	7,09%	10357	516988,262	59,1
50	318541,20	6,03%	10567	480518,7912	57,8
51	315541,80	6,21%	10695	459253,9797	57,1
52	307463,50	4,66%	10394	482053,5556	58,6
53	275456,60	6,47%	10824	476014,4009	55,7
54	250496,21	4,62%	10429	469187,3904	57,4
55	227809,30	7,66%	10621	476990,9701	55,9
56	190276,75	6,49%	11341	505303,4833	51,6
57	177346,50	4,89%	10336	443790,1031	56,6
58	164637,20	7,55%	10008	449348,9664	58,2
59	153364,80	6,13%	9829	494087,3998	58,9
60	132295,50	4,03%	9578	501125,9645	60
61	127314,72	7,43%	9171	451152,7091	62,7
62	116378,22	5,71%	9647	480842,5601	59,3
63	109532,70	6,33%	11628	457192,3731	49,1
64	102805,40	4,65%	9068	459473,2312	62,8
65	77151,50	5,55%	8600	505263,3795	65,5
66	68861,88	6,08%	8755	492047,4073	64,2
67	62477,70	6,91%	9100	486902,8062	61,7
68	57685,90	6,84%	10534	486504,2546	53,2
69	12383,20	5,06%	9234	477205,3691	59,7
70	11966,60	4,41%	8902	475585,0192	62
71	11177,50	5,79%	9097	496004,2164	60,6
72	8997,88	4,82%	8167	487204,2215	67,4
73	7040,86	5,18%	9152	485275,8325	60,1
74	-10244,37	6,52%	9361	507333,7846	58,4
75	-24072,20	6,55%	9167	489336,2121	59,4
76	-25854,90	4,48%	8303	489709,0685	65,5
77	-32607,40	7,43%	8660	476284,0633	62,7
78	-36519,70	4,34%	10514	505898,1042	51,5
79	-41694,00	7,59%	10228	510618,519	52,8
80	-62660,30	7,07%	9125	512098,6118	58,8
81	-82980,90	6,93%	10209	469335,6836	52,3
82	-106046,20	5,98%	8436	466482,9276	62,7
83	-107161,70	7,54%	10407	467241,5136	50,8
84	-117473,80	5,49%	9387	462870,942	56,1
85	-118098,50	5,92%	8275	478473,9109	63,6
86	-173371,90	4,08%	9118	455009,1028	56,6

87	-203545,90	5,35%	8008	500376,5642	63,6
88	-204307,71	5,92%	8545	509526,6176	59,5
89	-211541,80	6,48%	8782	481536,9377	57,9
90	-241789,31	5,55%	8352	463721,5489	60,2
91	-283293,20	6,68%	8758	502047,5398	56,4
92	-291894,30	4,70%	8951	479006,7728	55
93	-314800,40	5,65%	8618	483123,8393	56,6
94	-322246,10	7,11%	8519	473546,2379	57,2
95	-326063,20	4,95%	8615	453346,0256	56,5
96	-357955,62	6,06%	8545	487660,8735	56,1
97	-374616,10	6,84%	9729	450361,3872	49,1
98	-445927,80	6,23%	8290	434973,0668	56
99	-592797,00	4,90%	8272	455624,1694	52,6
100	-733615,30	5,17%	8198	471512,2238	49,7

