



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, Ζωγράφου – Τηλ. 210-7723655, Fax 210-7723565

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΕΝΟΣ ΜΕΣΟΥ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟΥ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΟΣ
ΝΕΟΥ ΞΗΡΑΝΘΗΡΙΟΥ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ
ΔΗΜΟΥ ΤΑΝΑΓΡΑΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ»*

Της Μεταπτυχιακής Φοιτήτριας

Επαμεινώνδιας Αγγέλου

Επιβλέπων

Σωτήριος Καρέλλας, Καθηγητής,
Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, Ζωγράφου – Τηλ. 210-7723655, Fax 210-7723565

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΕΝΟΣ ΜΕΣΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΟΣ ΝΕΟΥ ΞΗΡΑΝΘΗΡΙΟΥ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΑΝΑΓΡΑΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ»

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Σωτήριος Καρέλλας

Καθηγητής Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

.....
Σωτήριος Καρέλλας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Σχολή Μηχανολόγων
Μηχανικών

.....
Ειρήνη Κορωνάκη
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Σχολή Μηχανολόγων
Μηχανικών Ε.Μ.Π.

.....
Εμμανουήλ Κακαράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Σχολή Μηχανολόγων
Μηχανικών

Αθήνα, Οκτώβριος 2021

.....

Επαμεινώνδια Αγγέλου

Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

Copyright © Επαμεινώνδια Αγγέλου, 2021.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, η αποθήκευση και η διανομή της παρούσας εργασίας εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Δύναται η ανατύπωση, η αποθήκευση και η διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Οποιαδήποτε ερωτήματα κερδοσκοπικής φύσεως πρέπει να απευθύνονται στον συγγραφέα.

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Προτού λάβει χώρα η παρουσίαση της μεταπτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτερες ευχαριστίες μου, σε όλους όσους συνέδραμαν στη διεκπεραίωσή της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σωτήριο Καρέλλα, Καθηγητή της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π., για τη δυνατότητα, που μου έδωσε, να αξιοποιήσω τα εφόδια και τις γνώσεις, που μας παρείχε, καθόλη τη διάρκεια των Μεταπτυχιακών Σπουδών, και να μελετήσω ένα τόσο επίκαιρο και πολυσχιδές θέμα, συνεισφέροντας στην κατανόηση της βαθύτερης έννοιας της Ενέργειας και της άμεσης επίδρασης στην ποιότητα ζωής.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Πλάτωνα Πάλλη, Διδάκτορα της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π., και τον κ. Σωτήριο Μουμούρη, Επιστημονικό Συνεργάτη του ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ, οι οποίοι συνέβαλαν σημαντικά στην επίτευξη του στόχου της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Η άρτια καθοδήγηση, η συνεχής ενθάρρυνση και η ευγενική συμμετοχή τους με ιδέες και εναλλακτικές προσεγγίσεις στα προβλήματα που παρουσιάζονταν, είναι λίγα από τα χαρακτηριστικά της συνεισφοράς τους, για τα οποία τους είμαι ευγνώμων.

Επιπροσθέτως, δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτριο Λέκκα, Μηχανολόγο Μηχανικό στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.», και τον κ. Κωνσταντίνο Ζόβολο, Υπεύθυνο Συντήρησης και Λειτουργίας στη γραμμή παραγωγής της «Ολυμπιακής Ζυθοποιία Α.Ε.», στο εργοστάσιο της Ριτσώνας, για την άριστη συνεργασία και την άμεση ανταπόκριση στην παροχή δεδομένων.

Για το τέλος, κράτησα τις ευχαριστίες προς την οικογένειά μου, για την οποία αισθάνομαι ιδιαίτερα ευλογημένη, και η οποία βρίσκεται δίπλα μου και με στηρίζει σε κάθε βήμα, οπλίζοντάς με, με δύναμη και αγάπη.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Ενεργειακός έλεγχος και μέτρα ενεργειακής απόδοσης ενός μέσου υφιστάμενου οινοποιείου και τεχνοοικονομική αξιολόγηση ενός νέου ξηραντηρίου με αξιοποίηση καυσίμου βιομάζας στην περιοχή του Δήμου Τανάγρας Βοιωτίας»

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: Επαμεινώνδια Αγγέλου

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Σωτήριος Καρέλλας, Καθηγητής,
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ: 2020-2021

ΣΥΝΟΨΗ

Η κλιματική αλλαγή και η παγκόσμια ενεργειακή κρίση έχουν θέσει στο προσκήνιο το πρόβλημα της διατάραξης και της απειλής του οικοσυστήματος, δημιουργώντας την ανάγκη για άμεση λήψη μέτρων, ικανών να συντελέσουν στη δραστική μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου έως και στον μηδενισμό του ανθρακικού αποτυπώματος. Ο σχεδιασμός και η πραγματοποίηση παρεμβάσεων και μεταρρυθμίσεων στον ενεργειακό τομέα, οι οποίες δύναται να συμβάλουν στην πορεία προς μία οικονομία χαμηλού άνθρακα, αποτελούν προτεραιότητα για πολλά κράτη της διεθνούς κοινότητας, στα οποία ανήκει και η Ελλάδα, συντάσσοντας το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (Ε.Σ.Ε.Κ.).

Πρωταρχικό στόχο της ελληνικής ενεργειακής πολιτικής συνιστά η βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα, από το στάδιο της παραγωγής έως την τελική χρήση, διαφυλάσσοντας ταυτόχρονα το περιβάλλον και συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Αυτό συνεπάγεται τη μετάβαση σε νέα αναπτυξιακά μοντέλα, τα οποία προσβλέπουν στην αναδιάρθρωση της παραγωγής και στην ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων, προστατεύοντας παράλληλα τους καταναλωτές και διασφαλίζοντας τα δικαιώματά τους σε μία καλύτερη ποιότητα ζωής.

Προς αυτή την κατεύθυνση έλαβε χώρα η παρούσα διπλωματική εργασία, η οποία έχει ως βασικό αντικείμενο την αξιολόγηση αποδοτικών τρόπων συνεργασίας τριών βασικών τομέων της εγχώριας ανάπτυξης· του πρωτογενούς, του δευτερογενούς και του ενεργειακού. Στον πρωτογενή τομέα παραγωγής, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης επιτυγχάνεται μέσα από την προώθηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών και μεθόδων, σε συνδυασμό με την αειφόρο διαχείριση των γεωργικών εκτάσεων. Στον δευτερογενή τομέα παραγωγής, η εξοικονόμηση ενέργειας απορρέει από την ενεργειακή αναβάθμιση των βιομηχανικών μονάδων, εγκαθιστώντας νέες και ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες και αξιοποιώντας την ενέργεια, που προέρχεται, από τις Ανανεώσιμες Πηγές.

Στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης ενεργοβόρων εγκαταστάσεων του βιομηχανικού κλάδου, πραγματοποιήθηκε ενεργειακός έλεγχος σε ένα υφιστάμενο οινοποιείο μέσης παραγωγής, καταγράφοντας τις υπάρχουσες ενεργειακές καταναλώσεις και εξετάζοντας τεχνοοικονομικά τις προοπτικές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, με την εφαρμογή κατάλληλων παρεμβάσεων.

Παράλληλα, με βάση την στρατηγική βιώσιμης ανάπτυξης, η οποία εστιάζει σε βασικούς τομείς καινοτομίας και υψηλής προστιθέμενης αξίας, και αποσκοπεί στην αύξηση της συνεισφοράς της μεταποίησης και του πρωτογενούς τομέα, μελετήθηκε η υλοποίηση ενός νέου επενδυτικού σχεδίου, στα πλαίσια του οποίου πραγματοποιείται η παραγωγή θερμικής ενέργειας από έναν λέβητα βιομάζας, με ταυτόχρονη εκμετάλλευση της θερμοκρασίας των καυσαερίων για τη μεταποίηση νωπού κρεμμυδιού σε σκόνη, αξιοποιώντας ως καύσιμο την τοπική υπολειμματική βιομάζα από τα κλαδέματα αμπέλου και ελιάς. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια διοχετεύεται σε μία υφιστάμενη μονάδα ζυθοποιίας της περιοχής, καλύπτοντας πλήρως τις θερμικές απαιτήσεις της. Επομένως, πρόκειται για μία πράσινη επένδυση με ενεργειακά οφέλη σε μονάδες του δευτερογενούς τομέα και χρήση Α.Π.Ε. για τη λειτουργία της.

Στόχο της μελέτης αποτελεί η καινοτομία στον αγροτικό τομέα και η βιώσιμη εκβιομηχάνιση, με γνώμονα τη μετάβαση σε ένα ενεργειακό σύστημα με χαμηλότερη ένταση άνθρακα, το οποίο θα ενισχύσει την ανάπτυξη της ελληνικής οικονομίας, ενώ παράλληλα θα δώσει τη δυνατότητα σε νέες ενεργειακές τεχνολογίες να διεisdύσουν με ανταγωνιστικό τρόπο στην αγορά ενέργειας, παρέχοντας ευκαιρίες για καινοτόμες επενδύσεις και δραστηριότητες.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κύριο αντικείμενο της εργασίας συνιστά η εκτίμηση κερδοφόρων και αποδοτικών τρόπων σύνδεσης και συνεργασίας του πρωτογενούς, του δευτερογενούς και του ενεργειακού τομέα, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εντατικοποίηση της διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σε μία ευρύτερη προσέγγιση της μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα και της αντιμετώπισης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Η παρούσα μελέτη εξετάζει τεχνικοοικονομικά την χρήση και τις προοπτικές αξιοποίησης της ενέργειας σε διάφορες μονάδες του βιομηχανικού και αγροτικού κλάδου, και διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια και επτά παραρτήματα.

Στο **πρώτο** κεφάλαιο λαμβάνει χώρα ο ενεργειακός έλεγχος στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου μέσης παραγωγής «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.», που τοποθετούνται στο Μαρκόπουλο Αττικής και στη Ριτσώνα Βοιωτίας. Στα πλαίσια του ενεργειακού ελέγχου καταγράφονται οι συνολικές καταναλώσεις σε θερμότητα και ηλεκτρισμό για τη λειτουργία των κτηριακών μονάδων και του μηχανολογικού εξοπλισμού, εκτιμάται ο συσχετισμός του όγκου παραγωγής και των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης με τα επίπεδα της καταναλισκόμενης ενέργειας, και προτείνονται τρόποι ενεργειακής αναβάθμισης και ανάπτυξης των μονάδων, οι οποίοι αξιολογούνται με τις οικονομικές μεθόδους της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής και της Ανάλυσης Ευαισθησίας. Ο προσδιορισμός της αποδοτικότητας και της αξιοπιστίας των προτεινόμενων παρεμβάσεων πραγματοποιείται με βάση τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης και της επίτευξης του ενεργειακού στόχου.

Στο **δεύτερο** κεφάλαιο παρουσιάζεται η σημασία της αξιοποίησης της αγροτικής βιομάζας στην ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα και στη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην αγορά ενέργειας, και ερευνάται το διαθέσιμο δυναμικό σε αγροτικά υπολείμματα από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων, που βρίσκονται εντός των ορίων του Δήμου Τανάγρας. Παράλληλα, περιγράφεται η εφοδιαστική αλυσίδα του συγκεκριμένου είδους βιομάζας και εξετάζεται η μεταβολή του δυναμικού και του ενεργειακού περιεχομένου της, σε σχέση με την ακτίνα μελέτης. Επιπλέον, παρουσιάζεται ένα εύρος τιμών για το κόστος διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των πρέμων και των ελαιόδεντρων, μέσα από την υλοποίηση παρόμοιων έργων, χωρίς, ωστόσο να υπεισέρχεται αναλυτική εκτίμηση.

Το **τρίτο** κεφάλαιο πραγματεύεται τη μελέτη ενός νέου επενδυτικού σχεδίου, στα πλαίσια του οποίου εφαρμόζεται ένα σύστημα καύσης βιομάζας, το οποίο πρόκειται να αξιοποιεί τα αγροτικά κλαδέματα της περιοχής μελέτης, με στόχο την παραγωγή θερμικής ενέργειας για την πλήρωση των αντίστοιχων απαιτήσεων της βιομηχανικής μονάδας «Ολυμπιακή Ζυθοποιία Α.Ε.» στη Ριτσώνα Βοιωτίας. Η παραγόμενη θερμότητα βρίσκεται σε κατάσταση κορεσμένου ατμού, ικανοποιώντας τις απαιτούμενες προδιαγραφές για την αξιοποίησή της στην γραμμή παραγωγής του ζυθοποιείου. Επιπροσθέτως, εξετάζεται ο σχεδιασμός μίας νέας επενδυτικής βιομηχανικής μονάδας, με κύρια δραστηριότητα τη μεταποίηση του νωπού κρεμμυδιού σε

σκόνη κρεμμυδιού, η οποία στοχεύει τόσο στην παραγωγή ενός προϊόντος υψηλής προστιθέμενης αξίας και ζήτησης, όσο και στην εκμετάλλευση της θερμοκρασίας των καυσαερίων, μέσω της εφαρμογής ενός εναλλάκτη θερμότητας, υπεύθυνου για την παραγωγή θερμού ρεύματος αέρα στο τμήμα της ξήρανσης.

Στο **τέταρτο** κεφάλαιο πραγματοποιείται η οικονομική αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου, με την εφαρμογή των οικονομικών δεικτών NPV, IRR και DPP και της μεθόδου της Ανάλυσης Ευαισθησίας, όπου διαπιστώνεται η βιωσιμότητα, η αποδοτικότητα και η αξιοπιστία της επένδυσης, καθώς και τα επίπεδα επίδρασης των κρίσιμων μεταβλητών σε αυτή.

Τέλος, στο **πέμπτο** κεφάλαιο ολοκληρώνεται ο στόχος της πραγματοποίησης της εργασίας, συγκεντρώνοντας και παραθέτοντας τα συμπεράσματα, που εξήχθησαν από την εκπόνηση της μελέτης, και αναφέροντας τις μελλοντικές προοπτικές για περαιτέρω έρευνα.

Στα παραρτήματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνονται οι κυριότεροι υπολογισμοί, που έλαβαν χώρα κατά τη διεκπεραίωση των επιμέρους τμημάτων της μελέτης, και απαρτίζονται από τα παρακάτω μέρη:

Παράρτημα I: Καταγραφή ενεργειακών καταναλώσεων και επιμερισμός ανά τελική χρήση.

Παράρτημα II: Υπολογισμός BΗΘ & BΗΨ και Στατιστική Ανάλυση Παλινδρόμησης.

Παράρτημα III: Ανάλυση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Παράρτημα IV: Οικονομική ανάλυση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (LCCA).

Παράρτημα V: Εκτίμηση δυναμικού αγροτικής υπολειμματικής βιομάζας.

Παράρτημα VI: Οικονομική ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου (NPV-IRR-DPP).

***POST-GRADUATE
THESIS:***

«Energy control and energy efficiency measures of a media existing winery and techno-economic evaluation of a new dryer using biomass fuel in the area of the Municipality of Tanagra, Boeotia»

STUDENT:

Epameinondia Angelou

SUPERVISOR:

**Sotirios Karellas,
School of Mechanical Engineering, N.T.U.A.**

ACADEMIC YEAR:

2020-2021

ABSTRACT

Climate change and worldwide energy crisis have brought to the fore the problem of ecosystem perturbation and threat, creating with this way the need for taking immediate measures sufficient to drastically reduce greenhouse gas emissions up to zeroing of carbonate footprint. The design and the implementation of interventions and reforms in the energy sector, which have the ability to contribute to a path for a low carbon economy, are a priority for many countries of the international community, part of which is also Greece, drafting the National Plan for Energy and Climate (N.P.E.C.).

The primary goal of Greek energy policy is the sustainable development of energy sector, beginning from the production level up to final use, protecting simultaneously the environment and contributing to the treatment of climate change phenomenon. This has as a resultant, the transition to new development models, which aims production re-structuring and orthological use of energy sources, protecting at the same time the consumers and ensuring their rights for a better life quality.

The current diploma thesis, which implemented in the frames of this direction, has as main object the evaluation of efficient collaboration ways of three main sectors of the domestic development, the primary, secondary and energy sector. Regarding the primary production sector, the improvement of energy efficiency is achieved through the promotion of actions and methods friendly to the environment in combination with the sustainable administration of agricultural areas. In the secondary production sector, energy efficiency comes from the energy upgrade of industrial units, which install innovative and energy efficient technologies and utilize the energy from the Renewal Resources.

In the frames of the energy upscale of energy-intensive industrial units, an energy check took place in an existing wine factory, recording the existing energy consumptions and examining from a technical-economical aspect the prospects for energy efficiency improvement, with the apply of suitable interventions.

In parallel and according to the sustainable development strategy, which focuses in basic innovation and high added value fields and aims to the contribution increase of remaking and primary sector, the implementation of a new investment plan was studied. Within the frames of this plan, a production thermal energy from a biomass boiler was realized, with a simultaneous exploitation of exhaust fumes temperature, in order to turn fresh onion into powder, using as fuel the local residual biomass from the vineyards and olive trees prunings. The produced thermal energy is channeled into an existing local brewing unit, covering totally its thermal requirements. Subsequently, a green investment is studied, with energy benefits on secondary sector units and use of R.S.E. for its operation.

The aim of the study is the innovation in the agricultural field and the sustainable industrialization with a view to the transition in an energy system with a lower carbon intension. This specific energy system will enhance the development of Greek economy and in parallel, will give the opportunity to new energy technologies to penetrate the energy market with a competitive way, providing chances for innovative investments and actions.

SUMMARY

The main object of this study is the assessment of profitable and efficient connection ways of primary, secondary and energy sector in order to improve the energy efficiency and the intensification of Renewable Sources of Energy penetration. This research is done in the frames of a wider approach of carbonate footprint reduction and treatment of climate change phenomenon. Current study examines the use and the exploitation prospects of energy in various units of industrial and agricultural field, and is structured in five chapters and seven annexes.

In the **first** chapter takes place an energy check at the facilities of a media production wine factory named “Greek Wines Cellars D. Kourtakis S.A.”, which are located at Markopoulo of Attica and at Ritsona of Boeotia. Within the frames of the energy check, the total thermal and electrical consumptions for the operation of its building units and mechanical equipment are recorded, the correlation between the production volume, heating and cooling degree days and the levels of the energy consumed is estimated, and ways for energy upgrade and development of the units are suggested. The ways are evaluated according to the methods of Life Cycle Cost Analysis and Sensitivity Analysis. The definition of the efficiency and reliability of suggested interventions is realized following the basis of the results from the financial analysis and from the achievement of the energy goal.

Second chapter performs the meaning of utilizing the agricultural biomass for the development of energy sector and for the penetration of Renewable Sources of Energy in the energy market. It is also researched the available dynamic in agricultural remains coming from prunings of vineyards and olive trees, which are located within the limits of Ministry of Tanagra. Additionally, the supply chain of the specific biomass kind is described, and the variation of dynamic and its energy content is examined in relation to the study radius. Moreover, through the implementation of similar projects, a price range about the administrative cost of the remain biomass from the vineyards and olive trees prunings is performed, without entering into to a more detailed assessment.

In the **third** chapter, the research of a new investment plan is described, in the frames of which a system of biomass burn is applied. This specific system is going to use agricultural prunings of the study area, with the aim of producing thermal energy for the filling of the corresponding requirements of industrial unit “Olympic Brewing S.A.” at Ritsona of Boeotia. The produced heating exists in the form of saturated steam, satisfying the required standards for its utilization in the production line of the brewery. Also, the design of a new investment industrial unit is examined. The main activity of the unit is the transmutation of fresh onion into powder, which aims to the exploitation of exhaust fumes temperature through the apply of a heat exchanger responsible for the production of hot air current in the drying part.

In the **fourth** chapter, an economic evaluation of the investment plan is realized, with the help of the financial indicators NPV, IRR and DPP and the method of Sensitivity Analysis. Thanks to this way, sustainability, effectiveness and reliability of the investment are certified.

Finally, **fifth** chapter performs the completion of the goal for which this research was implemented, gathers and cites the conclusions exported from it, and refers future aspects for further investigation.

The appendices of current diploma thesis include the main calculations that were needed for the processing of the individual parts of the study, and consist of the following parts:

Annex I: Recording of energy consumption and distribution by end use.

Annex II: Degree days calculation and Statistical Regression Analysis.

Annex III: Analysis of energy saving measures.

Annex IV: Economic analysis of energy saving measures (LCCA).

Annex V: Agricultural residual biomass potential assessment.

Annex VI: Financial analysis of the investment plan (NPV-IRR-DPP).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ	25
1.1 Παρουσίαση του οινοποιείου και περιγραφή της λειτουργίας του _____	25
1.1.1 Ιστορική αναδρομή της επιχείρησης _____	26
1.1.2 Γενική περιγραφή των εγκαταστάσεων του οινοποιείου _____	26
1.1.3 Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του οινοποιείου _____	28
1.1.3.1 Περιγραφή των διεργασιών παραγωγής οίνου – Εγκαταστάσεις Ριτσώνας _____	28
1.1.3.2 Περιγραφή των διαδικασιών εμφιάλωσης, συσκευασίας και αποθήκευσης – Εγκαταστάσεις Μαρκόπουλου _____	36
1.2 Ενεργειακός έλεγχος του οινοποιείου _____	39
1.2.1 Βασικά στοιχεία των ενεργειακών ελέγχων _____	39
1.2.1.1 Ιστορικό _____	39
1.2.1.2 Απαιτήσεις και διαδικασίες των ενεργειακών ελέγχων _____	40
1.2.1.3 Μεθοδολογία ανάλυσης των δεδομένων και εκτίμησης της εξοικονομούμενης ενέργειας _____	41
1.2.1.4 Οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας _____	45
1.2.2 Παρουσίαση των ενεργειακών καταναλώσεων του οινοποιείου _____	46
1.2.2.1 Εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τα τιμολόγια ενέργειας _____	46
1.2.2.2 Εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τη δυναμικότητα και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων και του μηχανολογικού εξοπλισμού, έπειτα από επιτόπιο έλεγχο _____	52
1.2.3 Προσδιορισμός των παραγόντων προσαρμογής και εκτίμηση της γραμμής βάσης με εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου της «Παλινδρόμησης» _____	59
1.2.3.1 Παράγοντες προσαρμογής _____	59
1.2.3.2 Εκτίμηση της γραμμής βάσης με εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου της «Παλινδρόμησης» _____	65
1.2.4 Εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης του οινοποιείου και προσδιορισμός της εξοικονομούμενης ενέργειας _____	71
1.2.4.1 Μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής _____	71
1.2.4.2 Μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας _____	81
1.2.5 Οικονομική αξιολόγηση των μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης του οινοποιείου _____	92
1.2.5.1 Συνοπτική παρουσίαση της οικονομικής μεθόδου Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA-Life Cycle Cost Analysis) _____	93
1.2.5.2 Οικονομική αξιολόγηση (LCCA & Ανάλυση Ευαισθησίας) των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής _____	97

1.2.5.3 Οικονομική αξιολόγηση (LCCA & Ανάλυση Ευαισθησίας) των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ	117
2.1 Εισαγωγή	117
2.2 Προέλευση και αξιοποίηση της βιομάζας	118
2.3 Αγροτική βιομάζα από τα κλαδέματα αμπέλου και ελιάς στην περιοχή του Δήμου Τανάγρας στον Νομό Βοιωτίας	121
2.3.1 Συνοπτική παρουσίαση των καλλιεργειών της αγροτικής περιοχής του Δήμου Τανάγρας	121
2.3.2 Εκτίμηση του δυναμικού της βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων στην περιοχή μελέτης του Δήμου Τανάγρας	123
2.4 Παρουσίαση της εφοδιαστικής αλυσίδας της υπολειμματικής βιομάζας	131
2.4.1 Συλλογή των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής μελέτης και φυσική ξήρανση της θρυμματισμένης βιομάζας	132
2.4.2 Αποθήκευση και συντήρηση της θρυμματισμένης βιομάζας	134
2.4.3 Αξιοποίηση της βιομάζας και εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου της	135
2.5 Κόστος συλλογής και διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας	138
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΝΕΟ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	139
3.1 Εισαγωγή	139
3.2 Παρουσίαση της μονάδας της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας στην Ριτσώνα Βοιωτίας	140
3.2.1 Συνοπτική παρουσίαση της επιχείρησης «Ολυμπιακή Ζυθοποιία Α.Ε.»	140
3.2.2 Διάγραμμα ροής της λειτουργίας της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας	141
3.2.3 Παρουσίαση των θερμικών καταναλώσεων του ζυθοποιείου στη Ριτσώνα Βοιωτίας	144
3.3 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από την καύση των αγροτικών κλαδεμάτων αμπέλου και ελιάς σε λέβητα βιομάζας για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων του ζυθοποιείου	146
3.3.1 Τεχνολογίες καύσης για την αξιοποίηση των στερεών βιοκαυσίμων στη Βιομηχανία	146
3.3.2 Παρουσίαση του λέβητα βιομάζας για την καύση των θρυμματισμένων αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής	147
3.3.2.1 Συνοπτική περιγραφή των κύριων τμημάτων του λέβητα βιομάζας	148
3.3.2.2 Παρουσίαση των χαρακτηριστικών του λέβητα βιομάζας και των τελικών επιλογών για την αξιοποίηση του δυναμικού αγροτικής υπολειμματικής βιομάζας	150
3.4 Αξιοποίηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων του λέβητα βιομάζας, με σκοπό την ξήρανση για τη μεταποίηση του κρεμμυδιού σε σκόνη	153
3.4.1 Συνοπτική παρουσίαση των μεθόδων ξήρανσης ή αφυδάτωσης	153
3.4.2 Σχεδιασμός και μελέτη της διαδικασίας παραγωγής της σκόνης κρεμμυδιού	155

3.4.2.1 Περιγραφή των σταδίων παραγωγής της σκόνης κρεμμυδιού	155
3.4.2.2 Παρουσίαση της δυναμικότητας παραγωγής	157
3.4.2.3 Εφαρμογή του εναλλάκτη θερμότητας καυσαερίου-αέρα για την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας των καυσαερίων στην υλοποίηση της ξήρανσης	158
3.5 Συνολική παρουσίαση του επενδυτικού σχεδίου	160
3.5.1 Παρουσίαση του συσχετισμού των συνιστωσών του επενδυτικού σχεδίου	160
3.5.2 Προσδιορισμός των οικονομικών τιμών για τις εισροές και τις εκροές, που προκύπτουν από την υλοποίηση και τη λειτουργία του συνολικού επενδυτικού σχεδίου	163
3.5.2.1 Ταμειακές εισροές και εκροές από τη διαχείριση των αγροτικών υπολειμμάτων	163
3.5.2.2 Ταμειακές εισροές και εκροές από τη λειτουργία της μονάδας καύσης της βιομάζας	165
3.5.2.3 Ταμειακές εισροές και εκροές από τη μεταποίηση του κρεμμυδιού σε σκόνη	167
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ	171
4.1 Περιγραφή των οικονομικών δεικτών	171
4.2 Οικονομική ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου	173
4.3 Ανάλυση Ευαισθησίας	178
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	185
5.1 Συμπεράσματα μελέτης	185
5.2 Μελλοντικές προοπτικές για μελέτη και έρευνα	190
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	191
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ & ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	195
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΗΘ & ΒΗΨ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	206
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	228
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (LCCA)	232
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	243
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ (NPV-IRR-DPP)	244

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Χαρακτηριστικά στοιχεία καταναλώσεων και χρεώσεων ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο.	47
Πίνακας 1.2: Χαρακτηριστικά στοιχεία καταναλώσεων και χρεώσεων θερμικής ενέργειας με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Καυσίμου Μαζούτ στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	49
Πίνακας 1.3: Χαρακτηριστικά στοιχεία καταναλώσεων και χρεώσεων ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	51
Πίνακας 1.4: Επιμερισμός ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	53
Πίνακας 1.5: Επιμερισμός θερμικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	54
Πίνακας 1.6: Επιμερισμός των ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	58
Πίνακας 1.7: Παρουσίαση των ετήσιων ειδικών καταναλώσεων ενέργειας ανά μονάδα όγκου τελικού προϊόντος στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο & στην Ριτσώνα.	61
Πίνακας 1.8: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις μηνιαίες και τις ετήσιες βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης των ετών αναφοράς 2018-2019-2020 στο Μαρκόπουλο Αττικής.	64
Πίνακας 1.9: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υπορουτίνας ανάλυσης παλινδρόμησης με το EXCEL για τα τέσσερα σενάρια.	66
Πίνακας 1.10: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης με το κριτήριο της πολλαπλής παλινδρόμησης.	67
Πίνακας 1.11: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης με το κριτήριο της πολλαπλής παλινδρόμησης.	68
Πίνακας 1.12: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υπορουτίνας ανάλυσης παλινδρόμησης με το EXCEL για την ηλεκτρική ενέργεια στην μονάδα της Ριτσώνας Βοιωτίας.	70
Πίνακας 1.13: Κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων λαμπτήρων αντικατάστασης και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.	73
Πίνακας 1.14: Κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ZNX και εκτίμηση της εξοικονομούμενης θερμικής, ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.	75
Πίνακας 1.15: Εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της παραγωγής και της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.	78
Πίνακας 1.16: Παρουσίαση των ηλεκτρικών καταναλώσεων, έπειτα από την εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της παραγωγής και της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.	79

Πίνακας 1.17: Κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων λαμπτήρων αντικατάστασης και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	82
Πίνακας 1.18: Κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων συστημάτων ψύξης των διεργασιών οινοποίησης και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	83
Πίνακας 1.19: Κύρια χαρακτηριστικά της ισχύος των υφιστάμενων εγκαταστάσεων στη μονάδα της Ριτσώνας Βοιωτίας.	85
Πίνακας 1.20: Κύρια χαρακτηριστικά των διατάξεων αντιστάθμισης της αέργου ισχύος....	86
Πίνακας 1.21: Εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της παραγωγής και της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις εγκαταστάσεις στη Ριτσώνα Βοιωτίας.	88
Πίνακας 1.22: Παρουσίαση των ηλεκτρικών καταναλώσεων, έπειτα από την εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της παραγωγής και της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	90
Πίνακας 1.23: Παρουσίαση των δαπανών κατά τη περίοδο μελέτης για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.	98
Πίνακας 1.24: Αποτελέσματα από τον υπολογισμό του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.	99
Πίνακας 1.25: Παρουσίαση των δαπανών κατά τη περίοδο μελέτης για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	108
Πίνακας 1.26: Αποτελέσματα από τον υπολογισμό του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	109
Πίνακας 2.1: Παρουσίαση των γεωργικών εκτάσεων του Δήμου Τανάγρας ανά είδος καλλιέργειας σύμφωνα με τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε..	122
Πίνακας 2.2: Παρουσίαση του εύρους της παραγωγικότητας της υπολειμματικής βιομάζας από κλαδέματα αμπέλου και ελιάς.	125
Πίνακας 2.3: Παρουσίαση περιόδου κλαδεμάτων για τους αμπελώνες και τους ελαιώνες του Δήμου Τανάγρας.	133
Πίνακας 2.4: Παρουσίαση διαφόρων βιβλιογραφικών τιμών της ΚΘΙ για τα κλαδέματα από αμπέλια και ελιές.	135
Πίνακας 3.1: Παρουσίαση ταμειακών εκροών και εισροών του επενδυτικού σχεδίου από τη διαχείριση των αγροτικών υπολειμμάτων.	164
Πίνακας 3.2: Παρουσίαση ταμειακών εκροών και εισροών του επενδυτικού σχεδίου από τη μονάδα καύσης της βιομάζας.	167
Πίνακας 3.3: Παρουσίαση ταμειακών εκροών και εισροών του επενδυτικού σχεδίου από τη μονάδα μεταποίησης του νωπού κρεμμυδιού σε σκόνη κρεμμυδιού.	170
Πίνακας 4.1: Συγκεντρωτικός πίνακας των εσόδων και των εξόδων όλων των μονάδων του νέου επενδυτικού σχεδίου.	175

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Φωτογραφία των δύο τοποθεσιών του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας και στο Μαρκόπουλο Αττικής από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.	25
Εικόνα 1.2: Φωτογραφία των εγκαταστάσεων του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.	27
Εικόνα 1.3: Φωτογραφία των εγκαταστάσεων του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.	28
Εικόνα 1.4: Απεικόνιση του εσωτερικού και της λειτουργίας ενός λέβητα με τεχνολογία συμπύκνωσης.	74
Εικόνα 2.1: Απεικόνιση της ροής μετατροπής της βιομάζας σε βιοενέργεια από τις πρώτες ύλες στα τελικά προϊόντα.	117
Εικόνα 2.2: Απεικόνιση των τομέων προέλευσης και αξιοποίησης της βιομάζας.	118
Εικόνα 2.3: Απεικόνιση του κύκλου ζωής της βιομάζας.	120
Εικόνα 2.4: Φωτογραφία της τοποθεσίας του Δήμου Τανάγρας από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.	122
Εικόνα 2.5: Απεικόνιση των καλλιεργούμενων εκτάσεων του Δήμου Τανάγρας από τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. με την χρήση του προγράμματος QGIS.	123
Εικόνα 2.6: Απεικόνιση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αμπελώνες (κόκκινο χρώμα) και ελαιώνες (πράσινο χρώμα) στον Δήμο Τανάγρας, από τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. με την χρήση του προγράμματος QGIS.	126
Εικόνα 2.7: Απεικόνιση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αμπελώνες (κόκκινο χρώμα) και ελαιώνες (πράσινο χρώμα) και των υποπεριοχών μελέτης Α, Β και Γ του Δήμου Τανάγρας, από τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. με την χρήση του προγράμματος QGIS.	127
Εικόνα 3.1: Φωτογραφία της τοποθεσίας των παραγωγικών μονάδων της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας, στην Σίνδο Θεσσαλονίκης και στην Ριτσώνα Βοιωτίας από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.	140
Εικόνα 3.2: Φωτογραφία των εγκαταστάσεων του ζυθοποιείου στη Ριτσώνα Βοιωτίας από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.	141
Εικόνα 3.3: Χωροθέτηση των κτηριακών εγκαταστάσεων στα πλαίσια του νέου επενδυτικού σχεδίου, στις οποίες θα φιλοξενηθεί ο λέβητας βιομάζας και θα αποθηκεύεται η θρυμματισμένη υπολειμματική βιομάζα, που θα τον τροφοδοτεί με καύσιμο.	152

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1: Μηνιαίες ηλεκτρικές καταναλώσεις με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου	48
Διάγραμμα 1.2: Μηνιαίες θερμικές καταναλώσεις με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Καυσίμου Μαζούτ στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο.	50
Διάγραμμα 1.3: Μηνιαίες ηλεκτρικές καταναλώσεις με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα.	52

Διάγραμμα 1.4: Σχηματική απεικόνιση του επιμερισμού των ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	54
Διάγραμμα 1.5: Σχηματική απεικόνιση του επιμερισμού των θερμικών καταναλώσεων του καυσίμου ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	55
Διάγραμμα 1.6: Απεικόνιση του επιμερισμού των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων, εκφρασμένες σε τιμές πρωτογενούς ενέργειας, ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	56
Διάγραμμα 1.7: Σχηματική απεικόνιση του επιμερισμού των ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	59
Διάγραμμα 1.8: Σχεδιασμός της γραμμής βάσης της ηλεκτρικής ενέργειας με δύο παραμέτρους και στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	68
Διάγραμμα 1.9: Σχεδιασμός της γραμμής βάσης της θερμικής ενέργειας με μία παράμετρο (βαθμοημέρες) στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	69
Διάγραμμα 1.10: Σχεδιασμός της γραμμής βάσης της ηλεκτρικής ενέργειας με μία παράμετρο στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	70
Διάγραμμα 1.11: Σχηματική απεικόνιση των ποσοστών εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας έπειτα από την εφαρμογή εκάστης προτεινόμενης παρέμβασης ενεργειακής αναβάθμισης στη μονάδα στο Μαρκόπουλο Αττικής.	80
Διάγραμμα 1.12: Σχηματική απεικόνιση των ποσοστών εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, έπειτα από την εφαρμογή εκάστης προτεινόμενης παρέμβασης ενεργειακής αναβάθμισης στη μονάδα στο Μαρκόπουλο Αττικής.	91
Διάγραμμα 1.13: Διαμόρφωση της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας σε κάθε μονάδα του οινοποιείου, έπειτα από την εφαρμογή των μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης.	92
Διάγραμμα 1.14: Γραφική απεικόνιση του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) και των αποκλίσεων από την κατάσταση αναφοράς για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας, στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.	100
Διάγραμμα 1.15: Διαγραμματική απεικόνιση της επί τοις % μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται κατά 10% κάθε είδους κόστους, ανά ένα κάθε φορά.	101
Διάγραμμα 1.16: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του επιτοκίου προεξόφλησης.	102
Διάγραμμα 1.17: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του πληθωρισμού.	103
Διάγραμμα 1.18: Διαγραμματική απεικόνιση της επί τοις % μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται κατά 10% κάθε είδους κόστους, ανά ένα κάθε φορά.	104
Διάγραμμα 1.19: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του επιτοκίου προεξόφλησης.	104
Διάγραμμα 1.20: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του πληθωρισμού.	105
Διάγραμμα 1.21: Διαγραμματική απεικόνιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας στο Σενάριο 4, βάσει της 1 ^{ης} προσέγγισης, για τις μεταβλητές του κόστους λειτουργίας και συντήρησης, του προεξοφλητικού επιτοκίου και του πληθωρισμού.	106

Διάγραμμα 1.22: Διαγραμματική απεικόνιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας στο Σενάριο 4, βάσει της 2 ^{ης} προσέγγισης, για τις μεταβλητές του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας, του κόστους καυσίμου, του προεξοφλητικού επιτοκίου και του πληθωρισμού.	106
Διάγραμμα 1.23: Γραφική απεικόνιση του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) και των αποκλίσεων από την κατάσταση αναφοράς για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας, στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	109
Διάγραμμα 1.24: Διαγραμματική απεικόνιση της επί τοις % μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται κατά 10% κάθε είδους κόστους, ανά ένα κάθε φορά.	111
Διάγραμμα 1.25: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του επιτοκίου προεξόφλησης.	111
Διάγραμμα 1.26: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του πληθωρισμού.	112
Διάγραμμα 1.27: Διαγραμματική απεικόνιση της επί τοις % μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται κατά 10% κάθε είδους κόστους, ανά ένα κάθε φορά.	113
Διάγραμμα 1.28: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του επιτοκίου προεξόφλησης.	113
Διάγραμμα 1.29: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του πληθωρισμού.	114
Διάγραμμα 1.30: Διαγραμματική απεικόνιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας στο Σενάριο 5, βάσει της 1 ^{ης} προσέγγισης, για τις μεταβλητές του κόστους λειτουργίας και συντήρησης, του προεξοφλητικού επιτοκίου και του πληθωρισμού.	115
Διάγραμμα 1.31: Διαγραμματική απεικόνιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας στο Σενάριο 5, βάσει της 2 ^{ης} προσέγγισης, για τις μεταβλητές του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας, του προεξοφλητικού επιτοκίου και του πληθωρισμού.	115
Διάγραμμα 2.1: Απεικόνιση των ποσοστών συγκέντρωσης των καλλιεργειών σε αμπέλια και ελιές για κάθε υποπεριοχή μελέτης, ανάλογα με την ακτίνα εξέτασης.	128
Διάγραμμα 2.2: Απεικόνιση της ποσότητας υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων για κάθε υποπεριοχή μελέτης, ανάλογα με την ακτίνα εξέτασης.	130
Διάγραμμα 2.3: Απεικόνιση του ενεργειακού περιεχομένου των αγροτικών κλαδεμάτων από αμπέλια και ελιές με υγρασία 20% για κάθε υποπεριοχή και ακτίνα μελέτης.	136
Διάγραμμα 2.4: Απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του ενεργειακού περιεχομένου των αγροτικών κλαδεμάτων από αμπέλια και ελιές με υγρασία 20%.	137
Διάγραμμα 2.5: Διάγραμμα Gantt με την απεικόνιση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας για τη διαχείριση της υπολειμματικής βιομάζας.	137
Διάγραμμα 3.1: Απεικόνιση της ωφέλιμης θερμικής ενέργειας, που απαιτήθηκε για τη λειτουργία του ζυθοποιείου στη Ριτσώνα, κατά το έτος 2019.	145
Διάγραμμα 3.2: Απεικόνιση της μεταβολής των μεγεθών Θερμοκρασίας - Θερμότητας για το θερμό και το ψυχρό ρεύμα του εναλλάκτη θερμότητας.	160
Διάγραμμα 3.3: Διάγραμμα Gantt για την απεικόνιση της περιόδου λειτουργίας κάθε δραστηριότητας, που λαμβάνει χώρα στα πλαίσια του νέου επενδυτικού σχεδίου.	162

Διάγραμμα 4.1: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για το ειδικό κόστος διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας.	179
Διάγραμμα 4.2: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για την τιμή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας.	180
Διάγραμμα 4.3: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για την τιμή πώλησης της παραγόμενης θερμικής ενέργειας.	181
Διάγραμμα 4.4: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για την τιμή πώλησης του παραγόμενου προϊόντος υψηλής προστιθέμενης αξίας (Σκόνη Κρεμμυδιού).	182
Διάγραμμα 4.5: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για το επιτόκιο αναγωγής.	183
Διάγραμμα 4.6: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για όλες τις κρίσιμες μεταβλητές του επενδυτικού σχεδίου.	183

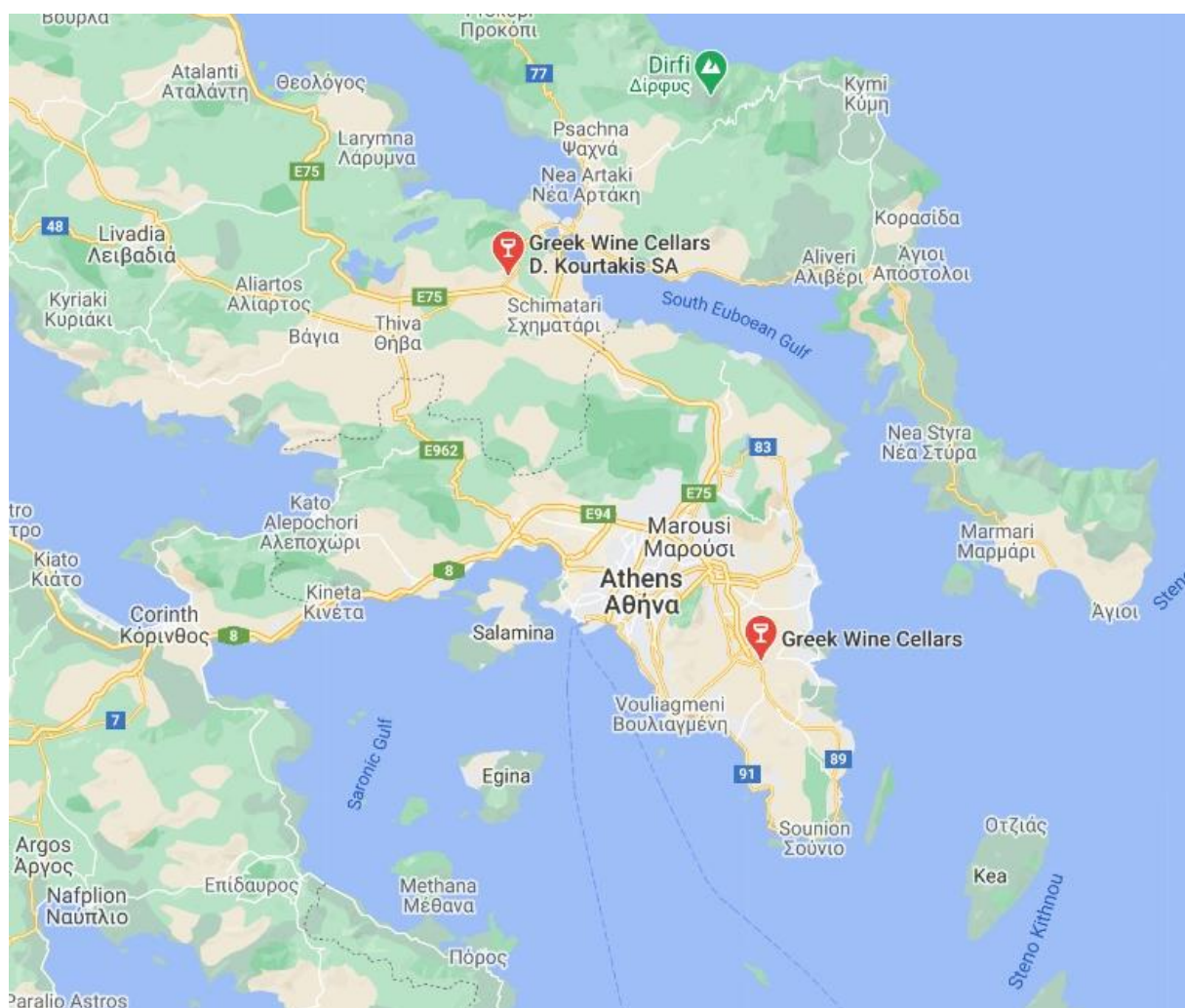
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	29
Σχήμα 1.2: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	38
Σχήμα 1.3: Διάγραμμα Sankey των καταναλώσεων του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.	57
Σχήμα 1.4: Σχηματική απεικόνιση σε περιβάλλον AutoCad της χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών στοιχείων στις στέγες των κτηριακών εγκαταστάσεων στο Μαρκόπουλο Αττικής.	77
Σχήμα 1.5: Σχηματική απεικόνιση σε περιβάλλον AutoCad της χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο δώμα των κτηριακών εγκαταστάσεων στη Ριτσώνα Βοιωτίας.	88
Σχήμα 1.6: Βήματα Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA)	93
Σχήμα 2.1: Σχηματική απεικόνιση της εξεταζόμενης περιοχής ανάλογα με την ακτίνα μελέτης και παρουσίαση των πρόσθετων ποσοστών συγκέντρωσης των αμπελώνων (κόκκινο χρώμα) και των ελαιώνων (πράσινο χρώμα) των διαγραμμισμένων δακτυλίων, υπολογισμένων ως προς την περιοχή των 5 km, για κάθε υποπεριοχή Α, Β & Γ.	129
Σχήμα 2.2: Σχηματική απεικόνιση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας της βιομάζας.	131
Σχήμα 3.1: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του ζυθοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.	142
Σχήμα 3.2: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας μεταποίησης, στα πλαίσια του επενδυτικού σχεδίου.	157
Σχήμα 3.3: Σχηματική απεικόνιση των δραστηριοτήτων και των λειτουργιών, που λαμβάνουν χώρα στα πλαίσια του νέου επενδυτικού σχεδίου.	161
Σχήμα 3.4: Διάγραμμα Sankey για τη λειτουργία του λέβητα καύσης βιομάζας.	162
Σχήμα 4.1: Αποτελέσματα των δεικτών NPV, IRR και ετών απόσβεσης από την οικονομική ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου με τη μέθοδο των ίσων τοκοχρεολυσίων.	177

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ

1.1 Παρουσίαση του οινοποιείου και περιγραφή της λειτουργίας του

Στόχος της εργασίας είναι ο ενεργειακός έλεγχος του οινοποιείου μέσης παραγωγής «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.» στα πλαίσια του οποίου, καταγράφονται οι συνολικές καταναλώσεις σε ενέργεια, τόσο για τη λειτουργία των κτηριακών εγκαταστάσεων όσο και του μηχανολογικού εξοπλισμού, και προτείνονται τρόποι ενεργειακής αναβάθμισης της επιχείρησης. Οι εγκαταστάσεις του οινοποιείου τοποθετούνται σε δύο διαφορετικές περιοχές. Η έδρα της εταιρείας όπου στεγάζονται οι κεντρικές υπηρεσίες, τα εμφιαλωτήρια και οι αποθήκες έτοιμων προϊόντων βρίσκεται στο Μαρκόπουλο Αττικής, ενώ το οινοποιείο όπου επιτελούνται όλες οι διεργασίες της οινοποίησης τοποθετείται στην Ριτσώνα Βοιωτίας (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1: Φωτογραφία των δύο τοποθεσιών του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας και στο Μαρκόπουλο Αττικής από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.
(Πηγή: Google Earth)

1.1.1 Ιστορική αναδρομή της επιχείρησης

Η πρώτη εταιρεία της οικογένειας Κουρτάκη ιδρύθηκε το 1895, έχοντας ως επίκεντρο των εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων της το κέντρο της Αθήνας, ενώ των οινοπαραγωγικών δραστηριοτήτων της το Μαρκόπουλο Μεσογείων. Στην αρχή, το εμπόριο και η διανομή των κρασιών πραγματοποιούνταν με βαρέλια στην Αθήνα και σε γειτονικά νησιά. Ωστόσο, το πρώτο μεγάλο βήμα δεν άργησε να γίνει καθώς λίγα χρόνια μετά την ίδρυση της εταιρείας εντάχθηκε στις δραστηριότητες του οινοποιείου η εμφιάλωση, η οποία έδωσε το «πράσινο φως» στην εμπορία των εμφιαλωμένων κρασιών της επιχείρησης και επέκτεινε τη διανομή τους σε ολόκληρη την Ελλάδα.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, μετά από απόφαση της εταιρείας να διαφοροποιηθεί από την παραγωγή της ρετσίνας και να παρουσιάσει μια ευρεία γκάμα νέων οίνων καλής ποιότητας, δημιουργήθηκε το οινοποιείο στη Ριτσώνα Βοιωτίας, το οποίο καταλαμβάνει έκταση 33 στρεμμάτων. Κύριος στόχος του συγκεκριμένου οινοποιείου είναι η συνεχής βελτίωση των παραγόμενων οίνων μέσα από την εφαρμογή πρωτοπόρων μεθόδων και σύγχρονων οινικών τεχνολογιών. Κατά τη διάρκεια του τρυγητού, η ημερήσια δυνατότητα παραλαβής και κατεργασίας ανέρχεται περίπου σε 800.000 kg σταφυλιού, με μηχανισμούς πίεσης τελευταίας τεχνολογίας, ενώ η συνολική χωρητικότητα του οινοποιείου υπερβαίνει τα 150.000 hl.

Στο πέρασμα των χρόνων, η οικογενειακή επιχείρηση πραγματοποίησε ραγδαία ανάπτυξη και προχώρησε σε πρωτοποριακές συνεργασίες με άλλα οινοποιεία στην Πελοπόννησο, την Κρήτη και την Μακεδονία, εμπλουτίζοντας τη συλλογή των κρασιών της με παραδοσιακά αποστάγματα και δίνοντας έμφαση στη διάθεση των προϊόντων της σε αγορές του εξωτερικού. Ορόσημο για την πορεία της εταιρείας αποτελεί το 2000, όταν άλλαξε την επωνυμία της σε «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.».

Ωστόσο, η «καρδιά» της επιχείρησης συνεχίζει να βρίσκεται στο Μαρκόπουλο Αττικής. Αποτελεί την έδρα της εταιρείας στην οποία διενεργούνται οι διοικητικές υπηρεσίες, φιλοξενούνται οι εγκαταστάσεις που είναι υπεύθυνες για την εμφιάλωση και την συσκευασία, και συνιστά την αφετηρία για τη διάθεση και τη διακίνηση των προϊόντων της προς την εγχώρια αγορά και το εξωτερικό.

1.1.2 Γενική περιγραφή των εγκαταστάσεων του οινοποιείου

Η έδρα της επιχείρησης «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.» βρίσκεται στο Μαρκόπουλο Αττικής και πιο συγκεκριμένα στο 90° οικοδομικό τετράγωνο της περιοχής. Πρόκειται για αρκετά παλιό οικισμό που ξεχωρίζει για το εξαιρετικά γόνιμο έδαφος του και την ανάπτυξη πληθώρας ποιοτικών καλλιεργειών, με σημαντικότερες τα αμπέλια, τις ελιές και τις φιστικιές. Το Μαρκόπουλο γνώρισε μεγάλη οικιστική και πολεοδομική ανάπτυξη έπειτα από τα έργα που πραγματοποιήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004, χάνοντας τον έντονα αγροτικό του χαρακτήρα και συνιστώντας πια μία σύγχρονη κωμόπολη με αυξημένους ρυθμούς αστικοποίησης.

Οι εγκαταστάσεις του οινοποιείου τοποθετούνται στο βορειοδυτικό τμήμα του οικισμού και περιβάλλονται από οικόπεδα με κατοικίες και βιομηχανικά κτήρια. Το οινοποιείο καταλαμβάνει έκταση 28 στρεμμάτων και διαθέτει χώρους γραφείων 1.200 m², στεγασμένους και υπαίθριους αποθηκευτικούς χώρους με επιφάνεια 6.000 m² και 3.225 m² αντίστοιχα, εγκαταστάσεις όπου φιλοξενείται ο μηχανολογικός εξοπλισμός για την εμφιάλωση του οίνου, καθώς και ελεύθερους χώρους φορτοεκφόρτωσης των απαιτούμενων υλών και προϊόντων (Εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2: Φωτογραφία των εγκαταστάσεων του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth. (Πηγή: Google Earth)

Η παραλαβή της πρώτης ύλης (νωπά σταφύλια) και οι διεργασίες οινοποίησης για την παραγωγή του τελικού προϊόντος (λευκός, ροζέ και ερυθρός οίνος) λαμβάνουν χώρα στις εγκαταστάσεις που βρίσκονται στην Ριτσώνα Βοιωτίας. Πρόκειται για γεωγραφική περιοχή στα ανατολικά της επαρχίας Θηβών του νομού Βοιωτίας με αρκετούς αμπελώνες, μεγάλες οινοπαραγωγικές μονάδες, και αρκετά εργοστάσια, τα περισσότερα εκ των οποίων βρίσκονται στην παρακείμενη Εθνική Οδό Αθηνών-Λαμίας. Δεν συνιστά οικισμό καθώς είναι ελάχιστα τα κτίσματα με χρήσης κατοικίας, αλλά αποτελεί ζώνη με αγροτικό και βιομηχανικό ενδιαφέρον.

Το οινοποιείο εκτείνεται σε ιδιόκτητο οικόπεδο επιφάνειας 20 στρεμμάτων και διαθέτει χώρους παραλαβής και κατεργασίας μεγάλης ποσότητας σταφυλιών, χώρους πιεστηρίων, χώρους επεξεργασίας του οίνου στην οποία λαμβάνουν μέρος διάφορες σύγχρονες τεχνολογίες οινοποίησης, καθώς και στεγασμένους χώρους δεξαμενών με σκοπό την φύλαξη, ή και την παλαίωση των κρασιών έως ότου φτάσει η στιγμή της εμφιάλωσης, οπότε μεταφέρονται στα εμφιαλωτήρια Μαρκοπούλου (Εικόνα 1.3).



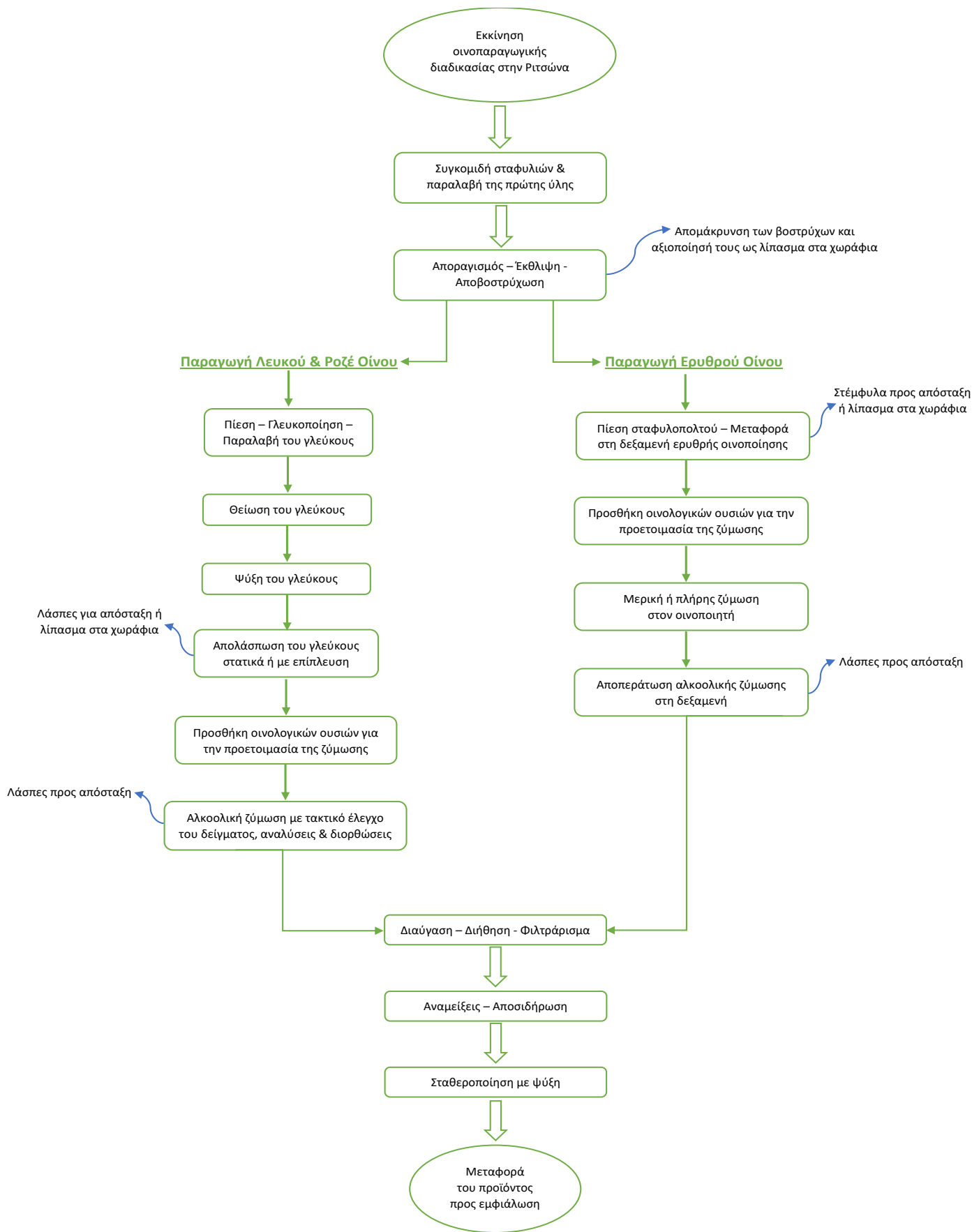
*Εικόνα 1.3: Φωτογραφία των εγκαταστάσεων του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.
(Πηγή: Google Earth)*

1.1.3 Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του οινοποιείου

Ο οίνος συνιστά αναπόσπαστο κομμάτι της ελληνικής κληρονομιάς, της παράδοσης, των εθίμων αλλά και της μεσογειακής διατροφής. Από την αρχαιότητα μέχρι και τον χριστιανισμό η άμπελος και το κρασί θεωρούνται ευλογημένα δώρα προς τον άνθρωπο και αποτελούν απαραίτητο αγαθό σε εορτές και εκδηλώσεις. Η σπουδαιότητα του οίνου στην ιστορία και τη ζωή του ανθρώπου είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη τόσο της αμπελουργίας όσο και των τεχνολογιών οινοποίησης. Με στόχο την παραγωγή ποιοτικών οίνων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σε γεύση και άρωμα, οι οινοπαραγωγοί έχουν προσανατολισθεί στον εμπλουτισμό της γνώσης και στην εξέλιξη των διεργασιών παραγωγής κρασιού. Το οινοποιείο «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.», με γνώμονα την ποιότητα, την ποικιλία και τον εκσυγχρονισμό της παραγωγικής διαδικασίας του οίνου, εφαρμόζει μία συγκεκριμένη σειρά από διεργασίες παραγωγής και εμφιάλωσης του κρασιού, οι οποίες πληρούν τις απαιτήσεις των προτύπων και των κανονισμών οινοποίησης.

1.1.3.1 Περιγραφή των διεργασιών παραγωγής οίνου – Εγκαταστάσεις Ριτσώνας

Η οινοπαραγωγική μονάδα που βρίσκεται στην περιοχή της Ριτσώνας αποτελεί την αφετηρία για την επίτευξη του επιθυμητού στόχου, που είναι η παραγωγή ποιοτικού οίνου διαφόρων ποικιλιών. Στις εν λόγω εγκαταστάσεις πραγματοποιείται η παραλαβή της πρώτης ύλης και επιτελούνται οι απαραίτητες διεργασίες για την ωρίμανση, την σταθεροποίηση και την τυποποίηση του επιδιωκόμενου προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα, το διάγραμμα ροής των παραγωγικών διαδικασιών ακολουθεί την παρακάτω σειρά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1.



Σχήμα 1.1: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του οينوποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας. (Πηγή: πρωτότυπο)

- **Συγκομιδή**

Πριν από την έναρξη του τρυγητού, ο υπεύθυνος του ποιοτικού ελέγχου του οινοποιείου ελέγχει ανά τακτά χρονικά διαστήματα τους αμπελώνες και την κατάσταση ωρίμανσης των σταφυλιών, παρέχοντας τις προβλεπόμενες οδηγίες συγκομιδής στους παραγωγούς για τους αντίστοιχους ελέγχους. Εφόσον παρατηρηθεί προσβολή των σταφυλιών από φαιά σήψη, απαγορεύεται η συγκομιδή τους. Αρμόδιος για τον έλεγχο της τεχνολογικής ωριμότητας του σταφυλιού είναι ο Οινολόγος.

- **Μεταφορά της πρώτης ύλης**

Έπειτα από την συγκομιδή των σταφυλιών πραγματοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή η συσκευασία και η μεταφορά τους. Τα σταφύλια τοποθετούνται σε καλώς αεριζόμενα πλαστικά τελάρα, μεσαίας περιεκτικότητας, με σκοπό να εξασφαλίζεται η ποιότητα της πρώτης ύλης. Η μεταφορά των σταφυλιών χωρίς συσκευασία αποφεύγεται, καθώς επιφέρει την έκθεση της πρώτης ύλης σε κίνδυνο και κατά συνέπεια την πιθανή υποβάθμιση του τελικού προϊόντος. Αρμόδιοι για τη μεταφορά των σταφυλιών στο οινοποιείο είναι οι παραγωγοί.

- **Παραλαβή της πρώτης ύλης**

Ο υπεύθυνος της παραλαβής του σταφυλιού ελέγχει την ποιοτική επάρκεια της πρώτης ύλης και δηλώνει στο δελτίο αποστολής κάθε μεταφοράς τον αριθμό του αμπελοτεμαχίου προέλευσης των σταφυλιών και τον βαθμό μωμέ τους. Στην περίπτωση που η ποιότητα του προϊόντος παραλαβής κριθεί κατάλληλη, τα τελάρα με τα σταφύλια ξεφορτώνονται στον κατάλληλο χώρο υποδοχής του σταφυλιού (σταφυλοδόχος) και οδηγούνται στην έκθλιψη. Σε αντίθετη περίπτωση, τα σταφύλια είτε παραλαμβάνονται και διαλέγονται από το προσωπικό είτε απομακρύνονται από το οινοποιείο. Αρμόδιος για την παραλαβή του σταφυλιού είναι ο υπεύθυνος ζύγισης.

- **Αποβοστρύχωση**

Η απομάκρυνση του ξυλώδους μέρους του σταφυλιού (βόστρυχας) ονομάζεται αποβοστρύχωση και απαιτεί κατάλληλο εξοπλισμό, που καλείται εκραγιστήριο. Πρόκειται, ουσιαστικά, για την πρώτη διεργασία με στόχο την παραγωγή του οίνου, η οποία λαμβάνει χώρα στο κτήριο της παραλαβής – έκθλιψης – πιεστηρίων και διαρκεί περίπου 20 ημέρες τον χρόνο, περίοδος που εξαρτάται τόσο από την δυναμικότητα της πρώτης ύλης όσο και από την επιθυμητή ποσότητα του τελικού προϊόντος. Η μεταφορά των σταφυλιών στο εκραγιστήριο γίνεται μηχανικά με τη βοήθεια κοχλίας. Κατά την διάρκεια του απορραγισμού διενεργείται οπτικός έλεγχος, προκειμένου να παρακολουθείται συνεχώς ο ορθός διαχωρισμός των ραγών από τους βοστρύχους. Οι βόστρυχοι που συλλέγονται από το εκραγιστήριο απομακρύνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα σε κατάλληλο χώρο συλλογής τους για περαιτέρω διάθεση (συνήθως ως λίπασμα σε αγρούς). Αρμόδιος για την διαδικασία της αποβοστρύχωσης είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής, υπό την εποπτεία του οινολόγου.

- **Έκθλιψη**

Η έκθλιψη αποτελεί συνέχεια της αποβοστρύχωσης και λαμβάνει χώρα στο θλιπτήριο, το οποίο είναι εγκατεστημένο σε σειρά με το εκραγιστήριο, ώστε η έκθλιψη των ραγών να επιτελείται αμέσως μετά τον απορραγισμό και σε μικρό χρονικό διάστημα. Η μεταφορά των ραγών στο θλιπτήριο πραγματοποιείται αυτόματα μετά την έξοδο τους από το εκραγιστήριο. Η ρύθμιση της έκθλιψης επιτυγχάνεται με την ρύθμιση της απόστασης των κυλίνδρων του θλιπτηρίου. Ο χυμός, οι ράγες και τα διάφορα τμήματα αυτών μετά την έκθλιψη αποτελούν τον σταφυλοπολτό, ο οποίος ανάλογα με το είδος οινοποίησης μεταφέρεται είτε σε πιεστήριο είτε σε οινοποιητή. Η διαδικασία της έκθλιψης διαρκεί περίπου 20 ημέρες το έτος και αρμόδιος για την ορθή εφαρμογή της είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής, υπό την εποπτεία του οινολόγου.

Για την παραγωγή του **λευκού οίνου**, η έκθλιψη ακολουθείται από τις παρακάτω διεργασίες:

- **Πίεση – Παραλαβή του γλεύκους**

Πρόκειται για διαδικασία που επιτελείται στο πιεστήριο και έχει στόχο την παραλαβή του γλεύκους από τον σταφυλοπολτό, μέσω της άσκησης πίεσης σε αυτόν. Ο χρόνος και ο τρόπος λειτουργίας του πιεστηρίου καθορίζεται από τον υπεύθυνο παραγωγής και τον υπεύθυνο οινολόγο και εξαρτάται τόσο από την παραληφθείσα πρώτη ύλη, όσο και από τις προδιαγραφές του παραγόμενου τελικού προϊόντος. Σε γενικά πλαίσια, η συνήθης διάρκεια λειτουργίας του πιεστηρίου ανέρχεται σε 20 ημέρες ετησίως. Η παραλαβή της μέγιστης επιτρεπόμενης ποσότητας γλεύκους επιτυγχάνεται συνήθως με 2 έως 4 πιέσεις. Έπειτα, ο κάδος του πιεστηρίου εκκενώνεται και το γλεύκος που παραλαμβάνεται από το πιεστήριο μεταφέρεται, με τη βοήθεια αντλίας, σε ψυχόμενη ανοξειδωτή δεξαμενή, όπου αποθηκεύεται ώστε να ακολουθήσει η διαδικασία της απολάσπωσης. Αρμόδιος για την διαδικασία της πίεσης και της παραλαβής του γλεύκους είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής, υπό την εποπτεία του οινολόγου.

- **Θείωση**

Η θείωση είναι η προσθήκη επαρκούς ποσότητας αερίου διοξειδίου του θείου στο γλεύκος και επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλου εξοπλισμού, που διασφαλίζει την ακριβή ποσοτική μέτρηση. Η ποσότητα του διοξειδίου του θείου, που προστίθεται, εξαρτάται από την πρώτη ύλη και το τελικό προϊόν, και καθορίζεται από τον υπεύθυνο ποιοτικού ελέγχου. Η θείωση λαμβάνει χώρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και συνοδεύεται από την επαρκή ανακύκλωση του γλεύκους χωρίς αερισμό, με στόχο την ομοιογενή διασπορά του διοξειδίου του θείου. Η διαδικασία της ανακύκλωσης του γλεύκους επαναλαμβάνεται σε κάθε εφαρμογή θείωσης. Αρμόδιος για την θείωση του γλεύκους είναι ο υπεύθυνος οινολόγος.

- **Ψύξη γλεύκους για απολάσπωση**

Το γλεύκος παραμένει σε ειδική ανοξειδωτή δεξαμενή, η οποία ψύχεται με τη βοήθεια ψυκτικού συστήματος. Η θερμοκρασία ψύξης της δεξαμενής, ο χρόνος παραμονής του γλεύκους υπό ψύξη και η προσθήκη διάφορων οινολογικών ουσιών και θειώδους ανυδρίτη προσδιορίζονται από τον υπεύθυνο παραγωγής και εξαρτώνται από την πρώτη ύλη και από το επιθυμητό τελικό προϊόν. Η ψύξη του γλεύκους εφαρμόζεται ιδιαίτερα στην περίοδο της μουστιάς, δηλαδή 20 ημέρες τον χρόνο, και όποτε χρήζει ανάγκης μέσα στο έτος. Εκτιμάται ότι η συνολική διάρκεια λειτουργίας του ψυκτικού συγκροτήματος γλυκόλης είναι γύρω στις 25 ημέρες ετησίως. Αρμόδιος για την ψύξη του γλεύκους είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής υπό την καθοδήγηση του οινολόγου.

- **Απολάσπωση**

Η απολάσπωση του γλεύκους επιτυγχάνεται με δύο τρόπους, την στατική απολάσπωση και την απολάσπωση με επίπλευση. Στην στατική απολάσπωση, τα στερεά αιωρήματα του γλεύκους συσσωρεύονται στον πυθμένα της δεξαμενής, κατά την διάρκεια της παραμονής του γλεύκους σε ψύξη. Το διαυγές γλεύκος οδηγείται σε δεξαμενή ζύμωσης και οι λάσπες σε δεξαμενές ανάκτησης υγρών (γλεύκους) μέσω φίλτρου κενού. Στην απολάσπωση με επίπλευση, το γλεύκος οδηγείται από τα πιεστήρια σε συγκεκριμένες δεξαμενές πλησίον της συσκευής επίπλευσης. Η συσκευή επίπλευσης διαβιβάζει διάλυμα ζελατίνης, αραιό πολτό μπεντονίτη και αέριο άζωτο εντός της δεξαμενής, με αποτέλεσμα οι λάσπες να ανέρχονται στην επιφάνεια και να επιπλέουν. Μέσω του κρουνού του πυθμένα της δεξαμενής, το διαυγές γλεύκος οδηγείται πρώτο σε δεξαμενή ζύμωσης και έπειτα οι λάσπες σε δεξαμενές ανάκτησης υγρών (γλεύκους) μέσω φίλτρου κενού. Η απολάσπωση του γλεύκους διαρκεί περίπου 20 – 25 ημέρες ετησίως και επιτηρείται από τον υπεύθυνο παραγωγής.

- **Προετοιμασία ζύμωσης**

Το απολασπωμένο γλεύκος μεταφέρεται σε ανοξειδωτή δεξαμενή με δυνατότητα ψύξης χωρίς να εξαντλείται η πληρότητα της δεξαμενής, προκειμένου να αποφευχθεί η απόχυση του γλεύκους κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Παράλληλα, διενεργούνται χημικές αναλύσεις και μικροβιολογικές εξετάσεις στο γλεύκος, με στόχο να ελεγχθούν κάποιες βασικές παράμετροι και να αποφασισθεί η προσθήκη ή μη οινολογικών ουσιών πριν από την έναρξη της ζύμωσης του γλεύκους. Η προσθήκη οινολογικών ουσιών, όταν αυτή χρειάζεται, γίνεται στην δεξαμενή όπου βρίσκεται το γλεύκος και υπάρχει δυνατότητα ανάδευσης ή ανακυκλοφορίας, για την ομαλή ομοιογενοποίηση του γλεύκους. Οι οινολογικές ουσίες διαλύονται σε νερό σύμφωνα με τις οδηγίες του παρασκευαστή. Αρμόδιος για την προετοιμασία της ζύμωσης είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής και ο υπεύθυνος οινολόγος.

- **Ζύμωση**

Η παρακολούθηση της αλκοολικής ζύμωσης αποτελεί σημαντική αρμοδιότητα για το αποτέλεσμα του τελικού προϊόντος και επιτυγχάνεται με τη βοήθεια χημικών αναλύσεων και μικροβιολογικών εξετάσεων, που εκπονούνται στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου. Η δεξαμενή, στην οποία λαμβάνει χώρα η αλκοολική ζύμωση, ελέγχεται συνεχώς ως προς τη θερμοκρασία της, η οποία πρέπει να παραμένει σε καθορισμένα επίπεδα, τα οποία ορίζονται ανάλογα με το επιδιωκόμενο προϊόν (συνήθως 18 - 25 °C). Η παρακολούθηση των θερμοκρασιών γίνεται από τον πίνακα των ενδεικτικών θερμομέτρων των δεξαμενών. Παράλληλα, ελέγχεται και η μείωση των σακχάρων, μέσω μετρήσεων του ειδικού βάρους ή της επί τοις εκατό (%) ποσότητας ζυμώσιμων σακχάρων. Η αλκοολική ζύμωση πραγματοποιείται, συνήθως, τις ημέρες του Σεπτεμβρίου και του Οκτωβρίου, ωστόσο, ο χρόνος που διαρκεί δεν είναι αυστηρά καθορισμένος, καθώς εξαρτάται από διάφορους φυσικούς, χημικούς και μικροβιολογικούς παράγοντες. Ο τακτικός χημικός έλεγχος δείγματος του ζυμούμενου γλεύκους κρίνεται αναγκαίος για τον προσδιορισμό της πορείας της αλκοολικής ζύμωσης. Αρμόδιος για την ζύμωση είναι ο υπεύθυνος οινολόγος.

Το τέλος της ζύμωσης καθορίζεται και επιβεβαιώνεται με την μέτρηση συγκεκριμένων χημικών παραμέτρων του γλεύκους από το εργαστήριο του ποιοτικού ελέγχου. Σε αυτό το στάδιο, πέραν των χημικών αναλύσεων, πραγματοποιείται οπτικός και οργανοληπτικός έλεγχος του τελικού γλεύκους. Με το πέρας της αλκοολικής ζύμωσης, στον πυθμένα της δεξαμενής ζύμωσης έχει συσσωρευτεί ποσότητα ιλύος, ενώ το υπερκείμενο προϊόν καλείται νέος οίνος.

Για την παραγωγή του **ερυθρού οίνου**, η έκθλιψη ακολουθείται από τις παρακάτω διεργασίες:

- **Μεταφορά του σταφυλοπολτού στον οινοποιητή – Δεξαμενή ερυθρής οινοποίησης**

Πρόκειται για την μεταφορά του σταφυλοπολτού σε μια ανοξείδωτη δεξαμενή, εφοδιασμένη με ειδικό σύστημα που επιτρέπει την εύκολη ανακύκλωση του γλεύκους επί της σταφυλόμαζας. Η πλήρωση του οινοποιητή με τον σταφυλοπολτό υλοποιείται μέσω της αντλίας προώθησης στερεών, από τα εκραγιστήρια, και ακολουθεί η περιστροφή κατά διαστήματα, τα οποία καθορίζει ο οινολόγος. Αρμόδιος για την μεταφορά του σταφυλοπολτού σε οινοποιητή – δεξαμενή ερυθρής οινοποίησης είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής.

- **Προετοιμασία ζύμωσης**

Προτού ξεκινήσει η διεργασία της ζύμωσης, ελέγχεται η θερμοκρασία της δεξαμενής, η οποία πρέπει να κυμαίνεται μέσα σε καθορισμένα όρια, και εξετάζεται η απαίτηση προσθήκης χημικών ή βιολογικών ουσιών, που ορίζονται με βάση την πρώτη ύλη και το επιθυμητό τελικό προϊόν. Η προσθήκη οινολογικών ή βιολογικών ουσιών, όταν αυτή χρειάζεται, πραγματοποιείται στην δεξαμενή ερυθρής οινοποίησης, όπου βρίσκεται ο σταφυλοπολτός, και υπάρχει δυνατότητα ανακυκλοφορίας με σκοπό την ομαλή ομοιογενοποίηση του γλεύκους.

Αρμόδιος για την προετοιμασία της ζύμωσης του γλεύκους μέσα στον οινοποιητή είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής.

- **Μερική ή πλήρης ζύμωση**

Ο χρόνος παραμονής της επαφής στεμφύλων και γλεύκους, που απαιτείται προκειμένου να προκύψει τελικά έγχρωμος οίνος, καθορίζει την χρονική επιλογή της ζύμωσης του γλεύκους σε μερική ή πλήρη. Ο προσδιορισμός αυτού του χρόνου γίνεται με γνώμονα την πρώτη ύλη (ερυθρά, ερυθρωπά, έντονα ερυθρά σταφύλια κ.λ.π.) και το επιθυμητό έγχρωμο τελικό προϊόν. Κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης, διενεργούνται χημικοί έλεγχοι στο γλεύκος και σύμφωνα με αυτούς προσδιορίζεται ο χρόνος απομάκρυνσης των στεμφύλων από το γλεύκος. Αρμόδιος για την μερική ή πλήρη ζύμωση του γλεύκους μέσα στον οινοποιητή είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής.

- **Μεταφορά του εν ζυμώσει γλεύκους σε δεξαμενή ζύμωσης**

Η μεταφορά του ζυμούμενου γλεύκους γίνεται με τη βοήθεια ειδικού τύπου αντλίας υγρών. Κατά την μεταφορά, απομακρύνεται από τον οινοποιητή μόνο το γλεύκος που βρίσκεται κάτω από τα στέμφυλα, ενώ εκείνα παραμένουν στον οινοποιητή, και όσο απομακρύνεται το γλεύκος κατεβαίνουν προς τον πυθμένα της δεξαμενής, λόγω βαρύτητας. Το γλεύκος μεταφέρεται από τον οινοποιητή σε ανοξειδωτή δεξαμενή ζύμωσης, στην οποία παραμένει για περίπου 20 ημέρες, ώσπου να αποπερατωθεί η αλκοολική ζύμωση. Τα στέμφυλα μεταφέρονται σε πιεστήριο, συμπιέζονται και διαχωρίζονται από τον εν ζυμώσει οίνο. Αρμόδιος για την μεταφορά του έγχρωμου γλεύκους σε δεξαμενή ζύμωσης είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής.

Και στις δύο περιπτώσεις οινοποίησης, είτε πρόκειται για λευκό κρασί είτε πρόκειται για ερυθρό οίνο, μετά την ζύμωση ακολουθούνται οι ίδιες διεργασίες.

- **Απολάσπωση του νέου οίνου**

Μετά το πέρας της ζύμωσης, η απομάκρυνση του νέου οίνου από την λάσπη του πραγματοποιείται με τη βοήθεια ειδικού τύπου αντλίας υγρών. Ο νέος οίνος απομακρύνεται από την δεξαμενή ζύμωσης και μεταφέρεται σε άλλη δεξαμενή, ενώ η οινολάσπη απομακρύνεται και συλλέγεται σε ξεχωριστό χώρο με σκοπό την περαιτέρω διάθεση της. Ο χρόνος επαφής του νέου οίνου με την οινολάσπη που έχει συσσωρευτεί στον πυθμένα της δεξαμενής ζύμωσης, καθορίζεται από τον υπεύθυνο παραγωγής και εξαρτάται από την πρώτη ύλη, από τις επεξεργασίες που έχει υποστεί και από το επιθυμητό τελικό προϊόν. Αρμόδιος για την απολάσπωση του νέου οίνου είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής.

- **Διαύγαση**

Αφότου πραγματοποιηθεί ο έλεγχος του οίνου ως προς τις χημικές, μικροβιολογικές και οργανοληπτικές παραμέτρους από το εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου, αποφασίζεται η πορεία που θα ακολουθηθεί με σκοπό την διαύγασή του. Συνηθίζεται η προσθήκη επιτρεπόμενων οινολογικών φυσικών ή χημικών ουσιών που θα δημιουργήσουν αιωρήματα μεγάλου ειδικού βάρους και θα συμπαρασύρουν κατά την πτώση τους στον πυθμένα της δεξαμενής τα αιωρήματα ή τα ευρισκόμενα σωματίδια κολλοειδούς μορφής, με στόχο την επίτευξη της διαύγειας του οίνου. Η προσθήκη των απαιτούμενων οινολογικών διαυγαστικών ουσιών λαμβάνει χώρα μέσα στη δεξαμενή, υπό συνεχή ανάδευση, για την ορθή διασπορά αυτών μέσα στον οίνο και σύμφωνα με τις επιμέρους οδηγίες του υπεύθυνου του ποιοτικού ελέγχου για κάθε διαυγαστική ουσία. Με στόχο την ομαλή ομοιογενοποίηση του οίνου, μετά από κάθε πιθανή προσθήκη των ουσιών διαύγασης γίνεται ανακυκλοφορία. Η διαδικασία της διαύγασης διενεργείται στο διάστημα μεταξύ των μηνών Δεκεμβρίου και Μαρτίου και διαρκεί περίπου 100 ημέρες. Αρμόδιος για αυτήν είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής, με έγγραφη οδηγία του οινολόγου.

- **Διήθηση – Φιλτράρισμα**

Έπειτα από τη διεργασία της διαύγασης, και για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα περίπου 150 ημερών, πραγματοποιείται φίλτρανση του οίνου μέσα από ειδικού τύπου φίλτρα, με σκοπό την κατακράτηση των αιωρούμενων και των κολλοειδών σωματιδίων. Για το φιλτράρισμα χρησιμοποιείται ειδικού τύπου συσκευή (φίλτρο γης διατομών), η οποία καθαρίζεται σχολαστικά πριν και μετά από κάθε χρήση. Η διαδικασία της διήθησης αφορά στη διάμετρο των σωματιδίων που συγκρατούνται στο φίλτρο, και καθορίζεται από το είδος των διαυγαστικών υλών που έχουν χρησιμοποιηθεί και από το επιδιωκόμενο τελικό προϊόν. Το διηθημένο προϊόν μεταφέρεται με αντλία υγρών ειδικού τύπου σε δεξαμενή αποθήκευσης. Αρμόδιος για την διήθηση του οίνου είναι ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής.

- **Αναμείξεις – Αποσιδήρωση**

Η επίτευξη του επιθυμητού τελικού προϊόντος καθορίζεται από χημικούς, φυσικούς και οργανοληπτικούς ελέγχους, που γίνονται στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου και υποδεικνύουν την επιλογή των οίνων που πρέπει να αναμειχθούν. Οι αναμείξεις των επιλεγμένων ποσοτήτων των διάφορων οίνων λαμβάνουν χώρα σε ανοξείδωτες δεξαμενές, στις οποίες μεταφέρονται από τους χώρους αποθήκευσής τους, με τη βοήθεια ειδικού τύπου αντλίας υγρών. Εφόσον, από τις χημικές αναλύσεις, προκύψει ανάγκη αποσιδήρωσης του οίνου, αυτή πραγματοποιείται με έγγραφη οδηγία και παρουσία του οινολόγου. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας, υλοποιείται χημικός έλεγχος.

- **Σταθεροποίηση με ψύξη**

Η σταθεροποίηση με ψύξη πραγματοποιείται στο ειδικά σχεδιασμένο ψυκτικό συγκρότημα Crystal – Flow και εφαρμόζεται στο διάστημα μεταξύ των μηνών Ιανουαρίου και Μαΐου, για περίπου 100 ημέρες. Αρμόδιοι για τη διαδικασία είναι ο οινολόγος και ο εργοδηγός υπεύθυνος παραγωγής.

- **Διακίνηση προϊόντων και υποπροϊόντων**

Η μεταφορά του παραγόμενου οίνου από την μονάδα οινοποίησης της Ριτσώνας Βοιωτίας στην μονάδα εμφιάλωσης και συσκευασίας του Μαρκόπουλου Αττικής διενεργείται με βυτιοφόρα από εγκεκριμένους μεταφορείς. Αρμόδιος για τη διακίνηση των προϊόντων είναι ο εργοδηγός, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την καταλληλότητα (υγιεινή) των βυτιοφόρων και την έκδοση των συνοδευτικών εγγράφων.

1.1.3.2 Περιγραφή των διαδικασιών εμφιάλωσης, συσκευασίας και αποθήκευσης – Εγκαταστάσεις Μαρκόπουλου

Οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται στην περιοχή του Μαρκόπουλου Αττικής, εκτός από τα γραφεία και τις κεντρικές υπηρεσίες του οινοποιείου, φιλοξενούν επιπλέον τα εμφιαλωτήρια και τις αποθήκες, όπου λαμβάνουν χώρα οι διαδικασίες συσκευασίας και αποθήκευσης του τελικού προϊόντος, με σκοπό τη διανομή τους σε όλα τα σημεία πώλησης. Οι διαδικασίες που επιτελούνται, από την στιγμή της άφιξης του βυτιοφόρου με τον παραγόμενο οίνο μέχρι τη διάθεση του επιθυμητού προϊόντος στον τελικό καταναλωτή, πραγματοποιούνται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και παρουσιάζουν την αλληλουχία του σχήματος 1.2.

- **Τελικό φιλτράρισμα του οίνου**

Με την έλευση του οίνου στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο, επαναλαμβάνεται η διαδικασία της διήθησης, όπως περιγράφηκε στην ενότητα 1.1.3.1. Η τελική διήθηση του οίνου πραγματοποιείται μέσα από ειδικού τύπου φίλτρα, με σκοπό την κατακράτηση των αιωρούμενων και κolloειδών σωματιδίων, τα οποία είτε διέφυγαν από το πρώτο φιλτράρισμα είτε εισχώρησαν στον οίνο κατά την μεταφορά. Το διηθημένο προϊόν μεταγγίζεται με αντλία υγρών ειδικού τύπου σε δεξαμενή, από την οποία συντελείται η τροφοδοσία της εμφιαλωτικής μηχανής με τη βοήθεια μίας αντλίας.

- **Προετοιμασία φιαλών**

Οι φιάλες που χρησιμοποιούνται για την εμφιάλωση του οίνου είναι είτε αχρησιμοποίητες είτε επαναχρησιμοποιούμενες, και προτού ξεκινήσει η πλήρωσή τους με το προϊόν, κινούνται στον διάδρομο αυτοκινούμενης αλυσίδας προς το πλυντήριο καθαρισμού. Οι θερμοκρασίες των υγρών καθαρισμού και έκπλυσης είναι της τάξης των 70°C - 75°C για τις επιστρεφόμενες φιάλες και των 40°C - 45°C για τις καινούργιες. Ο έλεγχος του επαρκούς καθαρισμού γίνεται

με διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης κατά την έξοδο των φιαλών από το πλυντήριο και συνοδεύεται με οπτικό έλεγχο σε κάθε τεμάχιο.

- **Πλήρωση φιαλών**

Αφότου οι φιάλες καθαρισθούν επαρκώς, μεταφέρονται αυτόματα στη γεμιστική συσκευή, όπου υλοποιείται η πλήρωσή τους μέχρι το επιθυμητό ύψος στον λαιμό της φιάλης. Την στιγμή που η φιάλη προσεγγίζει το γεμιστικό, εμβαπτίζεται αεροστεγώς σε αυτήν ακροφύσιο και με τη βοήθεια ελαφρού κενού πληρώνεται με οίνο. Όπου και όποτε κρίνεται αναγκαίο, είναι εφικτή η χρησιμοποίηση αδρανούς αερίου για την εκδίωξη του ατμοσφαιρικού αέρα, που εγκλωβίζεται στις φιάλες πριν την πλήρωσή τους με οίνο, και επιτυγχάνεται με την γεμιστική συσκευή. Αρμόδιος για τη διαδικασία της εμφιάλωσης είναι ο υπεύθυνος παραγωγής.

- **Σφράγιση φιαλών**

Κάθε φιάλη, που απομακρύνεται από τη γεμιστική συσκευή, κινείται προς τη μηχανή τοποθέτησης της τάπας, προκειμένου να σφραγιστεί με τον κατάλληλο τύπο πώματος, φελλού ή κυλινδρικού τύπου, το οποίο εξαρτάται από το επιθυμητό τελικό προϊόν. Κατά την επιλογή του πώματος, η ταπωτική μηχανή διαθέτει σύστημα σιαγόνων, με στόχο το στραγγάλισμα του πώματος, δηλαδή την σμίκρυνση της διαμέτρου του, και κατάλληλο έμβολο προκειμένου να το ωθήσει μέσα στην φιάλη. Με το πέρας του σφραγίσματος, οι φιάλες εγκαταλείπουν την ταπωτική μηχανή και κατευθύνονται προς την τοποθέτηση ετικετών ή και επιστομίων, όπου αυτή απαιτείται.

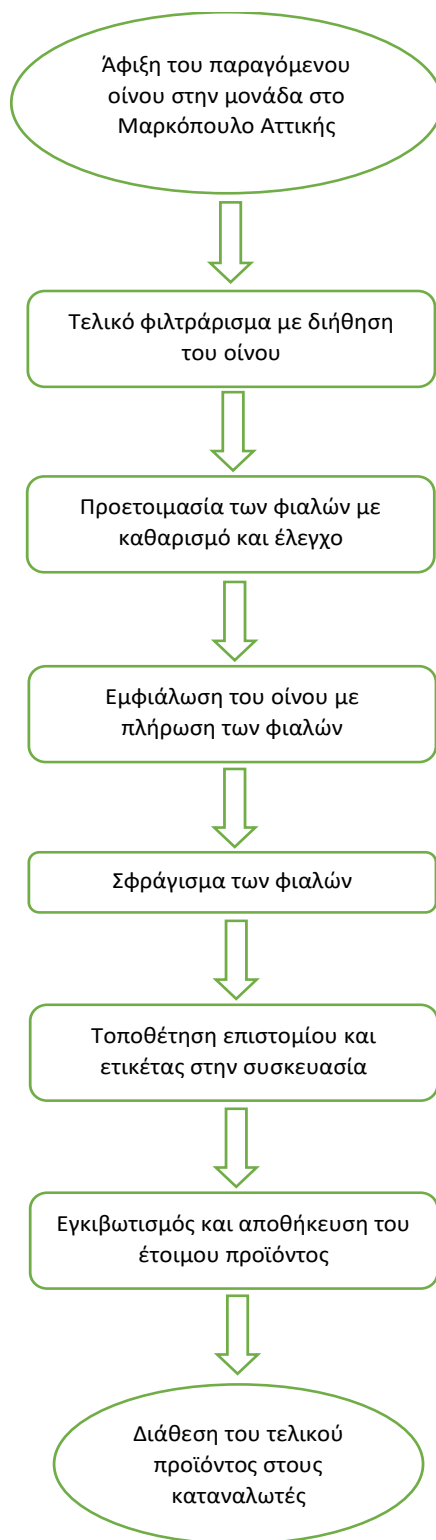
- **Τοποθέτηση επιστομίου (καψύλλιο) και ετικέτας**

Η διανομή και η τοποθέτηση των επιστομίων πραγματοποιείται με τη βοήθεια ειδικού τύπου συσκευής και αφορά στις φιάλες που έχουν σφραγιστεί με φελλό. Η εφαρμογή των πλαστικών επιστομίων γίνεται μέσω σήραγγας θέρμανσης, την στιγμή που το καψύλλιο τοποθετηθεί επάνω στο στόμιο της φιάλης. Παράλληλα, η επικόλληση της ετικέτας επάνω στη φιάλη γίνεται με την αντίστοιχη μηχανή ετικεταρίσματος. Αρμόδιος για την τοποθέτηση του επιστομίου και της ετικέτας σε κάθε φιάλη είναι ο υπεύθυνος παραγωγής.

- **Εγκιβωτισμός και αποθήκευση**

Μετά από την εμφιάλωση και την συσκευασία των φιαλών, ακολουθεί η τοποθέτησή τους σε κιβώτια και παλέτες, με σκοπό την παραμονή τους σε αποθηκευτικό χώρο σταθερής θερμοκρασίας μέχρις ότου μεταβούν στα σημεία ενδιαφέροντος. Οι φιάλες συσκευάζονται σε χάρτινα κιβώτια και ανάλογα με το τελικό προϊόν, τοποθετούνται με το στόμιο προς τα κάτω, προκειμένου ο φελλός να βρίσκεται μόνιμα σε επαφή με το κρασί. Τα συσκευασμένα κιβώτια, αφού τοποθετηθούν σε παλέτες, δύνανται να περιτυλιχθούν με ειδική πλαστική μεμβράνη υψηλής αντοχής.

Το διάγραμμα ροής για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων στο Μαρκόπουλο Αττικής έχει ετήσια εφαρμογή και αντιστοιχεί περίπου σε 250 ημέρες. Σημειώνεται ότι, ανάλογα με την τάση της αγοράς, τη διακύμανση του ενδιαφέροντος των καταναλωτών για τα προϊόντα της επιχείρησης καθώς και το πλήθος των παραγγελιών, διαφοροποιείται ο χρόνος λειτουργίας των τμημάτων και κατά συνέπεια, καθίσταται αδύνατος ο ακριβής προσδιορισμός των ωρών λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού και των διάφορων τμημάτων.



Σχήμα 1.2: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

1.2 Ενεργειακός έλεγχος του οινοποιείου

Ο ενεργειακός έλεγχος επικεντρώνεται στον οργανωμένο, συστηματικό έλεγχο και στην ανάλυση της χρήσης και της κατανάλωσης ενέργειας σε μία μονάδα, ένα κτήριο ή ένα σύστημα. Ο κύριος στόχος του είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός των ενεργειακών ροών, η αξιολόγηση της απόδοσης του ενεργειακού σχεδιασμού τόσο των εγκαταστάσεων όσο και των λειτουργιών, και ο εντοπισμός κατάλληλων επεμβάσεων με προσανατολισμό την εξοικονόμηση ενέργειας στα πλαίσια της ενεργειακής και οικονομικής απόδοσης.

1.2.1 Βασικά στοιχεία των ενεργειακών ελέγχων

Στον νόμο 4342/2015 για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στην Οδηγία 2012/27/ΕΕ, ο ενεργειακός έλεγχος ορίζεται ως: «η συστηματική διαδικασία με σκοπό την απόκτηση επαρκούς γνώσης του υφιστάμενου συνόλου χαρακτηριστικών ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή μίας ομάδας κτιρίων, μίας βιομηχανικής ή εμπορικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, καθώς και ιδιωτικών ή δημόσιων υπηρεσιών, με την οποία εντοπίζονται και προσδιορίζονται ποσοτικά οι οικονομικώς αποδοτικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, και με την οποία συντάσσεται έκθεση αποτελεσμάτων.» [1].

1.2.1.1 Ιστορικό

Η απαρχή για τη διεξαγωγή ενεργειακών ελέγχων στα κτήρια και στη βιομηχανία της Ελλάδας πραγματοποιήθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Δ6/Β/ΥΚ/11038/8.7.1999 με τίτλο: «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις σε βιομηχανία και κτίρια». Αυτή η απόφαση βασίστηκε στο πρώτο διεθνώς πρωτόκολλο για την μέτρηση και την επαλήθευση των ενεργειακών επιδόσεων έργων εξοικονόμησης ενέργειας με τίτλο: «The North American Measurement and Verification Protocol, NAMVP, Version 1» (1996) και είχε ως κύρια κατεύθυνση την εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας, την οποία θα είχε μία εγκατάσταση, ή έστω ένα μεμονωμένο τμήμα, ή μηχάνημα, εάν λειτουργούσε όπως πριν την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Η βασική προσέγγιση της ΚΥΑ 11038/1999 μέσω της έννοιας της «γραμμής βάσης», αν και πολύπλοκη, εφαρμόστηκε σε πολλά έργα και έχει υιοθετηθεί από μία σειρά ευρωπαϊκών και διεθνών πρωτοκόλλων, προτύπων και κανονισμών στον τομέα της μέτρησης και επαλήθευσης επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας [1].

Άλλα, συναφή στην ΚΥΑ 11038/1999, νομοθετικά πλαίσια που πραγματεύονται την εκτίμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας και τον προσδιορισμό μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης είναι η Οδηγία 2006/32/ΕΕ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι Οδηγίες 2002/91 και 2010/31 για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων και η νέα Οδηγία 2012/27/ΕΕ, η οποία αντικατέστησε την Οδηγία 2006/32/ΕΕ και εναρμονίστηκε στο Ελληνικό Δίκαιο με τον νόμο 4342/2015. Παράλληλα, με στόχο την ορθή διεκπεραίωση των μετρήσεων και των ενεργειακών ελέγχων, εκδόθηκαν διάφορα κανονιστικά-τυποποιητικά πλαίσια, στα οποία περιλαμβάνονται το Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης της Ενεργειακής

Επιδόσεως, το πρότυπο ASHRAE 14, η σειρά των προτύπων ΕΛΟΤ EN ISO 50.000, τα πρότυπα της σειράς ΕΛΟΤ EN 16247 και τα διεθνή πρότυπα κατά ΕΛΟΤ EN ISO της σειράς 17.740.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, με γνώμονα την επικαιροποίηση της βασικής μεθοδολογίας που περιγράφεται στην ΚΥΑ 11038/1999 και την έγκυρη και πλήρη ενημέρωση των αρμόδιων μηχανικών-ελεγκτών για τα εκδοθέντα ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα ενεργειακών ελέγχων, ανέπτυξαν σε συνεργασία με τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) έναν Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων σε κτήρια, βιομηχανίες και μεταφορές. Η τελευταία αναθεώρηση του νέου Οδηγού Ενεργειακών Ελέγχων πραγματοποιήθηκε το 2017 και αποτελεί ένα περιεκτικό και συνοπτικό τεχνικό εγχειρίδιο ενεργειακών ελέγχων.

1.2.1.2 Απαιτήσεις και διαδικασίες των ενεργειακών ελέγχων

Σε κάθε διεθνές πρότυπο ενεργειακού ελέγχου παρουσιάζεται μία συγκεκριμένη σειρά διαδικασιών, η οποία διαφέρει τόσο ως προς τα απαιτούμενα δεδομένα που πρόκειται να αξιοποιηθούν, όσο και ως προς τα εξαγόμενα αποτελέσματα που πρόκειται να αξιολογηθούν και να κρίνουν τις αναγκαίες επεμβάσεις στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας. Ωστόσο, οι απαιτήσεις που διατυπώνονται σε κάθε πρότυπο βασίζονται στα ακόλουθα στάδια του ενεργειακού ελέγχου, τα οποία είναι κοινά για όλα τα πρότυπα [1],[2]:

- Σχεδιασμός του ενεργειακού ελέγχου
- Προκαταρκτική επικοινωνία
- Εναρκτήρια συνάντηση
- Συλλογή δεδομένων
- Επιτόπιες εργασίες
- Ανάλυση των δεδομένων
- Έκθεση των αποτελεσμάτων του ενεργειακού ελέγχου
- Συνάντηση παρουσίασης των αποτελεσμάτων

Ο τρόπος εφαρμογής των ανωτέρω σταδίων διαφέρει από πρότυπο σε πρότυπο, αλλά σε όλα υπάρχουν απαιτήσεις για την καταγραφή του εξοπλισμού, των συστημάτων ή/και των διεργασιών που καταναλώνουν ενέργεια, τον υπολογισμό ισοζυγίων μάζας και ενέργειας, τον επιμερισμό της κατανάλωσης ενέργειας ανάλογα με την τελική της χρήση, τον εντοπισμό των Σημαντικών Ενεργειακών Καταναλώσεων (ΣΕΚ) και την ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ των καταναλώσεων ενέργειας και των παραγόντων προσαρμογής, δηλαδή των παραγόντων που επηρεάζουν σημαντικά αυτές τις καταναλώσεις [1].

Τα αποτελέσματα, που προκύπτουν από τον ενεργειακό έλεγχο, αφορούν κυρίως στην κατανόηση του επιμερισμού των καταναλώσεων ενέργειας στις επιμέρους χρήσεις, στην ανάπτυξη των οικονομικά αποδοτικότερων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και στην οριοθέτηση προτεινόμενων επεμβάσεων-επενδύσεων προς περαιτέρω ανάλυση και μελέτη. Η πληρότητα και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του ενεργειακού ελέγχου εξαρτώνται τόσο από

τον χρόνο διεξαγωγής της ενεργειακής μελέτης, όσο και από τα δεδομένα προς επεξεργασία. Γι' αυτόν τον λόγο, έχουν καθιερωθεί δύο τύποι ελέγχων, ο συνοπτικός και ο εκτενής.

Ο συνοπτικός έλεγχος βασίζεται σε διαθέσιμα στοιχεία, χωρίς να απαιτεί πολύπλοκες μετρήσεις, και έχει σαν κύριο στόχο την κατά προσέγγιση εκτίμηση των ενεργειακών μεγεθών σε επίπεδο συγκροτήματος και επιμέρους ενεργοβόρων μονάδων και συσκευών. Κατόπιν, προβαίνει στον επιμερισμό των καταναλώσεων ανά τομέα τελικής χρήσης και σε μία πρώτη αξιολόγηση των επιμέρους επεμβάσεων με βασικό γνώμονα την προσδοκώμενη εξοικονόμηση και το ύψος της απαιτούμενης δαπάνης. Η διάρκεια διεκπεραίωσής του είναι σχετικά μικρή και εξαρτάται από το μέγεθος της βιομηχανικής μονάδας που μελετάται.

Ο εκτενής ενεργειακός έλεγχος δύναται να εκτελεστεί ως συνέχεια του συνοπτικού, αλλά και ως μεμονωμένη μελέτη, χωρίς να έχει προηγηθεί ο συνοπτικός έλεγχος. Κύριος στόχος του εκτενούς ελέγχου είναι ο ακριβής προσδιορισμός των καταναλώσεων ενέργειας σε κάθε ενεργοβόρα εγκατάσταση και η συσχέτιση αυτών με τα αντίστοιχα μεγέθη της παραγωγής ή με άλλους παράγοντες προσαρμογής. Με σκοπό την εγκυρότητα και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, συχνά εγκαθίστανται αξιόπιστοι μετρητές ενέργειας και συλλέγονται νέα μετρητικά δεδομένα. Ο συσχετισμός των ενδείξεων των οργάνων με τους καθοριστικούς παράγοντες που τις επηρεάζουν, όπως είναι ο όγκος της παραγωγής στη μονάδα του χρόνου, έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση του τύπου της γραμμής βάσης και την εκτίμηση της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση ενέργειας ως συνάρτηση των παραγόντων αυτών [1].

Όπως αναφέρεται στον «Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων – Μέρος 1», του ΥΠΕΝ: «Με τον συνοπτικό έλεγχο εντοπίζονται τα μέτρα άμεσης απόδοσης και οριοθετείται το αντικείμενο του εκτενούς ελέγχου. Ο τελευταίος εντοπίζει και τεκμηριώνει τις επεμβάσεις μεσοπρόθεσμης απόδοσης και παράλληλα εντοπίζει τις μεσομακροπρόθεσμες επενδύσεις που χρήζουν περαιτέρω τεκμηρίωσης και μελέτες.» [1].

1.2.1.3 Μεθοδολογία ανάλυσης των δεδομένων και εκτίμησης της εξοικονομούμενης ενέργειας

Το πρώτο στάδιο για τη διενέργεια του ενεργειακού ελέγχου ξεκινά με την συλλογή των απαραίτητων στοιχείων της μονάδας, τα οποία θα αποτελέσουν την απαρχή της ενεργειακής μελέτης. Πρόκειται, ουσιαστικά, για πραγματικά δεδομένα που χαρακτηρίζουν την μονάδα ως προς τη λειτουργία και την ενεργειακή της απόδοση. Στα πρωτογενή δεδομένα, που συλλέγονται, περιλαμβάνονται [1],[2]:

- τα γενικά στοιχεία, όπως είναι το όνομα της επιχείρησης και ο κλάδος που δραστηριοποιείται,
- τα στοιχεία παραγωγής, που αναφέρονται στον τύπο και στον όγκο των παραγόμενων προϊόντων,
- τα στοιχεία καταναλώσεων ενέργειας για τα τρία τελευταία έτη, στα οποία εντάσσονται οι μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρισμού και η κατανάλωση οποιασδήποτε μορφής καυσίμου,

- η ανάλυση της υπό μελέτη μονάδας, στην οποία παρουσιάζονται στοιχεία για τις εγκαταστάσεις και την οργάνωση της επιχείρησης, όπως είναι η περιγραφή των παραγωγικών διαδικασιών και των μεθόδων που εφαρμόζονται, του μηχανολογικού εξοπλισμού και των ωρών λειτουργίας του, των συστημάτων θέρμανσης-κλιματισμού-φωτισμού και άλλων συστημάτων και δικτύων που απαιτούν την χρήση ενέργειας για τη λειτουργία τους.

Το χρονικό διάστημα αναφοράς των μετρήσεων είναι συνήθως ο ένας μήνας, καθώς σε αυτό το βήμα εκδίδονται οι λογαριασμοί των Εταιρειών Κοινής Ωφέλειας (ΕΚΩ), και, προκειμένου να διαμορφωθεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα καταναλώσεων, το συνολικό διάστημα επεκτείνεται μέχρι και 36 μήνες. Αυτή η περίοδος καλείται περίοδος «ενεργειακής κατανάλωσης βάσης». Στην περίπτωση κατανάλωσης αποθηκευόμενης μορφής ενέργειας, όπως είναι τα υγρά καύσιμα, η κατανάλωση υπολογίζεται στο χρονικό βήμα αναφοράς με βάση τις προμηθευόμενες ποσότητες και τις μεταβολές των αντίστοιχων αποθεμάτων κατά το χρονικό διάστημα αναφοράς [1].

Από την επεξεργασία των πρωτογενών στοιχείων της μονάδας, στην οποία πραγματοποιείται ο ενεργειακός έλεγχος, εξάγονται χρήσιμες πληροφορίες που σχετίζονται με τα ισοζύγια ενέργειας, την τάση της κατανάλωσης ενέργειας τα τελευταία έτη, τον επιμερισμό της ανά τελική χρήση, διεργασία και εξοπλισμό, και τις ειδικές καταναλώσεις καυσίμων και ηλεκτρισμού. Η κατάρτιση ισοζυγίων ενέργειας και η ανάλυση των εισροών και των εκροών στο ενεργειακό σύστημα που μελετάται, είναι απαραίτητη για την εκτίμηση της μέσης απόδοσης κατά την χρήση της ενέργειας και της κατανομής των σχετικών δαπανών. Ωστόσο, η κατανάλωση ενέργειας, στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν συνιστά ένα σταθερό μέγεθος, αλλά εξαρτάται από κάποιους καθοριστικούς παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες και η επίδρασή τους στην κατανάλωση ενέργειας, αποτελούν το αντικείμενο μελέτης της δεύτερης φάσης του ενεργειακού ελέγχου.

Στο δεύτερο στάδιο του ενεργειακού ελέγχου ερευνάται ο τρόπος με τον οποίο τα στοιχεία της κατανάλωσης ενέργειας συσχετίζονται με τα αντίστοιχα στοιχεία των παραγόντων προσαρμογής, δηλαδή τους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την κατανάλωση ενέργειας. Σύμφωνα με τον «Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων – Μέρος 1», του ΥΠΕΝ: «*Η συσχέτιση αυτή συνήθως είναι γραμμική και για τούτο η μαθηματική συνάρτηση της συσχέτισης καλείται τύπος της γραμμής βάσης της ενεργειακής κατανάλωσης βάσης.*» [1].

Ο μαθηματικός τύπος που διαμορφώνεται από την συσχέτιση της κατανάλωσης με έναν ή περισσότερους καθοριστικούς παράγοντες αποτελεί την γραμμή βάσης, και εφαρμόζεται με δύο τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση, δύναται να προβλέψει τις μελλοντικές καταναλώσεις ενέργειας κάτω από άγνωστες τιμές των παραγόντων προσαρμογής, ενώ στη δεύτερη, προβαίνει σε εκ των υστέρων εκτιμήσεις, δηλαδή σε υπολογισμό των καταναλώσεων που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν, κάτω από γνωστές τιμές των καθοριστικών παραγόντων [1].

Οι παράγοντες προσαρμογής συνήθως διαφέρουν από μονάδα σε μονάδα. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιοι συγκεκριμένοι παράγοντες, των οποίων η επίδραση είναι καθοριστική στην κατανάλωση της ενέργειας, ανεξάρτητα από το είδος της υπό μελέτη επιχείρησης. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι ώρες λειτουργίας της συναφούς εγκατάστασης, ο όγκος της παραγωγικής δραστηριότητας, η έκταση των απασχολούμενων χώρων και οι καιρικές συνθήκες και μεταβολές. Η σχέση που συνδέει την καταναλισκόμενη ενέργεια με την παραγωγή αποτελεί τον σημαντικότερο τρόπο για την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας και την εκτίμηση του βαθμού απόδοσης και των νεκρών χρόνων λειτουργίας της παραγωγικής μονάδας ή εγκατάστασης. Στην περίπτωση που η μονάδα, στην οποία διενεργείται ο ενεργειακός έλεγχος, απαρτίζεται από κτηριακά συγκροτήματα κύριας χρήσης, συνήθως απαιτείται και η συσχέτιση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων με τις βαθμομημέρες της αντίστοιχης χρονικής περιόδου.

Ο συνήθης τύπος συσχέτισης είναι η γραμμική συσχέτιση [1]:

$$y = a \cdot x + \beta \quad (1.1)$$

όπου η εκτίμηση των σταθερών a και β γίνεται με γραφικό τρόπο, με βάση τα μηνιαία δεδομένα.

Λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους καθοριστικούς παράγοντες που επιδρούν στην κατανάλωση ενέργειας της εξεταζόμενης μονάδας, διαμορφώνεται ο συνολικός τύπος της γραμμής βάσης, του οποίου η γραμμική έκφραση έχει την παρακάτω μορφή [1]:

$$\widehat{Y}_k = \beta_0 + \beta_1 X_{k,1} + \beta_2 X_{k,2} + \dots + \beta_p X_{k,p} + \delta_k \quad (1.2)$$

όπου:

k : ο δείκτης αρίθμησης των χρονικών διαστημάτων σε σύνολο K διατεταγμένων συνόλων κατά τα οποία μετρώνται η κατανάλωση ενέργειας Y_k και οι τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών $X_{k,1}, X_{k,2}, \dots, X_{k,p}$ που επηρεάζουν αυτή την κατανάλωση ενέργειας.

p : ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών (π.χ. ο όγκος παραγωγής, η μέση εξωτερική θερμοκρασία, η μέση σύσταση πρώτων υλών, κλπ).

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_p$: οι παράμετροι του τύπου γραμμής βάσης, οι οποίοι συνήθως προσδιορίζονται με τις γνωστές τεχνικές παλινδρόμησης, όπως ορίζεται από την Στατιστική Ανάλυση.

δ_k : το σφάλμα εκτίμησης της κατανάλωσης ενέργειας \widehat{Y}_k κατά το χρονικό διάστημα k έναντι της πραγματικής μετρηθείσας Y_k , δηλαδή ορίζεται ως η διαφορά $\delta_k = (\widehat{Y}_k - Y_k)$. Όσο μικρότερο είναι το σφάλμα, τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη της κατανάλωσης βάσης.

Αφότου εφαρμοστούν τα απαιτούμενα μέτρα εξοικονόμησης για χρονικό διάστημα ίσο με m , η εξοικονόμηση ενέργειας EE_M , που επιτυγχάνεται, εκτιμάται ως το άθροισμα των διαφορών:

$$EE_M = \sum_{m=1}^M (\widehat{Y}_m - Y_m) \quad (1.3)$$

όπου:

Y_m : η μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας κατά το χρονικό διάστημα m σε σύνολο M διαστημάτων μετρήσεων.

\widehat{Y}_m : η κατανάλωση ενέργειας η οποία αντιστοιχεί στην γραμμική βάση της κατανάλωσης και υπολογίζεται από την Εξίσωση 1.1 με βάση τις νέες μετρήσεις των ανεξαρτήτων μεταβλητών $X_{m,1}, X_{m,2}, \dots, X_{m,p}$.

Η εκτίμηση της εξοικονομούμενης ενέργειας πραγματοποιείται μέσα από την εφαρμογή του τύπου της γραμμής βάσης, Εξίσωση 1.3, και στηρίζεται στην Στατιστική Ανάλυση, και πιο συγκεκριμένα, στην θεωρία της Παλινδρόμησης. Τα στατιστικά μεγέθη, που υπεισέρχονται στον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας της υπό μελέτη μονάδας, είναι:

- η μέση τιμή \bar{Y}_k , η οποία υπολογίζεται με βάση το σύνολο των αρχικών καταναλώσεων K και των αντίστοιχων τιμών των διορθωτικών παραμέτρων,
- το τυπικό σφάλμα RMSE ή $\sigma(\delta)$, το οποίο ορίζεται από την παρακάτω Εξίσωση (1.4)

$$\sigma(\delta) = RMSE = \sqrt{\frac{1}{(K - p - 1)} \sum_{k=1}^K (\widehat{Y}_k - Y_k)^2} \quad (1.4)$$

- η τυπική απόκλιση του σφάλματος δ , το οποίο σε μία γραμμική πολυδιάστατη παλινδρόμηση ακολουθεί την στατιστική κατανομή t κατά Student.

Ωστόσο, η προσέγγιση της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της Εξίσωσης (1.3) ενέχει την αβεβαιότητα εκτίμησης των όρων της εν λόγω διαφοράς, τόσο για την περίπτωση της εκ των προτέρων πρόβλεψης, όσο και για την περίπτωση της εκ των υστέρων εκτίμησης. Με σκοπό την αποφυγή ανακριβών αποτελεσμάτων, που θα οδηγήσουν στην εφαρμογή λανθασμένων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, ακολουθείται -και είναι διεθνώς αποδεκτό- το κριτήριο ακρίβειας, που έχει ως βάση την τυπική απόκλιση σ των σφαλμάτων εκτίμησης, και σύμφωνα με το οποίο το διπλάσιο του σφάλματος εκτίμησης, όπως υπολογίζεται από την Εξίσωση (1.4), θα πρέπει να είναι μικρότερο του στόχου εξοικονόμησης ενέργειας. Εκφράζοντάς το με μαθηματικούς όρους, αυτό σημαίνει ότι:

$$A(t = 2) = 2 \cdot \sigma(EE) < (\Sigma\text{ΤΟΧΟΣ } EE) = EE \quad (1.5)$$

Αξίζει να σημειωθεί πως στον «Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων» του ΥΠΕΝ αναπτύσσεται ένα υπολογιστικό φύλλο «Παλινδρόμηση» σε περιβάλλον Excel (Προσθήκη I), το οποίο, προς διευκόλυνση των ενεργειακών ελεγκτών, δίνει την δυνατότητα της εκ των προτέρων στατιστικής αξιολόγησης του τύπου της γραμμής βάσης και της αβεβαιότητας κατά την εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας.

1.2.1.4 Οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας

Η οικονομική ανάλυση των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας για την υπό μελέτη μονάδα ή εγκατάσταση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του ενεργειακού ελέγχου, καθώς κρίνει σε σημαντικό βαθμό την υλοποίηση των ενεργειακών μέτρων. Με επίκεντρο την αναζήτηση των οικονομικά αποδοτικότερων έργων εξοικονόμησης ενέργειας, έχουν αναπτυχθεί ποικίλες μέθοδοι οικονομικής ανάλυσης, με ευρεία εφαρμογή στον ενεργειακό κλάδο. Τα σημαντικότερα μοντέλα οικονομικής αξιολόγησης των ενεργειακών μέτρων είναι [1]:

- η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA-Life Cycle Cost Analysis), η οποία εστιάζει όχι μόνο στο αρχικό κόστος ή στο βραχυπρόθεσμο κόστος λειτουργίας, αλλά και στην μακροπρόθεσμη οικονομική αποτελεσματικότητα. Εκτός από τα κόστη της αρχικής επένδυσης και τις σταθερές και μεταβλητές δαπάνες, λαμβάνει υπόψη το μειωμένο κόστος ενέργειας και τις υπόλοιπες οικονομικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια της φυσικής ζωής του έργου ή του χρονικού ορίζοντα που έχει θέσει ο ίδιος ο επενδυτής.
- η μέθοδος της καθαρής εξοικονόμησης (NS) και η εκτίμηση των οικονομικών δεικτών του λόγου οφέλους προς κόστος (SIR) και του προσαρμοσμένου βαθμού εσωτερικής απόδοσης (AIRR). Ο δείκτης NS μετρά την διαφορά μεταξύ της παρούσας αξίας των κερδών και της παρούσας αξίας των δαπανών για μια συγκεκριμένη επένδυση στο πλαίσιο της καθορισμένης διάρκειας της μελέτης. Ο δείκτης SIR αποτελεί ένα μέτρο οικονομικής επίδοσης για ένα εναλλακτικό σχέδιο και εκφράζει την σχέση μεταξύ της εξοικονόμησης και του αυξημένου επενδυτικού κόστους αυτής. Παρομοίως, ο δείκτης AIRR συνιστά ένα σχετικό μέτρο αποτελεσματικότητας του κόστους και εκφράζει το μέτρο της συνολικής ετήσιας πραγματικής απόδοσης ενός επενδυτικού σχεδίου κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης.
- η μέθοδος της απλής αποπληρωμής (SPB-Simple Payback) και της προεξοφλημένης αποπληρωμής (DPB-Discounted Payback), κατά την οποία προσδιορίζονται οι δύο δείκτες απόσβεσης SPB και DPB, που υπολογίζουν τον χρόνο που απαιτείται για να ανακτηθεί το αρχικό κόστος επένδυσης. Η διαφορά που ξεχωρίζει την DPB έναντι της SPB συνίσταται στο γεγονός ότι, σύμφωνα με τη μέθοδο της προεξοφλημένης αποπληρωμής, οι ταμειακές ροές που εμφανίζονται κάθε χρόνο προεξοφλούνται στην παρούσα αξία τους, δηλαδή πριν την συμμετοχή τους στο συνολικό αποτέλεσμα εξοικονομήσεων και δαπανών.
- η Ανάλυση Ευαισθησίας και η Ανάλυση Νεκρού Σημείου (Breakeven Analysis). Η Ανάλυση Ευαισθησίας συμπληρώνει την Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής, αξιολογώντας την αβεβαιότητα της τελευταίας μέσα από τον προσδιορισμό εκείνων των τιμών εισόδου, οι οποίες εάν ήταν διαφορετικές, θα προκαλούσαν σημαντική διαφορά στο αποτέλεσμα της ανάλυσης. Παράλληλα, η Ανάλυση Νεκρού Σημείου εφαρμόζεται επίσης συμπληρωματικά, όταν μία παραδοχή είναι κρίσιμης σημασίας για την οικονομική επιτυχία του έργου και οι φορείς λήψης αποφάσεων θέλουν να γνωρίζουν τη μέγιστη ή την ελάχιστη τιμή εισόδου, η οποία θα επιτρέψει στο έργο να εξακολουθεί να είναι αποδοτικό.

Στις περισσότερες περιπτώσεις ενεργειακών ελέγχων εφαρμόζονται οι δύο πρώτες μέθοδοι οικονομικής ανάλυσης για λόγους ακρίβειας, εγκυρότητας και πληρότητας της ενεργειακής μελέτης. Η μέθοδος της αποπληρωμής ενδείκνυται να χρησιμοποιείται ως μέθοδος ελέγχου, αποκλειστικά για την ταυτοποίηση εναλλακτικών και οικονομικότερων λύσεων ενός έργου, ενώ η Ανάλυση Ευαισθησίας αποτελεί συμπληρωματική μελέτη της οικονομικής αξιολόγησης, με σκοπό την διερεύνηση την βεβαιότητας των ενεργειακών επενδυτικών επεμβάσεων.

1.2.2 Παρουσίαση των ενεργειακών καταναλώσεων του οινοποιείου

Το πρώτο στάδιο, με στόχο την πραγματοποίηση του ενεργειακού ελέγχου στο οινοποιείο «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.», αποτέλεσαν η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων, που αναφέρονται στις καταγεγραμμένες καταναλώσεις ενέργειας για τα τρία τελευταία έτη, και η ανάλυση των στοιχείων που σχετίζονται με τις κτηριακές και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις καθώς και την οργάνωση της επιχείρησης. Η καταγραφή και ο υπολογισμός των απαραίτητων στοιχείων καταναλώσεων ενέργειας διενεργήθηκαν τόσο για τη μονάδα που βρίσκεται στο Μαρκόπουλο Αττικής, όσο και για εκείνη που τοποθετείται στην Ριτσώνα Βοιωτίας.

1.2.2.1 Εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τα τιμολόγια ενέργειας

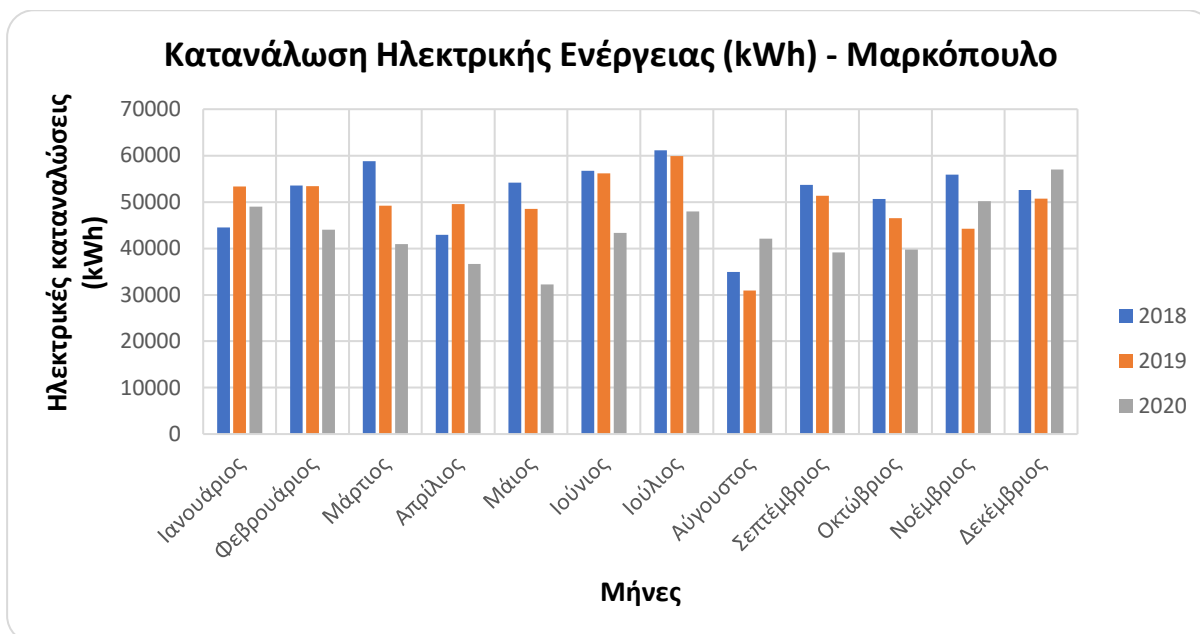
Η συλλογή και η αξιολόγηση των τιμολογίων της αποθηκευόμενης, και μη, ενέργειας προσβλέπει στην απόκτηση μίας ευρύτερης αντίληψης για την ποσότητα των μηνιαίων καταναλώσεων σε ηλεκτρισμό και σε οποιοδήποτε καύσιμο προμηθεύεται η μονάδα για τη λειτουργία της. Η προκαταρκτική ανάλυση των ενεργειακών αναγκών της επιχείρησης ανά τελικό φορέα ενέργειας με βάση τα αντίστοιχα τιμολόγια πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά για τις δύο μονάδες του οινοποιείου, όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

- **Εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής**

Οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται στην περιοχή του Μαρκόπουλου Αττικής χρησιμοποιούν δύο μορφές ενέργειας για τη λειτουργία τους, τον ηλεκτρισμό και το μαζούτ. Η ηλεκτρική ενέργεια, στο σύνολό της, διοχετεύεται από το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ στην παροχή μέσης τάσης του οινοποιείου, με συμφωνημένη ισχύ 450 kVA, και καλύπτει τα ηλεκτρικά φορτία που σχετίζονται με τον φωτισμό των κτηριακών εγκαταστάσεων, ένα μέρος της θέρμανσης και της ψύξης των λειτουργικών χώρων, και τον μηχανολογικό εξοπλισμό, που είναι υπεύθυνος για τις διαδικασίες της εμφιάλωσης και της συσκευασίας του τελικού προϊόντος. Τα τιμολόγια της ηλεκτρικής ενέργειας αναφέρονται στις μηνιαίες ηλεκτρικές καταναλώσεις του οινοποιείου και περιλαμβάνουν δεδομένα που έχουν σχέση με την μέγιστη ζήτηση, τις συνολικές καταναλώσεις σε ενεργά και άεργα φορτία, τις συνολικές χρεώσεις ενέργειας, τον συντελεστή ισχύος και τις ρυθμιζόμενες χρεώσεις. Αναλύοντας αυτά τα στοιχεία για τα τρία τελευταία έτη, δηλαδή τις χρονιές του 2018, του 2019 και του 2020, προκύπτουν οι ετήσιες ηλεκτρικές καταναλώσεις και οι συνολικές αλλά και ανηγμένες μηνιαίες και ετήσιες χρεώσεις της μονάδας του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής (Πίνακας 1.1 και Διάγραμμα 1.1).

Πίνακας 1.1: Χαρακτηριστικά στοιχεία καταναλώσεων και χρεώσεων ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οιοποιείου στο Μαρκόπουλο.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΑΤΤΙΚΗΣ									
ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ									
Πάροχος Ηλεκτρικής Ενέργειας									
Συμφωνημένη ισχύς (kVA)				450					
Μήνας - Έτος	Αρ. ημερών χρέωσης	Μέγιστη ζήτηση		Συντελεστής ισχύος (cosφ)	Συνολική κατανάλωση ενέργειας	Συνολική χρέωση ενέργειας	Άλλα τέλη (ρυθμιζόμενες χρεώσεις)	Συνολική χρέωση	Ανηγμένη χρέωση
		(kW)	ώρα	(-)	(kWh)	(€)	(€)	(€)	(€/kWh)
Ιαν-18	31	246,40	10:00	0,94	44537,20	3026,75	1433,60	4460,35	0,10015
Φεβ-18	28	241,60	10:00	0,96	53558,24	3645,90	1537,32	5183,22	0,09678
Μαρ-18	31	219,84	12:00	0,97	58801,44	4001,16	1672,57	5673,73	0,09649
Απρ-18	30	207,68	16:00	0,97	42941,68	2919,06	1302,57	4221,63	0,09831
Μαϊ-18	31	187,60	12:00	1,00	54182,72	3672,40	1497,23	5169,63	0,09541
Ιουν-18	30	211,68	9:00	1,00	56754,00	3865,96	1.575,50	5441,46	0,09588
Ιουλ-18	31	206,16	13:00	1,00	61135,52	4170,83	1675,08	5845,91	0,09562
Αυγ-18	31	232,24	16:00	1,00	34897,76	2376,24	1196,88	3573,12	0,10239
Σεπ-18	30	220,88	16:00	1,00	53715,36	3660,10	1531,82	5191,92	0,09666
Οκτ-18	31	184,08	9:00	1,00	50687,76	3459,32	1378,95	4838,27	0,09545
Νοε-18	30	193,60	14:00	1,00	55929,36	3806,08	1529,19	5335,27	0,09539
Δεκ-18	31	258,56	15:00	1,00	52580,72	3566,48	1584,06	5150,54	0,09795
Σύνολο					619721,76	42170,28	17914,77	60085,05	0,09695
Ιαν-19	31	254,24	10:00	1,00	53327,12	3633,23	1599,26	5232,49	0,09812
Φεβ-19	28	212,56	10:00	1,00	53393,92	3637,60	1466,55	5104,15	0,09559
Μαρ-19	31	197,76	12:00	1,00	49187,84	3342,97	1430,36	4773,33	0,09704
Απρ-19	30	213,92	12:00	1,00	49535,12	3321,13	1460,86	4781,99	0,09654
Μαϊ-19	31	200,88	16:00	1,00	48554,00	3308,46	1402,15	4710,61	0,09702
Ιουν-19	30	241,76	17:00	1,00	56150,72	3808,39	1575,07	5383,46	0,09588
Ιουλ-19	31	206,16	13:00	1,00	59873,92	4087,12	1651,53	5738,65	0,09585
Αυγ-19	31	211,60	17:00	1,00	30945,04	2098,71	1077,51	3176,22	0,10264
Σεπ-19	30	188,40	17:00	1,00	51336,00	3504,60	1415,60	4920,20	0,09584
Οκτ-19	31	181,60	10:00	1,00	46536,64	3175,82	1312,07	4487,89	0,09644
Νοε-19	30	168,16	12:00	1,00	44267,36	3018,76	1247,78	4266,54	0,09638
Δεκ-19	31	226,56	9:00	1,00	50740,32	3447,04	1469,69	4916,73	0,09690
Σύνολο					593848,00	40383,83	17108,43	57492,26	0,09681
Ιαν-20	31	241,84	16:00	1,00	49023,60	3339,03	1449,07	4788,10	0,09767
Φεβ-20	29	190,16	12:00	1,00	44067,04	3002,22	1283,31	4285,53	0,09725
Μαρ-20	31	218,88	10:00	1,00	40918,32	2788,87	1330,59	4119,46	0,10068
Απρ-20	30	201,52	13:00	1,00	36652,32	2498,62	1142,57	3641,19	0,09934
Μαϊ-20	31	176,00	9:00	1,00	32269,76	2176,01	995,85	3171,86	0,09829
Ιουν-20	30	196,16	14:00	1,00	43330,48	2925,21	1254,19	4179,40	0,09645
Ιουλ-20	31	200,96	15:00	1,00	47949,60	3237,04	1334,83	4571,87	0,09535
Αυγ-20	31	177,84	11:00	1,00	42122,08	2843,66	1201,26	4044,92	0,09603
Σεπ-20	30	191,52	12:00	1,00	39173,04	2644,57	1166,40	3810,97	0,09729
Οκτ-20	31	182,24	10:00	1,00	39784,16	2685,81	1147,44	3833,25	0,09635
Νοε-20	30	207,44	12:00	1,00	50166,80	3386,77	1406,97	4793,74	0,09556
Δεκ-20	31	219,44	9:00	1,00	56995,36	3847,80	1534,77	5382,57	0,09444
Σύνολο					522452,56	35375,61	15247,25	50622,86	0,09689



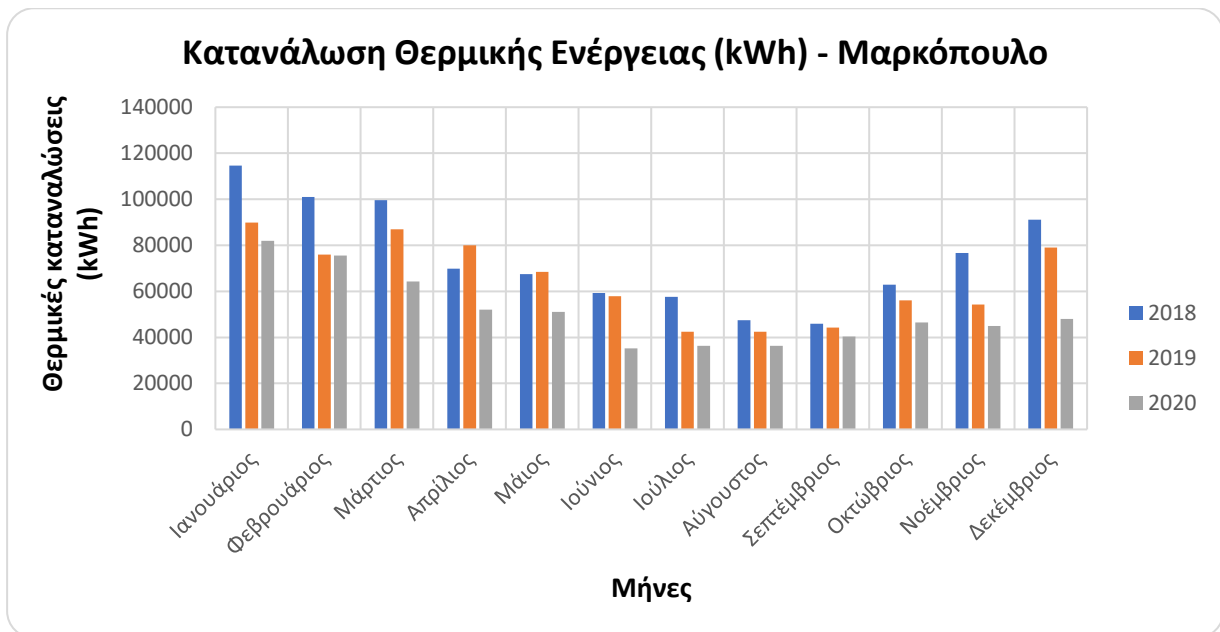
Διάγραμμα 1.1: Μηνιαίες ηλεκτρικές καταναλώσεις με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο. (Πηγή: πρωτότυπο)

Παράλληλα, στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής βρίσκεται σε λειτουργία ένας λέβητας με καυστήρα μαζούτ, ο οποίος καλύπτει τόσο το σύνολο των θερμικών αναγκών για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX), όσο και το μεγαλύτερο μέρος των θερμικών φορτίων, που απαιτούνται για τη θέρμανση των κύριων χώρων. Το ZNX διοχετεύεται στο πλυντήριο καθαρισμού των φιαλών σε θερμοκρασία που μεταβάλλεται ανάλογα με την τελική χρήση, με την ελάχιστη να ανέρχεται στους 40°C. Στα τιμολόγια της προμήθειας του καυσίμου μαζούτ αναγράφονται η ποσότητα του καυσίμου, η ενέργεια που αυτό αποδίδει όταν καταναλώνεται και η συνολική χρέωση. Ωστόσο, επειδή πρόκειται για αποθηκευόμενη μορφή ενέργειας και τα τιμολόγια δεν παρουσιάζουν τα μηνιαία δεδομένα, η επιχείρηση υπολογίζει την μηνιαία κατανάλωση μαζούτ με βάση τις προμηθευόμενες ποσότητες και τις μεταβολές των αντίστοιχων αποθεμάτων, κατά το χρονικό βήμα αναφοράς (Πίνακας 1.2 και Διάγραμμα 1.2).

Από την ανάλυση των δεδομένων των τιμολογίων του ηλεκτρισμού και του καυσίμου γίνεται εμφανές πως, στην προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας δεν υπάρχει ιδιαίτερη διακύμανση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, με την υψηλότερη τιμή να σημειώνεται τον Ιούλιο, ενώ ως προς την χρήση του καυσίμου οι μεγαλύτερες θερμικές καταναλώσεις παρουσιάζονται τους χειμερινούς μήνες, και ιδιαίτερα τον Ιανουάριο. Και οι δύο παρατηρήσεις είναι κατανοητές, δεδομένου ότι την χειμερινή περίοδο λειτουργίας υπάρχουν αυξημένες ανάγκες για θέρμανση, στις οποίες συνεισφέρει κατά μεγάλο ποσοστό ο λέβητας με καυστήρα μαζούτ, ενώ την θερινή περίοδο λειτουργίας οι απαιτήσεις στρέφονται στην κάλυψη των ψυκτικών φορτίων, η οποία πραγματοποιείται μόνο μέσα από τη λειτουργία αντλιών θερμότητας.

Πίνακας 1.2: Χαρακτηριστικά στοιχεία καταναλώσεων και χρεώσεων θερμικής ενέργειας με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Καυσίμου Μαζούτ στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΑΤΤΙΚΗΣ				
ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΑΖΟΥΤ				
Πάροχος Καυσίμου Μαζούτ				
Θερμογόνος Δύναμη (kWh/kg):			10,02	
Μήνας - Έτος	Αρ. ημερών χρέωσης	Συνολική κατανάλωση ενέργειας	Συνολική χρέωση ενέργειας	Ανηγγεμένη χρέωση
		(kWh)	(€)	(€/kWh)
Ιαν-18	31	114.593,59	5.156,74	0,045
Φεβ-18	28	101.039,51	4.546,78	0,045
Μαρ-18	31	99.581,00	4.481,15	0,045
Απρ-18	30	69.782,14	3.295,44	0,047
Μαϊ-18	31	67.526,56	3.188,92	0,047
Ιουν-18	30	59.209,09	3.315,34	0,056
Ιουλ-18	31	57.653,40	3.228,23	0,056
Αυγ-18	31	47.506,59	2.565,36	0,054
Σεπ-18	30	45.974,12	2.482,60	0,054
Οκτ-18	31	62.831,29	3.392,89	0,054
Νοε-18	30	76.623,53	4.597,41	0,060
Δεκ-18	31	91.057,26	5.463,44	0,060
Σύνολο		893.378,10	45.714,29	0,051
Ιαν-19	31	89.806,19	4.490,31	0,050
Φεβ-19	28	75.985,00	3.799,25	0,050
Μαρ-19	31	86.957,99	4.782,69	0,055
Απρ-19	30	79.960,63	4.397,83	0,055
Μαϊ-19	31	68.441,69	3.832,73	0,056
Ιουν-19	30	57.867,51	3.240,58	0,056
Ιουλ-19	31	42.505,89	1.997,78	0,047
Αυγ-19	31	42.505,89	1.997,78	0,047
Σεπ-19	30	44.200,80	2.077,44	0,047
Οκτ-19	31	56.084,17	3.140,71	0,056
Νοε-19	30	54.275,00	3.039,40	0,056
Δεκ-19	31	79.012,59	4.424,70	0,056
Σύνολο		777.603,36	41.221,21	0,053
Ιαν-20	31	81.930,88	4.588,13	0,056
Φεβ-20	29	75.550,80	4.608,60	0,061
Μαρ-20	31	64.261,60	3.919,96	0,061
Απρ-20	30	52.104,00	2.032,06	0,039
Μαϊ-20	31	51.024,37	1.989,95	0,039
Ιουν-20	30	35.205,41	1.267,39	0,036
Ιουλ-20	31	36.378,92	1.309,64	0,036
Αυγ-20	31	36.378,92	1.309,64	0,036
Σεπ-20	30	40.385,05	1.453,86	0,036
Οκτ-20	31	46.414,48	1.763,75	0,038
Νοε-20	30	44.917,24	1.706,86	0,038
Δεκ-20	31	47.986,59	2.015,44	0,042
Σύνολο		612.538,25	27.965,27	0,046



Διάγραμμα 1.2: Μηνιαίες θερμικές καταναλώσεις με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Καυσίμου Μαζούτ στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο. (Πηγή: πρωτότυπο)

- **Εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας**

Στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου που βρίσκονται στην περιοχή της Ριτσώνας Βοιωτίας, η μοναδική μορφή ενέργειας που αξιοποιείται από το σύνολο του μηχανολογικού εξοπλισμού είναι η ηλεκτρική. Η λειτουργία της συγκεκριμένης μονάδας επικεντρώνεται στην παραγωγική διαδικασία της οινοποίησης και, λόγω της απουσίας χώρων γραφείων και κύριας χρήσης, δεν υφίσταται καμία απαίτηση για κάλυψη θερμικών φορτίων θέρμανσης και ψύξης των χώρων. Η ηλεκτρική ενέργεια, στο σύνολό της, διοχετεύεται από το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ στην παροχή μέσης τάσης του οινοποιείου, με συμφωνημένη ισχύ 950 kVA, και καλύπτει τα ηλεκτρικά φορτία που σχετίζονται με τον φωτισμό των κτηριακών εγκαταστάσεων και τον μηχανολογικό εξοπλισμό, που είναι υπεύθυνος για την διεκπεραίωση της οινοπαραγωγικής διαδικασίας. Στον πίνακα 1.3 και στο διάγραμμα 1.3 παρουσιάζονται οι ετήσιες ηλεκτρικές καταναλώσεις και οι συνολικές αλλά και ανηγμένες μηνιαίες και ετήσιες χρεώσεις της μονάδας του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.

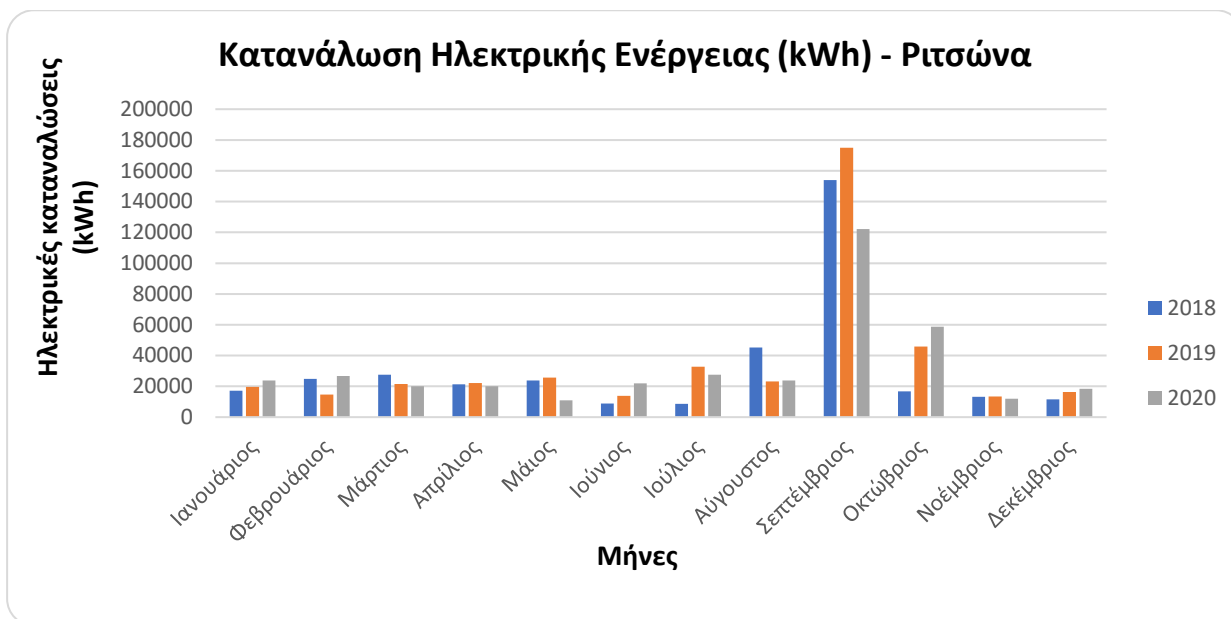
Με βάση την επεξεργασία των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας για την μονάδα που βρίσκεται στην Ριτσώνα Βοιωτίας, γίνεται αντιληπτό πως ο Σεπτέμβριος, κατά τον οποίο διενεργείται ο τρύγος των αμπελώνων, αποτελεί τον μήνα με τη συντριπτικά μεγαλύτερη περίοδο λειτουργίας των εγκαταστάσεων, καθώς εκείνο το διάστημα εντοπίζονται οι ιδιαίτερα υψηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις. Κατά τη διάρκεια του υπόλοιπου έτους, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνεται σε περίπου ίσα επίπεδα. Αξίζει να σημειωθεί η χαμηλή τιμή του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$), η οποία εμφανίζεται στους λογαριασμούς του ηλεκτρικού ρεύματος (0,50 - 0,70), και συνεπάγεται την παρουσία επαγωγικών ή χωρητικών στοιχείων, που καταναλώνουν άεργο ισχύ, αυξάνοντας τις θερμικές απώλειες ενέργειας στο Δίκτυο Διανομής

Ηλεκτρικής Ενέργειας, και κατά συνέπεια, τις χρεώσεις μεταφοράς από τον Πάροχο Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Πίνακας 1.3: Χαρακτηριστικά στοιχεία καταναλώσεων και χρεώσεων ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οιοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.

(Πηγή: πρωτότυπο)

ΡΙΤΣΩΝΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ									
ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΤΙΜΟΛΟΓΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ									
Πάροχος Ηλεκτρικής Ενέργειας									
Συμφωνημένη ισχύς (kVA) :				950					
Μήνας - Έτος	Αρ. ημερών χρέωσης	Μέγιστη ζήτηση		Συντελεστής ισχύος (cosφ)	Συνολική κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Συνολική χρέωση ενέργειας (€)	Άλλα τέλη (ρυθμιζόμενες χρεώσεις) (€)	Συνολική χρέωση (€)	Ανηγμένη χρέωση (€/kWh)
		(kW)	ώρα						
Ιαν-18	31	77,04	12:00	0,68	17.240,88	1.159,22	544,66	1.703,88	0,09883
Φεβ-18	28	75,84	13:00	0,76	24.885,24	1.664,99	664,19	2.329,18	0,09360
Μαρ-18	31	74,28	10:00	0,73	27.503,16	1.847,25	726,71	2.573,96	0,09359
Απρ-18	30	86,76	10:00	0,68	21.392,88	1.439,89	627,92	2.067,81	0,09666
Μαϊ-18	31	71,28	13:00	0,70	23.808,48	1.592,35	657,96	2.250,31	0,09452
Ιουν-18	30	43,56	15:00	0,54	8.818,68	590,19	269,10	859,29	0,09744
Ιουλ-18	31	45,72	11:00	0,53	8.546,64	570,89	288,77	859,66	0,10058
Αυγ-18	31	358,08	19:00	0,70	45.189,36	3.050,17	1.788,75	4.838,92	0,10708
Σεπ-18	30	516,00	19:00	0,73	154.002,84	10.129,50	4.148,79	14.278,29	0,09271
Οκτ-18	31	165,24	19:00	0,66	16.656,60	1.118,90	749,42	1.868,32	0,11217
Νοε-18	30	74,40	11:00	0,56	13.296,24	897,42	455,81	1.353,23	0,10178
Δεκ-18	31	45,84	10:00	0,59	11.632,08	768,12	353,36	1.121,48	0,09641
Σύνολο					372.973,08	24.828,89	11.275,44	36.104,33	0,09680
Ιαν-19	31	75,12	10:00	0,69	19.724,16	1.338,31	572,94	1.911,25	0,09690
Φεβ-19	28	82,32	14:00	0,65	14.708,76	993,15	490,32	1.483,47	0,10086
Μαρ-19	31	74,64	10:00	0,68	21.527,40	1.448,08	624,73	2.072,81	0,09629
Απρ-19	30	73,92	11:00	0,68	22.138,92	1.477,96	613,19	2.091,15	0,09446
Μαϊ-19	31	84,48	9:00	0,70	25.660,44	1.734,40	715,67	2.450,07	0,09548
Ιουν-19	30	85,32	10:00	0,59	13.826,76	930,99	471,76	1.402,75	0,10145
Ιουλ-19	31	371,16	14:00	0,69	32.673,60	2.257,49	1.614,56	3.872,05	0,11851
Αυγ-19	31	281,61	12:00	0,66	23.181,72	1.554,10	1.196,80	2.750,90	0,11867
Σεπ-19	30	598,68	14:00	0,72	174.939,60	11.538,21	4.960,00	16.498,21	0,09431
Οκτ-19	31	464,52	13:00	0,71	45.851,04	3.049,13	2.114,46	5.163,59	0,11262
Νοε-19	30	59,76	13:00	0,68	13.494,60	895,88	420,41	1.316,29	0,09754
Δεκ-19	31	139,68	9:00	0,68	16.238,64	1.074,91	666,71	1.741,62	0,10725
Σύνολο					423.965,64	28.292,61	14.461,55	42.754,16	0,10084
Ιαν-20	31	108,48	14:00	0,72	23.796,60	1.618,66	751,56	2.370,22	0,09960
Φεβ-20	29	73,32	10:00	0,73	26.697,00	1.798,49	697,30	2.495,79	0,09349
Μαρ-20	31	78,12	9:00	0,68	19.969,32	1.345,00	580,52	1.925,52	0,09642
Απρ-20	30	70,92	13:00	0,73	20.093,28	1.372,54	556,78	1.929,32	0,09602
Μαϊ-20	31	67,68	13:00	0,59	10.828,68	725,02	382,55	1.107,57	0,10228
Ιουν-20	30	362,52	10:00	1,00	22.037,52	1.487,72	1.076,28	2.564,00	0,11635
Ιουλ-20	31	338,16	10:00	0,69	27.479,76	1.855,18	1.330,10	3.185,28	0,11591
Αυγ-20	31	324,48	12:00	0,67	23.891,04	1.612,88	1.245,01	2.857,89	0,11962
Σεπ-20	30	512,52	23:00	0,71	122.214,48	8.250,67	3.354,26	11.604,93	0,09496
Οκτ-20	31	470,64	16:00	0,69	58.759,92	3.966,89	2.224,45	6.191,34	0,10537
Νοε-20	30	39,72	9:00	0,68	11.990,52	809,51	325,60	1.135,11	0,09467
Δεκ-20	31	81,72	9:00	0,71	18.428,04	1.244,08	527,37	1.771,45	0,09613
Σύνολο					386.186,16	26.086,64	13.051,78	39.138,42	0,10135



Διάγραμμα 1.3: Μηνιαίες ηλεκτρικές καταναλώσεις με βάση τα τιμολόγια του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα. (Πηγή: πρωτότυπο)

1.2.2.2 Εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τη δυναμικότητα και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων και του μηχανολογικού εξοπλισμού, έπειτα από επιτόπιο έλεγχο

Η ανάλυση των τιμολογίων προμήθειας όλων των μορφών ενέργειας, που χρησιμοποιούνται στις μονάδες του οινοποιείου, προσδίδει το στίγμα για την ποσότητα των μηνιαίων καταναλώσεων, αλλά δε δίνει καμία πληροφορία για το είδος και τη διάρκεια της χρήσης κάθε ενέργειας. Αυτό το «κενό σημείο» έρχεται να συμπληρώσει ο επιτόπιος έλεγχος τής υπό μελέτη εγκατάστασης, κατά τον οποίο πραγματοποιήθηκε επιθεώρηση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου και καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά και η διάρκεια λειτουργίας του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, του φωτισμού και των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Η καταγραφή των παραπάνω ενεργειακών στοιχείων και η εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων διενεργήθηκαν ανά χώρο της εγκατάστασης, και κατόπιν ακολούθησε ο επιμερισμός τους ανά τομέα τελικής χρήσης της ενέργειας, σύμφωνα με τον εξοπλισμό και τη διεργασία στην οποία λαμβάνει μέρος. Αυτό το μοτίβο υπολογισμού εφαρμόστηκε μεμονωμένα και για τις δύο μονάδες του οινοποιείου.

- **Εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής**

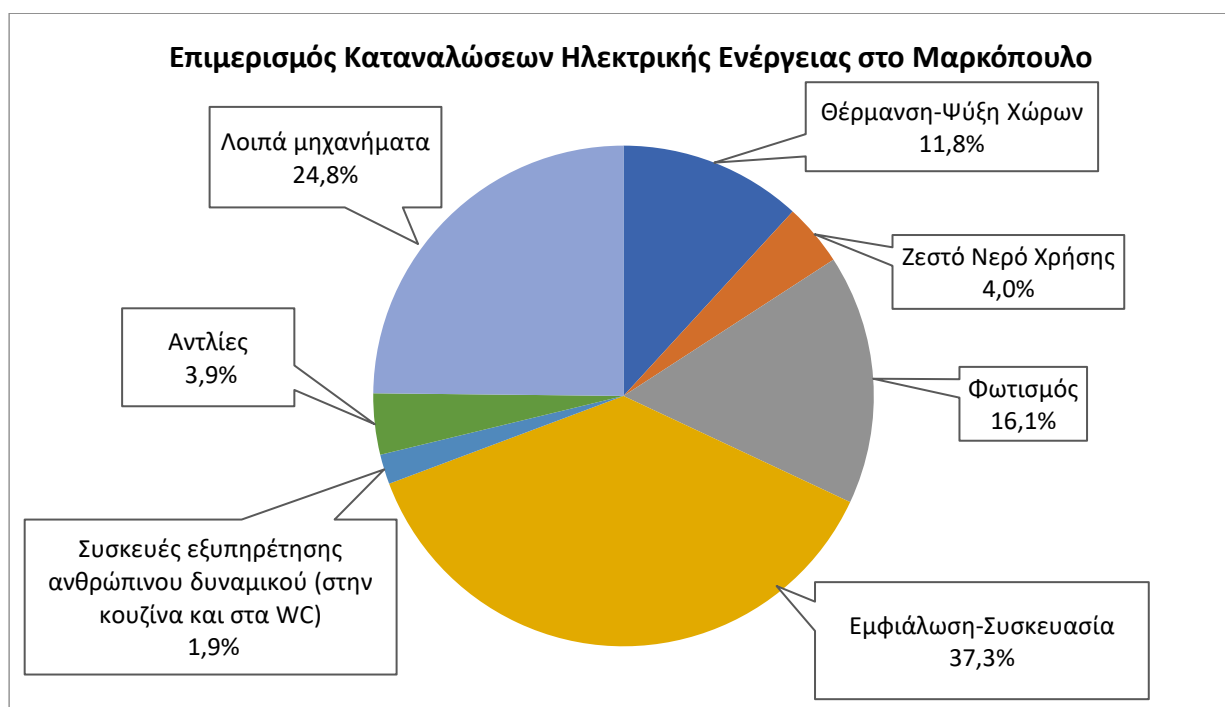
Η συγκεκριμένη μονάδα απαρτίζεται από εννέα κτηριακούς όγκους, οι οποίοι κατασκευάστηκαν σε διαφορετική χρονική περίοδο και έχουν διαχωρισθεί με βάση τις δραστηριότητες και τον αντίστοιχο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που φιλοξενούν. Στα Κτήρια 1, 2 και 9 τοποθετούνται οι δεξαμενές αποθήκευσης του οίνου, το συνεργείο, ο χώρος επισκευής των μηχανημάτων και διάφοροι χώροι αποθήκευσης υλικών. Το Κτήριο 3 και το ισόγειο του Κτηρίου 4 αποτελούν τους χώρους των εμφιαλωτηρίων και στεγάζουν τα

μηχανήματα που είναι υπεύθυνα για την εμφιάλωση και την συσκευασία του τελικού προϊόντος. Στον πρώτο όροφο των Κτηρίων 4 και 5 βρίσκονται τα γραφεία της διοίκησης της επιχείρησης και στο Κτήριο 6 ο χώρος των πρώτων βοηθειών. Στα Κτήρια 7 και 8 φιλοξενούνται διάφοροι χώροι εξυπηρέτησης του προσωπικού, το χημείο, το ιατρείο και αίθουσες στις οποίες διενεργούνται οι ποιοτικοί έλεγχοι του προϊόντος. Τέλος, στο ισόγειο του Κτηρίου 5 βρίσκονται τα γραφεία κίνησης, και μαζί με τον προαύλιο χώρο αποτελούν τα σημεία φορτοεκφόρτωσης των απαιτούμενων υλών και προϊόντων.

Έπειτα από επίσκεψη στους προαναφερόμενους χώρους του οινοποιείου, πραγματοποιήθηκε αυτοψία στις εγκαταστάσεις, όπου λαμβάνουν χώρα οι παραγωγικές διαδικασίες, με στόχο την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της μονάδας και την καταγραφή του μηχανολογικού εξοπλισμού, των φωτιστικών σημείων και των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Σε συνέχεια, με βάση τα ονομαστικά χαρακτηριστικά και την εκτιμώμενη περίοδο λειτουργίας της κάθε εγκατάστασης, υπολογίστηκαν προσεγγιστικά οι καταναλώσεις σε ηλεκτρική ενέργεια ή καύσιμο μαζούτ και πραγματοποιήθηκε ο επιμερισμός τους ανά κατηγορία τελικής χρήσης. Στους πίνακες 1.4 & 1.5 και στα αντίστοιχα διαγράμματα παρουσιάζεται ο διαχωρισμός των ηλεκτρικών και θερμικών καταναλώσεων για κάθε μορφής ενέργεια, σύμφωνα με τον αναλυτικό υπολογισμό που περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Ι. Τα μηχανήματα έχουν αντιστοιχηθεί σε κάθε κατηγορία τελικής χρήσης, ανάλογα με τη διεργασία που επιτελούν.

Πίνακας 1.4: Επιμερισμός ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ			
Χρήση	Μηχάνημα	Ετήσια Κατανάλωση	% επί του συνόλου
(-)	(-)	(kWh)	(%)
Θέρμανση-Ψύξη Χώρων	Λέβητας με καυστήρα μαζούτ & Αντλίες θερμότητας	63.432,00	11,8
Ζεστό Νερό Χρήσης	Λέβητας με καυστήρα μαζούτ	21.600,00	4,0
Φωτισμός	Λαμπτήρες διαφόρων τύπων	86.628,00	16,1
Εμφιάλωση-Συσκευασία	Εμφιαλωτικά συγκροτήματα (πλυντήρια, μεταφορικές ταινίες, γεμιστικά και βιδωτικά μηχανήματα, αναβατόρια, κλπ)	200.416,00	37,3
Συσκευές εξυπηρέτησης ανθρώπινου δυναμικού (στην κουζίνα και στα WC)	Στεγνωτήρες χεριών, θερμοσίφωνα, εξοπλισμός κυλικείου	10.325,00	1,9
Αντλίες	Αντλίες διαφόρων τύπων	21.200,00	3,9
Λοιπά μηχανήματα	Τρυπάνι, τόννος, φίλτρα, αεροσυμπιεστές, κλπ	133.315,00	24,8
Σύνολο		536.916,00	100,0

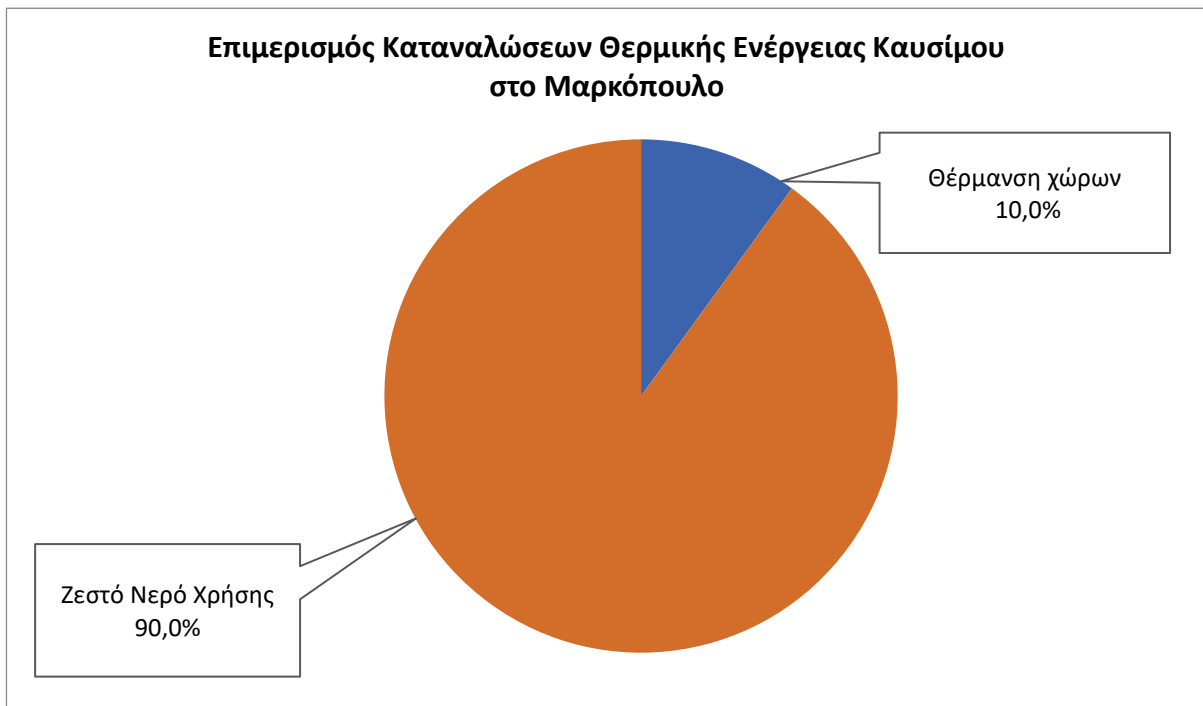


Διάγραμμα 1.4: Σχηματική απεικόνιση του επιμερισμού των ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής. (Πηγή: πρωτότυπο)

Από το διάγραμμα 1.4, παρατηρείται πως η μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εντοπίζεται στη διαδικασία της εμφιάλωσης και συσκευασίας του τελικού προϊόντος, και ακολουθεί η κατηγορία των λοιπών μηχανημάτων, στην οποία ανήκουν οι αεροσυμπιεστές της εγκατάστασης με τους ξηραντήρες τους και ο εξοπλισμός του συνεργείου. Τρίτος σε ηλεκτρικές απαιτήσεις έρχεται ο φωτισμός των χώρων και ακολουθούν η θέρμανση και ψύξη τους, το ZNX, οι εγκατεστημένες αντλίες και οι συσκευές εξυπηρέτησης του ανθρώπινου δυναμικού, οι οποίες βρίσκονται στον χώρο του κυλικείου και των λουτρών.

Πίνακας 1.5: Επιμερισμός θερμικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής. (Πηγή: πρωτότυπο)

ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ			
Χρήση	Μηχάνημα	Ετήσια Κατανάλωση	% επί του συνόλου
(-)	(-)	(kWh)	(%)
Θέρμανση-Ψύξη Χώρων	Λέβητας με καυστήρα μαζούτ & Αντλίες θερμότητας	73.102,86	10,0
Ζεστό Νερό Χρήσης	Λέβητας με καυστήρα μαζούτ	657.925,71	90,0
Σύνολο		731.028,57	100,0



***Διάγραμμα 1.5:** Σχηματική απεικόνιση του επιμερισμού των θερμικών καταναλώσεων του καυσίμου ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)*

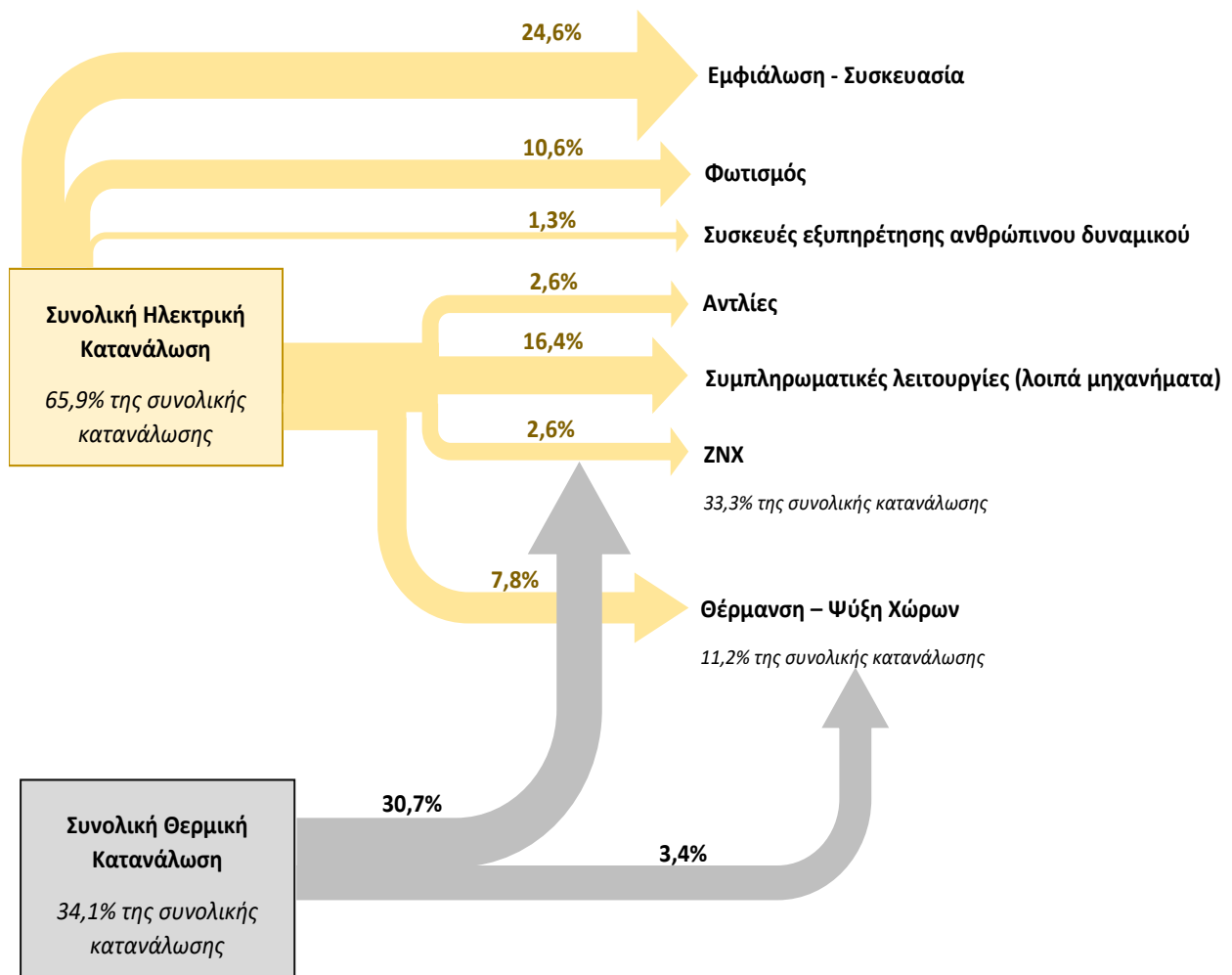
Στο διάγραμμα 1.5, απεικονίζονται οι δύο κατηγορίες αξιοποίησης της θερμότητας που προσδίδεται από το καύσιμο (μαζούτ), το οποίο καταναλώνεται κατά τη διάρκεια του έτους. Γίνεται αντιληπτό πως, η υψηλότερη θερμική ενέργεια του καυσίμου διοχετεύεται στην παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης κατά 90%, δηλαδή σε ποσοστό πολύ μεγαλύτερο από εκείνο που αντιστοιχεί στην θερμική ενέργεια για τη θέρμανση των χώρων του οινοποιείου. Αυτό το συμπέρασμα είναι εύλογο δεδομένου ότι, το ZNX αποτελεί ετήσια απαίτηση του πλυντηρίου, με στόχο τον καθαρισμό των φιαλών, ενώ η θέρμανση συνιστά εποχιακή ανάγκη, κατά την χειμερινή περίοδο λειτουργίας της μονάδας.

Στο Διάγραμμα 1.6, απεικονίζονται σχηματικά τα ποσοστά, που προέκυψαν από τον επιμερισμό των ηλεκτρικών και θερμικών καταναλώσεων ανά κατηγορία τελικής χρήσης, εκφρασμένα ως προς το σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων της μονάδας του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής. Σημειώνεται πως, για να υπολογισθεί το άθροισμα των ηλεκτρικών και των θερμικών καταναλώσεων, προηγήθηκε η αναγωγή τους σε πρωτογενή μορφή ενέργειας, με την χρήση των συντελεστών μετατροπής του Πίνακα 1.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ).



Διάγραμμα 1.6: Απεικόνιση του επιμερισμού των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων, εκφρασμένες σε τιμές πρωτογενούς ενέργειας, ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Αθροίζοντας τις ηλεκτρικές και τις θερμικές καταναλώσεις της μονάδας, εκφρασμένες σε τιμές πρωτογενούς ενέργειας, με στόχο τον υπολογισμό των συνολικών απαιτήσεων ανεξαρτήτως της πηγής ενέργειας, τα ποσοστά επιμερισμού των καταναλώσεων μεταβάλλονται άρδην. Από το Διάγραμμα 1.6, φαίνεται πως η διεργασία της παραγωγής ZNX καταλαμβάνει την πρώτη θέση ενεργειακής δαπάνης με ποσοστό 33,3%. Ακολουθούν, με φθίνουσα σειρά, η διαδικασία της εμφιάλωσης και συσκευασίας, οι διεργασίες που επιτελούν τα λοιπά μηχανήματα, η θέρμανση και η ψύξη των χώρων, ο φωτισμός, οι αντλίες και τέλος, οι συσκευές εξυπηρέτησης του ανθρώπινου δυναμικού. Η σχηματική επεξήγηση της χρήσης της ενέργειας, ανά πηγή ενέργειας, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα Sankey (Σχήμα 1.3).



Σχήμα 1.3: Διάγραμμα Sankey των καταναλώσεων του οινοποιείου στο Μαρόκοπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

- **Εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας**

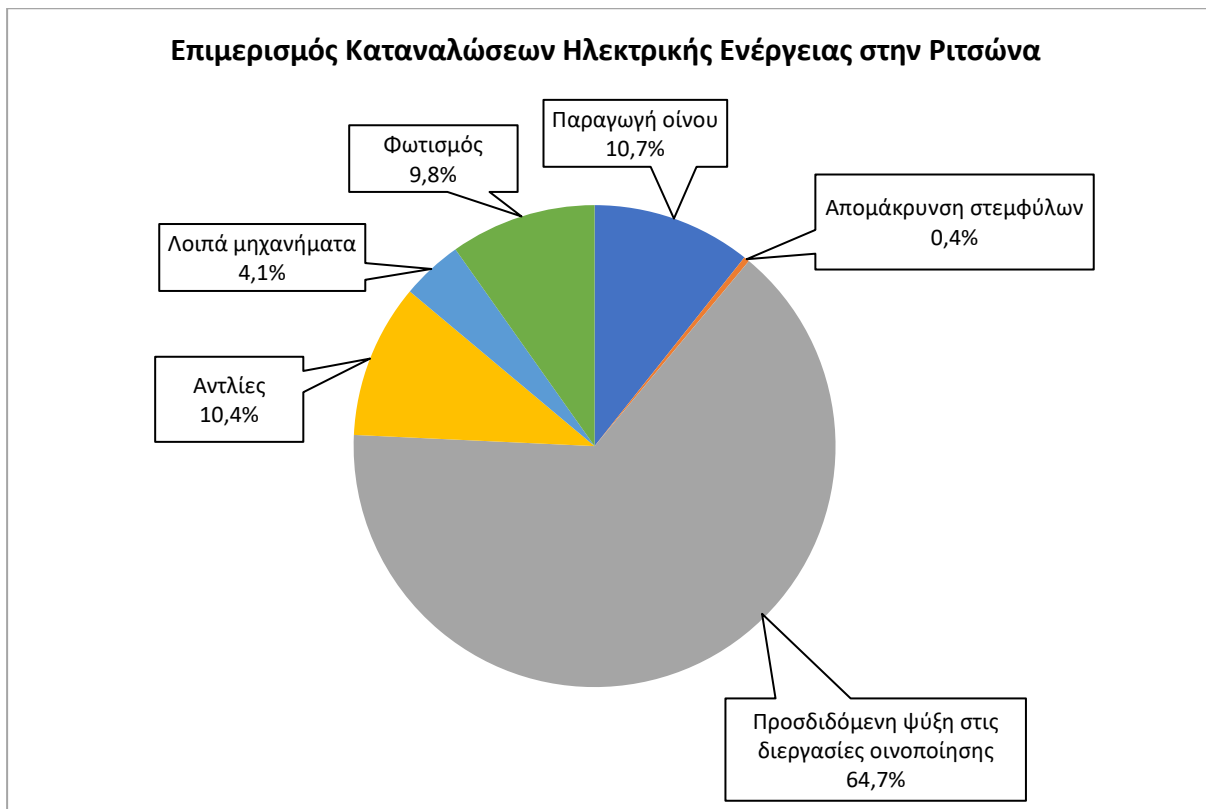
Η μονάδα, που βρίσκεται στην Ριτσώνα Βοιωτίας και είναι υπεύθυνη για το σύνολο των διεργασιών οινοποίησης, απαρτίζεται από τον προαύλιο χώρο και τρία κτίσματα, τα οποία χαρακτηρίζονται ανάλογα με την δραστηριότητα που φιλοξενούν. Το κτήριο εκκίνησης της οινοπαραγωγικής διεργασίας είναι ο χώρος των πιεστηρίων, όπου πραγματοποιείται η παραλαβή και η έκθλιψη των σταφυλιών, και στο γειτονικό Κτήριο «Άλφα Λαβάλ» τοποθετείται ο κύριος εξοπλισμός οινοποίησης, ο οποίος περιλαμβάνει τους οινοποιητές, κάποια από τα συγκροτήματα ψύξης και τις παρελκόμενες αντλίες κρασιού. Στο Κτήριο των δεξαμενών φιλοξενούνται οι ανοξείδωτες και τσιμεντένιες δεξαμενές με τους αντίστοιχους μηχανισμούς ελέγχου και σταθεροποίησης, ώστε να εξασφαλίζονται οι κατάλληλες συνθήκες για την παραγωγή του επιθυμητού προϊόντος. Επίσης, ένα μέρος του μηχανολογικού εξοπλισμού είναι εγκατεστημένο και στον προαύλιο χώρο της μονάδας, προκειμένου να εξοικονομείται χώρος από τα στεγασμένα τμήματα και να διενεργούνται με μεγαλύτερη ευκολία κάποιες δραστηριότητες, όπως είναι η καθαριότητα των κλειστών και ανοιχτών χώρων με το πλυστικό μηχάνημα που αφαιρεί τα υπολείμματα του μούστου.

Με στόχο την διεκπεραίωση ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού ελέγχου στο οινοποιείο «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.», πραγματοποιήθηκε αυτοψία και στις εγκαταστάσεις της Ριτσώνας για την καταγραφή του μηχανολογικού εξοπλισμού και των συστημάτων που καταναλώνουν ενέργεια. Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης, μελετήθηκε ο τρόπος λειτουργίας της παραγωγικής μονάδας και σημειώθηκαν τα ενεργειακά χαρακτηριστικά και οι ώρες λειτουργίας κάθε εγκατάστασης, προκειμένου να εκτιμηθούν οι ηλεκτρικές καταναλώσεις και να επιμεριστούν, ανάλογα με την κατηγορία της τελικής χρήσης.

Στον Πίνακα 1.6 και στο Διάγραμμα 1.7, παρατίθενται τα αποτελέσματα του επιμερισμού των καταναλώσεων της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως προέκυψαν από τους υπολογισμούς του Παραρτήματος Ι. Παρατηρώντας τα, γίνεται αντιληπτό πως, το υψηλότερο ποσοστό κατανάλωσης ηλεκτρισμού (64,7%) παρουσιάζεται κατά τη διαδικασία της ψύξης του οίνου, ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες τελικής χρήσης κατέχουν πολύ μικρότερο μερίδιο στις συνολικές ηλεκτρικές απαιτήσεις. Οι οινοπαραγωγικές διαδικασίες, οι ενεργειακές καταναλώσεις των αντλιών, ο φωτισμός των εγκαταστάσεων, τα διάφορα μηχανήματα που συμπληρώνουν τη λειτουργία της μονάδας και, τέλος, ο εξοπλισμός απομάκρυνσης των στεμφύλων συμμετέχουν, με την σειρά που διατυπώθηκε, σε χαμηλότερο βαθμό στις ηλεκτρικές καταναλώσεις, καθώς πρόκειται για μηχανήματα και εγκαταστάσεις με μικρότερη δυναμικότητα αλλά και λιγότερες ώρες λειτουργίας. Τα δεδομένα της μονάδας και ο αναλυτικός υπολογισμός των καταναλώσεων παρατίθενται στο Παράρτημα Ι.

Πίνακας 1.6: *Επιμερισμός των ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.*
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ - ΡΙΤΣΩΝΑ			
Χρήση	Μηχάνημα	Ετήσια Κατανάλωση	% επί του συνόλου
(-)	(-)	(kWh)	(%)
Παραγωγή οίνου	Σταφυλοθραυστήρες, οινοποιητές, φίλτρα κρασιού, κλπ	41.894,34	10,7
Απομάκρυνση στεμφύλων	Κοχλίες, ελικομεταφορείς και απορροφητήρες απομάκρυνσης στεμφύλων	1.500,30	0,4
Προσδιόμενη ψύξη στις διεργασίες οινοποίησης	Διάφορα ψυκτικά συγκροτήματα (π.χ. γλυκόλης)	253.692,00	64,7
Αντλίες	Αντλίες διαφόρων τύπων	40.603,50	10,4
Λοιπά μηχανήματα	Πλυστικό μηχάνημα, πιεστικό συγκρότημα νερού, αεροσυμπιεστές, κλπ	16.118,20	4,1
Φωτισμός	Λαμπτήρες διαφόρων τύπων	38.436,00	9,8
Σύνολο		392.244,34	100,0



Διάγραμμα 1.7: Σχηματική απεικόνιση του επιμερισμού των ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά τελική χρήση στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας. (Πηγή: πρωτότυπο)

1.2.3 Προσδιορισμός των παραγόντων προσαρμογής και εκτίμηση της γραμμής βάσης με εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου της «Παλινδρόμησης»

Τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων του οινοποιείου για τα τρία τελευταία έτη 2018-2019-2020, που παρουσιάστηκε αναλυτικά στην υποενότητα 1.2.2 και στο Παράρτημα Ι, έρχεται να συμπληρώσει ο προσδιορισμός των παραγόντων προσαρμογής και η συσχέτισή τους με τα στοιχεία της κατανάλωσης ενέργειας κατά την περίοδο κατανάλωσης βάσης. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από στατιστικές τεχνικές παλινδρόμησης αναπτύσσεται ο μαθηματικός τύπος που συνδέει την κατανάλωση της ενέργειας με έναν ή περισσότερους παράγοντες, που την επηρεάζουν άμεσα, όπως είναι η εξωτερική θερμοκρασία και ο όγκος της παραγωγής.

1.2.3.1 Παράγοντες προσαρμογής

Ως παράγοντες προσαρμογής ορίζονται εκείνες οι ανεξάρτητες μεταβλητές, των οποίων η τιμή και η μεταβολή τους, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις ενεργειακές απαιτήσεις για την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης. Αυτοί οι παράγοντες δεν είναι ίδιοι σε κάθε μονάδα, αλλά δύναται να διαφέρουν. Στην περίπτωση του οινοποιείου «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.», εξετάστηκαν δύο μεταβλητές, οι οποίες φάνηκε να συσχετίζονται πιο άμεσα με την καταναλισκόμενη ενέργεια κατά την περίοδο βάσης: ο όγκος της παραγωγικής δραστηριότητας και οι βαθμοήμερες θέρμανσης και ψύξης.

Η μηνιαία ποσότητα του οίνου, που παράγεται στη μονάδα της Ριτσώνας Βοιωτίας, είναι ίση με εκείνη που εμφιαλώνεται και συσκευάζεται μηνιαίως στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής. Συνεπώς, ο τύπος της γραμμής βάσης εφαρμόστηκε για τις ίδιες τιμές του όγκου παραγωγής και στις δύο μονάδες του οινοποιείου. Ωστόσο, δε συνέβη το ίδιο με τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης, καθώς στις εγκαταστάσεις της Ριτσώνας δεν υφίστανται θερμικά και ψυκτικά φορτία. Επομένως, η εκτίμηση της γραμμής βάσης σε σχέση με τις βαθμομέρες κάθε περιόδου πραγματοποιήθηκε μόνο για τη μονάδα του Μαρκόπουλου.

- **Όγκος παραγόμενων προϊόντων**

Σαν κύρια μεταβλητή, η οποία επιδρά με πιο καθοριστικό τρόπο στην κατανάλωση ενέργειας, μελετήθηκε ο όγκος των παραγόμενων προϊόντων. Η ποσότητα του οίνου, που επεξεργάζεται στη μονάδα της Ριτσώνας και εμφιαλώνεται στη μονάδα του Μαρκόπουλου, διαφέρει τόσο από μήνα σε μήνα, όσο και από έτος σε έτος. Αυτό συμβαίνει επειδή τα επίπεδα και οι ρυθμοί παραγωγής του τελικού προϊόντος, διαμορφώνονται από το ενδιαφέρον της αγοράς προς το προϊόν και από την διαθέσιμη πρώτη ύλη, που παρέχεται από τους αμπελουργούς. Στον Πίνακα 1.7 παρουσιάζεται ο ετήσιος όγκος παραγόμενου οίνου (σε tn) και η ετήσια ειδική κατανάλωση ενέργειας (σε kWh/hl), ανηγμένη ως προς την ποσότητα οινοπαραγωγής.

Στα πλαίσια σχετικής ερευνητικής μελέτης, που πραγματοποιήθηκε από την Tesla (Transferring Energy Save Laid on Agroindustry), με επίκεντρο τις καλύτερες πρακτικές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στα οινοποιεία, εξετάστηκαν διάφορες οινοπαραγωγικές μονάδες σε τέσσερις χώρες της Ευρώπης (Ισπανία, Γαλλία, Πορτογαλία και Ιταλία) και διαπιστώθηκε ότι η ειδική ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας ενός τυπικού οινοποιείου κυμαίνεται γύρω στις 11 kWh/hl, με την τιμή αυτή να διαφέρει σε κάθε οινοπαραγωγική μονάδα ανάλογα, κυρίως, με το μέγεθός της. Οι μεγάλες εγκαταστάσεις, με οινοπαραγωγή μεγαλύτερη των 50.000 hl/έτος, φάνηκε να έχουν μία μέση ειδική κατανάλωση περίπου ίση με 4 kWh/hl, ενώ οι μικρότερες μονάδες, με οινοπαραγωγή μικρότερη των 25.000 hl/έτος, παρουσίασαν μία μέση ειδική κατανάλωση περίπου ίση με 16 kWh/hl. Σε γενικές γραμμές, λαμβάνοντας υπόψιν και προηγούμενες αντίστοιχες μελέτες, η ειδική ηλεκτρική κατανάλωση δύναται να εμφανίζει τιμές μεταξύ των 3 kWh/hl και των 25 kWh/hl [3].

Συγκρίνοντας τις υπολογισμένες ειδικές ηλεκτρικές καταναλώσεις του οινοποιείου «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.» με τις αντίστοιχες τιμές, που εξήχθησαν από την ερευνητική μελέτη της Tesla, προκύπτει πως το συγκεκριμένο οινοποιείο παρουσιάζει αυξημένες ειδικές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι, για ετήσια οινοπαραγωγή άνω των 50.000 hl/έτος, η μέση ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερη από 4 kWh/hl.

Πίνακας 1.7: Παρουσίαση των ετήσιων ειδικών καταναλώσεων ενέργειας ανά μονάδα όγκου τελικού προϊόντος στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο & στην Ριτσώνα.

(Πηγή: πρωτότυπο)

ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΑΤΤΙΚΗΣ			
Ηλεκτρική Ενέργεια			
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	Ετήσια Κατανάλωση	Προϊόντα	Ετήσια Ειδική Κατανάλωση
-	(kWh)	(tn)	(kWh/hl)
2018	619.721,76	7.096,0	8,73
2019	593.848,00	6.425,0	9,24
2020	522.452,56	5.614,0	9,31
Θερμική Ενέργεια			
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	Ετήσια Κατανάλωση	Προϊόντα	Ετήσια Ειδική Κατανάλωση
-	kWh	tn	kWh/hl
2018	893.378,10	7.096,0	12,59
2019	777.603,36	6.425,0	12,10
2020	612.538,25	5.614,0	10,91
ΡΙΤΣΩΝΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ			
Ηλεκτρική Ενέργεια			
ΠΕΡΙΟΔΟΣ	Ετήσια Κατανάλωση	Προϊόντα	Ετήσια Ειδική Κατανάλωση
-	(kWh)	(tn)	(kWh/hl) ⁽¹⁾
2018	372.973,08	7.096,0	5,26
2019	423.965,64	6.425,0	6,60
2020	386.186,16	5.614,0	6,88

(1) Σημείωση: 1 tn κρασιού ισοδυναμεί με 10 hl κρασιού.

- **Βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης**

Από την υποενότητα 1.2.2.2 έγινε αντιληπτό πως, η κατανάλωση, τόσο ηλεκτρικής όσο και θερμικής ενέργειας, για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων κατέχει σημαντικό μέρος από τις συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις της μονάδας, που βρίσκεται στο Μαρκόπουλο Αττικής. Η πιο σύντομη μέθοδος προσδιορισμού των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων μίας εγκατάστασης είναι οι βαθμομέρες θέρμανσης (BHΘ) και ψύξης (BHΨ) αντίστοιχα [4].

Οι βαθμομέρες θέρμανσης εκφράζουν κατά πόσους βαθμούς και για πόσες ημέρες η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από μία θερμοκρασία αναφοράς. Ομοίως, οι βαθμομέρες ψύξης είναι ένα μέτρο που δείχνει κατά πόσους βαθμούς και για πόσες ημέρες η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από μία θερμοκρασία αναφοράς. Υπάρχουν ποικίλες μέθοδοι υπολογισμού των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης. Στο Παράρτημα II, αναπτύσσονται τρεις μέθοδοι υπολογισμού: η Βρετανική μέθοδος, η μέθοδος που περιγράφεται στην TOTEE 20701-3/2010 και η ενδιάμεση μέθοδος με χρήση της θερμοκρασίας

$(T_{\min}+T_{\max})/2$, αντί της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας [1]. Ωστόσο, για την εκτίμηση της γραμμής βάσης της καταναλισκόμενης ενέργειας χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μέθοδο της TOTEE 20701-3/2010, και έπειτα από την διεξαγωγή τεσσάρων διαφορετικών σεναρίων αναφορικά με τη θερμοκρασία άνεσης ή αναφοράς για τη θερινή και την χειμερινή περίοδο.

Σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία του TEE 20701-3/2010 και τον Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων του ΥΠΕΝ, ο υπολογισμός των βαθμομερών θέρμανσης (BHΘ) προκύπτει από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα εικοσιτετραώρου για τους θερινούς μήνες σε μια περιοχή και μία θερμοκρασία αναφοράς, η οποία συνήθως λαμβάνεται ίση με 18°C. Η εξίσωση υπολογισμού των BHΘ, είναι [1],[4]:

$$BH\Theta = \sum [N_{mo}(T_{av} - T_{\alpha})^+] \quad (1.6)$$

όπου:

N_{mo} : ο αριθμός ημερών για τον κάθε μήνα.

T_{av} : η θερμοκρασία αναφοράς των εσωτερικών χώρων (σε °C).

T_{α} : η μέση μηνιαία θερμοκρασία του περιβάλλοντος (σε °C), η οποία δημοσιεύεται από την ΕΜΥ για κάθε μεγάλη πόλη της χώρας.

Σημειώνεται ότι το σύμβολο (+) δηλώνει ότι στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η θερμοκρασία T_{α} δεν υπερβαίνει τη θερμοκρασία αναφοράς T_{av} , δηλαδή η τιμή της παρένθεσης είναι θετική.

Κατά αντίστοιχο τρόπο, ορίζεται και ο προσδιορισμός των βαθμομερών ψύξης (BHΨ), ο οποίος προκύπτει από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα εικοσιτετραώρου για τους χειμερινούς μήνες σε μια περιοχή και μία θερμοκρασία αναφοράς, η οποία συνήθως λαμβάνεται ίση με 26°C. Ωστόσο, συχνά στον τριτογενή τομέα χρησιμοποιούνται οι 18°C ως θερμοκρασία αναφοράς, καθώς τα κτήρια του τριτογενούς τομέα έχουν μεγάλα εσωτερικά φορτία και τότε θεωρείται ότι μηδενίζονται τα φορτία ψύξης. Η εξίσωση υπολογισμού των BHΨ, είναι [1],[4]:

$$BH\Psi = \sum [N_{mo}(T_{\alpha} - T_{av})^+] \quad (1.7)$$

όπου:

N_{mo} : ο αριθμός ημερών για τον κάθε μήνα.

T_{av} : η θερμοκρασία αναφοράς των εσωτερικών χώρων (σε °C).

T_{α} : η μέση μηνιαία θερμοκρασία του περιβάλλοντος (σε °C), η οποία δημοσιεύεται από την ΕΜΥ για κάθε μεγάλη πόλη της χώρας.

Σημειώνεται ότι το σύμβολο (+) δηλώνει ότι στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη μόνο οι περιπτώσεις κατά τις οποίες η θερμοκρασία T_{α} υπερβαίνει τη θερμοκρασία αναφοράς T_{av} , δηλαδή η τιμή της παρένθεσης είναι θετική.

Στο Παράρτημα II, παρουσιάζεται ο τρόπος υπολογισμού των βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης για τέσσερις διαφορετικούς συνδυασμούς θερμοκρασιών αναφοράς για τη θερινή και την χειμερινή περίοδο. Στην πρώτη περίπτωση, η θερμοκρασία αναφοράς έχει ληφθεί ίση με 18°C, τόσο για την περίοδο της θέρμανσης όσο και για την περίοδο της ψύξης. Στο δεύτερο σενάριο, η εκτίμηση των ΒΗΘ έγινε με θερμοκρασία αναφοράς τους 19°C, ενώ η εκτίμηση των ΒΗΨ έγινε με θερμοκρασία αναφοράς τους 20°C. Στον τρίτο και στον τέταρτο συνδυασμό χρησιμοποιήθηκαν οι 20°C ως θερμοκρασία αναφοράς θέρμανσης και οι 22°C για τις ΒΗΨ του τρίτου σεναρίου και οι 24°C για τις ΒΗΨ του τέταρτου. Σημειώνεται πως, για λόγους πληρότητας και σφαιρικότητας των αποτελεσμάτων, στην πρώτη περίπτωση εφαρμόστηκαν και οι τρεις τρόποι υπολογισμού των βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης.

Ο προσδιορισμός των βαθμοημερών πραγματοποιήθηκε με βάση τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, για όλους τους μήνες των ετών 2018-2019-2020, όπως καταγράφηκαν από τον σταθμό της ΕΜΥ στο Ελληνικό Αττικής. Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν τα κλιματικά δεδομένα του Ελληνικού, καθώς εκεί βρίσκεται ο κοντινότερος στο Μαρκόπουλο, σταθμός της ΕΜΥ και κατά συνέπεια, τα στοιχεία των θερμοκρασιών του εξωτερικού αέρα, θεωρητικά, πλησιάζουν περισσότερο τις αντίστοιχες πραγματικές τιμές στην τοποθεσία του οινοποιείου. Στον Πίνακα 1.8 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του υπολογισμού των βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης στην περιοχή του Μαρκόπουλου Αττικής.

Πίνακας 1.8: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις μηνιαίες και τις ετήσιες βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης των ετών αναφοράς 2018-2019-2020 στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Σταθμός ΕΜΥ: Ελληνικό Αττικής			1° Σενάριο		2° Σενάριο		3° Σενάριο		4° Σενάριο	
Μην.	Μέση εξωτ. θερμοκ/σία	Ημ. ημέρες	T _{av} =18°C	T _{av} =18°C	T _{av} =19°C	T _{av} =20°C	T _{av} =20°C	T _{av} =22°C	T _{av} =20°C	T _{av} =24°C
			ΒΗΘ	ΒΗΨ	ΒΗΘ	ΒΗΨ	ΒΗΘ	ΒΗΨ	ΒΗΘ	ΒΗΨ
-	°C	ημέρες	°C *ημέρες	°C *ημέρες	°C *ημέρες	°C *ημέρες	°C *ημέρες	°C *ημέρες	°C *ημέρες	°C *ημέρες
Έτος αναφοράς 2018										
Ιαν	11,3	31	207,7	0,0	238,7	0,0	269,7	0,0	269,7	0
Φεβ	12,6	28	151,2	0,0	179,2	0,0	207,2	0,0	207,2	0
Μαρ	15,5	31	77,5	0,0	108,5	0,0	139,5	0,0	139,5	0
Απρ	19,8	30	0,0	54,0	0,0	0,0	6,0	0,0	6	0
Μαϊ	23,6	31	0,0	173,6	0,0	111,6	0,0	49,6	0	0
Ιουν	26,7	30	0,0	261,0	0,0	201,0	0,0	141,0	0	81
Ιουλ	28,7	31	0,0	331,7	0,0	269,7	0,0	207,7	0	145,7
Αυγ	29,0	31	0,0	341,0	0,0	279,0	0,0	217,0	0	155
Σεπ	25,0	30	0,0	210,0	0,0	150,0	0,0	90,0	0	30
Οκτ	19,8	31	0,0	55,8	0,0	0,0	6,2	0,0	6,2	0
Νοε	15,9	30	63,0	0,0	93,0	0,0	123,0	0,0	123	0
Δεκ	10,9	31	220,1	0,0	251,1	0,0	282,1	0,0	282,1	0
Σύνολο		365	719,5	1.427,1	870,5	1.011,3	1.033,7	705,3	1.033,7	411,7
Έτος αναφοράς 2019										
Ιαν	9,7	31	257,3	0,0	288,3	0,0	319,3	0,0	319,3	0
Φεβ	10,3	28	215,6	0,0	243,6	0,0	271,6	0,0	271,6	0
Μαρ	13,9	31	127,1	0,0	158,1	0,0	189,1	0,0	189,1	0
Απρ	16,1	30	57,0	0,0	87,0	0,0	117,0	0,0	117	0
Μαϊ	20,4	31	0,0	74,4	0,0	12,4	0,0	0,0	0	0
Ιουν	27,0	30	0,0	270,0	0,0	210,0	0,0	150,0	0	90
Ιουλ	29,0	31	0,0	341,0	0,0	279,0	0,0	217,0	0	155
Αυγ	30,1	31	0,0	375,1	0,0	313,1	0,0	251,1	0	189,1
Σεπ	25,5	30	0,0	225,0	0,0	165,0	0,0	105,0	0	45
Οκτ	21,9	31	0,0	120,9	0,0	58,9	0,0	0,0	0	0
Νοε	18,4	30	0,0	12,0	18,0	0,0	48,0	0,0	48	0
Δεκ	12,6	31	167,4	0,0	198,4	0	229,4	0,0	229,4	0
Σύνολο		365	824,4	1.418,4	993,4	1.038,4	1.174,4	723,1	1.174,4	479,1
Έτος αναφοράς 2020										
Ιαν	9,8	31	254,2	0,0	285,2	0,0	316,2	0,0	316,2	0
Φεβ	12,0	29	168,0	0,0	196,0	0,0	224,0	0,0	224	0
Μαρ	14,0	31	124,0	0,0	155,0	0,0	186,0	0,0	186	0
Απρ	16,3	30	51,0	0,0	81,0	0,0	111,0	0,0	111	0
Μαϊ	21,8	31	0,0	117,8	0,0	55,8	0,0	0,0	0	0
Ιουν	25,2	30	0,0	216,0	0,0	156,0	0,0	96,0	0	36
Ιουλ	29,5	31	0,0	356,5	0,0	294,5	0,0	232,5	0	170,5
Αυγ	29,8	31	0,0	365,8	0,0	303,8	0,0	241,8	0	179,8
Σεπ	26,5	30	0,0	255,0	0,0	195,0	0,0	135,0	0	75
Οκτ	21,2	31	0,0	99,2	0,0	37,2	0,0	0,0	0	0
Νοε	15,4	30	78,0	0,0	108,0	0,0	138,0	0,0	138	0
Δεκ	14,4	31	111,6	0,0	142,6	0	173,6	0,0	173,6	0
Σύνολο		366	786,8	1.410,3	967,8	1.042,3	1.148,8	705,3	1.148,8	461,3

1.2.3.2 Εκτίμηση της γραμμής βάσης με εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου της «Παλινδρόμησης»

Ο τύπος της γραμμής βάσης αποτελεί έναν αποτελεσματικό και αξιόπιστο τρόπο προσέγγισης των καταναλώσεων ενέργειας στη μονάδα, που διενεργείται ο ενεργειακός έλεγχος. Στην υποενότητα 1.2.1.3 αναπτύχθηκαν τα βασικά σημεία της μεθοδολογίας, που εφαρμόζεται, για την ανάλυση των δεδομένων και τον προσδιορισμό της εξοικονομούμενης ενέργειας, σύμφωνα με όσα περιγράφονται αναλυτικά στον Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων του ΥΠΕΝ. Το στατιστικό κριτήριο της Παλινδρόμησης αποτελεί το εργαλείο, με το οποίο υπολογίζονται τα μεγέθη που υφίστανται στην εξίσωση της γραμμής βάσης, και εξάγονται πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα της συσχέτισης μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής (κατανάλωση ενέργειας) και των ανεξάρτητων μεταβλητών (παράγοντες προσαρμογής).

Το ΥΠΕΝ, προς διευκόλυνση των ενεργειακών ελεγκτών, ανέπτυξε ένα πρότυπο υπολογιστικό φύλλο, Γραμμής Βάσης και Παλινδρόμησης σε περιβάλλον EXCEL (Προσθήκη Ι), με το οποίο πραγματοποιείται η εκ των προτέρων στατιστική αξιολόγηση του τύπου της γραμμής βάσης και της αβεβαιότητας, κατά την εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας, και καθορίζεται ο στόχος της εξοικονομούμενης ενέργειας [1]. Ωστόσο, τη δυνατότητα διενέργειας του στατιστικού κριτηρίου της Παλινδρόμησης, καθώς και άλλων στατιστικών αναλύσεων, παρέχει και το λογιστικό φύλλο εργασίας EXCEL, μέσω των εργαλείων του. Εισάγοντας τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Y και των ανεξάρτητων μεταβλητών X , προκύπτουν τα στατιστικά αποτελέσματα της παλινδρόμησης και η ανάλυση της διακύμανσης, τα οποία καθιστούν δυνατή την αξιολόγηση της συσχέτισης των μεγεθών, που μελετώνται, και την κατασκευή του τύπου της γραμμής βάσης.

Στο Παράρτημα ΙΙ, παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση και ο βαθμός εξάρτησης της κατανάλωσης ενέργειας, τόσο από τον όγκο του παραγόμενου προϊόντος, όσο και από τις βαθμομημέρες θέρμανσης και ψύξης για όλους τους συνδυασμούς θερμοκρασιών αναφοράς, που αναφέρθηκαν στην υποενότητα 1.2.3.1, στο βάθος της τριετίας. Ο σχεδιασμός της γραμμής βάσης πραγματοποιήθηκε με πολυδιάστατη γραμμική παλινδρόμηση, στην περίπτωση της ηλεκτρικής ενέργειας των εγκαταστάσεων στο Μαρκόπουλο Αττικής, και με μονοδιάστατη γραμμική παλινδρόμηση, στην περίπτωση της θερμικής ενέργειας της μονάδας στο Μαρκόπουλο και της ηλεκτρικής ενέργειας της μονάδας στην Ριτσώνα Βοιωτίας.

- **Εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής**

Η μονάδα του οινοποιείου, που τοποθετείται στο Μαρκόπουλο Αττικής, χαρακτηρίζεται από ηλεκτρικές και θερμικές απαιτήσεις, οι οποίες δύναται να συσχετιστούν με δύο παράγοντες προσαρμογής, τις βαθμομημέρες και τον όγκο παραγωγής. Η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου της παλινδρόμησης σε περιβάλλον EXCEL, υλοποιήθηκε μεμονωμένα για κάθε μορφή ενέργειας και κάθε σενάριο βαθμομημερών, σύμφωνα με τα δεδομένα ενεργειακών καταναλώσεων, ποσότητας παραγόμενων προϊόντων και βαθμομημερών θέρμανσης και ψύξης, που σημειώθηκαν κατά την περίοδο κατανάλωσης βάσης 2018-2019-2020. Στο Παράρτημα ΙΙ

παρουσιάζονται αναλυτικά, τόσο τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί στο υπολογιστικό φύλλο του EXCEL για την εκτέλεση του κριτηρίου της παλινδρόμησης, όσο και τα αποτελέσματα που έχουν εξαχθεί από την εφαρμογή του, για κάθε μία περίπτωση που εξετάζεται. Στον Πίνακα 1.9 παρουσιάζονται, συγκεντρωτικά από κάθε σενάριο, τα στατιστικά στοιχεία για τον συσχετισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με την ποσότητα παραγόμενου προϊόντος και τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης.

Πίνακας 1.9: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υπορουτίνας ανάλυσης παλινδρόμησης με το EXCEL για τα τέσσερα σενάρια.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Στατιστικά Παλινδρόμησης για την συσχέτιση της Ηλεκτρικής Ενέργειας με τον Όγκο Παραγωγής & τις ΒΗΘ/ΒΗΨ				
	1° Σενάριο	2° Σενάριο	3° Σενάριο	4° Σενάριο
Πολλαπλό R	0,90943	0,90913	0,91310	0,91643
R Τετράγωνο	0,82707	0,82651	0,83376	0,83984
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,81659	0,81600	0,82368	0,83013
Τυπικό σφάλμα (RMSE)	3310,22624	3315,54968	3245,58297	3185,65859
Μέγεθος δείγματος	36	36	36	36

Σύμφωνα με τη θεωρία της Στατιστικής Παλινδρόμησης, ο δείκτης «Πολλαπλό R» αναφέρεται στην συνάφεια μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και των ανεξάρτητων μεταβλητών, η οποία αυξάνεται όσο η τιμή του δείκτη προσεγγίζει την μονάδα [5]. Ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής, δηλαδή ο δείκτης «R Τετράγωνο», ορίζει το ποσοστό διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής, που οφείλεται στην επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι τιμές, που λαμβάνει, κυμαίνονται μεταξύ μηδέν (κανένα ποσοστό προσαρμοστικότητας) και 1 (άριστη προσαρμοστικότητα) [6]. Όταν $R^2 < 0,92$ η συσχέτιση θεωρείται ικανοποιητική, χωρίς, ωστόσο, να υπάρχει ένα σαφές κάτω όριο [1],[5]. Ο δείκτης «Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο» λειτουργεί διορθωτικά στον συντελεστή R^2 και χρησιμοποιείται όταν το μέγεθος του δείγματος είναι μικρό και ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής δεν είναι απόλυτα αξιόπιστος. Η τιμή του είναι πάντα μικρότερη από εκείνη του αντίστοιχου R^2 και όταν λαμβάνει αρνητικές τιμές -για χαμηλές τιμές του συντελεστή προσδιορισμού- συνιστάται να αντικαθίσταται με το μηδέν [6].

Από τον Πίνακα 1.9 γίνεται αντιληπτό πως, η ισχυρότερη συνάφεια μεταξύ των μεταβλητών εμφανίζεται στο τέταρτο σενάριο, δηλαδή στην περίπτωση που η θερμοκρασία αναφοράς θέρμανσης είναι οι 20°C και ψύξης οι 24°C. Υπό αυτή τη συνθήκη, ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής λαμβάνει την τιμή 0,83984 και προσεγγίζει την μονάδα, δηλώνοντας με αυτόν τον τρόπο τον μεγάλο βαθμό προσαρμοστικότητας της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (εξαρτημένη μεταβλητή Y) στον όγκο παραγωγής (ανεξάρτητη μεταβλητή X_1) και στις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης (ανεξάρτητη μεταβλητή X_2). Σημειώνεται πως, το μέγεθος του δείγματος ανέρχεται σε 36 μετρήσεις, τιμή που διασφαλίζει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Στους Πίνακες 1.10-1.11 και στο αντίστοιχο Διάγραμμα 1.8, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για το

συγκεκριμένο σενάριο και ο σχεδιασμός της εξίσωσης της πολλαπλής παλινδρόμησης, ήτοι του τύπου της γραμμής βάσης.

Πίνακας 1.10: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης με το κριτήριο της πολλαπλής παλινδρόμησης.

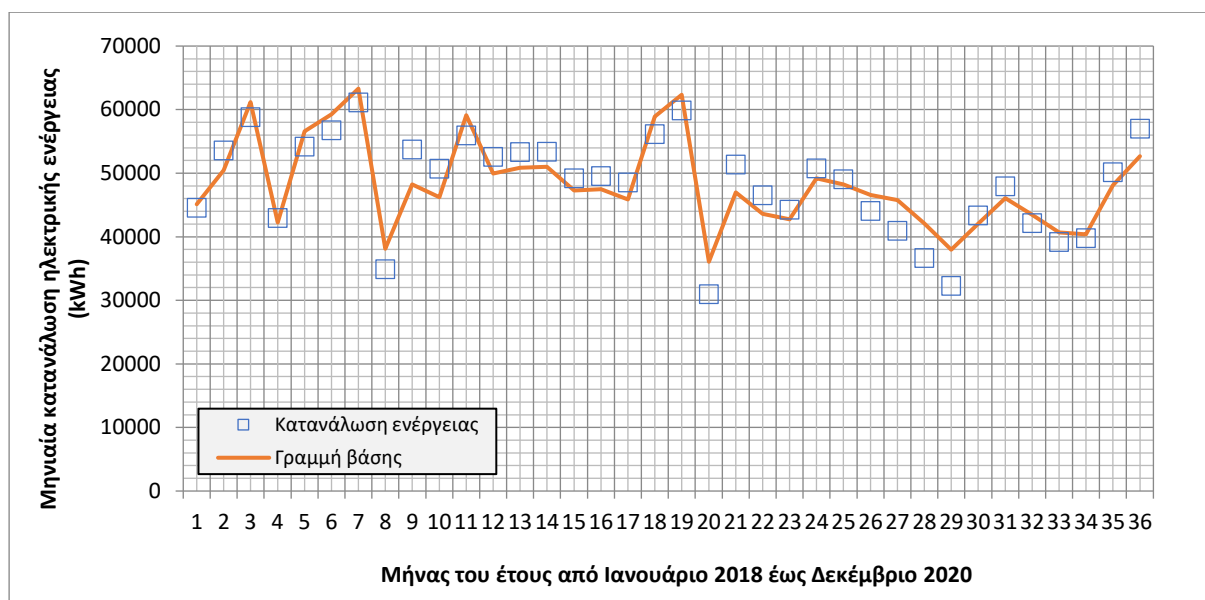
(Πηγή: πρωτότυπο)

Στατιστικά Παλινδρόμησης για την συσχέτιση της Ηλεκτρικής Ενέργειας με τον Όγκο Παραγωγής & τις ΒΗΘ/ΒΗΨ του 4 ^{ου} Σεναρίου				
Χρονικό Διάστημα	Πίνακας των Υ	Πίνακας των Χ		Γραμμή Βάσης
	Ηλεκτρική ενέργεια	Βαθμοημέρες 4 ^{ου} Σεναρίου	Προϊόντα	$Y=b_0+b_1*X_1+b_2*X_2$
-	(kWh)	(°C*ημέρες)	(tn)	(kWh)
Ιαν-18	44.537,20	269,7	457,0	45.131,27
Φεβ-18	53.558,24	207,2	557,0	50.438,37
Μαρ-18	58.801,44	139,5	750,0	61.176,24
Απρ-18	42.941,68	6,0	450,0	42.251,67
Μαϊ-18	54.182,72	0,0	694,0	56.571,65
Ιουν-18	56.754,00	81,0	727,0	59.273,79
Ιουλ-18	61.135,52	145,7	785,0	63.296,39
Αυγ-18	34.897,76	155,0	356,0	38.107,37
Σεπ-18	53.715,36	30,0	548,0	48.250,23
Οκτ-18	50.687,76	6,2	517,0	46.201,08
Νοε-18	55.929,36	123,0	718,0	59.136,47
Δεκ-18	52.580,72	282,1	537,0	49.960,76
Ιαν-19	53.327,12	319,3	546,0	50.839,07
Φεβ-19	53.393,92	271,6	556,0	50.981,98
Μαρ-19	49.187,84	189,1	506,0	47.264,19
Απρ-19	49.535,12	117,0	521,0	47.473,40
Μαϊ-19	48.554,00	0,0	512,0	45.848,48
Ιουν-19	56.150,72	90,0	719,0	58.886,65
Ιουλ-19	59.873,92	155,0	767,0	62.322,87
Αυγ-19	30.945,04	189,1	316,0	36.069,67
Σεπ-19	51.336,00	45,0	524,0	46.976,52
Οκτ-19	46.536,64	0,0	474,0	43.609,58
Νοε-19	44.267,36	48,0	452,0	42.762,46
Δεκ-19	50.740,32	229,4	532,0	49.173,11
Ιαν-20	49.023,60	316,2	502,0	48.217,66
Φεβ-20	44.067,04	224,0	489,0	46.589,09
Μαρ-20	40.918,32	186,0	481,0	45.762,22
Απρ-20	36.652,32	111,0	431,0	42.114,60
Μαϊ-20	32.269,76	0,0	378,0	37.953,40
Ιουν-20	43.330,48	36,0	442,0	42.061,00
Ιουλ-20	47.949,60	170,5	489,0	46.088,55
Αυγ-20	42.122,08	179,8	443,0	43.465,31
Σεπ-20	39.173,04	75	412,0	40.658,33
Οκτ-20	39.784,16	0,0	419,0	40.369,06
Νοε-20	50.166,80	138,0	528,0	48.082,30
Δεκ-20	56.995,36	173,6	600,0	52.657,51

Πίνακας 1.11: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης με το κριτήριο της πολλαπλής παλινδρόμησης.

(Πηγή: πρωτότυπο)

Ανάλυση Διακύμανσης					
	Βαθμοί Ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F
Παλινδρόμηση	2	1756088681	878044340	86,520	0,000
Υπόλοιπο	33	334897881	10148420,6		
Σύνολο	35	2090986562			
	Συντελεστές		Τυπικό Σφάλμα	t	τιμή-P
Τεταγμένη επί την αρχή	15682,216		2549,459	6,151	0,000
Μεταβλητή Χ ₁	9,356		5,539	1,689	0,101
Μεταβλητή Χ ₂	58,918		4,543	12,968	0,000

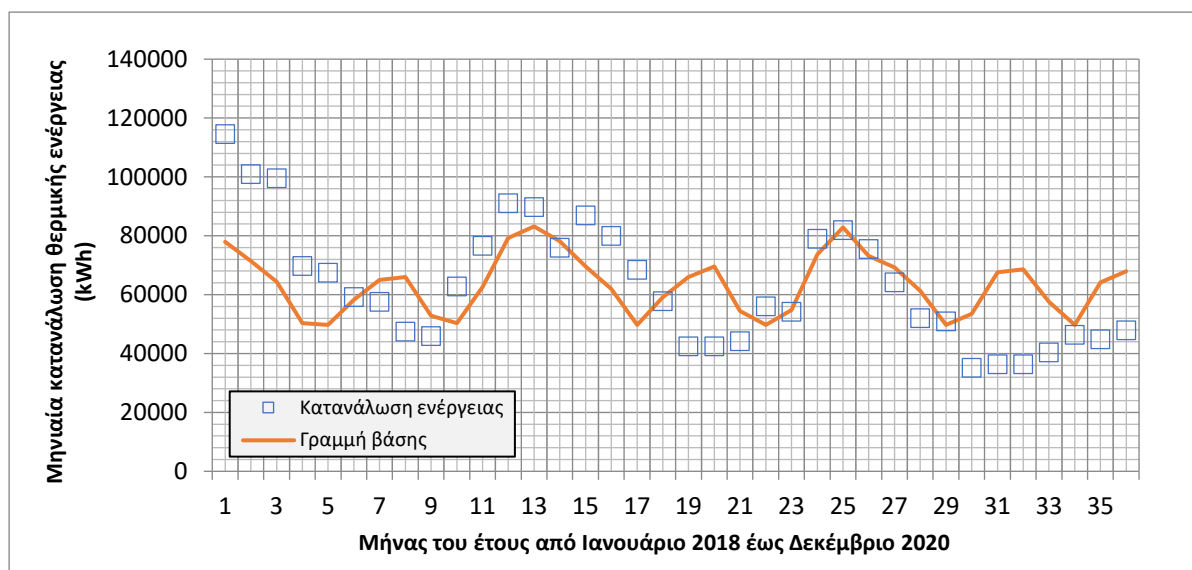


Διάγραμμα 1.8: Σχεδιασμός της γραμμής βάσης της ηλεκτρικής ενέργειας με δύο παραμέτρους και στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής.

(Πηγή: πρωτότυπο)

Η στατιστική ανάλυση της πολλαπλής παλινδρόμησης σε περιβάλλον EXCEL πραγματοποιήθηκε και για την αναζήτηση της συσχέτισης της θερμικής ενέργειας (εξαρτημένη μεταβλητή) με τα παραγόμενα προϊόντα και τις βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης (ανεξάρτητες μεταβλητές). Από τα αποτελέσματα, που προέκυψαν και παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα II, διαπιστώθηκε πως δεν υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, καθώς ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής τείνει στο μηδέν, με $R^2 = 0,14442$. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι στατιστικές παλινδρομήσεις, που εκτελέστηκαν μεμονωμένα, για την αναζήτηση της συσχέτισης της θερμικής ενέργειας με κάθε μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση που τη θέση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατέχει ο όγκος των παραγόμενων προϊόντων, ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής λαμβάνει την τιμή

0,05172, ενώ στην περίπτωση που λαμβάνονται υπόψιν οι βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης, τότε η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή ανέρχεται σε 0,24655 για το τέταρτο σενάριο θερμοκρασιών αναφοράς θέρμανσης, 20°C, και ψύξης, 24°C. Η συσχέτιση της γραμμής βάσης και της θερμικής κατανάλωσης παρουσιάζεται γραφικά στο Διάγραμμα 1.9.



Διάγραμμα 1.9: Σχεδιασμός της γραμμής βάσης της θερμικής ενέργειας με μία παράμετρο (βαθμοημέρες) στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής. (Πηγή: πρωτότυπο)

Ωστόσο, δεδομένου ότι η θερμότητα, που παράγεται από τον λέβητα με καυστήρα μαζούτ, καλύπτει τις θερμικές απαιτήσεις που συνδέονται με τις βαθμοημέρες θέρμανσης, και όχι ψύξης, κρίθηκε σκόπιμο η στατιστική ανάλυση να πραγματοποιηθεί και με την μέθοδο της μίας μεταβλητής που εφαρμόζεται στο EXCEL της Προσθήκης I του ΥΠΕΝ. Σε αυτή την περίπτωση, λαμβάνουν χώρα δύο στατιστικές αναλύσεις, μία για την χειμερινή και μία για την θερινή ζώνη, και κατά συνέπεια υπολογίζονται διαφορετικοί συντελεστές b_0 και b_1 , για τις αντίστοιχες βαθμοημέρες κάθε ζώνης. Στο Παράρτημα II παρουσιάζονται τα στατιστικά αποτελέσματα από την εκτέλεση κάθε σεναρίου βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης. Από αυτό προκύπτει πως για την χειμερινή ζώνη, πιο ισχυρή συσχέτιση των βαθμοημερών θέρμανσης με την κατανάλωση θερμικής ενέργειας εμφανίζει η δεύτερη περίπτωση, κατά την οποία η θερμοκρασία αναφοράς ανέρχεται στους 19°C, και ο συντελεστής R^2 ισούται με 0,278.

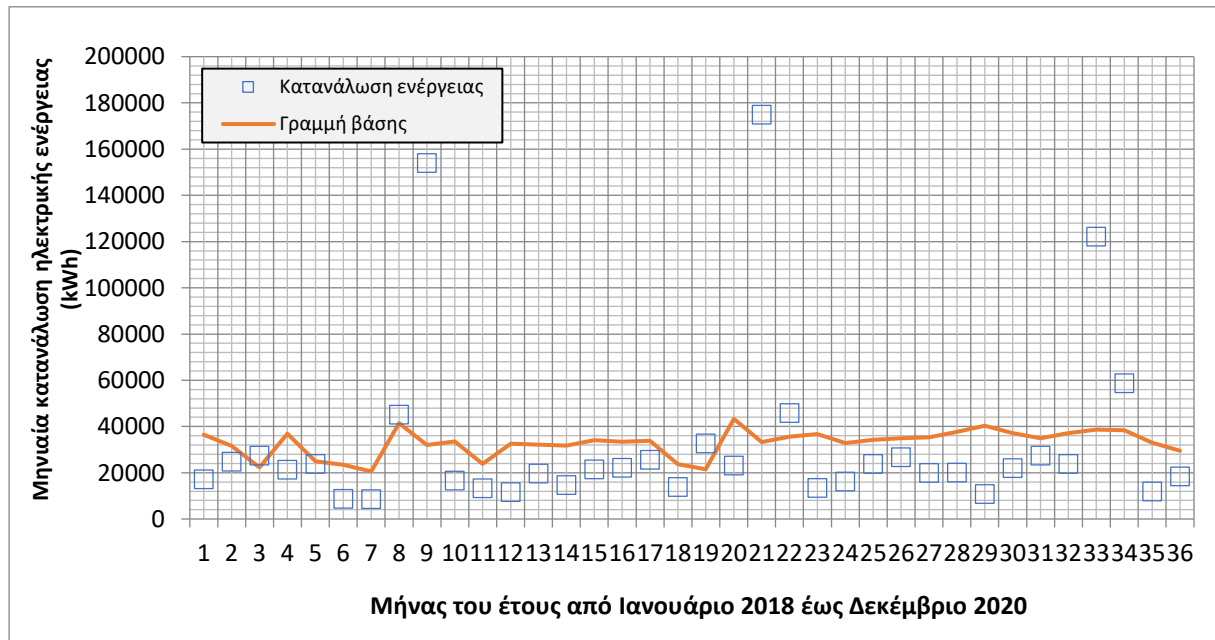
- **Εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας**

Η κατανάλωση αποκλειστικά ηλεκτρικής ενέργειας στη μονάδα του οινοποιείου, που τοποθετείται στην Ριτσώνα Βοιωτίας, δύναται να συσχετιστεί μόνο με τον όγκο των προϊόντων που παράχθηκαν από τις διεργασίες της οινοποίησης. Το στατιστικό κριτήριο της μονοδιάστατης γραμμικής παλινδρόμησης εφαρμόστηκε μέσω της ομώνυμης εντολής στο περιβάλλον EXCEL για τα δεδομένα, τόσο των ηλεκτρικών καταναλώσεων, όσο και των παραγόμενων προϊόντων, των ετών 2018-2019-2020. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης φανερώνουν μία ασθενή συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

και του όγκου παραγωγής, καθώς ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής λαμβάνει πολύ μικρή τιμή, ίση με 0,02299. Παρατηρώντας το Διάγραμμα 1.10, προκύπτει το συμπέρασμα πως οι ηλεκτρικές καταναλώσεις του μηνός Σεπτεμβρίου για τα τρία έτη που μελετώνται, ξεφεύγουν σε μεγάλο βαθμό από τις αντίστοιχες καταναλώσεις των υπόλοιπων μηνών. Γι' αυτό τον λόγο, επαναλήφθηκε η στατιστική παλινδρόμηση, χωρίς να ληφθούν υπόψιν οι καταναλώσεις του μηνός Σεπτεμβρίου για τις χρονιές 2018-2019-2020. Ωστόσο, και σε αυτήν την περίπτωση η τιμή του συντελεστή R^2 προέκυψε μικρή και ίση με 0,09350. Τα αποτελέσματα των δύο αναλύσεων παρουσιάζονται, αναλυτικά στο Παράρτημα ΙΙ, και συγκεντρωτικά στον Πίνακα 1.12.

Πίνακας 1.12: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υπορουτίνας ανάλυσης παλινδρόμησης με το EXCEL για την ηλεκτρική ενέργεια στην μονάδα της Ριτσώνας Βοιωτίας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Στατιστικά Παλινδρόμησης για την συσχέτιση της Ηλεκτρικής Ενέργειας με τον Όγκο Παραγωγής			
Συνολική περίοδος κατανάλωσης βάσης		Περίοδος κατανάλωσης βάσης χωρίς Σεπτέμβριο	
Πολλαπλό R	0,15162	Πολλαπλό R	0,30578
R Τετράγωνο	0,02299	R Τετράγωνο	0,09350
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,00000	Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,06426
Τυπικό σφάλμα (RMSE)	38041,91892	Τυπικό σφάλμα (RMSE)	10474,96388
Μέγεθος δείγματος	36	Μέγεθος δείγματος	33



Διάγραμμα 1.10: Σχεδιασμός της γραμμής βάσης της ηλεκτρικής ενέργειας με μία παράμετρο στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα, υποδηλώνουν πολύ χαμηλό ποσοστό προσαρμοστικότητας των ηλεκτρικών

καταναλώσεων στην παραγόμενη ποσότητα οίνου. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στη λειτουργία της μονάδας και στη διεργασία της οινοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, η αθροιστική ποσότητα έτοιμου προϊόντος, που μεταφέρεται στο τέλος κάθε μήνα στις εγκαταστάσεις εμφιάλωσης, αποτελεί το τελικό προϊόν της συγκεκριμένης μονάδας, αλλά δεν περιλαμβάνει την ποσότητα του οίνου, το οποίο βρίσκεται σε διεργασία οινοποίησης στις δεξαμενές. Αυτό συνεπάγεται πως, δεν λαμβάνονται υπόψιν οι ενεργειακές απαιτήσεις των, προς επεξεργασία, προϊόντων και, γι' αυτό τον λόγο, δεν παρουσιάζεται συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και του όγκου παραγόμενου οίνου.

1.2.4 Εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης του οινοποιείου και προσδιορισμός της εξοικονομούμενης ενέργειας

Ο ενεργειακός έλεγχος του οινοποιείου ολοκληρώνεται με την τεχνοοικονομική μελέτη και την εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στις διαδικασίες, τις λειτουργίες και τα συστήματα, που παρουσιάζουν σημαντικές ενεργειακές καταναλώσεις και χαμηλούς βαθμούς απόδοσης. Το πρώτο βήμα της συλλογής και της καταγραφής όλων των στοιχείων, που σχετίζονται με τις ενεργειακές απαιτήσεις του οινοποιείου, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μίας ολοκληρωμένης εικόνας του συνόλου των χαρακτηριστικών ενεργειακής κατανάλωσης της μονάδας. Στη συνέχεια, η επεξεργασία και η ανάλυση των ενεργειακών δεδομένων με την εφαρμογή διαφόρων εργαλείων και μεθόδων, οδηγούν στον εντοπισμό των πιο ενεργοβόρων διεργασιών, τμημάτων και συστημάτων του οινοποιείου, και κατά συνέπεια, στον προσδιορισμό και την ιεράρχηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, με γνώμονες την ενεργειακή και την οικονομική απόδοση της μονάδας.

Στην υποενότητα 1.2.2.2 παρουσιάστηκε, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις από τον επιτόπιο έλεγχο, η εκτίμηση των ηλεκτρικών και θερμικών καταναλώσεων για τις δύο μονάδες του οινοποιείου «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.», και πραγματοποιήθηκε ο επιμερισμός τους ανά τελική χρήση κάθε μορφής ενέργειας. Από τα αποτελέσματα της μελέτης, όπως παρουσιάζονται, αναλυτικά στα Παραρτήματα Ι και ΙΙ, και συγκεντρωτικά στα Διαγράμματα 1.4, 1.5, 1.6 και 1.7, προκύπτουν τα σημεία και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, που χρήζουν ενεργειακής αναβάθμισης, προκειμένου να ελαττωθεί η ενέργεια που καταναλώνουν. Για κάθε μία από τις δύο μονάδες του οινοποιείου, έχουν μελετηθεί κατά περίπτωση, διαφορετικές επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά στις παρακάτω υποενότητες.

1.2.4.1 Μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής

Τα μέτρα, που μελετήθηκαν και υπολογίστηκαν αναλυτικά στο Παράρτημα ΙΙΙ, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής, περιλαμβάνουν τον εκσυγχρονισμό του φωτισμού με λαμπτήρες LED νέας τεχνολογίας, την ενεργειακή αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων, με σκοπό την παραγωγή και ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Για τον προσδιορισμό της τιμής της εξοικονομούμενης ενέργειας προηγήθηκε η

αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή, με την χρήση των συντελεστών μετατροπής του Πίνακα 1.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ).

- **Αναβάθμιση των φωτιστικών λαμπτήρων**

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την εξασφάλιση του απαραίτητου φωτισμού στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου κατέχει την τρίτη θέση στην κλίμακα των ηλεκτρικών απαιτήσεων, με ποσοστό 16,1%. Η αντικατάσταση των ενεργοβόρων συμβατικών λαμπτήρων με αντίστοιχους λαμπτήρες LED νέας τεχνολογίας επηρεάζει τη μέση κατανάλωση ενέργειας και βελτιώνει την ποιότητα του φωτισμού. Στο Παράρτημα ΙΙΙ παρουσιάζεται αναλυτικά η εκτίμηση της φωτεινής ροής όλων των φωτιστικών σημείων της εγκατάστασης, σύμφωνα με την οποία πραγματοποιείται η αντικατάσταση των λαμπτήρων, και υπολογίζεται η συνολική δυναμικότητα του φωτισμού και, κατ' επέκταση, η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας.

Στον Πίνακα 1.13 καταγράφονται τα κύρια σημεία της ανάλυσης και το ποσοστό της εξοικονομούμενης ενέργειας, τόσο σε επίπεδο φωτισμού όσο και στο σύνολο των ενεργειακών καταναλώσεων. Όπως διαπιστώνεται, η αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων παλαιού τύπου με λαμπτήρες LED νέας τεχνολογίας εξασφαλίζει τη μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για χρήση φωτισμού, σε ποσοστό 51,9%, ενώ με αναγωγή σε πρωτογενή ενέργεια, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας της εγκατάστασης ανέρχεται σε 5,5%.

Πίνακας 1.13: Κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων λαμπτήρων αντικατάστασης και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΑΤΤΙΚΗΣ							
Χαρακτηριστικά Υφιστάμενου Φωτισμού							
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Φωτεινή Ροή	Απόδοση	Συνολική Ισχύ	Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(-)	(τεμάχια)	(lm)	(lm/W)	(W)	(kWh)	(kWh)
Απλό	Συμπαγής φθορισμού (CFL)	223	557500	50,00	11.150,00	22.300,00	64.670,00
Απλό	Συμπαγής φθορισμού (CFL)	3	18000	60,00	300,00	600,00	1.740,00
Ζευγάρι σωληνών (2x30)	Σωληνωτοί φθορισμού	414	968760	78,00	12.420,00	24.840,00	72.036,00
Ζευγάρι σωληνών (2x36)	Σωληνωτοί φθορισμού	62	207576	93,00	2.232,00	4.464,00	12.945,60
3-στηλο (3x40)	Σωληνωτοί φθορισμού	24	90240	94,00	960,00	1.920,00	5.568,00
Πολλαπλό (3x40)	Λαμπτήρες πυρακτώσεως	189	52920	7,00	7.560,00	15.120,00	43.848,00
Προβολέας	Προβολείς αλογόνου	4	2600	13,00	200,00	400,00	1.160,00
Προβολέας	Προβολείς αλογόνου	12	20880	15,00	1.392,00	2.784,00	8.073,60
Προβολέας	Προβολείς αλογόνου	21	71400	17,00	4.200,00	8.400,00	24.360,00
Προβολέας	Προβολείς αλογόνου	4	28800	18,00	1.600,00	3.200,00	9.280,00
Προβολέας	Προβολείς αλογόνου	2	19000	19,00	1.000,00	2.000,00	5.800,00
Στεγανό ασφαλείας	Συμπαγής φθορισμού (CFL)	2	21000	70	300,00	600,00	1.740,00
Σύνολο					43.314,0	86.628,0	25.1221,2
Χαρακτηριστικά Νέου Φωτισμού Αντικατάστασης							
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Φωτεινή Ροή	Απόδοση	Συνολική Ισχύ	Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(-)	(τεμάχια)	(lm)	(lm/W)	(W)	(kWh)	(kWh)
Απλό	LED E27	223	557500	90	6.194,44	12.388,89	35.927,78
Απλό	LED E27	3	18000	90	200,00	400,00	1.160,00
Ζευγάρι σωληνών (2x30)	LED T8	414	968760	105	9.226,29	18.452,57	53.512,46
Ζευγάρι σωληνών (2x36)	LED T8	62	207576	105	1.976,91	3.953,83	11.466,10
3-στηλο (3x40)	LED T8	24	90240	105	859,43	1.718,86	4.984,69
Πολλαπλό (3x40)	LED spot	189	52920	65	814,15	1.628,31	4.722,09
Προβολέας	LED HPL	4	2600	107	24,30	48,60	140,93
Προβολέας	LED HPL	12	20880	107	195,14	390,28	1.131,81
Προβολέας	LED HPL	21	71400	107	667,29	1.334,58	3.870,28
Προβολέας	Προβολέας LED	4	28800	100	288,00	576,00	1.670,40
Προβολέας	Προβολέας LED	2	19000	100	190,00	380,00	1.102,00
Στεγανό ασφαλείας	LED E27	2	21000	100	210,00	420,00	1.218,00
Σύνολο					20845,96	41.691,91	120906,54
Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό (%)					51,9		
Ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στο σύνολο των καταναλώσεων (%)					5,5		

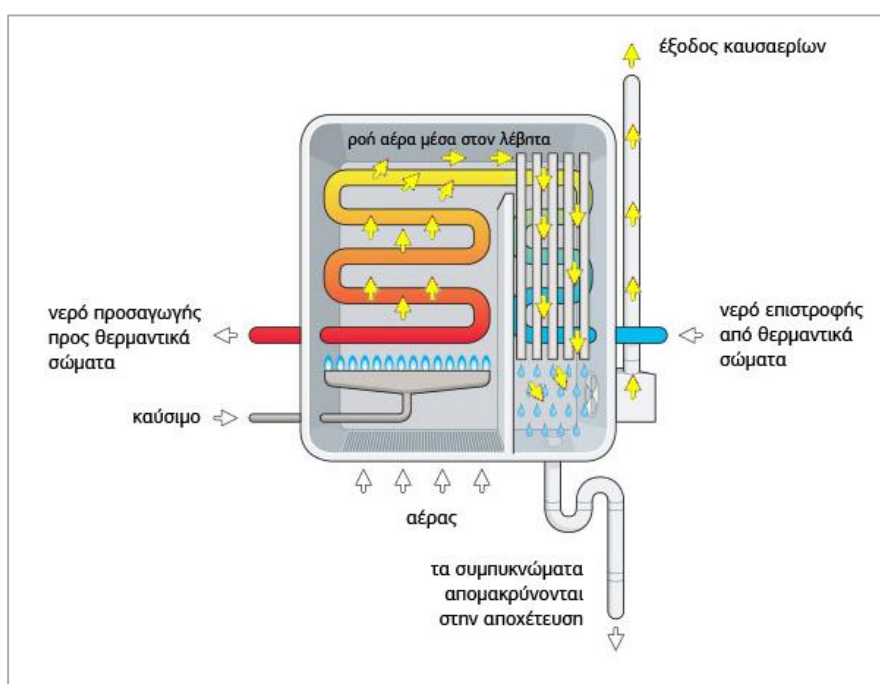
- **Αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης**

Η παλαιότητα των συστημάτων, που λειτουργούν στις εγκαταστάσεις της μονάδας στο Μαρκόπουλο Αττικής, με σκοπό τη διασφάλιση της θέρμανσης και της ψύξης των χώρων κύριας χρήσης, καθώς και της παραγωγής ΖΝΧ για τις διεργασίες της αποστείρωσης και της εμφιάλωσης, οδηγεί σε αυξημένα ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (καύσιμο μαζούτ). Αυτή η ενεργειακή επιβάρυνση ενισχύεται από τον χαμηλό βαθμό απόδοσης, τόσο του λέβητα με καυστήρα μαζούτ όσο και των αντλιών θερμότητας, καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη αντικατάστασης του συνόλου του εξοπλισμού. Η σημαντικότητα αυτής της επέμβασης αποδεικνύεται και από το Διάγραμμα 1.6, από το οποίο παρατηρείται πως, οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για την παραγωγή ΖΝΧ και την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτήρια, είναι ιδιαίτερα αυξημένες, καταλαμβάνοντας την πρώτη και την τρίτη θέση αντιστοίχως.

Η αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ περιλαμβάνει την αντικατάσταση:

- ✓ του λέβητα με καυστήρα μαζούτ, με λέβητα συμπύκνωσης υγραερίου, και
- ✓ των παλαιών, μη αποδοτικών αντλιών θερμότητας, με νέες, υψηλότερου συντελεστή απόδοσης και ποιοτικότερων προδιαγραφών, μονάδες θέρμανσης - ψύξης.

Ο λέβητας με τεχνολογία συμπύκνωσης αποτελεί μία από τις αποδοτικότερες και πιο διαδεδομένες λύσεις για ζητήματα θέρμανσης και παραγωγής ΖΝΧ, είτε σε οικιακές είτε σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, καθώς πρόκειται για μία σύγχρονη τεχνολογία λέβητα, η οποία εκμεταλλεύεται τη λανθάνουσα θερμότητα των καυσαερίων, μέσω ενός ειδικά σχεδιασμένου εναλλάκτη, στον οποίο πραγματοποιείται η ψύξη και η συμπύκνωση των καυσαερίων (Εικόνα 1.4). Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων και αυξάνεται η θερμοκρασία εισόδου του νερού θέρμανσης, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι απώλειες και να αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης [7].



Εικόνα 1.4:

Απεικόνιση του εσωτερικού και της λειτουργίας ενός λέβητα με τεχνολογία συμπύκνωσης.
(Πηγή: [7])

Παράλληλα, η εξέλιξη της τεχνογνωσίας στον χώρο των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αποδοτικότερων αντλιών θερμότητας, με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση και φιλικότητα προς το περιβάλλον.

Πίνακας 1.14: Κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ZNX και εκτίμηση της εξοικονομούμενης θερμικής, ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ-ZNX ΣΤΟ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΑΤΤΙΚΗΣ							
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ-ZNX ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ							
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ZNX							
Χρήση	Μηχάνημα	Ονομ. Ισχύς	Ώρες λειτουργίας	β.α	Προσδιδόμενη Θερμική Ενέργεια	Απορροφώμενη Θερμική Ενέργεια	Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(-)	(kW)	(h)	(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Θέρμανση	Λέβητας μαζούτ	255,86	960	0,70	51.172,00	73.102,86	80.413,14
ZNX	Λέβητας μαζούτ	255,86	2000	0,70	460.548,00	657.925,71	723.718,29
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ-ZNX							
Χρήση	Μηχάνημα	Ονομ. Ισχύς	Ώρες λειτουργίας	COP/EER ή β.α	Προσδιδόμενη Ενέργεια	Απορροφώμενη Ηλεκτρική Ενέργεια	Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(-)	(kW)	(h)	(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Θέρμανση - Ψύξη	Κλιματιστικά	14,50	1680	3,50	85.260,00	24.360,00	70.644,00
Θέρμανση - Ψύξη	Αντλίες Θερμότητας Daikin	12,40	1680	2,82	58.746,24	20.832,00	60.412,80
Θέρμανση	Λέβητας μαζούτ	12,00	2000	0,70	1.680,00	2.400,00	6.960,00
ZNX	Λέβητας μαζούτ	12,00	2000	0,70	15.120,00	21.600,00	62.640,00
Σύνολο						69.192,00	1.004.788,23
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ-ZNX ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ							
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ZNX							
Χρήση	Μηχάνημα	Ονομ. Ισχύς	Ώρες λειτουργίας	β.α	Προσδιδόμενη Θερμική Ενέργεια	Απορροφώμενη Θερμική Ενέργεια	Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(-)	(kW)	(h)	(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Θέρμανση	Λέβητας Συμπ/σης Υγραερίου	255,86	960	0,98	51.172,00	52.216,33	54.827,14
ZNX	Λέβητας Συμπ/σης Υγραερίου	255,86	2000	0,98	460.548,00	469.946,94	493.444,29
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ-ZNX							
Χρήση	Μηχάνημα	Ονομ. Ισχύς	Ώρες λειτουργίας	COP/EER ή β.α.	Προσδιδόμενη Ενέργεια	Απορροφώμενη Ηλεκτρική Ενέργεια	Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(-)	(kW)	(h)	(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Θέρμανση - Ψύξη	Κλιματιστικά	8,46	1680	6,00	85.260,00	14.210,00	41.209,00
Θέρμανση - Ψύξη	Αντλίες Θερμότητας Daikin	8,74	1680	4,00	58.746,24	14.686,56	42.591,02
Θέρμανση	Λέβητας Συμπ/σης Υγραερίου	0,50	2000	0,98	98,00	100,00	290,00
ZNX	Λέβητας Συμπ/σης Υγραερίου	0,50	2000	0,98	882,00	900,00	2.610,00
Σύνολο						29896,56	634.971,45
Ετήσια εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας για θέρμανση-ZNX (%)					28,6		
Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση-ψύξη-ZNX (%)					56,8		
Ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στο σύνολο των καταναλώσεων (%)					17,6		

Στον Πίνακα 1.14 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου και του νέου εξοπλισμού για τη θέρμανση, την ψύξη και την παραγωγή ZNX. Τα ποσοστά εξοικονόμησης από την αντικατάστασή του, τόσο σε θερμική όσο και σε ηλεκτρική ενέργεια, είναι υψηλά με τιμές 28,6% και 56,8% αντίστοιχα. Έπειτα από την αναγωγή σε πρωτογενή ενέργεια, η συνολική κατανάλωση ενέργειας της εγκατάστασης φαίνεται να σημειώνει σημαντική πτώση, της τάξεως του 17,6%.

- **Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων Ενεργειακού Συμψηφισμού - Net Metering**

Μία επιπλέον παρέμβαση, με γνώμονα την αυτονόμηση από το δημόσιο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και την στροφή προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), συνιστά η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα φωτοβολταϊκά αποτελούν ένα αυτόνομο σύστημα ηλεκτροδότησης, που λαμβάνει ενέργεια από τον ήλιο και την διοχετεύει στον καταναλωτή σε κατάλληλη μορφή (εναλλασσόμενο ρεύμα), την στιγμή που εκείνος την χρειάζεται. Πιο συγκεκριμένα, σε συνθήκες ηλιοφάνειας τα φωτοβολταϊκά αναλαμβάνουν τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία δύναται να εξασφαλίζει την κάλυψη των ηλεκτρικών απαιτήσεων της μονάδας, που καθορίζονται κατά τη μελέτη εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών διατάξεων.

Στην παρούσα μονάδα του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής, η απουσία επαρκούς ακάλυπτου χώρου στο οικόπεδο σε συνδυασμό με την τοποθεσία της εγκατάστασης, η οποία βρίσκεται εντός οικισμού και περιβάλλεται από κατοικίες, οδήγησε στη μελέτη τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών στις στέγες των κτηρίων της επιχείρησης. Η χωροθέτησή τους πραγματοποιήθηκε με στόχο την υψηλότερη απόδοσή τους, και κατά συνέπεια, λήφθηκαν υπόψη ο προσανατολισμός και η κλίση της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών πάνελ, καθώς και η κατάλληλη απόσταση μεταξύ των στοιχειοσειρών, προς αποφυγή της σκίασης των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Παράλληλα, η επιλογή της ονομαστικής ισχύος τους πραγματοποιήθηκε με γνώμονα την κάλυψη των συνολικών ετήσιων ηλεκτρικών φορτίων της μονάδας, δίνοντας έμφαση στους μήνες με την υψηλότερη ζήτηση, δηλαδή τους θερινούς μήνες. Σημειώνεται πως για τους υπολογισμούς, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα ηλεκτρικών καταναλώσεων από τα τιμολόγια του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας για τα τρία τελευταία έτη.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.4, στις στέγες των κτηριακών εγκαταστάσεων του οινοποιείου μελετήθηκαν συνολικά 833 φωτοβολταϊκά πλαίσια με επιφάνεια 2,61 m² το καθένα, εκ των οποίων τα 366 έχουν νοτιοανατολικό προσανατολισμό, τα 232 έχουν νοτιοδυτικό προσανατολισμό και τα 235 έχουν βορειοδυτικό προσανατολισμό. Η κλίση των φωτοβολταϊκών πάνελ επιλέχθηκε να είναι ίση με 9°, με στόχο την καλή προσαρμογή τους στο επίπεδο του εκάστοτε στέγαστρου, αλλά και την αξιοποίηση της μέγιστης ηλιακής ενέργειας κατά τη θερινή περίοδο, χωρίς την πρόκληση σημαντικών σκιάσεων. Η εγκατεστημένη ισχύς κάθε διαφορετικής συστοιχίας φωτοβολταϊκών συστημάτων προέκυψε ίση με: 197,64 kW για τα στοιχεία με νοτιοανατολικό προσανατολισμό, 125,28 kW για τα πάνελ με νοτιοδυτικό προσανατολισμό και 126,90 kW για τα φωτοβολταϊκά με βορειοανατολικό προσανατολισμό.



Σχήμα 1.4: Σχηματική απεικόνιση σε περιβάλλον AutoCad της χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών στοιχείων στις στέγες των κτηριακών εγκαταστάσεων στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης και τον συνοπτικό Πίνακα 1.15 προέκυψε πως, η συγκεκριμένη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων καλύπτει πλήρως τις ηλεκτρικές απαιτήσεις της μονάδας, με το ποσοστό της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού να αγγίζει το 104,7% για το έτος 2018 και το ποσοστό της εγχεόμενης προς την παραγόμενη ενέργεια να ισούται με 20%. Αξίζει να αναφερθεί πως, με την εφαρμογή φωτοβολταϊκών στοιχείων δεν σημειώνεται μείωση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά η εξοικονόμηση έγκειται στη συνεισφορά ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτρισμού μέσω μίας Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας, με τη μορφή ιδιοκατανάλωσης.

Πίνακας 1.15: Εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της παραγωγής και της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΑΤΤΙΚΗΣ (833 πλαίσια)				
Μήνας	Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το Δίκτυο	Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β	Περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας	Ποσοστό ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β
(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(%)
Ιαν-18	44.537,20	27.085,91	0	60,8
Φεβ-18	53.558,24	31.448,54	0	58,7
Μαρ-18	58.801,44	51.177,22	0	87,0
Απρ-18	42.941,68	64.909,87	21.968,19	151,2
Μαϊ-18	54.182,72	76.598,64	22.415,92	141,4
Ιουν-18	56.754,00	80.877,06	24.123,06	142,5
Ιουλ-18	61.135,52	85.709,65	24.574,13	140,2
Αυγ-18	34.897,76	78.116,58	43.218,82	223,8
Σεπ-18	53.715,36	58.342,76	4.627,40	108,6
Οκτ-18	50.687,76	41.963,17	0	82,8
Νοε-18	55.929,36	29.388,17	0	52,5
Δεκ-18	52.580,72	23.507,41	0	44,7
Σύνολο	619.721,76	649.124,98	140.927,52	104,7

- **Συνδυασμός όλων των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης**

Από τη μελέτη των μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης του οινοποιείου, που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, προέκυψαν τα ποσοστά της ετήσιας εξοικονομούμενης ενέργειας, τα οποία στην περίπτωση της αναβάθμισης των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ ήταν ικανοποιητικά, αλλά στην περίπτωση της αναβάθμισης του φωτισμού ήταν χαμηλά. Με στόχο την επίτευξη της μέγιστης εξοικονόμησης ενέργειας και της αυτονόμησης της επιχείρησης από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας εξετάστηκε ο συνδυασμός των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, πραγματοποιήθηκε ο επαναπροσδιορισμός του πλήθους των φωτοβολταϊκών στοιχείων, που πρέπει να εγκατασταθούν ώστε να καλύπτονται πλήρως οι νέες εκτιμώμενες ενεργειακές καταναλώσεις της αναβαθμισμένης μονάδας του οινοποιείου. Για την εκτίμηση των ηλεκτρικών απαιτήσεων, που θα επιφέρει η εφαρμογή των έργων εξοικονόμησης ενέργειας στη λειτουργία της εγκατάστασης, υπεισήλθαν στους υπολογισμούς ο λόγος της νέας ηλεκτρικής ισχύος φωτισμού προς την ήδη εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ φωτισμού, καθώς και ο λόγος του υπάρχοντος βαθμού απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης-ZNX προς τον νέο βαθμό απόδοσής τους.

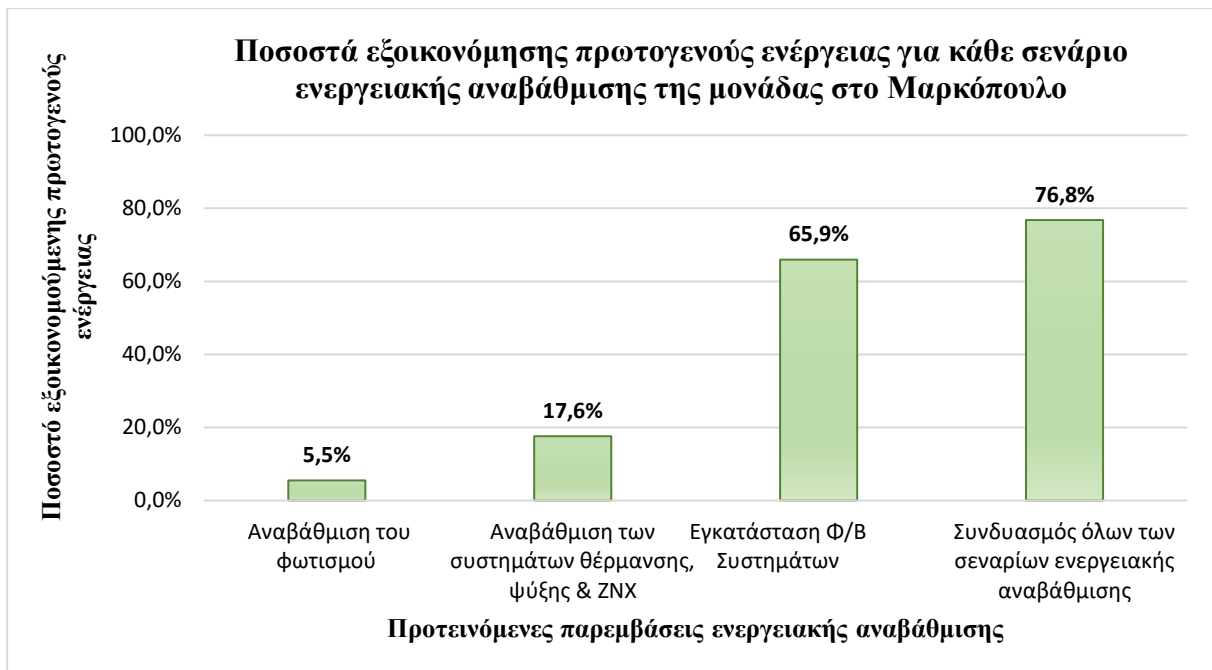
Πιο συγκεκριμένα, οι νέες εκτιμώμενες ηλεκτρικές απαιτήσεις της μονάδας προέκυψαν από το άθροισμα κάθε μεριδίου κατανάλωσης (όπως δίνεται στο Διάγραμμα 1.4), πολλαπλασιασμένου με τις υπάρχουσες ηλεκτρικές καταναλώσεις (βάσει των τιμολογίων του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας για το 2018) και με τον εκάστοτε λόγο εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω. Με στόχο την πλήρωση των νέων εκτιμώμενων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας, και με δεδομένα τα χαρακτηριστικά στοιχεία της επιφάνειας, του προσανατολισμού

και της κλίσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων, υπολογίστηκε πως το συνολικό σύστημα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας θα αποτελείται από 685 φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα 232 με νοτιοδυτικό προσανατολισμό, τα 366 με νοτιοανατολικό και τα 87 με βορειοδυτικό. Στον Πίνακα 1.16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό των νέων ηλεκτρικών καταναλώσεων της μονάδας, οι τιμές της ηλεκτροπαραγωγής από το φωτοβολταϊκό σύστημα και τα ποσοστά ιδιοκατανάλωσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 1.16: Παρουσίαση των ηλεκτρικών καταναλώσεων, έπειτα από την εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της παραγωγής και της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΑΤΤΙΚΗΣ (685 πλαίσια)				
Μήνας	Νέα εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το Δίκτυο	Νέα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β	Περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας	Ποσοστό ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β
(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(%)
Ιαν	38.017,34	23.061,17	0	60,7
Φεβ	45.717,78	26.449,81	0	57,9
Μαρ	50.193,42	42.663,84	0	85,0
Απρ	36.655,39	53.737,63	17.082,23	146,6
Μαϊ	46.250,84	63.159,12	16.908,28	136,6
Ιουν	48.445,71	66.550,05	18.104,34	137,4
Ιουλ	52.185,81	70.570,72	18.384,90	135,2
Αυγ	29.789,03	64.600,11	34.811,08	216,9
Σεπ	45.851,90	48.602,30	2.750,40	106,0
Οκτ	43.267,52	35.204,19	0	81,4
Νοε	47.741,79	24.911,65	0	52,2
Δεκ	44.883,36	20.045,65	0	44,7
Σύνολο	528.999,91	539.556,24	108.041,23	102,0

Γίνεται αντιληπτό πως, η συγκεκριμένη επιλογή των διαστάσεων και της χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων καλύπτει πλήρως τις εκτιμώμενες ηλεκτρικές απαιτήσεις της μονάδας, με το ποσοστό της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού να αγγίζει το 102,0%. Αξίζει να σημειωθεί πως, ο συνδυασμός όλων των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στη μονάδα στο Μαρκόπουλο Αττικής, οδηγεί στη μείωση της απαιτούμενης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, σε ποσοστό 16,9%. Αυτό συνεπάγεται την εγκατάσταση 148 λιγότερων φωτοβολταϊκών πλαισίων βορειοδυτικού προσανατολισμού, σε σύγκριση με την περίπτωση που δεν συνυπολογίζονταν οι εξοικονομήσεις, και μεταφράζεται σε χρηματικές μονάδες στην υποεπένδυση της οικονομικής αξιολόγησης και βιωσιμότητας των ενεργειακών μέτρων 1.2.5.



Διάγραμμα 1.11: Σχηματική απεικόνιση των ποσοστών εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας έπειτα από την εφαρμογή εκάστης προτεινόμενης παρέμβασης ενεργειακής αναβάθμισης στη μονάδα στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Στο Διάγραμμα 1.11 παρουσιάζεται η επίδραση, που έχει η υλοποίηση, κάθε πρότασης ενεργειακής αναβάθμισης στη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων και απαιτήσεων της μονάδας, που βρίσκεται στο Μαρκόπουλο. Είναι εμφανές πως, ο συνδυασμός όλων των προτεινόμενων παρεμβάσεων αυξάνει κατά μεγάλο ποσοστό την εξοικονόμηση ενέργειας, δεδομένου ότι ελαττώνει τις θερμικές καταναλώσεις και «μηδενίζει» τις ηλεκτρικές. Παράλληλα, παρατηρείται πως αρκετά υψηλό, συγκριτικά με τα υπόλοιπα σενάρια, είναι και το ποσοστό της εξοικονομούμενης πρωτογενούς ενέργειας, που προέρχεται από την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε δύο σημαντικούς παράγοντες· στις, κατά πολύ μεγαλύτερες, απαιτήσεις της μονάδας σε ηλεκτρική ενέργεια αντί σε θερμική, και στον, κατά πολύ μεγαλύτερο, συντελεστή μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε πρωτογενή (2,9), έναντι της θερμικής ενέργειας σε πρωτογενή (1,10 για μαζούτ και 1,05 για υγραέριο).

Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η αυτονομία από το Δίκτυο Παροχής Ηλεκτρισμού και η στροφή στις Α.Π.Ε. είναι μία πρόταση, που είναι καλό να συνδυάζεται με έργα εξοικονόμησης ενέργειας στις κτηριακές εγκαταστάσεις, όπως είναι η θερμομονωτική προστασία του κελύφους και η ενεργειακή αναβάθμιση των συστημάτων και του εξοπλισμού. Γίνεται ευρέως αντιληπτό πως, ο συνδυασμός της εξοικονόμησης ενέργειας και της αυτονομίας από το Δίκτυο Παροχής Ηλεκτρισμού, μέσω εφαρμογής Α.Π.Ε., αποτελεί την βέλτιστη λύση ενεργειακής αναβάθμισης. Ωστόσο, η επιλογή της προσφορότερης εναλλακτικής λύσης θα πραγματοποιηθεί από τον επενδυτή, με γνώμονα την οικονομική αξιολόγηση των προτάσεων.

1.2.4.2 Μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας

Τα μέτρα, που μελετήθηκαν και υπολογίστηκαν αναλυτικά στο Παράρτημα ΙΙΙ, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας, περιλαμβάνουν τον εκσυγχρονισμό του φωτισμού με λαμπτήρες LED νέας τεχνολογίας, την αντικατάσταση των παλαιών, μη αποδοτικών συστημάτων ψύξης, που χρησιμοποιούνται στις διεργασίες οινοποίησης, την αντιστάθμιση του συντελεστή ισχύος και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων, με σκοπό την παραγωγή και ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Όμοια με την υποενότητα 1.2.4.1, εκτιμάται, αρχικά ξεχωριστά για κάθε παρέμβαση εξοικονόμησης και έπειτα συνολικά για όλες τις παρεμβάσεις, το ποσοστό της εξοικονομούμενης ενέργειας. Ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση δεν είναι αναγκαία η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή, με την χρήση των συντελεστών μετατροπής του Πίνακα 1.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ), καθώς η μοναδική πηγή ενέργειας, που αξιοποιείται, είναι η ηλεκτρική.

- **Αναβάθμιση των φωτιστικών λαμπτήρων**

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό τη διασφάλιση του απαιτούμενου φωτισμού στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου, δεν είναι σημαντική συγκριτικά με τις υπόλοιπες καταναλώσεις, λαμβάνοντας την τέταρτη θέση στην κλίμακα των ηλεκτρικών απαιτήσεων, με ποσοστό 9,8%. Η αντικατάσταση των ενεργοβόρων συμβατικών λαμπτήρων με αντίστοιχους λαμπτήρες LED νέας τεχνολογίας επηρεάζει σε μικρό βαθμό τη μέση κατανάλωση ενέργειας, αλλά δεν παύει να αποτελεί μία από τις πρωταρχικές παρεμβάσεις, βελτιώνοντας την ποιότητα του φωτισμού. Στο Παράρτημα ΙΙΙ παρουσιάζεται αναλυτικά η εκτίμηση της φωτεινής ροής όλων των φωτιστικών σημείων της εγκατάστασης, σύμφωνα με την οποία πραγματοποιείται η αντικατάσταση των λαμπτήρων, και υπολογίζεται η συνολική δυναμικότητα του φωτισμού και, κατ' επέκταση, η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας.

Στον Πίνακα 1.17 διακρίνονται τα βασικά σημεία της μελέτης και τα ποσοστά της εξοικονομούμενης ενέργειας, τόσο σε επίπεδο φωτισμού όσο και σε επίπεδο συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων. Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό πως, η αντικατάσταση των λαμπτήρων παλαιού τύπου με λαμπτήρες LED νέας τεχνολογίας εξασφαλίζει τη μείωση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για χρήση φωτισμού, σε ποσοστό 62,6%, ενώ με αναγωγή σε πρωτογενή ενέργεια, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας της εγκατάστασης ανέρχεται σε 6,1%.

Πίνακας 1.17: Κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων λαμπτήρων αντικατάστασης και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΡΙΤΣΩΝΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ							
Χαρακτηριστικά Υφιστάμενου Φωτισμού							
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Φωτεινή Ροή	Απόδοση	Συνολική Ισχύ	Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(-)	(τεμάχια)	(lm)	(lm/W)	(W)	(kWh)	(kWh)
Μονός σωλήνας (36)	Σωληνωτοί φθορισμού	365	1222020	93,00	13.140	8.553,60	2.4805,44
Ζευγάρι σωληνών (2x36)	Σωληνωτοί φθορισμού	16	53568	93,00	576	2.102,40	6.096,96
Προβολέας	Προβολείς αλογόνου	21	151200	18,00	8.400	27.060,00	78.474,00
Πολλαπλό (3x40)	Λαμπτήρες πυρακτώσεως	72	20160	7,00	2.880	720,00	2.088,00
Σύνολο					24.996,00	38.436,00	111.464,40
Χαρακτηριστικά Νέου Φωτισμού Αντικατάστασης							
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Φωτεινή Ροή	Απόδοση	Συνολική Ισχύ	Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	Συνολική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(-)	(τεμάχια)	(lm)	(lm/W)	(W)	(kWh)	(kWh)
Μονός σωλήνας (36)	LED T8	365	1222020	105	11.638,29	7.576,05	21.970,53
Ζευγάρι σωληνών (2x36)	LED T8	16	53568	105	510,17	1.862,13	5.400,16
Προβολέας	Προβολέας LED	21	151200	100	1.512,00	4.870,80	14.125,32
Πολλαπλό (3x40)	LEDspot	72	20160	65	310,15	77,54	224,86
Σύνολο					13.970,61	14.386,51	41.720,88
Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό (%)					62,6		
Ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στο σύνολο των καταναλώσεων (%)					6,1		

- Αντικατάσταση των συστημάτων ψύξης για τις διεργασίες της οινοποίησης

Η ρύθμιση της ψύξης συνιστά ένα από τα σημαντικότερα σημεία της μελέτης οινοποίησης, καθώς υπεισέρχεται σε διάφορες διεργασίες της συνολικής διαδικασίας οινοποίησης και διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Τα συστήματα, που εξασφαλίζουν την ψύξη, αποτελούν ένα από τα πιο ενεργοβόρα τμήματα της εγκατάστασης του οινοποιείου, δεδομένης της αυξημένης λειτουργίας τους καθ' όλη τη διάρκεια της οινοποίησης .

Στη συγκεκριμένη μονάδα, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του διαγράμματος 1.7, διαπιστώνεται πως, η προσδιδόμενη ψύξη στις διεργασίες οινοποίησης απαιτεί τις υψηλότερες ηλεκτρικές καταναλώσεις, κατέχοντας, με ποσοστό 64,7%, το μεγαλύτερο τμήμα του αντίστοιχου διαγράμματος ενεργειακών απαιτήσεων της εγκατάστασης. Αυτό το ποσοστό οφείλεται, σε μεγάλο βαθμό, στην παλαιότητα του εξοπλισμού της ψύξης, καθώς πρόκειται για συστήματα χρονολογίας του 1993, με παλαιότερη τεχνογνωσία και χαμηλότερο συντελεστή απόδοσης. Με στόχο την επίτευξη της οικονομικότερης και ενεργειακά αποδοτικότερης

λειτουργίας της μονάδας, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη αντικατάστασης του εξοπλισμού ψύξης με ένα αυτοματοποιημένο σύστημα σύγχρονων προδιαγραφών, υψηλού βαθμού απόδοσης και αποδοτική λειτουργίας. Στον Πίνακα 1.18 παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων ψυκτικών συγκροτημάτων και η εξοικονόμηση ενέργειας αναφορικά με τις συνολικές απαιτήσεις, αλλά και τις απαιτήσεις για ψύξη.

Πίνακας 1.18: Κύρια χαρακτηριστικά των υφιστάμενων και των νέων συστημάτων ψύξης των διεργασιών οινοποίησης και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής και πρωτογενούς ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ ΤΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΡΙΤΣΩΝΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ						
Χαρακτηριστικά Υφιστάμενου Εξοπλισμού Ψύξης						
Μηχάνημα	Κινητήριος Ισχύς	Ώρες λειτουργίας	EER	Απορροφώμενη Ηλεκτρική Ενέργεια	Ωφέλιμη Ενέργεια	Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(kW)	(h)	(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Ψυκτικό συγκρότημα CRYSTAL-FLOW	53,69	1200	1,85	64.428,00	119.191,80	186.841,2
Αερόψυκτοι συμπυκνωτές FREON	8,58	1200	1,85	10.296,00	19.047,60	29.858,4
Ψυκτικό συγκρότημα γλυκόλης	298,28	600	1,85	178.968,00	331.090,80	519.007,2
Σύνολο				253.692,00	469.330,20	397.679,35
Χαρακτηριστικά Νέου Εξοπλισμού Ψύξης						
Μηχάνημα	Ονομαστική Ισχύς	Ώρες λειτουργίας	EER	Απορροφώμενη Ηλεκτρική Ενέργεια	Ωφέλιμη Ενέργεια	Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας
(-)	(kW)	(h)	(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
Ψυκτικό συγκρότημα	65	1200	3,17	43.608,64	138.239,40	71.356,47
Ψυκτικό συγκρότημα	300	600	3,30	100.330,55	331.090,8	158.181,82
Σύνολο				143.939,19	469.330,20	229.538,29
Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη των διεργασιών οινοποίησης (%)						43,3
Ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στο σύνολο των καταναλώσεων (%)						28,0

Από τα εξαγόμενα αποτελέσματα του Πίνακα 1.18 διαπιστώνεται πως, η αντικατάσταση των παλαιών ψυκτικών συγκροτημάτων με νέα, πιο εξελιγμένης τεχνολογίας, επηρεάζει σημαντικά την εξοικονόμηση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η ηλεκτρική ενέργεια, που καταναλώνεται για τις διεργασίες την ψύξης, φαίνεται να σημειώνει πτώση της τάξεως του 43,3%, ενώ έπειτα από αναγωγή σε πρωτογενή ενέργεια, η συνολική κατανάλωση ενέργειας της εγκατάστασης ελαττώνεται κατά 28,0%.

- **Διόρθωση Συντελεστή Ισχύος με μέτρα αντιστάθμισης**

Ο συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) αποτελεί το συνδετικό μέγεθος μεταξύ της ενεργού, της αέργου και της φαινόμενης ισχύος, εκφράζοντας το ποσοστό εκμετάλλευσης της απορροφώμενης ισχύος του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας από τον καταναλωτή. Ουσιαστικά, φανερώνει το ποσό της συνολικής ισχύος που μετατρέπεται σε ωφέλιμο έργο (ενεργός ισχύς), και το ποσό που δεν καταναλώνεται, αλλά μεταφέρεται συνεχώς, από και προς τα στοιχεία ενός συστήματος, προκαλώντας ωμικές απώλειες και αυξημένες απώλειες μεταφοράς (άεργος ισχύς) [9]. Ο συντελεστής ισχύος λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1, με ιδανική τιμή την μονάδα. Η παρουσία υψηλότερου συντελεστή ισχύος σημαίνει πως, το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας προσφέρει την απαιτούμενη ενεργό ισχύ στα φορτία της εγκατάστασης με μικρότερη ένταση ρεύματος γραμμής, και κατά συνέπεια, με χαμηλότερες απώλειες γραμμής και μικρότερο κόστος διάθεσης της ισχύος προς το φορτίο.

Η αντιστάθμιση της αέργου ισχύος, με στόχο την αύξηση της τιμής του συντελεστή ισχύος, συνιστά έναν τρόπο εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας η οποία δεν εκφράζεται σε πραγματικές καταναλώσεις, αλλά μεταφράζεται σε χρηματικές μονάδες στις χρεώσεις της ισχύος στα τιμολόγια του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας. Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος επιδιώκει τη μείωση της αέργου ισχύος στα ελάχιστα επίπεδα και την εκμετάλλευση της μεγαλύτερης δυνατής ποσότητας ισχύος, που προσφέρεται από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας στον καταναλωτή, αποφεύγοντας την καταπόνηση της βιομηχανικής μονάδας με ρεύμα που δεν παράγει ωφέλιμο έργο, εξαλείφοντας τις χρεώσεις που σχετίζονται με κατανάλωση άεργου ισχύος, και βελτιώνοντας τη συνολική απόδοση του συστήματος, γεγονός που συνεπάγεται την προστασία και την αύξηση του χρόνου ζωής των λειτουργικών στοιχείων της επιχείρησης, όπως των κινητήρων [9].

Σύμφωνα με τα δεδομένα που αντλούνται από τα τιμολόγια προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας, η μονάδα του οινοποιείου, που βρίσκεται στην Ριτσώνα Βοιωτίας, αποτελεί έναν βιομηχανικό καταναλωτή μέσης τάσης και χαμηλού συντελεστή ισχύος. Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας και της επίτευξης της ομαλότερης και «ποιοτικότερης» λειτουργίας της μονάδας, κρίθηκε αναγκαία η βελτίωση του συντελεστή ισχύος με την προσθήκη πυκνωτών αντιστάθμισης στην κεντρική παροχή. Το είδος της αντιστάθμισης επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί, κεντρικά, στη συνολική παροχή της εγκατάστασης, λόγω της απουσίας συγκεκριμένων στοιχείων στους επιμέρους καταναλωτές, όπως είναι η κατανάλωση αέργου ισχύος και τα ακριβή χρονικά πλαίσια λειτουργίας, μεμονωμένα, για κάθε επαγωγικό φορτίο. Οι πυκνωτές πρόκειται να συνιστούν τη βασική πηγή αέργου ισχύος, καθώς το μεγαλύτερο μέρος της, που απαιτείται για τη λειτουργία των επαγωγικών φορτίων της εγκατάστασης, θα παράγεται και θα τροφοδοτείται σε αυτά, ενώ το υπόλοιπο ποσό αέργου ισχύος του φορτίου θα παρέχεται από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας [9].

Στο Παράρτημα III υπολογίζονται αναλυτικά, με βάση τις ενδείξεις των τιμολογίων προμήθειας ηλεκτρισμού, το εύρος της αέργου ισχύος και της χωρητικότητας των πυκνωτών, προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή τιμή του συντελεστή ισχύος, χωρίς να μεταβληθούν οι

απαιτήσεις της εγκατάστασης σε ενεργό ισχύ. Στον Πίνακα 1.19, παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια μεγέθη της ισχύος των υφιστάμενων εγκαταστάσεων της μονάδας, και στον Πίνακα 1.17 τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των διατάξεων αντιστάθμισης, σύμφωνα με τα οποία εκτιμάται η οικονομικότερη και ομαλότερη λειτουργία του οινοποιείου.

Πίνακας 1.19: Κύρια χαρακτηριστικά της ισχύος των υφιστάμενων εγκαταστάσεων στη μονάδα της Ριτσώνας Βοιωτίας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Χαρακτηριστικά Ισχύος Υφιστάμενης Εγκατάστασης					
Μήνας - Έτος	Μέγιστη ζήτηση	Συντελεστής Ισχύος cosφ	Συνολική κατανάλωση ενέργειας	φ	Άεργος Ισχύς Q
	(kW)	-	(kWh)	-	(kVAr)
Ιαν-18	77,04	0,68	17.240,88	47,16	83,07
Φεβ-18	75,84	0,76	24.885,24	40,54	64,86
Μαρ-18	74,28	0,73	27.503,16	43,11	69,54
Απρ-18	86,76	0,68	21.392,88	47,16	93,55
Μαϊ-18	71,28	0,70	23.808,48	45,57	72,72
Ιουν-18	43,56	0,54	8.818,68	57,32	67,89
Ιουλ-18	45,72	0,53	8.546,64	57,99	73,15
Αυγ-18	358,08	0,70	45.189,36	45,57	365,31
Σεπ-18	516,00	0,73	154.002,84	43,11	483,09
Οκτ-18	165,24	0,66	16.656,60	48,70	188,09
Νοε-18	74,40	0,56	13.296,24	55,94	110,07
Δεκ-18	45,84	0,59	11.632,08	53,84	62,73
Ιαν-19	75,12	0,69	19.724,16	46,37	78,80
Φεβ-19	82,32	0,65	14.708,76	49,46	96,24
Μαρ-19	74,64	0,68	21.527,40	47,16	80,48
Απρ-19	73,92	0,68	22.138,92	47,16	79,70
Μαϊ-19	84,48	0,70	25.660,44	45,57	86,19
Ιουν-19	85,32	0,59	13.826,76	53,84	116,76
Ιουλ-19	371,16	0,69	32.673,60	46,37	389,35
Αυγ-19	281,61	0,66	23.181,72	48,70	320,55
Σεπ-19	598,68	0,72	174.939,60	43,95	577,04
Οκτ-19	464,52	0,71	45.851,04	44,77	460,73
Νοε-19	59,76	0,68	13.494,60	47,16	64,44
Δεκ-19	139,68	0,68	16.238,64	47,16	150,61
Ιαν-20	108,48	0,72	23.796,60	43,95	104,56
Φεβ-20	73,32	0,73	26.697,00	43,11	68,64
Μαρ-20	78,12	0,68	19.969,32	47,16	84,23
Απρ-20	70,92	0,73	20.093,28	43,11	66,40
Μαϊ-20	67,68	0,59	10.828,68	53,84	92,62
Ιουν-20	362,52	1,00	22.037,52	0,00	0,00
Ιουλ-20	338,16	0,69	27.479,76	46,37	354,73
Αυγ-20	324,48	0,67	23.891,04	47,93	359,52
Σεπ-20	512,52	0,71	122.214,48	44,77	508,33
Οκτ-20	470,64	0,69	58.759,92	46,37	493,70
Νοε-20	39,72	0,68	11.990,52	47,16	42,83
Δεκ-20	81,72	0,71	18.428,04	44,77	81,05

Πίνακας 1.20: Κύρια χαρακτηριστικά των διατάξεων αντιστάθμισης της αέργου ισχύος.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Χαρακτηριστικά Πυκνωτών Αντιστάθμισης της Αέργου Ισχύος						
Μήνας – Έτος	Κάτω Όριο ($\cos\phi=0,95$)			Άνω Όριο ($\cos\phi=1$)		
	Παραγωγή αέργου ισχύος Q_c	Χωρητικότητα-συνδεσμολογία αστέρα C(Y)	Χωρητικότητα-συνδεσμολογία τριγώνου C(Δ)	Παραγωγή αέργου ισχύος Q_c	Χωρητικότητα-συνδεσμολογία αστέρα C(Y)	Χωρητικότητα-συνδεσμολογία τριγώνου C(Δ)
	(kVAr)	(mF)	(mF)	(kVAr)	(mF)	(mF)
Ιαν-18	57,75	0,00115	0,00038	83,07	0,00165	0,00055
Φεβ-18	39,93	0,00079	0,00026	64,86	0,00129	0,00043
Μαρ-18	45,13	0,00090	0,00030	69,54	0,00138	0,00046
Απρ-18	65,03	0,00129	0,00043	93,55	0,00186	0,00062
Μαϊ-18	49,29	0,00098	0,00033	72,72	0,00145	0,00048
Ιουν-18	53,58	0,00107	0,00036	67,89	0,00135	0,00045
Ιουλ-18	58,12	0,00116	0,00039	73,15	0,00146	0,00049
Αυγ-18	247,62	0,00493	0,00164	365,31	0,00727	0,00242
Σεπ-18	313,49	0,00624	0,00208	483,09	0,00961	0,00320
Οκτ-18	133,78	0,00266	0,00089	188,09	0,00374	0,00125
Νοε-18	85,62	0,00170	0,00057	110,07	0,00219	0,00073
Δεκ-18	47,66	0,00095	0,00032	62,73	0,00125	0,00042
Μέση τιμή 2018	99,75	0,00198	0,00066	144,51	0,00287	0,00096
Ιαν-19	54,11	0,00108	0,00036	78,80	0,00157	0,00052
Φεβ-19	69,19	0,00138	0,00046	96,24	0,00191	0,00064
Μαρ-19	55,95	0,00111	0,00037	80,48	0,00160	0,00053
Απρ-19	55,41	0,00110	0,00037	79,70	0,00159	0,00053
Μαϊ-19	58,42	0,00116	0,00039	86,19	0,00171	0,00057
Ιουν-19	88,72	0,00176	0,00059	116,76	0,00232	0,00077
Ιουλ-19	267,35	0,00532	0,00177	389,35	0,00775	0,00258
Αυγ-19	227,99	0,00454	0,00151	320,55	0,00638	0,00213
Σεπ-19	380,26	0,00757	0,00252	577,04	0,01148	0,00383
Οκτ-19	308,05	0,00613	0,00204	460,73	0,00917	0,00306
Νοε-19	44,79	0,00089	0,00030	64,44	0,00128	0,00043
Δεκ-19	104,70	0,00208	0,00069	150,61	0,00300	0,00100
Μέση τιμή 2019	142,91	0,00284	0,00095	208,41	0,00415	0,00138
Ιαν-20	68,90	0,00137	0,00046	104,56	0,00208	0,00069
Φεβ-20	44,55	0,00089	0,00030	68,64	0,00137	0,00046
Μαρ-20	58,56	0,00116	0,00039	84,23	0,00168	0,00056
Απρ-20	43,09	0,00086	0,00029	66,40	0,00132	0,00044
Μαϊ-20	70,37	0,00140	0,00047	92,62	0,00184	0,00061
Ιουν-20	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000
Ιουλ-20	243,58	0,00485	0,00162	354,73	0,00706	0,00235
Αυγ-20	252,87	0,00503	0,00168	359,52	0,00715	0,00238
Σεπ-20	339,88	0,00676	0,00225	508,33	0,01011	0,00337
Οκτ-20	339,01	0,00674	0,00225	493,70	0,00982	0,00327
Νοε-20	29,77	0,00059	0,00020	42,83	0,00085	0,00028
Δεκ-20	54,19	0,00108	0,00036	81,05	0,00161	0,00054
Μέση τιμή 2020	118,80	0,00236	0,00079	188,05	0,00374	0,00125
Μέση Τιμή Αντιστάθμισης	120,49	0,00240	0,00080	180,32	0,00359	0,00120

Βάσει των συνοπτικών αποτελεσμάτων των πινάκων 1.19 και 1.20 παρατηρείται πως, η διόρθωση του συντελεστή ισχύος σε ένα εύρος τιμών μεταξύ 0,95 και 1,00, απαιτεί την τοποθέτηση πυκνωτών στην κεντρική παροχή της μονάδας του οινοποιείου, οι οποίοι προβλέπεται να παράγουν και να προσφέρουν στις εγκαταστάσεις άεργο ισχύ ίση με 120,49 kVAr, σύμφωνα με το κάτω όριο του συντελεστή ισχύος, και 180,32 kVAr, σύμφωνα με το άνω όριο του συντελεστή ισχύος. Ανάλογα με τη συνδεσμολογία των πυκνωτών, εάν θα είναι σε διάταξη αστέρα ή τριγώνου, προκύπτουν και οι αντίστοιχες χωρητικότητες των πυκνωτών.

Η εγκατάσταση των διατάξεων αντιστάθμισης έχει ως αποτέλεσμα την παροχή «ποιοτικότερου» ρεύματος στον εξοπλισμό της μονάδας του οινοποιείου, απαλλαγμένο από μεγάλα ποσά απωλειών, και την αύξηση της δυναμικότητας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς μειώνονται τα φορτία των μετασχηματιστών ισχύος και των καλωδίων μεταφοράς [9]. Η εξοικονόμηση ενέργειας δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή, όπως στις υπόλοιπες παρεμβάσεις, αλλά επηρεάζει τη λειτουργία της επιχείρησης σε οικονομικό και σε ποιοτικό επίπεδο.

- **Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων Ενεργειακού Συμψηφισμού - Net Metering**

Αφότου εξετάστηκαν τα μέτρα, που στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας των εγκαταστάσεων στη Ριτσώνα Βοιωτίας, παρουσιάζεται και η παρέμβαση της αυτονομίας της μονάδας από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της τοποθέτησης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των ηλεκτρικών απαιτήσεων του οινοποιείου συμβάλλει στην «πράσινη», στην οικονομικότερη και στη φιλικότερη λειτουργία του ως προς το περιβάλλον. Ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών μεγεθών της εν λόγω παρέμβασης ακολούθησε τον τρόπο εκτίμησης των αντίστοιχων μεγεθών της μονάδας στο Μαρκόπουλο Αττικής, όπως παρουσιάστηκε στην υποενότητα 1.2.4.1, με βάση τα δεδομένα των ηλεκτρικών καταναλώσεων από τα τιμολόγια του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2019, ως του πιο ενεργοβόρου.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.5, στις μεταλλικές στέγες των κτηριακών εγκαταστάσεων του οινοποιείου επιλέχθηκαν να τοποθετηθούν συνολικά 604 φωτοβολταϊκά πλαίσια με επιφάνεια 2,61 m² το καθένα. Τα 100 έχουν νοτιοανατολικό προσανατολισμό και η εγκατεστημένη ισχύς τους ισούται με 54,00 kW, τα 252 έχουν νοτιοδυτικό προσανατολισμό και εγκατεστημένη ισχύ ίση με 136,08 kW και τα υπόλοιπα 246 με εγκατεστημένη ισχύ 136,08 kW έχουν νοτιοανατολικό προσανατολισμό. Η κλίση των φωτοβολταϊκών συστημάτων επιλέχθηκε να ισούται με την κλίση του εκάστοτε στεγαστρου, δηλαδή να σχηματίζει γωνία ίση με 9°, προκειμένου να εφάπτεται με αυτό και να αξιοποιεί τη μέγιστη ηλιακή ενέργεια κατά τη θερινή-φθινοπωρινή περίοδο, που λαμβάνουν χώρα οι μεγαλύτερες ενεργειακές καταναλώσεις.



Σχήμα 1.5: Σχηματική απεικόνιση σε περιβάλλον AutoCad της χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο δώμα των κτηριακών εγκαταστάσεων στη Ριτσώνα Βοιωτίας.

(Πηγή: πρωτότυπο)

Πίνακας 1.21: Εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της παραγωγής και της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις εγκαταστάσεις στη Ριτσώνα Βοιωτίας.

(Πηγή: πρωτότυπο)

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΡΙΤΣΩΝΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ (604 πλαίσια)				
Μήνας	Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το Δίκτυο	Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β	Περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας	Ποσοστό ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β
-	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(%)
Ιαν-19	19.724,16	16.620,89	0	84,3
Φεβ-19	14.708,76	19.793,12	5.084,36	134,6
Μαρ-19	21.527,40	33.031,65	11.504,25	153,4
Απρ-19	22.138,92	43.518,37	21.379,45	196,6
Μαϊ-19	25.660,44	51.346,90	25.686,46	200,1
Ιουν-19	13.826,76	54.791,84	40.965,08	396,3
Ιουλ-19	32.673,60	59.503,86	26.830,26	182,1
Αυγ-19	23.181,72	53.930,64	30.748,92	232,6
Σεπ-19	174.939,60	38.694,53	0,00	22,1
Οκτ-19	45.851,04	26.360,02	0,00	57,5
Νοε-19	13.494,60	18.398,89	4.904,29	136,3
Δεκ-19	16.238,64	14.397,29	0,00	88,7
Σύνολο	423.965,64	430.388,01	167.103,07	101,5

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης και τον συνοπτικό Πίνακα 1.21 προέκυψε πως, η συγκεκριμένη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων καλύπτει πλήρως τις ηλεκτρικές απαιτήσεις της μονάδας, με το ποσοστό της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού να αγγίζει το 101,5% για το έτος 2019 με το ποσοστό της εγχεόμενης προς την παραγόμενη ενέργεια να ανέρχεται σε 38,8%.

- **Συνδυασμός όλων των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης**

Όπως στην περίπτωση της μονάδας του οινοποιείου που βρίσκεται στο Μαρκόπουλο Αττικής, έτσι και στις εγκαταστάσεις που τοποθετούνται στην Ριτσώνα Βοιωτίας, μελετήθηκε ο συνδυασμός των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης, ο οποίος δύναται να εξασφαλίσει τόσο τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας όσο και την αυτονόμηση της επιχείρησης από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Ομοίως, πραγματοποιήθηκε ο επαναπροσδιορισμός του πλήθους των φωτοβολταϊκών στοιχείων, που πρέπει να εγκατασταθούν, ώστε να καλύπτονται πλήρως οι νέες εκτιμώμενες ενεργειακές καταναλώσεις της αναβαθμισμένης μονάδας του οινοποιείου. Για την εκτίμηση των νέων ηλεκτρικών απαιτήσεων, μετά από την εφαρμογή των έργων εξοικονόμησης ενέργειας, εφαρμόστηκε ο λόγος της νέας ηλεκτρικής ισχύος φωτισμού προς την ήδη εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ φωτισμού, καθώς και ο λόγος του υπάρχοντος βαθμού απόδοσης του εξοπλισμού ψύξης των διεργασιών οινοποίησης προς τον νέο βαθμό απόδοσής του. Σημειώνεται πως, η εξοικονόμηση ενέργειας, που επιφέρει η διόρθωση του συντελεστή ισχύος με την εγκατάσταση πυκνωτών, δεν επηρεάζει τη διαστασιολόγηση του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Σύμφωνα με τον αναλυτικό υπολογισμό, που παρουσιάζεται στο Παράρτημα III, το άθροισμα κάθε μεριδίου κατανάλωσης (όπως δίνεται στο Διάγραμμα 1.7), πολλαπλασιασμένου με τις αντίστοιχες ηλεκτρικές καταναλώσεις (βάσει των τιμολογίων του Παρόχου Ηλεκτρικής Ενέργειας για το 2019) και με τον αντίστοιχο λόγο εξοικονόμησης ενέργειας, συνθέτει τις νέες εκτιμώμενες ηλεκτρικές απαιτήσεις της μονάδας. Με στόχο την πλήρωση των νέων εκτιμώμενων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας, και με δεδομένα τα χαρακτηριστικά στοιχεία των φωτοβολταϊκών πλαισίων, υπολογίστηκε πως το συνολικό σύστημα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας θα αποτελείται από 420 φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα 210 με νοτιοδυτικό προσανατολισμό, και τα 210 με βορειοανατολικό.

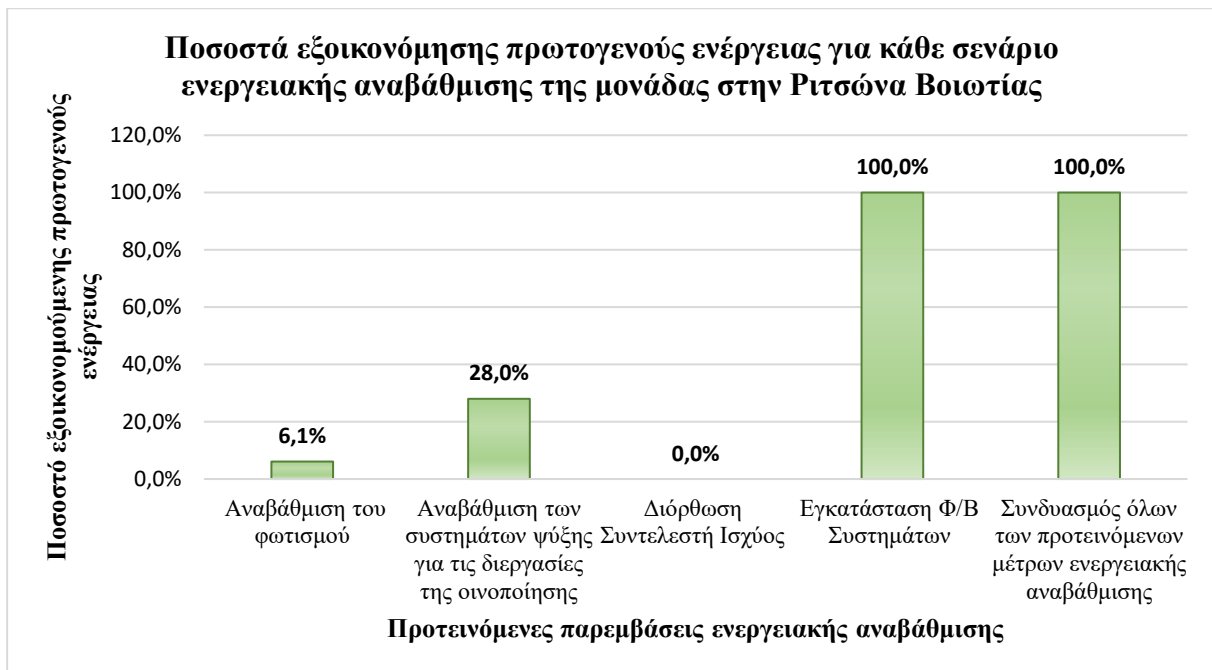
Στον Πίνακα 1.22 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό των νέων ηλεκτρικών καταναλώσεων της μονάδας, οι τιμές της ηλεκτροπαραγωγής από το φωτοβολταϊκό σύστημα και τα ποσοστά ιδιοκατανάλωσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Από αυτά τα στοιχεία, γίνεται φανερό πως, η συγκεκριμένη επιλογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων, ως προς το πλήθος, τις διαστάσεις και τη διάταξη στον χώρο της στέγης, καλύπτει πλήρως τις εκτιμώμενες ηλεκτρικές απαιτήσεις της μονάδας, με το ποσοστό της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού να ισούται με 104,1%. Αξίζει να σημειωθεί πως, απόρροια του συνδυασμού όλων των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στη μονάδα της Ριτσώνας Βοιωτίας αποτελεί η μείωση της απαιτούμενης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, σε ποσοστό 32,8%. Αυτό συνεπάγεται την κατάργηση των 100 φωτοβολταϊκών

πλαισίων με νοτιοανατολικό προσανατολισμό, και άλλων 84 φωτοβολταϊκών πλαισίων, 42 με νοτιοδυτικό προσανατολισμό και 42 με βορειοανατολικό προσανατολισμό.

Πίνακας 1.22: Παρουσίαση των ηλεκτρικών καταναλώσεων, έπειτα από την εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και εκτίμηση της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της παραγωγής και της ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΡΙΤΣΩΝΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ (420 πλαίσια)				
Μήνας	Νέα εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το Δίκτυο	Νέα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β	Περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας	Ποσοστό ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β
(-)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(%)
Ιαν	13.264,22	11.252,45	0	84,8
Φεβ	9.891,43	13.533,91	3.642,48	136,8
Μαρ	14.476,87	22.729,55	8.252,68	157,0
Απρ	14.888,11	30.100,86	15.212,76	202,2
Μαϊ	17.256,28	35.622,36	18.366,08	206,4
Ιουν	9.298,30	38.056,91	28.758,61	409,3
Ιουλ	21.972,53	41.319,80	19.347,28	188,1
Αυγ	15.589,37	37.337,06	21.747,69	239,5
Σεπ	117.644,38	26.659,12	26.659,12	22,7
Οκτ	30.834,17	18.066,45	0,00	58,6
Νοε	9.074,93	12.498,06	3.423,14	137,7
Δεκ	10.920,25	9.728,14	0,00	89,1
Σύνολο	285.110,82	296.904,67	145.409,82	104,1

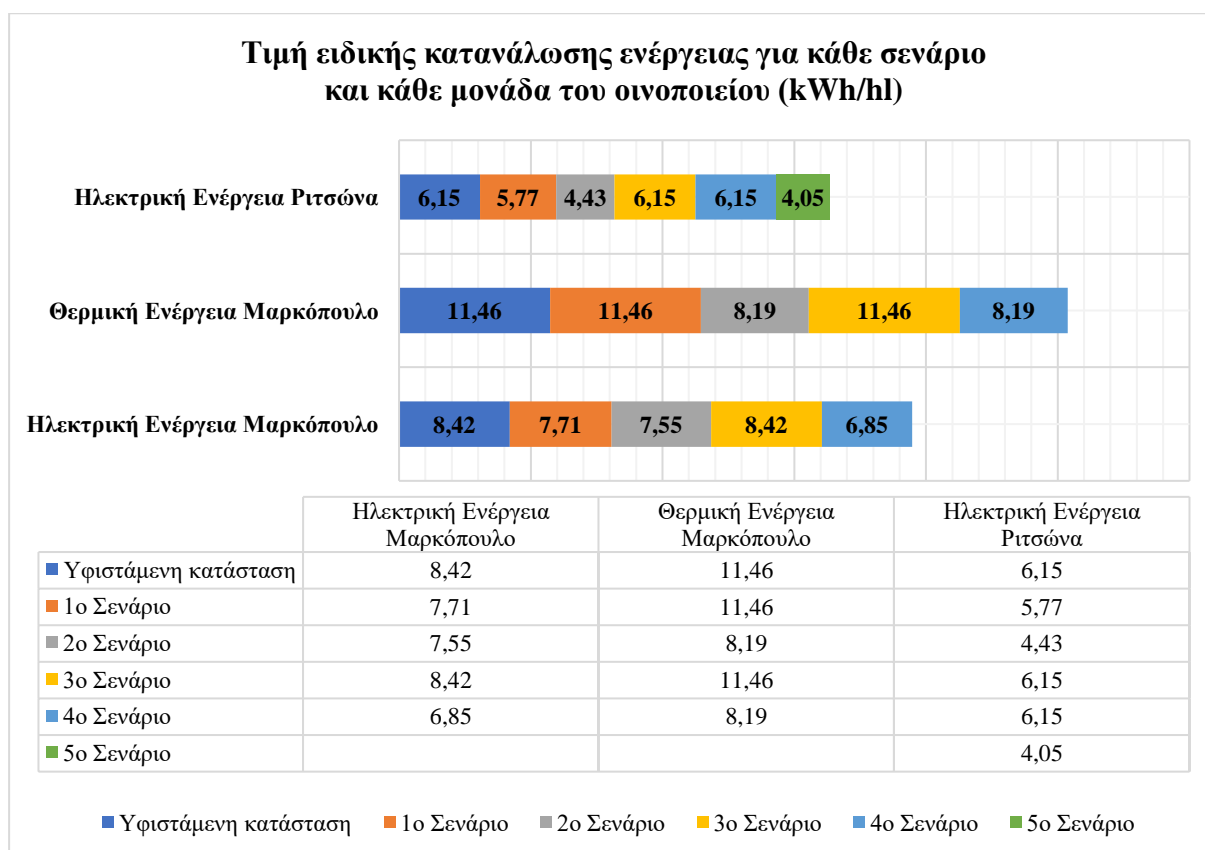
Στο Διάγραμμα 1.12, παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας από κάθε εναλλακτική λύση ενεργειακής αναβάθμισης. Από αυτό γίνεται αντιληπτό πως η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων, που έχουν μελετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτουν πλήρως τις ηλεκτρικές απαιτήσεις της μονάδας του οινοποιείου στην Ριτσώνα, είναι το βέλτιστο σενάριο εξοικονόμησης. Η απουσία θερμικών αναγκών ενισχύει αυτού του είδους τις παρεμβάσεις, καθώς η ολοκληρωτική αυτονομία από το Δίκτυο Ηλεκτρικής Ενέργειας με την χρήση Α.Π.Ε. οδηγεί σε «μηδενικές» ηλεκτρικές καταναλώσεις. Ωστόσο, αυτό το συμπέρασμα δεν ακυρώνει τις υπόλοιπες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, δεδομένου ότι πρόκειται για στοχευμένες αναβαθμίσεις, με τις οποίες επιτυγχάνεται η βελτίωση του βαθμού απόδοσης και της ποιότητας των διεργασιών που επιτελούνται, και κατά συνέπεια της συνολικής λειτουργίας της μονάδας.



Διάγραμμα 1.12: Σχηματική απεικόνιση των ποσοστών εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, έπειτα από την εφαρμογή εκάστης προτεινόμενης παρέμβασης ενεργειακής αναβάθμισης στη μονάδα στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα των ενεργειακών καταναλώσεων, που προέκυψαν έπειτα από τη μελέτη εφαρμογής των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, τόσο για τη μονάδα του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής όσο και για εκείνη στην Ριτσώνα Βοιωτίας, υπολογίζονται οι νέες τιμές, που διαμορφώνονται, για την ετήσια ειδική κατανάλωση ενέργειας (Διάγραμμα 1.13). Ως παραγόμενο προϊόν λαμβάνεται υπόψη ο μέσος όρος του ετήσιου όγκου παραγωγής για τα έτη 2018-2019-2020, ενώ οι καταναλώσεις προκύπτουν από τους υπολογισμούς που διενεργήθηκαν στα εδάφια 1.2.4.1 και 1.2.4.2. Σημειώνεται πως, για τα σενάρια, στα οποία υπεισέρχεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, εκτιμάται η θεωρητική ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τις αντίστοιχες απαιτήσεις των μονάδων, ωστόσο πρακτικά, είναι ίση με 0, καθώς τα φωτοβολταϊκά, που έχουν μελετηθεί, καλύπτουν πλήρως τις ετήσιες απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια των μονάδων.

Συγκρίνοντας τις νέες αξίες της ετήσιας ειδικής κατανάλωσης ενέργειας (Διάγραμμα 1.13) με τις ισχύουσες τιμές (Πίνακας 1.7), γίνεται αντιληπτή μία πτώση της τάξεως των 6% - 34%, η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με το αντιπαραβαλλόμενο σενάριο εξοικονόμησης. Επιπλέον, διαπιστώνεται πως στην περίπτωση του συνδυασμού όλων των προτεινόμενων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, η ειδική ηλεκτρική κατανάλωση σημειώνει τη χαμηλότερη τιμή της, προσεγγίζοντας σημαντικά τη μέση ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των 4 kWh/hl, που αναφέρεται στην ερευνητική μελέτη της Tesla [3].



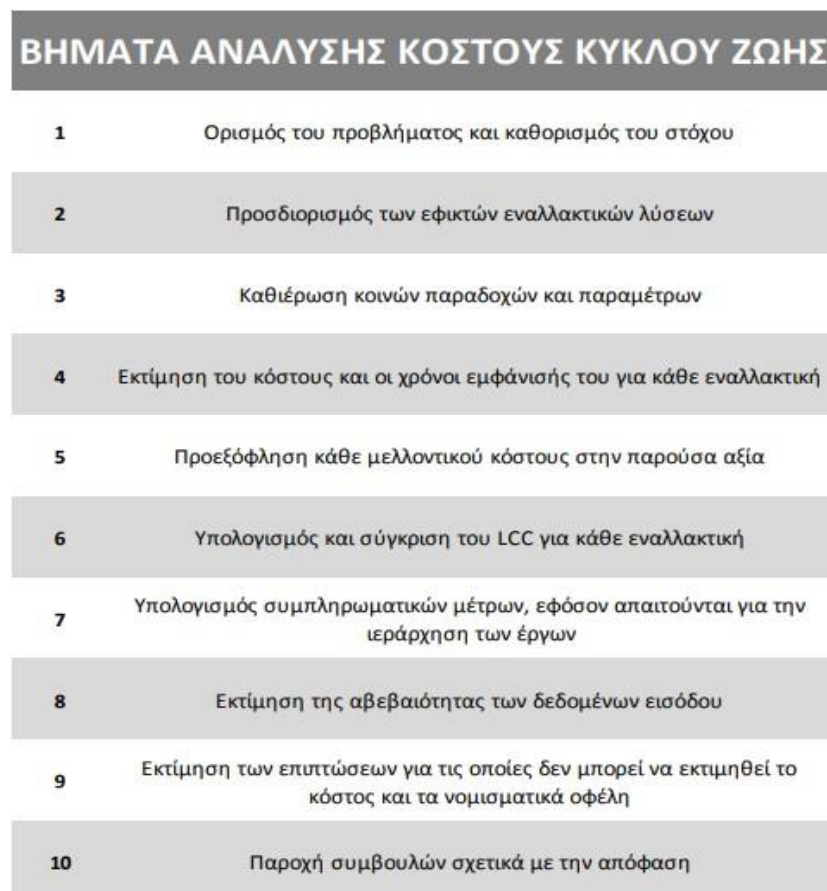
Διάγραμμα 1.13: Διαμόρφωση της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας σε κάθε μονάδα του οινοποιείου, έπειτα από την εφαρμογή των μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης. (Πηγή: πρωτότυπο)

1.2.5 Οικονομική αξιολόγηση των μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης του οινοποιείου

Η επιλογή των καταλληλότερων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης σε μία βιομηχανική μονάδα πραγματοποιείται με βάση τις ενεργειακές καταναλώσεις και τα πιο ενεργοβόρα τμήματα λειτουργίας της· ωστόσο, η απόφαση για την υλοποίηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας λαμβάνεται με γνώμονα τα αποτελέσματα του τελευταίου μέρους του ενεργειακού ελέγχου, το οποίο απαρτίζεται από την οικονομική αξιολόγηση των μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης. Στις προηγούμενες υποενότητες, και στα αντίστοιχα παραρτήματα, παρουσιάστηκαν οι εκτιμήσεις των ενεργειακών απαιτήσεων των δύο μονάδων του οινοποιείου «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.» και τα ποσοστά της εξοικονομούμενης ενέργειας για κάθε προτεινόμενο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης. Στη συγκεκριμένη υποενότητα 1.2.5, καταγράφονται τα αποτελέσματα και τα αντίστοιχα συμπεράσματα από την οικονομική αξιολόγηση των προτεινόμενων έργων εξοικονόμησης ενέργειας με τη μέθοδο της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA-Life Cycle Cost Analysis), η οποία διενεργήθηκε αναλυτικά στο Παράρτημα IV με την χρήση του πρότυπου υπολογιστικού φύλλου, που ανέπτυξε το ΥΠΕΝ σε περιβάλλον EXCEL (Προσθήκη II).

1.2.5.1 Συνοπτική παρουσίαση της οικονομικής μεθόδου Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA-Life Cycle Cost Analysis)

Η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής, η οποία χάριν συντομίας θα αναφέρεται ως LCCA (Life Cycle Cost Analysis), αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους οικονομικής αξιολόγησης των έργων, η οποία βασίζεται στην εκτίμηση του συνολικού κόστους ενός έργου κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του ή μίας δεδομένης περιόδου μελέτης, η οποία καθορίζεται από τον επενδυτή. Ο προσδιορισμός του συνολικού κόστους λαμβάνει υπόψη τόσο τα μακροπρόθεσμα όσο και τα βραχυπρόθεσμα κόστη, συνυπολογίζοντας τις οικονομικές επιπτώσεις και διακυμάνσεις, από τις οποίες επηρεάζονται, σε βάθος χρόνου [1]. Το συνολικό κόστος ενός έργου απαρτίζεται από την αρχική επένδυση, τη συντήρηση, τη λειτουργία και οτιδήποτε άλλο απαιτείται για την περάτωση και την πλήρη αξιοποίηση του έργου. Επομένως, πρόκειται για μία μέθοδο που επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης οικονομικής αποδοτικότητας κάθε προτεινόμενης παρέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας, και έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει την, οικονομικά, προσφορότερη και αποτελεσματικότερη εναλλακτική λύση. Από τα αποτελέσματά της ο επενδυτής δύναται να συγκρίνει και να επιλέξει το καταλληλότερο, για εκείνον, επενδυτικό σχέδιο. Στο Σχήμα 1.6, απεικονίζονται συνοπτικά τα βήματα της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA), όπως έχουν ορισθεί στον «Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων – Μέρος 1» του ΥΠΕΝ [1], και αναλύονται τα βασικά σημεία της μεθόδου.



Σχήμα 1.6:
Βήματα Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA)
(Πηγή: [1])

- **Καθορισμός του προβλήματος, του στόχου και των εναλλακτικών λύσεων**

Το πρώτο στάδιο της LCCA είναι ο προσδιορισμός του βασικού προβλήματος ενός έργου και ο καθορισμός των πιθανών λύσεων, προκειμένου να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος στόχος. Σύμφωνα με την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στις προηγούμενες ενότητες, το πρόβλημα της παρούσας μελέτης εντοπίζεται στις αυξημένες ενεργειακές καταναλώσεις του οινοποιείου «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.» και στόχος είναι η λήψη κατάλληλων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης του εξοπλισμού και της συνολικής λειτουργίας του. Ο προσδιορισμός των εναλλακτικών παρεμβάσεων-επενδύσεων και η ανάλυση της ενεργειακής τους αποδοτικότητας, διενεργήθηκαν στο Παράρτημα ΙΙΙ και τα αποτελέσματά τους παρουσιάστηκαν στην υποενότητα 1.2.4. Και για τις δύο μονάδες του οινοποιείου καθορίστηκαν και εξετάστηκαν μεμονωμένα τα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης, που ανταποκρίνονται με τον καλύτερο τρόπο στις απαιτήσεις της κάθε μίας από αυτές.

- **Προσδιορισμός κοινών παραδοχών και παραμέτρων**

Σε αυτό το βήμα καθορίζεται μία κατάσταση αναφοράς, με την οποία πρόκειται να συγκριθούν τα εναλλακτικά σενάρια παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους. Στη συγκεκριμένη προσέγγιση της LCCA, ως κατάσταση αναφοράς ορίζεται η υφιστάμενη κατάσταση της κάθε μονάδας, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών για τη συντήρηση και τη λειτουργία της. Παράλληλα, προσδιορίζεται η περίοδος μελέτης των επενδυτικών προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και το έτος βάσης, στο οποίο θα πραγματοποιείται η αναγωγή όλων των μελλοντικών δαπανών. Η μετατροπή κάθε μελλοντικού κόστους σε παρούσα αξία λαμβάνει χώρα με την εφαρμογή του κατάλληλου συντελεστή, στον οποίο υπεισέρχεται η αξία του προεξοφλητικού επιτοκίου.

Σημειώνεται πως, σε κάθε εναλλακτική λύση πρέπει οι παράμετροι, που λαμβάνουν μέρος στους υπολογισμούς, να έχουν την ίδια τιμή. Επομένως, είναι αναγκαίο η ανάλυση LCC να πραγματοποιείται σε κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας για την ίδια περίοδο μελέτης, και οι συντελεστές να εκτιμώνται σύμφωνα με τις ίδιες τιμές των παραγόντων, που τις επηρεάζουν, όπως είναι ο πληθωρισμός, το ονομαστικό προεξοφλητικό επιτόκιο και το ονομαστικό ποσοστό κλιμάκωσης των τιμών ενέργειας [1].

- **Εκτίμηση κάθε μορφής κόστους και αναγωγή στην παρούσα αξία**

Τα κόστη, που προκύπτουν από την υλοποίηση και τη λειτουργία ενός έργου κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τον χρόνο και τη μορφή που εμφανίζονται. Οι κατηγορίες αυτές απαρτίζονται από:

- i. **τα αρχικά κόστη**, τα οποία περιλαμβάνουν τα κόστη της επένδυσης, όπως είναι η προμήθεια, η μελέτη και η εγκατάσταση των συστημάτων και του εξοπλισμού.
- ii. **τα μελλοντικά κόστη**, που εμπεριέχουν τα κόστη ενέργειας και νερού, τα λειτουργικά κόστη, τα κόστη συντήρησης και επισκευών, καθώς και τα κόστη αντικατάστασης.

- iii. **τα τελικά κόστη**, στα οποία υπολογίζονται η υπολειμματική αξία της επένδυσης και το κόστος μεταπώλησης ή εκποίησης.

Η αναγωγή κάθε κόστους στην παρούσα αξία, προϋποθέτει την ορθή κατηγοριοποίησή του στο αντίστοιχο είδος δαπάνης, σύμφωνα με τον τρόπο και τον ρυθμό που παρουσιάζεται κατά την περίοδο μελέτης. Σε μία ανάλυση LCC, η προεξόφληση των μελλοντικών ταμειακών ροών στην παρούσα αξία προσεγγίζεται κυρίως με δύο τρόπους [1]:

1. Προεξόφληση των εφάπαξ ποσών σε παρούσα αξία: Αναφέρεται στα κόστη, F_t , που σημειώνονται σε τυχαία χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός έργου, και η αναγωγή τους σε παρούσα αξία απαιτεί τον πολλαπλασιασμό με τον Συντελεστή Ενιαίας Παρούσας Αξίας (Single Present Value - SPV), λαμβάνοντας υπόψη την αξία του προεξοφλητικού επιτοκίου d και το έτος, t , πραγματοποίησης της κάθε δαπάνης. Ο τύπος της Παρούσας Αξίας για εφάπαξ ποσά έχει την μορφή [1]:

$$PV = F_t \cdot SPV = F_t \cdot \frac{1}{(1 + d)^t} \quad (1.8)$$

2. Προεξόφληση των ετησίως επαναλαμβανόμενων ποσών σε παρούσα αξία: Περιλαμβάνει δύο υποκατηγορίες εξόδων: τις ετησίως επαναλαμβανόμενες δαπάνες ομοιόμορφων ποσών, τα οποία λαμβάνουν χώρα κάθε χρόνο κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης και έχουν το ίδιο ύψος, και τις ετησίως επαναλαμβανόμενες δαπάνες ανομοιόμορφων ποσών, των οποίων το ύψος κόστους μεταβάλλεται από έτος σε έτος, δεδομένου ενός εκτιμώμενου ποσοστού κλιμάκωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της πρώτης υποκατηγορίας δαπανών αποτελούν τα λειτουργικά κόστη, ενώ της δεύτερης είναι το κόστος ενέργειας για το ίδιο επίπεδο κατανάλωσης.

Η μετατροπή, σε παρούσα αξία, των ετησίως επαναλαμβανόμενων όμοιων ποσών, A_0 , τα οποία πραγματοποιούνται κάθε έτος της περιόδου μελέτης n , διενεργείται με την χρήση του Συντελεστή Ομοιόμορφης Παρούσας Αξίας (Uniform Present Value - UPV), λαμβάνοντας υπόψη την αξία του προεξοφλητικού επιτοκίου d . Η εκτίμηση της Παρούσας Αξίας για ομοιόμορφα ποσά περιγράφεται από την σχέση [1]:

$$PV = A_0 \cdot UPV = A_0 \cdot \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1 + d)^t} = A_0 \cdot \frac{(1 + d)^n - 1}{d(1 + d)^n} \quad (1.9)$$

Τα επαναλαμβανόμενα ετήσια ανομοιόμορφα ποσά, A_0 , τα οποία προκύπτουν κάθε έτος της περιόδου μελέτης n , αλλά μεταβάλλονται από έτος σε έτος με ένα σταθερό ποσοστό κλιμάκωσης e , ανάγονται σε παρούσα αξία βάσει του Συντελεστή Ομοιόμορφης Παρούσας Αξίας τροποποιημένου για κλιμάκωση τιμών (Uniform Present Value factor modified for price escalation - UPV*). Στην τιμή του συντελεστή UPV*, εκτός από το ποσοστό κλιμάκωσης e , λαμβάνεται υπόψη και προεξοφλητικό επιτόκιο d . Η Παρούσα Αξία για ανομοιόμορφα ποσά υπολογίζεται από την εξίσωση [1]:

$$PV = A_0 \cdot UPV^* = A_0 \cdot \sum_{t=1}^n \left(\frac{1+e}{1+d} \right)^t = A_0 \cdot \frac{(1+e)}{(d-e)} \cdot \left[1 - \left(\frac{1+e}{1+d} \right)^n \right] \quad (1.10)$$

- **Υπολογισμός του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας**

Έπειτα από τον προσδιορισμό των δαπανών, που επιφέρει η υλοποίηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, ακολουθεί η εκτίμηση του κόστους κύκλου ζωής για κάθε σενάριο και η σύγκριση μεταξύ τους, προκειμένου να ληφθεί η απόφαση επένδυσης της αποδοτικότερης εναλλακτικής λύσης. Ο εν λόγω υπολογισμός του κόστους κύκλου ζωής των έργων ενεργειακής αναβάθμισης, λαμβάνει χώρα μέσα από την εφαρμογή μίας απλοποιημένης τεχνικής μεθόδου LCC, σύμφωνα με την οποία [1]:

$$LCC = I + Repl - Res + E + W + OM\&R \quad (1.11)$$

όπου:

LCC: το τελικό κόστος κύκλου ζωής μιας εναλλακτικής πρότασης έργων εξοικονόμησης ενέργειας σε όρους παρούσας αξίας.

I: οι επενδυτικές δαπάνες σε όρους παρούσας αξίας.

Repl: οι δαπάνες αντικατάστασης κεφαλαίου σε όρους παρούσας αξίας.

Res: η υπολειμματική αξία σε όρους παρούσας αξίας (τιμή μεταπώλησης, πώληση ως scarp κ.λπ.) μείον δαπανών διάθεσης (καταστροφής, ανακύκλωσης κ.λπ.).

E: τα ενεργειακά κόστη σε όρους παρούσας αξίας.

W: τα κόστη νερού σε όρους παρούσας αξίας.

OM&R: οι δαπάνες λειτουργίας εκτός καυσίμων, συντήρησης και δαπάνες επισκευής σε όρους παρούσας αξίας.

- **Εκτίμηση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου**

Ο προσδιορισμός των εισροών, που επιδρούν σε μεγαλύτερο βαθμό στο κόστος του κύκλου ζωής κάθε επενδυτικής πρότασης εξοικονόμησης ενέργειας, επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της Ανάλυσης Ευαισθησίας. Σύμφωνα με τον «Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων – Μέρος 1» του ΥΠΕΝ, η ανάλυση ευαισθησίας αποτελεί έναν από τους τρόπους αξιολόγησης της αβεβαιότητας μιας LCCA, καθώς: *«είναι μια τεχνική για τον προσδιορισμό εκείνων των τιμών εισόδου, οι οποίες εάν ήταν διαφορετικές, θα προκαλούσαν σημαντική διαφορά στο αποτέλεσμα της ανάλυσης. Μπορεί επίσης να υπολογίσει ένα φάσμα αποτελεσμάτων, προκειμένου να προσδιοριστούν τα κατώτερα και ανώτερα όρια του LCC.»* [1].

Κατά την υλοποίηση της Ανάλυσης Ευαισθησίας, πραγματοποιείται η μεταβολή των αβέβαιων τιμών εισόδου, ανά μία κάθε φορά, και εξετάζεται η επίδραση που έχει στον μελετώμενο δείκτη αξιολόγησης LCC. Η προκύπτουσα μεταβολή της τιμής του δείκτη, καθορίζει τον βαθμό αβεβαιότητας της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής.

- **Επιλογή του επενδυτικού σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης**

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η απόφαση για το αποδοτικότερο επενδυτικό σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης, λαμβάνεται με γνώμονα το ελάχιστο κόστος κύκλου ζωής. Ωστόσο, η τελική επιλογή δύναται να επηρεάζεται και από άλλα κριτήρια, όπως είναι η ελαχιστοποίηση του κινδύνου, η ευελιξία υλοποίησης, και άλλες παράμετροι, οι οποίες δεν είναι εύκολα μετρήσιμες. Η λήψη της τελικής απόφασης για την πραγματοποίηση της επένδυσης εξαρτάται από την πολιτική της εταιρείας, η οποία είναι ο «κύριος» της επένδυσης και ο άμεσα επηρεαζόμενος από την οικονομική της αποτελεσματικότητα.

1.2.5.2 Οικονομική αξιολόγηση (LCCA & Ανάλυση Ευαισθησίας) των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής

Η ενεργειακή αναβάθμιση της μονάδας του οινοποιείου, που βρίσκεται στο Μαρκόπουλο Αττικής, περιλαμβάνει την τεχνικοοικονομική εξέταση τεσσάρων σεναρίων. Στην παρούσα υποενότητα πραγματοποιείται η οικονομική αξιολόγηση κάθε προτεινόμενης παρέμβασης με την εφαρμογή της μεθόδου LCCA, δεδομένων των ποσών εξοικονόμησης ενέργειας, που προσδιορίστηκαν στην υποενότητα 1.2.4.1.

- **Παρουσίαση των εναλλακτικών λύσεων**

Ως κατάσταση αναφοράς (Σενάριο 0), με την οποία πρόκειται να συγκριθούν τα σενάρια ενεργειακής εξοικονόμησης, ορίζεται η υφιστάμενη κατάσταση της εν λόγω μονάδας του οινοποιείου, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών που σχετίζονται με τη συντήρηση και τη λειτουργία της. Οι εναλλακτικές λύσεις, που αφορούν στην επίτευξη της ενεργειακής αναβάθμισης, είναι οι εξής:

Σενάριο 1: Αναβάθμιση των φωτιστικών λαμπτήρων.

Σενάριο 2: Αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και παραγωγής ΖΝΧ.

Σενάριο 3: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων ενεργειακού συμψηφισμού.

Σενάριο 4: Συνδυασμός των σεναρίων 1, 2 και 3.

- **Προσδιορισμός των κοινών παραμέτρων**

Στο αρχικό στάδιο της ανάλυσης LCC προσδιορίζεται η αξία των παραμέτρων εκείνων, των οποίων η τιμή πρέπει να είναι ίδια κατά την ανάλυση των σεναρίων, ώστε η οικονομική αξιολόγηση να πραγματοποιείται στην ίδια βάση και η σύγκριση των σεναρίων να επιτελείται κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Οι εν λόγω παράμετροι αφορούν στην περίοδο μελέτης, τον πληθωρισμό και τα ονομαστικά επιτόκια προεξόφλησης και κλιμάκωσης τιμών, και η αριθμητική τους αξία λαμβάνει τις παρακάτω τιμές:

- **Περίοδος μελέτης, n:** 21 έτη, με έτος βάσης το 1^ο έτος και έτος διάθεσης το 21^ο έτος
- **Ονομαστικό προεξοφλητικό επιτόκιο, D:** 3,0%, σύμφωνα με τη μέση τιμή των επιτοκίων, για τα επιχειρηματικά δάνεια με διάρκεια άνω των 5 ετών, από τα δεδομένα της Τράπεζας της Ελλάδος (ΤτΕ) για το 2020.

- **Ονομαστικό ποσοστό κλιμάκωσης E:** 2,0%, ως η μέση τιμή του εύρους μεταβολής των τιμών ενέργειας από έτος σε έτος (1,5% – 2,5%).
- **Πληθωρισμός, I:** 1,4%, βάσει της μέσης τιμής του Πληθωρισμού για το 2020 από τα στοιχεία της Τράπεζας της Ελλάδος (ΤτΕ) και της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

Σημειώνεται πως, ως έτος βάσης ορίζεται το πρώτο έτος της περιόδου μελέτης, που αντιστοιχεί στην έναρξη και την υλοποίηση των επενδυτικών έργων εξοικονόμησης ενέργειας, ως προς το οποίο λαμβάνει χώρα η αναγωγή όλων των δαπανών σε παρούσα αξία. Παράλληλα, ως έτος διάθεσης θεωρείται το τελευταίο έτος της περιόδου μελέτης, κατά το οποίο η συνολική επένδυση είναι εφικτό να μεταπωληθεί ή να εκποιηθεί.

- **Εκτίμηση των δαπανών, ανάλογα με την κατηγορία του κόστους, για κάθε εναλλακτική λύση**

Σε αυτό το στάδιο προσδιορίζονται τα αρχικά, τα μελλοντικά και τα τελικά κόστη για κάθε μία εναλλακτική λύση. Στον Πίνακα 1.23 παρουσιάζονται οι εν λόγω δαπάνες, ανά κατηγορία κόστους και ανά σενάριο επένδυσης.

Πίνακας 1.23: Παρουσίαση των δαπανών κατά τη περίοδο μελέτης για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Κατηγορία κόστους		Σενάριο 0	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Αρχικά κόστη	Κόστη επένδυσης (€)					
	Μελέτη	0	1.000	1.000	2.000	4.000
	Προμήθεια συστημάτων & υλικών	0	18.494	30.600	245.000	255.740
	Εγκατάσταση εξοπλισμού	0	500	2.000	8.000	10.500
	Σύνολο	0	19.994	33.600	255.000	27.0240
Μελλοντικά κόστη	Ετησίως επαναλαμβανόμενες δαπάνες ανομοιόμορφων ποσών (€)					
	Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	52.081	47.722	46.733	12.000	11.139
	Κόστος καυσίμου	38.013	38.013	31.330	38.013	31.330
	Ετησίως επαναλαμβανόμενες δαπάνες ομοιόμορφων ποσών (€)					
	Κόστη λειτουργίας (εργατικό προσωπικό, αναλώσιμα κ.λπ.)	1.403.000	1.403.000	1.403.000	1.403.000	1.403.000
	Κόστη συντήρησης & έκτακτα έξοδα	1.000	200	1.344	12.750	12.376
	Σύνολο	1.494.094	1.488.935	1.482.407	1.465.763	1.457.845
Τελικά κόστη	Υπολειμματική αξία (20% της αρχικής επένδυσης)	0	3.999	6.720	51.000	54.048
	Σύνολο	0	3.999	6.720	51.000	54.048

Στα πλαίσια του προσδιορισμού των δαπανών πραγματοποιείται η κατηγοριοποίησή τους ανάλογα με τον χρόνο και την συχνότητα εμφάνισής τους, καθώς και με την πιθανότητα μεταβολής της τιμής τους. Κάθε κατηγορία κόστους συνιστά αποτέλεσμα επιμέρους δαπανών, οι οποίες συνυπολογίζονται στο τελικό άθροισμα, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο Φόρος Προστιθέμενης Αξίας (Φ.Π.Α.).

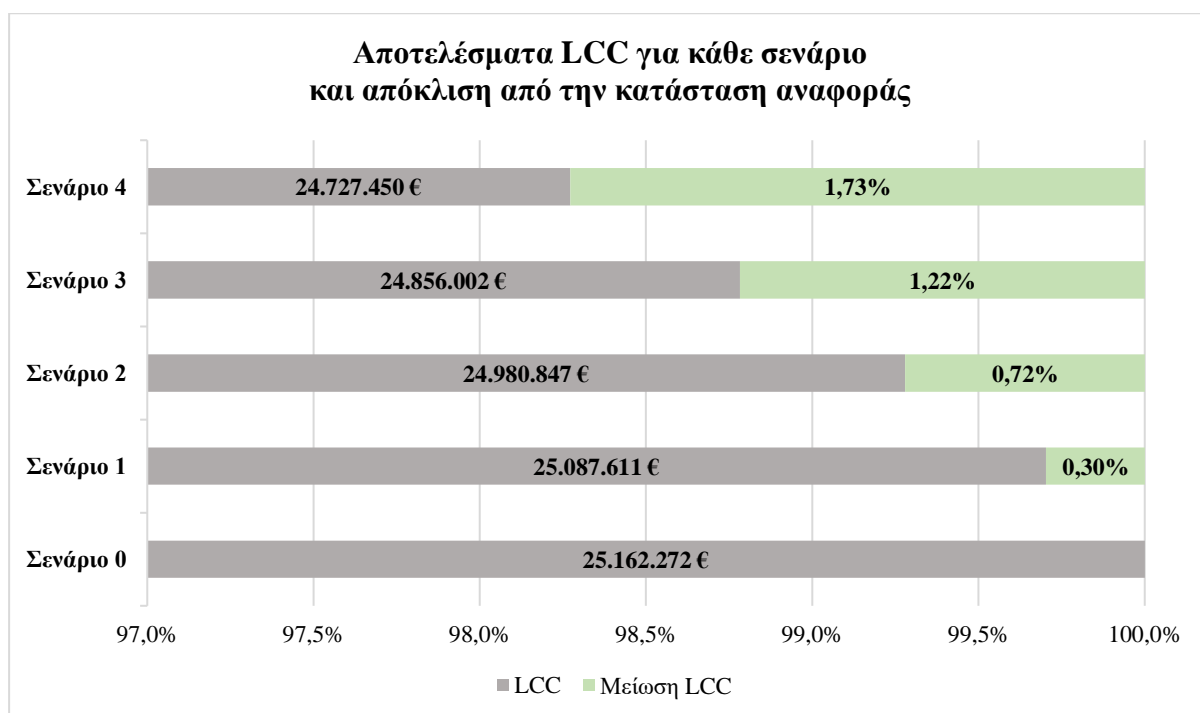
- **Αναγωγή των δαπανών σε παρούσα αξία και υπολογισμός του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) για κάθε εναλλακτική λύση**

Η εκτίμηση του Κόστους Κύκλου Ζωής για κάθε προτεινόμενη παρέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας στη μονάδα του οινοποιείου, που μελετάται, προϋποθέτει τη μετατροπή όλων των δαπανών σε παρούσα αξία, πολλαπλασιάζοντας τα κόστη του Πίνακα 1.23 με τους κατάλληλους συντελεστές. Η έννοια και η σχέση ορισμού των συντελεστών SPV, UPV και UPV*, διατυπώθηκαν με λεπτομέρεια στην υποενότητα 1.2.5.1, και έπειτα από τον προσδιορισμό των αριθμητικών τιμών των κοινών παραμέτρων, δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού των αντίστοιχων ετήσιων τιμών τους, οι οποίες παρατίθενται για κάθε έτος του κύκλου ζωής των έργων στο Παράρτημα IV.

Πίνακας 1.24: Αποτελέσματα από τον υπολογισμό του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Κατηγορία κόστους	Συντελεστής		Παρούσα Αξία				
	Είδος	Τιμή	Σενάριο 0	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Κόστη επένδυσης	SPV	0,985	0	19.683	33.078	251.039	266.042
Ετησίως επαναλαμβανόμενες ανομοιομορφες δαπάνες	UPV*	17,906	1.613.202	1.535.155	1.397.766	895.522	760.430
Ετησίως επαναλαμβανόμενες ομοιομορφες δαπάνες	UPV	16,773	23.549.070	23.535.651	23.554.840	23.746.151	23.739.882
Υπολειμματική αξία	SPV	0,720	0	2.878	4.837	36.710	38.904
LCC			25.162.272	25.087.611	24.980.847	24.856.002	24.727.450
LCC_{σεναρίου i} – LCC_{κατ. αναφοράς}			0	74.662	181.426	306.271	434.822

Τα αποτελέσματα από την υλοποίηση της LCCA παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.24 και στο Διάγραμμα 1.14, στα οποία εκτός από τις τιμές Κόστους Κύκλου Ζωής κάθε επενδυτικού σχεδίου εξοικονόμησης ενέργειας, υπολογίζεται και η απόκλιση των σεναρίων 1, 2, 3 και 4 από την υφιστάμενη κατάσταση (Σενάριο 0). Παρατηρείται πως, παρόλο που τα μεγαλύτερα κόστη επένδυσης εμφανίζονται στο τέταρτο σενάριο, σε αυτό εντοπίζεται και το χαμηλότερο LCC.



Διάγραμμα 1.14: Γραφική απεικόνιση του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) και των αποκλίσεων από την κατάσταση αναφοράς για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας, στις εγκαταστάσεις στο Μαρκόπουλο Αττικής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Ωστόσο, είναι αξιοσημείωτο πως σε όλα τα σενάρια η διαφορά κόστους από την κατάσταση αναφοράς είναι αρκετά μικρή και κυμαίνεται μεταξύ 0,3% και 1,73%. Αυτό το γεγονός οφείλεται στα πολύ μεγάλα κόστη λειτουργίας, που δαπανώνται για την πληρωμή του εργατικού προσωπικού και την προμήθεια των απαιτούμενων αναλώσιμων, και τα οποία δεν επιτρέπουν να φανεί άμεσα η επίδραση των έργων εξοικονόμησης ενέργειας στο Κόστος Κύκλου Ζωής της επένδυσης. Το συγκεκριμένο συμπέρασμα ενισχύεται από τα ποσοστά των αντίστοιχων αποκλίσεων του LCC, που σημειώνονται, εάν δεν ληφθούν υπόψη τα συγκεκριμένα λειτουργικά κόστη. Σε αυτήν την περίπτωση οι διαφορές μεταξύ των σεναρίων και της υφιστάμενης κατάστασης διαμορφώνονται ως εξής:

1. LCC_{σεναρίου 1} – LCC_{σεναρίου 0} : 4,58% (έναντι του 0,30%)
2. LCC_{σεναρίου 2} – LCC_{σεναρίου 0} : 11,13% (έναντι του 0,72%)
3. LCC_{σεναρίου 3} – LCC_{σεναρίου 0} : 18,79% (έναντι του 1,22%)
4. LCC_{σεναρίου 4} – LCC_{σεναρίου 0} : 26,68% (έναντι του 1,73%)

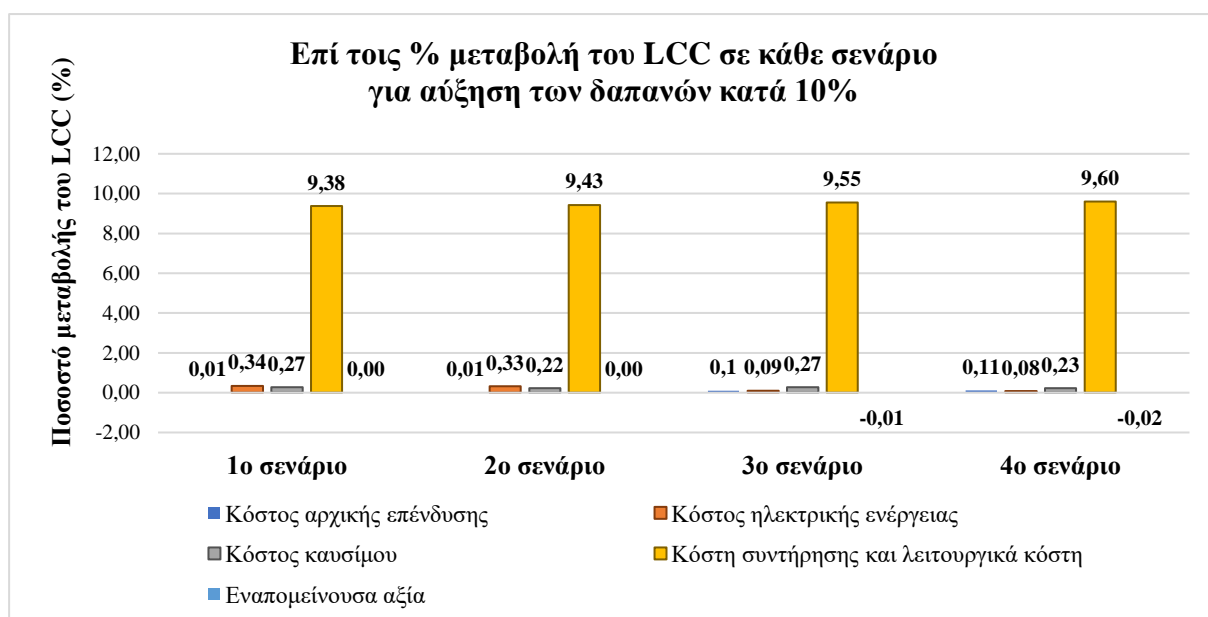
Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και η ανάλυση ευαισθησίας, που πραγματοποιείται στην επόμενη παράγραφο, και υποδεικνύει τα δεδομένα εισόδου, που επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό την Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής, καθώς και το ποσοστό με το οποίο επιδρούν στη διαφορά LCC.

- **Εκτίμηση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου – Ανάλυση Ευαισθησίας**

Η αβεβαιότητα και η μεταβλητότητα των δεδομένων που εισάγονται στην οικονομική ανάλυση LCC της επένδυσης, έχει ως αποτέλεσμα την αναγκαιότητα εφαρμογής συμπληρωματικών μεθόδων, οι οποίες είναι σε θέση να προσδιορίσουν τις παραμέτρους με τη μεγαλύτερη επιρροή στην κοστολόγηση του έργου, καθώς και το μέγεθος αυτής της επίδρασης. Μία τέτοια οικονομική τεχνική είναι η Ανάλυση Ευαισθησίας, η οποία στην συγκεκριμένη περίπτωση προσεγγίζεται με δύο τρόπους. Στον πρώτο τρόπο, λαμβάνονται υπόψη τα λειτουργικά κόστη (εργατικό προσωπικό, αναλώσιμα, κ.λπ.), τα οποία περιλαμβάνονται στα ετησίως επαναλαμβανόμενα ομοιόμορφα ποσά, και αγγίζουν πολύ υψηλές τιμές σε σύγκριση με τις υπόλοιπες δαπάνες της μονάδας. Αντιθέτως, στη δεύτερη προσέγγιση αυτά τα κόστη δεν υπεισέρχονται στον υπολογισμό του LCC, προκειμένου να προσδιοριστούν εκείνα τα κόστη και οι τιμές εισόδου, που όταν μεταβάλλονται, προκαλούν σημαντική διαφορά στο αποτέλεσμα της ανάλυσης.

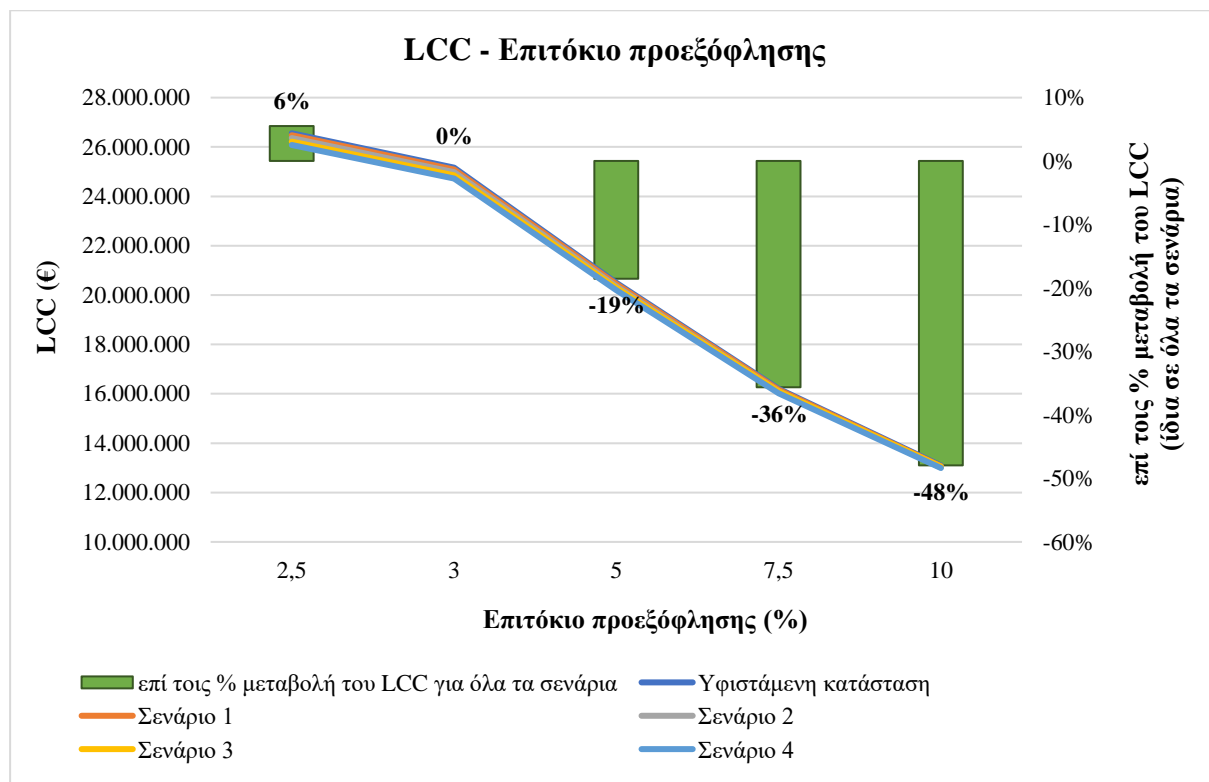
1η Προσέγγιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας:

Για την εφαρμογή της Ανάλυσης Ευαισθησίας επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί μεταβολή στις τιμές εισόδου, που σχετίζονται με τα κόστη των έργων εξοικονόμησης ενέργειας, το επιτόκιο προεξόφλησης και τον πληθωρισμό. Σε πρώτο στάδιο υπολογίστηκε η αλλαγή, που σημειώνει το LCC, όταν μεταβάλλεται, ανά ένα κάθε φορά, κάθε κόστος της εκάστοτε εναλλακτικής λύσης. Στο Διάγραμμα 1.15 παρουσιάζεται η επί τοις % μεταβολή του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται μεμονωμένα κάθε δαπάνη κατά 10%. Παρατηρείται πως, η υψηλότερη μεταβολή του LCC, ανεξαρτήτως σεναρίου, λαμβάνει χώρα όταν η συγκεκριμένη αύξηση πραγματοποιείται στα λειτουργικά κόστη και κόστη συντήρησης. Έπειτα, ανάλογα με την εναλλακτική λύση, διαφέρει η σειρά επίδρασης των δαπανών στην μεταβολή του LCC.



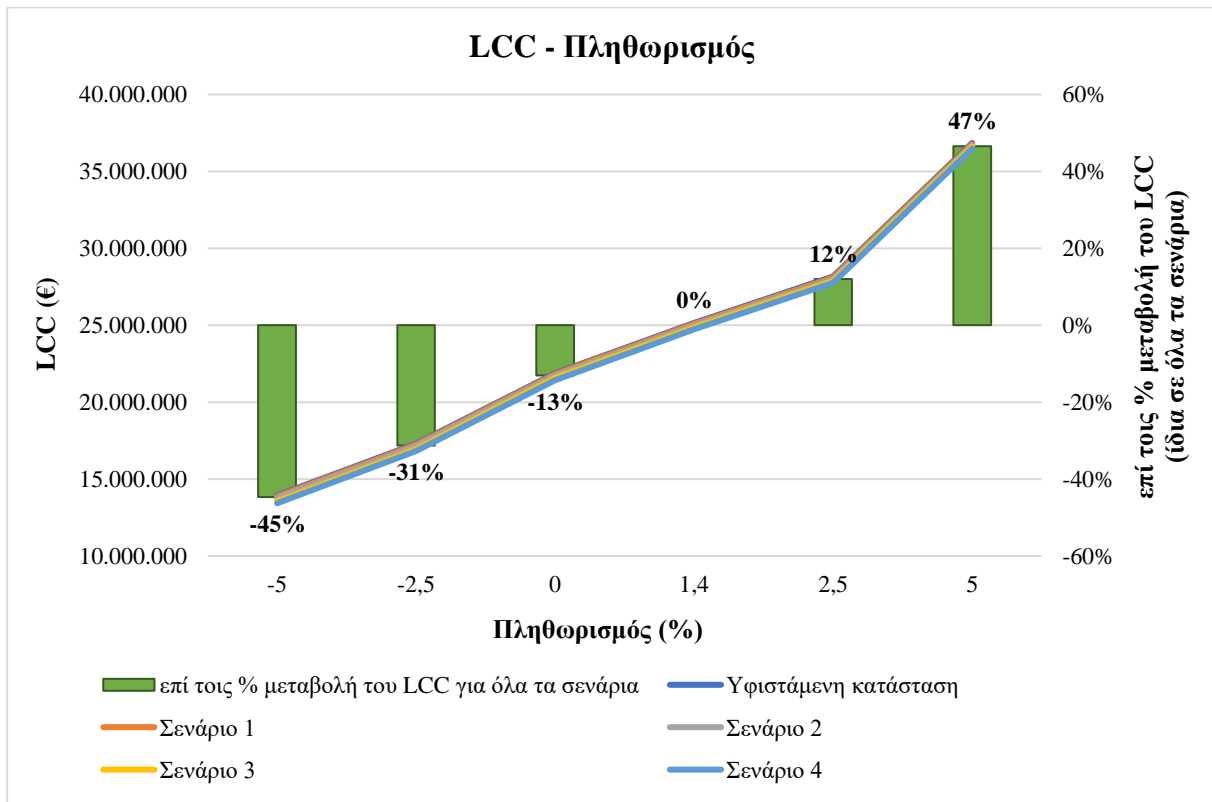
Διάγραμμα 1.15: Διαγραμματική απεικόνιση της επί τοις % μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται κατά 10% κάθε είδους κόστους, ανά ένα κάθε φορά.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Στη συνέχεια, εξετάστηκε ο τρόπος και ο βαθμός επίδρασης του επιτοκίου προεξόφλησης και του πληθωρισμού, στην τιμή του LCC. Στα διαγράμματα 1.16 και 1.17, απεικονίζεται η μεταβολή του Κόστους Κύκλου Ζωής, για διάφορες τιμές των συγκεκριμένων παραμέτρων, ενώ τα ποσοστά μεταβολής υπολογίστηκαν ως προς την αξία του LCC, όταν δεν υπάρχει καμία αλλαγή στα κόστη.



Διάγραμμα 1.16: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του επιτοκίου προεξόφλησης.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Γίνεται φανερό πως, το LCC σημειώνει καθοδική πορεία, καθώς αυξάνεται το προεξοφλητικό επιτόκιο, και ανοδική πορεία όταν αυξάνεται ο πληθωρισμός. Και στις δύο αναλύσεις ευαισθησίας, οι χαμηλότερες τιμές LCC εμφανίζονται στο Σενάριο 4. Η επί τοις εκατό μεταβολή του Κόστους Κύκλου Ζωής είναι ίδια σε όλα τα σενάρια, και, για επιτόκιο προεξόφλησης ίσο με 10%, σημειώνει πτώση ίση με 48% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Επίσης, όταν ο πληθωρισμός λαμβάνει τις τιμές 2,5% και 5%, η διαφορά του LCC από την κατάσταση αναφοράς ανέρχεται σε 12% και 47% αντίστοιχα. Από τα υψηλά ποσοστά μεταβολής του Κόστους Κύκλου Ζωής, που αναφέρθηκαν, γίνεται αντιληπτό πως ο πληθωρισμός και το προεξοφλητικό επιτόκιο επιδρούν σε σημαντικό βαθμό στη διαμόρφωση του LCC και, συνεπώς, είναι αναγκαίο να πραγματοποιείται επικαιροποίηση της αξίας τους σύμφωνα με τα δεδομένα, που επικρατούν στην αγορά.

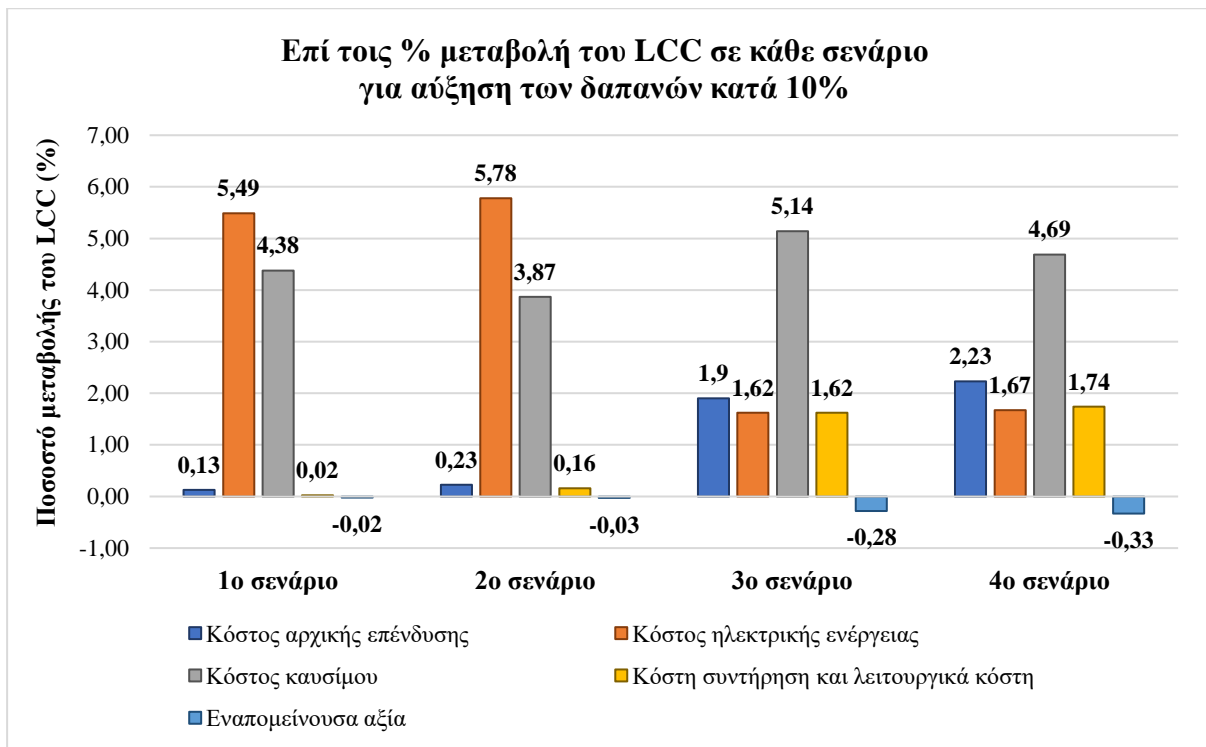


Διάγραμμα 1.17: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του πληθωρισμού.
(Πηγή: πρωτότυπο)

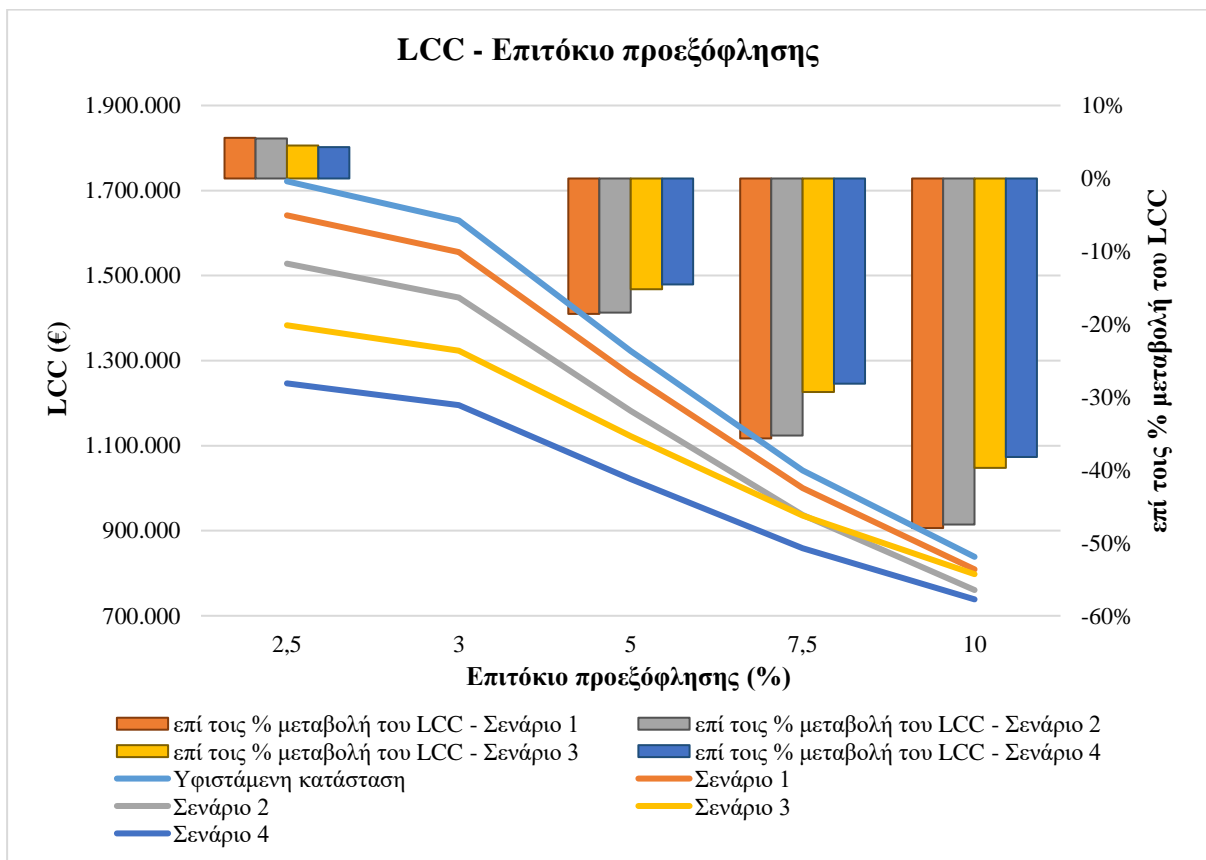
2η Προσέγγιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας:

Η συγκεκριμένη προσέγγιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας πραγματοποιείται με βάση τα αποτελέσματα μίας διαφορετικής εκδοχής της LCCA, κατά την οποία δεν λαμβάνονται υπόψη τα κόστη λειτουργίας της επιχείρησης, τα οποία παραμένουν σταθερά από έτος σε έτος και δεν επηρεάζονται από τα έργα ενεργειακής αναβάθμισης. Όμοια με την πρώτη προσέγγιση, εξετάστηκε η επίδραση που έχουν οι δείκτες πληθωρισμού και προεξόφλησης, καθώς και η αύξηση των δαπανών κατά 10%, στη διαμόρφωση της τιμής του Κόστους Κύκλου Ζωής.

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1.18, στα δύο πρώτα σενάρια την μεγαλύτερη επιρροή στην μεταβολή του LCC ασκεί το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ στα δύο τελευταία, που υπεισέρχεται η αυτονόμηση από το Δίκτυο Παροχής Ηλεκτρισμού, την υψηλότερη μεταβολή του LCC προκαλεί το κόστος της θερμικής ενέργειας. Στο Διάγραμμα 1.19 απεικονίζεται η καμπύλη του LCC για κάθε ένα σενάριο, ανάλογα με τις τιμές του προεξοφλητικού επιτοκίου, καθώς και το ποσοστό μεταβολής του, σε σχέση με την τιμή, που είχε, στην περίπτωση του θεωρούμενου επιτοκίου (3%). Από αυτό διακρίνεται η καθοδική πορεία του Κόστους Κύκλου Ζωής και η ισχυρότερη επίδραση της μεταβολής, η οποία σημειώνεται για το πρώτο σενάριο.

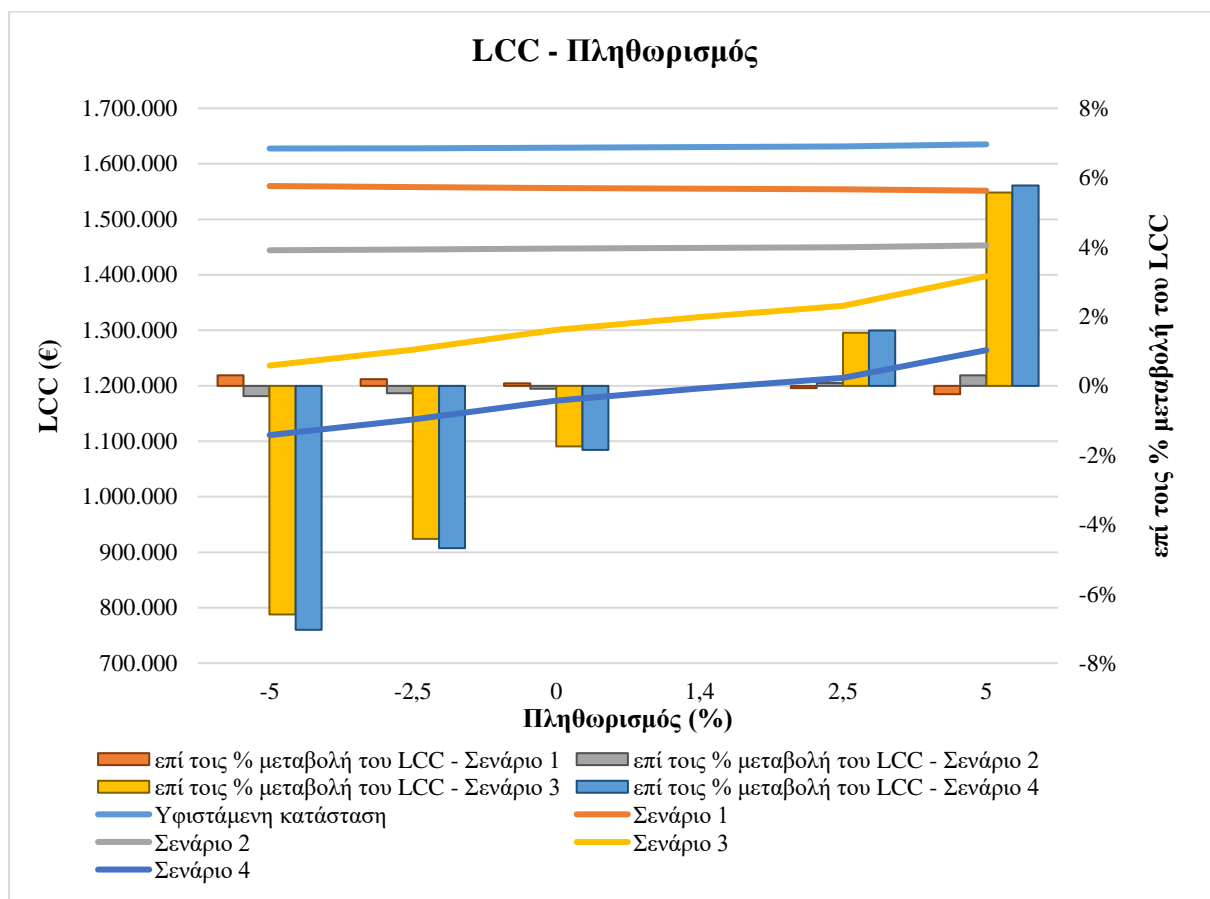


Διάγραμμα 1.18: Διαγραμματική απεικόνιση της επί τοις % μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται κατά 10% κάθε είδους κόστους, ανά ένα κάθε φορά. (Πηγή: πρωτότυπο)



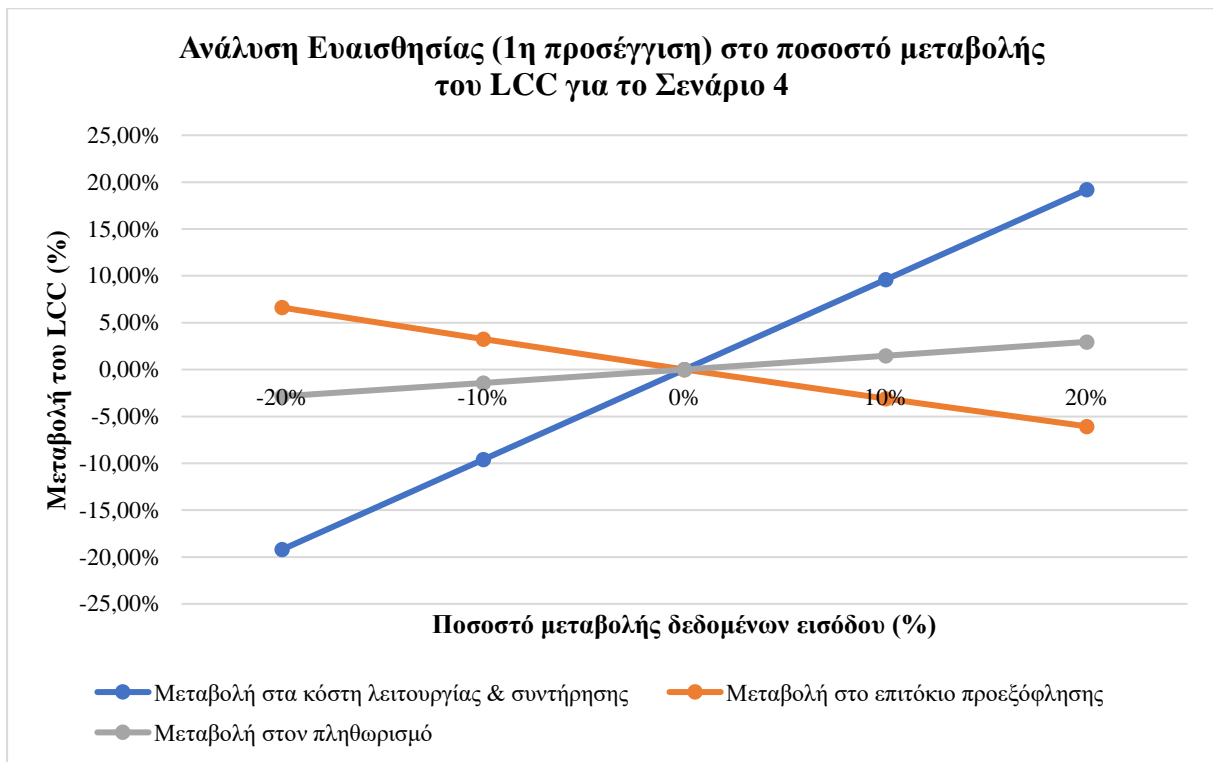
Διάγραμμα 1.19: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του επιτοκίου προεξόφλησης. (Πηγή: πρωτότυπο)

Στο Διάγραμμα 1.20, γίνεται εμφανής η επίδραση του πληθωρισμού στη διαμόρφωση του LCC. Για τα δύο πρώτα σενάρια, η καμπύλη είναι σχεδόν σταθερή, δηλώνοντας πως το LCC επηρεάζεται σε ελάχιστο βαθμό από τα επίπεδα του πληθωρισμού. Η ουσιαστική επίδρασή του γίνεται αντιληπτή στο τρίτο και στο τέταρτο σενάριο, στα οποία το LCC μεταβάλλεται κατά περίπου 6% (για τους θετικούς δείκτες πληθωρισμού) και κατά περίπου -7% (για τους αρνητικούς δείκτες πληθωρισμού).

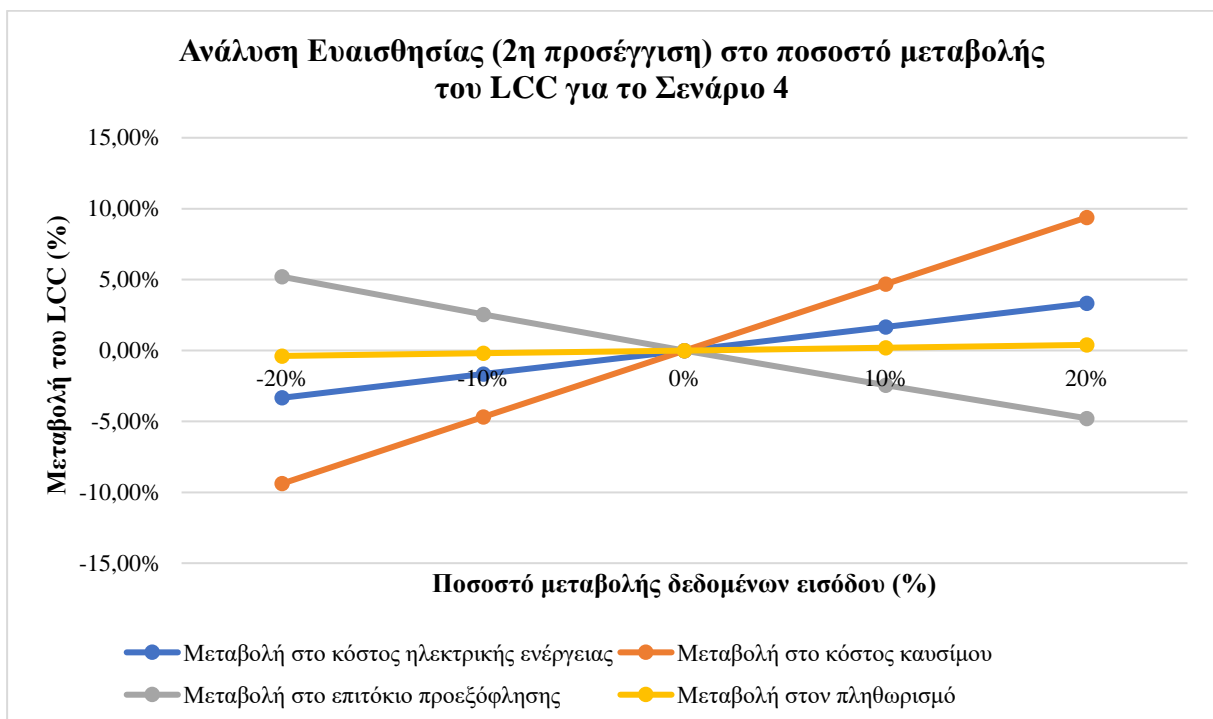


Διάγραμμα 1.20: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του πληθωρισμού. (Πηγή: πρωτότυπο)

Συμπερασματικά, και στις δύο προσεγγίσεις της Ανάλυσης Ευαισθησίας, τα κόστη κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των έργων εξοικονόμησης ενέργειας, είναι εκείνα που επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό την τιμή του LCC. Ακολουθεί η επίδραση από το επιτόκιο προεξόφλησης και στο τέλος, από τον δείκτη του πληθωρισμού. Αυτό το συμπέρασμα τεκμηριώνεται από τα διαγράμματα 1.21 και 1.22, στα οποία πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας, ενδεικτικά για το Σενάριο 4, στα πιο ευαίσθητα και ευμετάβλητα δεδομένα εισόδου. Οι ευθείες με την μεγαλύτερη κλίση υποδεικνύουν τις μεταβλητές που επηρεάζουν περισσότερο την τιμή του Κόστους Κύκλου Ζωής.



Διάγραμμα 1.21: Διαγραμματική απεικόνιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας στο Σενάριο 4, βάσει της 1^{ης} προσέγγισης, για τις μεταβλητές του κόστους λειτουργίας και συντήρησης, του προεξοφλητικού επιτοκίου και του πληθωρισμού. (Πηγή: πρωτότυπο)



Διάγραμμα 1.22: Διαγραμματική απεικόνιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας στο Σενάριο 4, βάσει της 2^{ης} προσέγγισης, για τις μεταβλητές του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας, του κόστους καυσίμου, του προεξοφλητικού επιτοκίου και του πληθωρισμού. (Πηγή: πρωτότυπο)

1.2.5.3 Οικονομική αξιολόγηση (LCCA & Ανάλυση Ευαισθησίας) των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας

Η ενεργειακή αναβάθμιση της μονάδας του οινοποιείου, που βρίσκεται στην Ριτσώνα Βοιωτίας περιλαμβάνει την τεχνικοοικονομική μελέτη πέντε σεναρίων. Στην παρούσα υποενότητα διενεργείται η οικονομική αξιολόγηση κάθε προτεινόμενης παρέμβασης με την εφαρμογή της μεθόδου LCCA, βάσει των ποσοστών εξοικονόμησης ενέργειας, που προσδιορίστηκαν στην υποενότητα 1.2.4.2.

- **Παρουσίαση των εναλλακτικών λύσεων**

Ως κατάσταση αναφοράς (Σενάριο 0), με την οποία πρόκειται να συγκριθούν τα σενάρια ενεργειακής εξοικονόμησης, ορίζεται η υφιστάμενη κατάσταση της εν λόγω μονάδας του οινοποιείου, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών που σχετίζονται με τη συντήρηση και τη λειτουργία της. Οι εναλλακτικές λύσεις, που αφορούν στην επίτευξη της ενεργειακής αναβάθμισης, είναι οι εξής:

Σενάριο 1: Αναβάθμιση των φωτιστικών λαμπτήρων.

Σενάριο 2: Αναβάθμιση των συγκροτημάτων ψύξης για τις διεργασίες της οινοποίησης.

Σενάριο 3: Διόρθωση Συντελεστή Ισχύος με μέτρα αντιστάθμισης.

Σενάριο 4: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων ενεργειακού συμψηφισμού.

Σενάριο 5: Συνδυασμός των σεναρίων 1, 2, 3 και 4.

- **Προσδιορισμός των κοινών παραμέτρων**

Στις κοινές παραμέτρους των εναλλακτικών λύσεων περιλαμβάνονται, όπως και στην περίπτωση της μονάδας στο Μαρκόπουλο Αττικής, η περίοδος μελέτης, ο πληθωρισμός και τα ονομαστικά επιτόκια προεξόφλησης και κλιμάκωσης τιμών. Συνεπώς, βάσει των ιδίων κριτηρίων, η αριθμητική τους αξία διαμορφώνεται ως εξής:

- **Περίοδος μελέτης, n:** 21 έτη, με έτος βάσης το 1^ο έτος και έτος διάθεσης το 21^ο έτος
- **Ονομαστικό προεξοφλητικό επιτόκιο, D:** 3,0%, σύμφωνα με τη μέση τιμή των επιτοκίων, για τα επιχειρηματικά δάνεια με διάρκεια άνω των 5 ετών, από τα δεδομένα της Τράπεζας της Ελλάδος (ΤτΕ) για το 2020.
- **Ονομαστικό ποσοστό κλιμάκωσης, E:** 2,0%, ως η μέση τιμή του εύρους μεταβολής των τιμών ενέργειας από έτος σε έτος (1,5% – 2,5%).
- **Πληθωρισμός, I:** 1,4%, βάσει της μέσης τιμής του Πληθωρισμού για το 2020 από τα στοιχεία της Τράπεζας της Ελλάδος (ΤτΕ) και της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

- Εκτίμηση των δαπανών, ανάλογα με την κατηγορία του κόστους, για κάθε εναλλακτική λύση

Σε αυτό το στάδιο τα κόστη κατηγοριοποιούνται σε αρχικά, μελλοντικά και τελικά, και σε επιμέρους κατηγορίες, με τον ίδιο τρόπο που πραγματοποιήθηκε στο εδάφιο 1.2.5.2 για τη μονάδα στο Μαρκόπουλο. Στον Πίνακα 1.25 αναλύονται οι δαπάνες χωρίς να προσμετράται ο Φόρος Προστιθέμενης Αξίας (Φ.Π.Α.).

Πίνακας 1.25: Παρουσίαση των δαπανών κατά τη περίοδο μελέτης για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας. (Πηγή: πρωτότυπο)

Κατηγορία κόστους		Σενάριο 0	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	Σενάριο 5
Αρχικά κόστη	Κόστη επένδυσης (€)						
	Μελέτη	0	1.000	1.000	1.500	2.000	5.500
	Προμήθεια συστημάτων & υλικών	0	24.719	49.400	3.000	178.355	207.791
	Εγκατάσταση εξοπλισμού	0	500	2.000	500	8.000	11.000
	Σύνολο	0	26.219	52.400	5.000	188.355	224.291
Μελλοντικά κόστη	Ετησίως επαναλαμβανόμενες δαπάνες ανομοιόμορφων ποσών (€)						
	Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	39.617	37.188	28.532	39.100	9.709	6.130
	Ετησίως επαναλαμβανόμενες δαπάνες ομοιόμορφων ποσών (€)						
	Κόστη λειτουργίας (εργατικό προσωπικό, αναλώσιμα κ.λπ.)	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000
	Κόστη συντήρησης & έκτακτα έξοδα	1.000	262	2.096	50	9.418	10.442
	Σύνολο	460.617	457.450	450.628	459.150	439.127	436.572
Τελικά κόστη	Υπολειμματική αξία (20% της αρχικής επένδυσης)	0	5.244	10.480	1.000	37.671	44.858
	Σύνολο	0	5.244	10.480	1.000	37.671	44.858

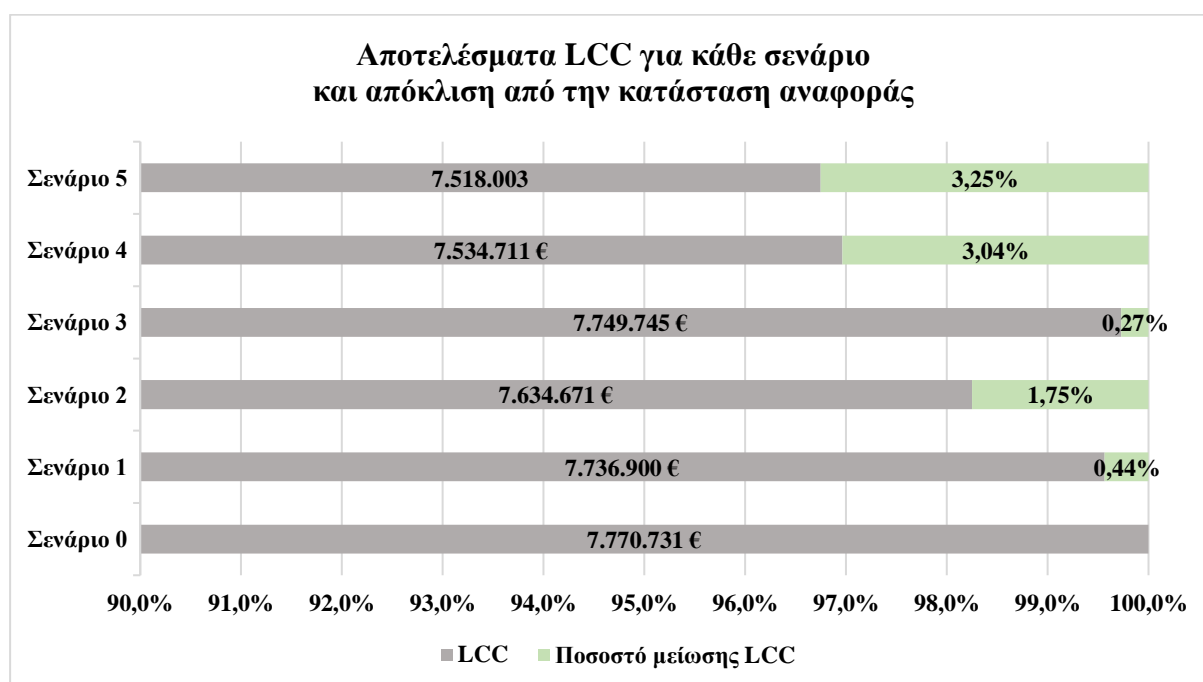
- Αναγωγή των δαπανών σε παρούσα αξία και υπολογισμός του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) για κάθε εναλλακτική λύση

Η εκτίμηση των δαπανών, οι οποίες παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης στα προτεινόμενα έργα εξοικονόμησης ενέργειας, συνοδεύεται από την αναγωγή όλων των ποσών σε παρούσα αξία, μέσα από τον πολλαπλασιασμό των τιμών του Πίνακα 1.25 με τους αντίστοιχους συντελεστές, SPV, UPV και UPV*. Στον Πίνακα 1.26 καταγράφονται τα αποτελέσματα από την Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής για κάθε εναλλακτική λύση, ενώ στο Διάγραμμα 1.23 απεικονίζεται και το ποσοστό μεταβολής του εκάστοτε LCC από το LCC της κατάστασης αναφοράς.

Πίνακας 1.26: Αποτελέσματα από τον υπολογισμό του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας. (Πηγή: πρωτότυπο)

Κατηγορία κόστους	Συντελεστής		Παρούσα Αξία					Σενάριο 5
	Είδος	Τιμή	Σενάριο 0	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4	
Κόστη επένδυσης	SPV	0,985	0	25.812	51.586	4.922	185.429	220.807
Ετησίως επαναλαμβανόμενες ανομοιόμορφες δαπάνες	UPV*	17,906	709.364	665.871	510.879	700.110	173.842	109.753
Ετησίως επαναλαμβανόμενες ομοιόμορφες δαπάνες	UPV	16,773	7.061.366	7.048.991	7.079.750	7.045.432	7.202.556	7.219.732
Υπολειμματική αξία	SPV	0,720	0	3.775	7.544	720	27.116	32.289
LCC			7.770.731	7.736.900	7.634.671	7.749.745	7.534.711	7.518.003
LCC_{σεναρίου i} – LCC_{κατ. αναφοράς}			0	33.831	136.060	20.986	236.020	252.728

Από τα αποτελέσματα της LCCA γίνεται αντιληπτό πως, ο συνδυασμός όλων των μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης παρουσιάζει το μικρότερο Κόστος Κύκλου Ζωής, με ποσοστό απόκλισης ίσο με 3,27%, από την υφιστάμενη κατάσταση. Ακολουθούν η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, η αντικατάσταση των συστημάτων ψύξης των διεργασιών οινοποίησης, η αναβάθμιση του φωτισμού και, τέλος, η αντιστάθμιση της αέργου ισχύος με πυκνωτές.



Διάγραμμα 1.23: Γραφική απεικόνιση του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) και των αποκλίσεων από την κατάσταση αναφοράς για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας, στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας. (Πηγή: πρωτότυπο)

Και σε αυτή την περίπτωση, παρατηρείται η έντονη επίδραση των δαπανών που πραγματοποιούνται στα πλαίσια της λειτουργίας της μονάδας, όπως είναι τα κόστη για την πληρωμή του εργατικού προσωπικού, και οι οποίες δεν επιτρέπουν να φανεί άμεσα η επιρροή των έργων εξοικονόμησης ενέργειας στο Κόστος Κύκλου Ζωής της κάθε επένδυσης. Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγούν και οι διαφορές που σημειώνονται μεταξύ του εκάστοτε σεναρίου και της υφιστάμενης κατάστασης, στην περίπτωση που δεν ληφθούν υπόψη τα συγκεκριμένα λειτουργικά κόστη, και οι οποίες λαμβάνουν τις εξής τιμές:

1. LCCσεναρίου 1 – LCCσεναρίου 0 : 4,66% (έναντι του 0,44%)
2. LCCσεναρίου 2 – LCCσεναρίου 0 : 18,74% (έναντι του 1,75%)
3. LCCσεναρίου 3 – LCCσεναρίου 0 : 2,89% (έναντι του 0,27%)
4. LCCσεναρίου 4 – LCCσεναρίου 0 : 32,50% (έναντι του 3,04%)
5. LCCσεναρίου 5 – LCCσεναρίου 0 : 34,80% (έναντι του 3,25%)

Στην επόμενη παράγραφο διενεργείται η Ανάλυση Ευαισθησίας για την οινοποιητική μονάδα της Ριτσώνας, στην οποία αναλύονται και οι δύο προσεγγίσεις, προκειμένου να φανεί η σχέση επίδρασης των μεγεθών στη διαμόρφωση του Κόστους Κύκλου Ζωής κάθε εναλλακτικής λύσης.

- **Εκτίμηση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου – Ανάλυση Ευαισθησίας**

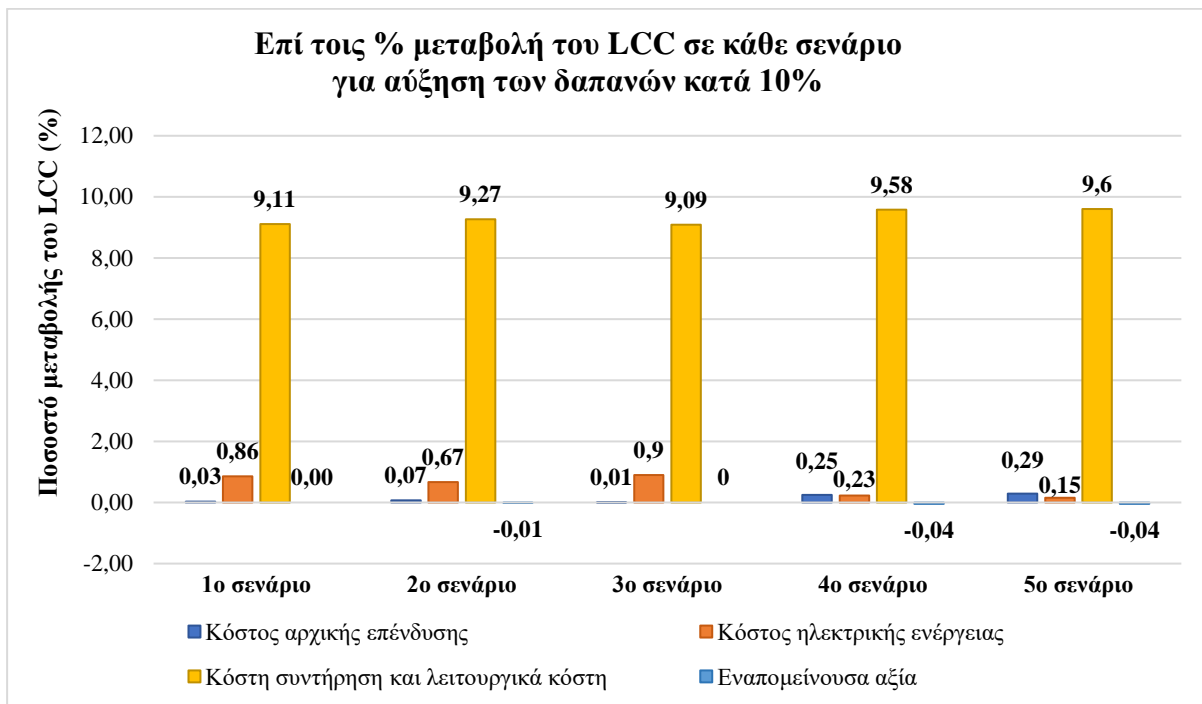
Όπως μελετήθηκε η μονάδα του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο Αττικής, έτσι και στις εγκαταστάσεις στην Ριτσώνα Βοιωτίας, εκτιμάται η αβεβαιότητα και η μεταβλητότητα των δεδομένων που εισάγονται στην οικονομική ανάλυση LCC για την ενεργειακή αναβάθμιση του οινοποιείου, εξετάζοντας με δύο προσεγγίσεις τις παραμέτρους με τη μεγαλύτερη επιρροή στην κοστολόγηση του έργου, καθώς και το μέγεθος αυτής της επίδρασης.

1^η Προσέγγιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας:

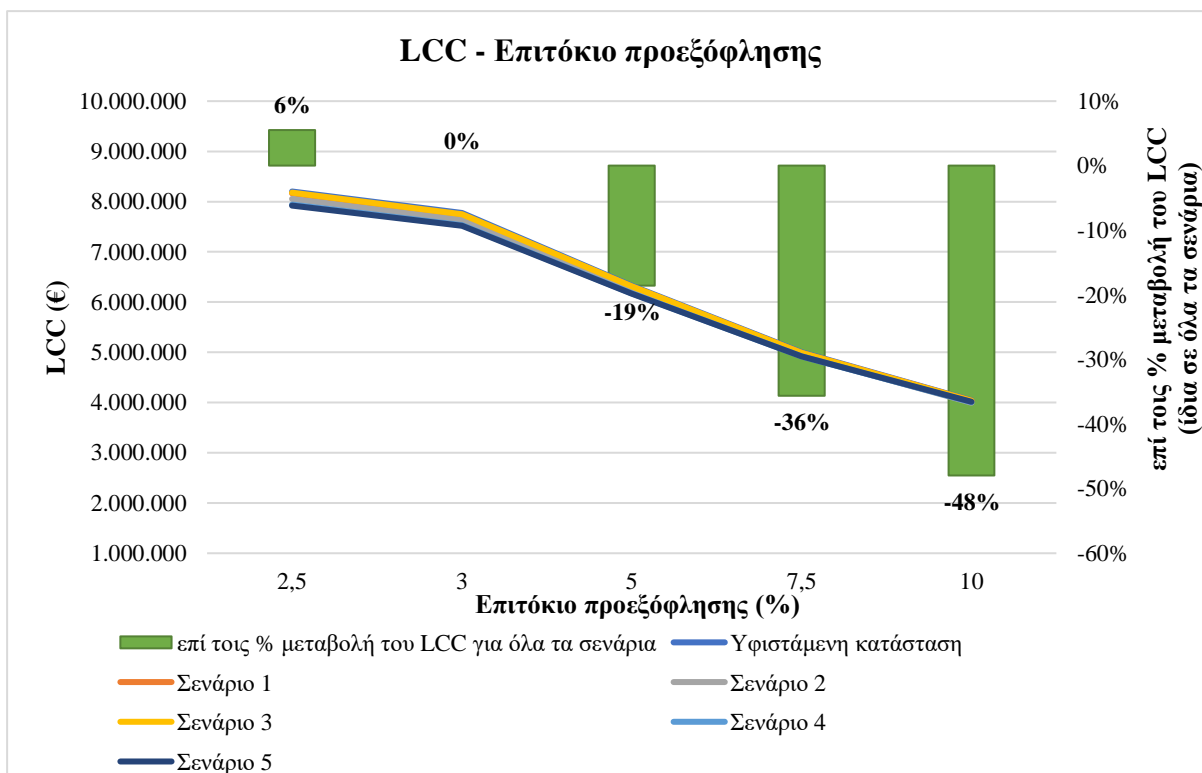
Η Ανάλυση Ευαισθησίας στοχεύει στην αναζήτηση της επίδρασης που έχουν οι δείκτες πληθωρισμού και προεξόφλησης, καθώς και η αύξηση των δαπανών κατά 10%, στη διαμόρφωση της τιμής του Κόστους Κύκλου Ζωής. Μεταβάλλοντας την τιμή των δαπανών, ανά μία κάθε φορά, κατά 10%, υπολογίζεται το ποσοστό μεταβολής του LCC σε σχέση με το αρχικό. Στη συνέχεια, επαναλαμβάνοντας την ίδια διαδικασία για κάθε εναλλακτική λύση, προκύπτει το Διάγραμμα 1.24, σύμφωνα με το οποίο τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας έχουν την μεγαλύτερη επίδραση στο ποσοστό διαφοράς του LCC. Η επιρροή τους σε σύγκριση με τις υπόλοιπες δαπάνες είναι υψηλότερη κατά περίπου 9%, και έπειτα, ανάλογα με την εναλλακτική λύση, διαφέρει η σειρά επίδρασης των δαπανών στην μεταβολή του LCC.

Από το Διάγραμμα 1.25 γίνεται αντιληπτό πως, η καμπύλη του LCC ακολουθεί αντίστροφη πορεία σε σχέση με το επιτόκιο προεξόφλησης, δηλαδή η τιμή του LCC μειώνεται, καθώς αυξάνεται το εν λόγω επιτόκιο. Και σε αυτή την μονάδα του οινοποιείου, η καμπύλη που αντιστοιχεί στο σενάριο 5 και συνδυάζει όλες τις παρεμβάσεις, «κινείται» στις χαμηλότερες τιμές του LCC. Ωστόσο, οι διαφορές είναι τόσο μικρές, που οι καμπύλες σχεδόν ταυτίζονται,

γεγονός που συνεπάγεται την μικρή επίδραση του προεξοφλητικού επιτοκίου στη διαμόρφωση του LCC.

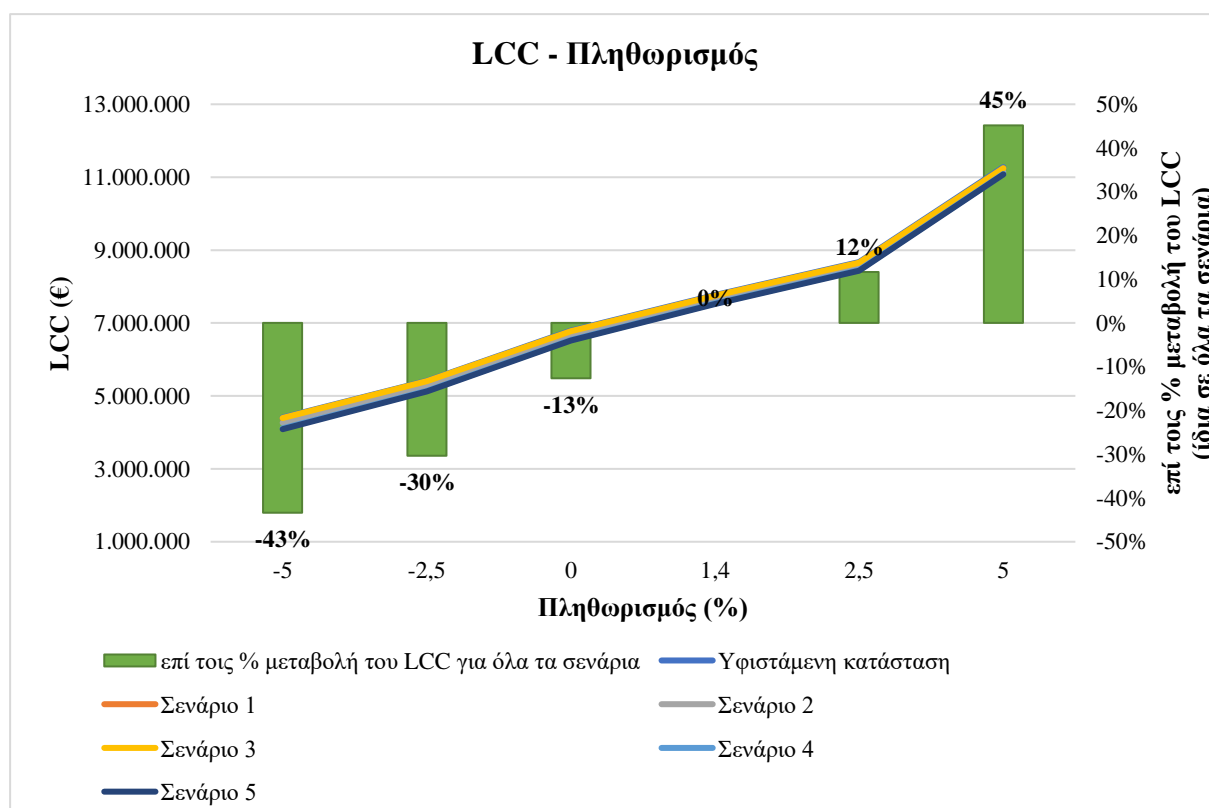


Διάγραμμα 1.24: Διαγραμματική απεικόνιση της επί τοις % μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται κατά 10% κάθε είδους κόστους, ανά ένα κάθε φορά. (Πηγή: πρωτότυπο)



Διάγραμμα 1.25: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του επιτοκίου προεξόφλησης. (Πηγή: πρωτότυπο)

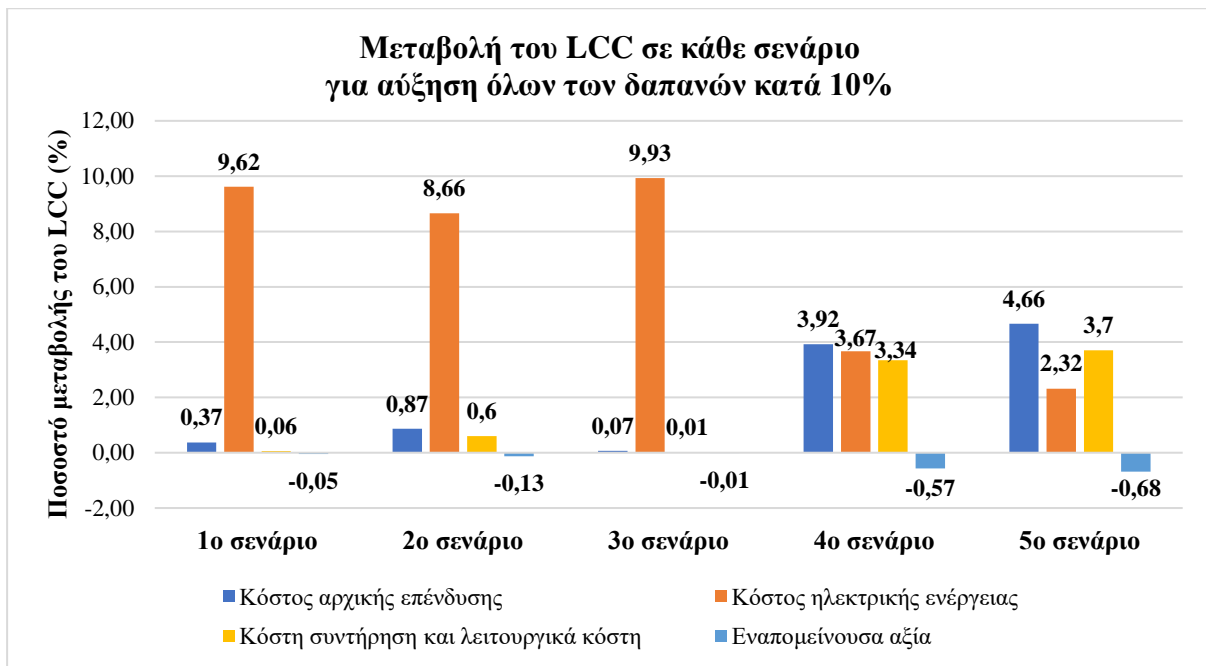
Από την άλλη, ο πληθωρισμός, όσο αυξάνεται, μεταβάλλει αυξητικά το Κόστος Κύκλου Ζωής κάθε εναλλακτικής λύσης, σημειώνοντας το μεγαλύτερο ποσοστό μεταβολής του LCC, ίσο με 45%, όταν η αξία του δείκτη πληθωρισμού ανέρχεται σε 5% (Διάγραμμα 1.26). Τα ποσοστά μεταβολής είναι ίδια για όλα τα σενάρια.



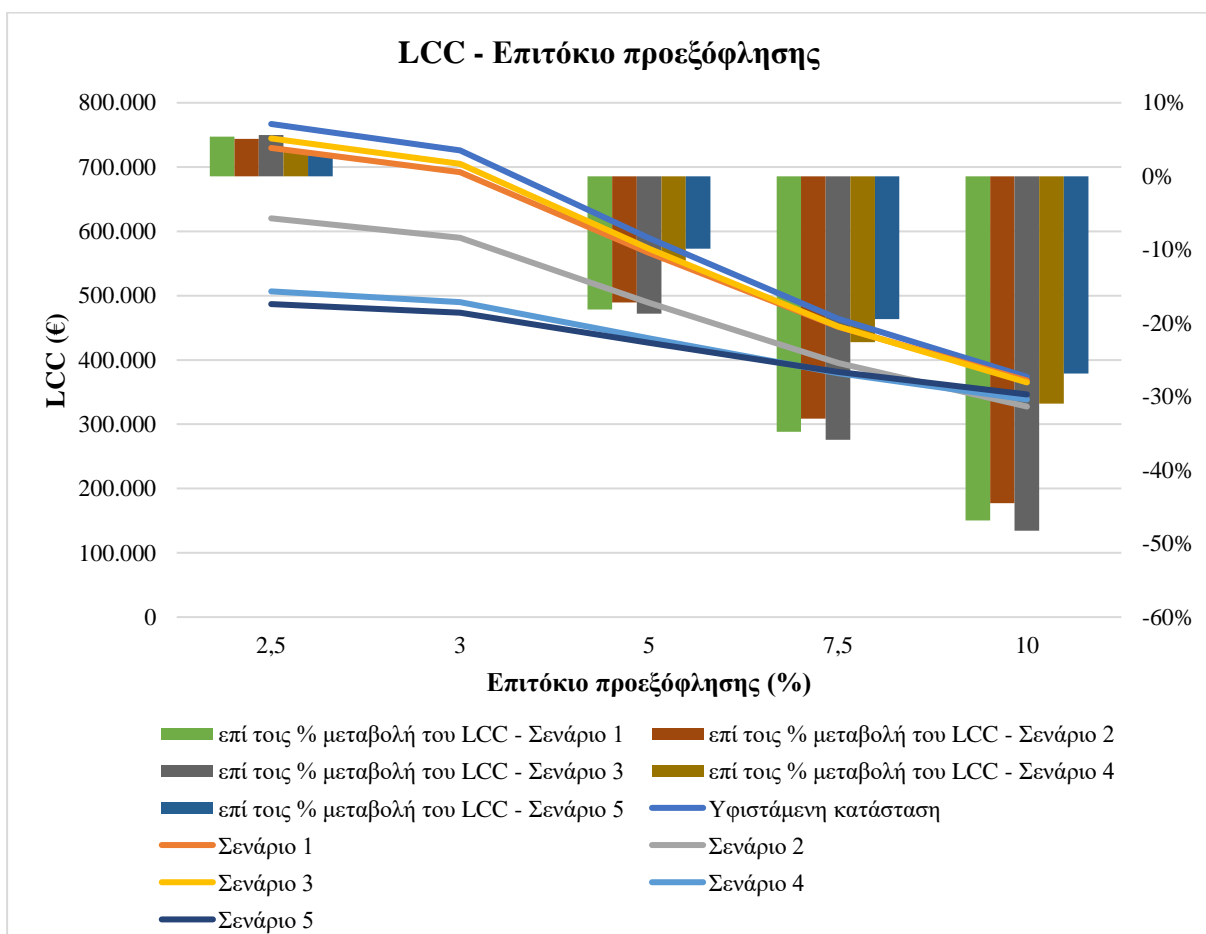
Διάγραμμα 1.26: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του πληθωρισμού.
(Πηγή: πρωτότυπο)

2^η Προσέγγιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας:

Στη συγκεκριμένη προσέγγιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας δεν λαμβάνονται υπόψη τα κόστη λειτουργίας της επιχείρησης και δίνεται έμφαση στις υπόλοιπες μεταβλητές που μελετώνται. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1.27, στα πρώτα τρία σενάρια το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας διαδραματίζει τον σημαντικότερο ρόλο στη μεταβολή του LCC, ενώ στις δύο τελευταίες εναλλακτικές λύσεις την μεγαλύτερη επιρροή στην μεταβολή του LCC ασκεί το κόστος της αρχικής επένδυσης, που είναι λογικό δεδομένης της αυτονόμησης από το Δίκτυο Παροχής Ηλεκτρικής Ενέργειας. Στο Διάγραμμα 1.28 απεικονίζεται η καμπύλη του LCC για κάθε ένα σενάριο, ανάλογα με τις τιμές του προεξοφλητικού επιτοκίου, καθώς και το ποσοστό μεταβολής του, σε σχέση με την τιμή, που είχε, στην περίπτωση του θεωρούμενου επιτοκίου (3%). Παρατηρείται πως, το σενάριο δύο κατέχει το υψηλότερο ποσοστό διαφοράς του LCC για κάθε τιμή του επιτοκίου προεξόφλησης.

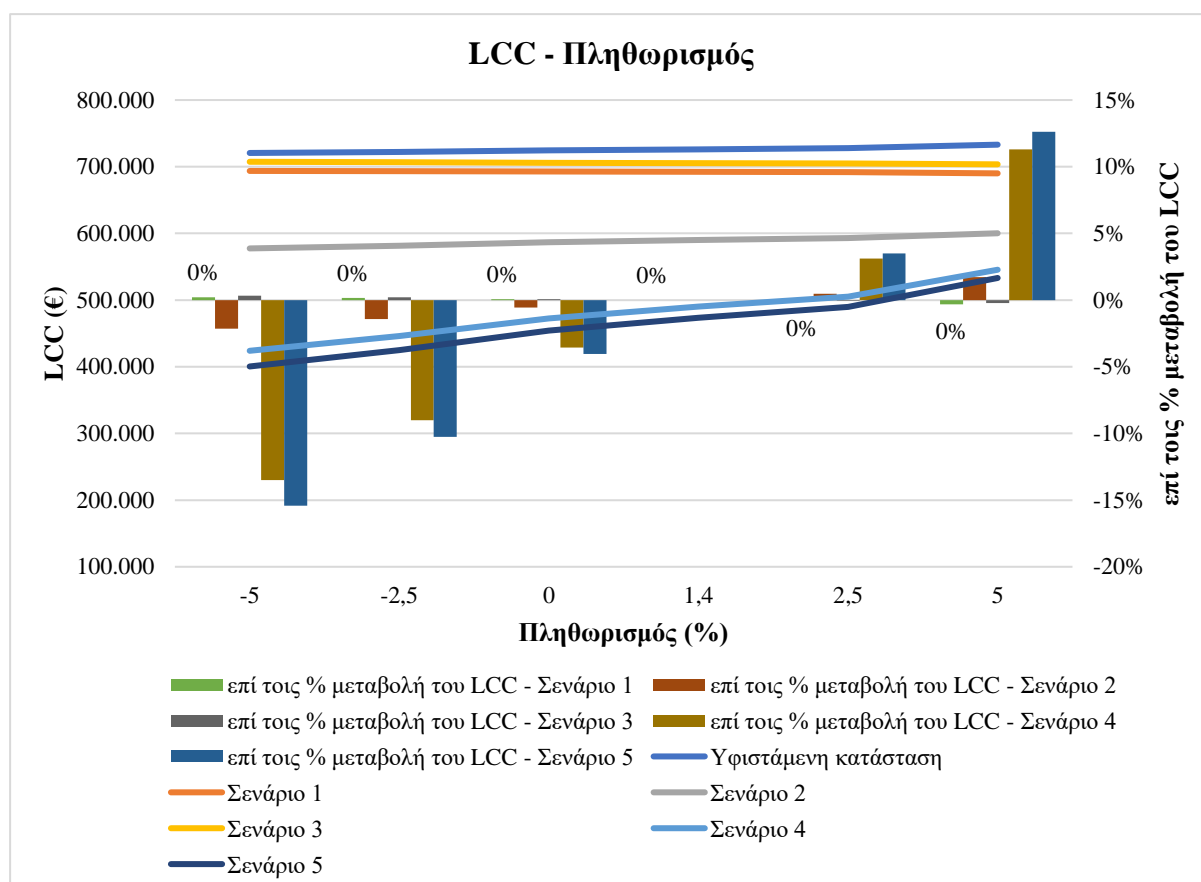


Διάγραμμα 1.27: Διαγραμματική απεικόνιση της επί τοις % μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο, όταν αυξάνεται κατά 10% κάθε είδους κόστους, ανά ένα κάθε φορά. (Πηγή: πρωτότυπο)



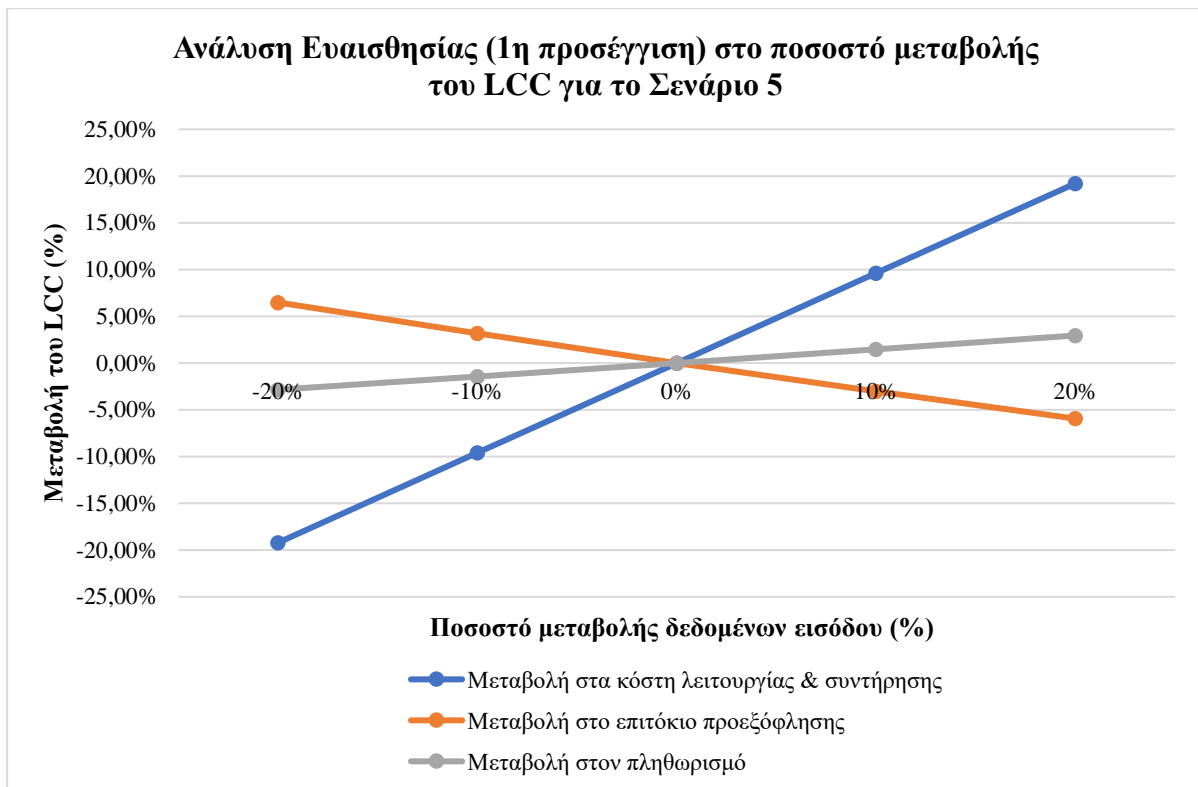
Διάγραμμα 1.28: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του επιτοκίου προεξόφλησης. (Πηγή: πρωτότυπο)

Ο δείκτης πληθωρισμού φαίνεται να μην επηρεάζει καθόλου το LCC κατά τα δύο πρώτα σενάρια, όπου οι αντίστοιχες καμπύλες είναι σχεδόν παράλληλες με τον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος 1.29. Το σενάριο 5 είναι εκείνο, στο οποίο πραγματοποιείται η μεγαλύτερη διαφορά του LCC σε σχέση με την αρχική θεώρηση του πληθωρισμού (1,4%).

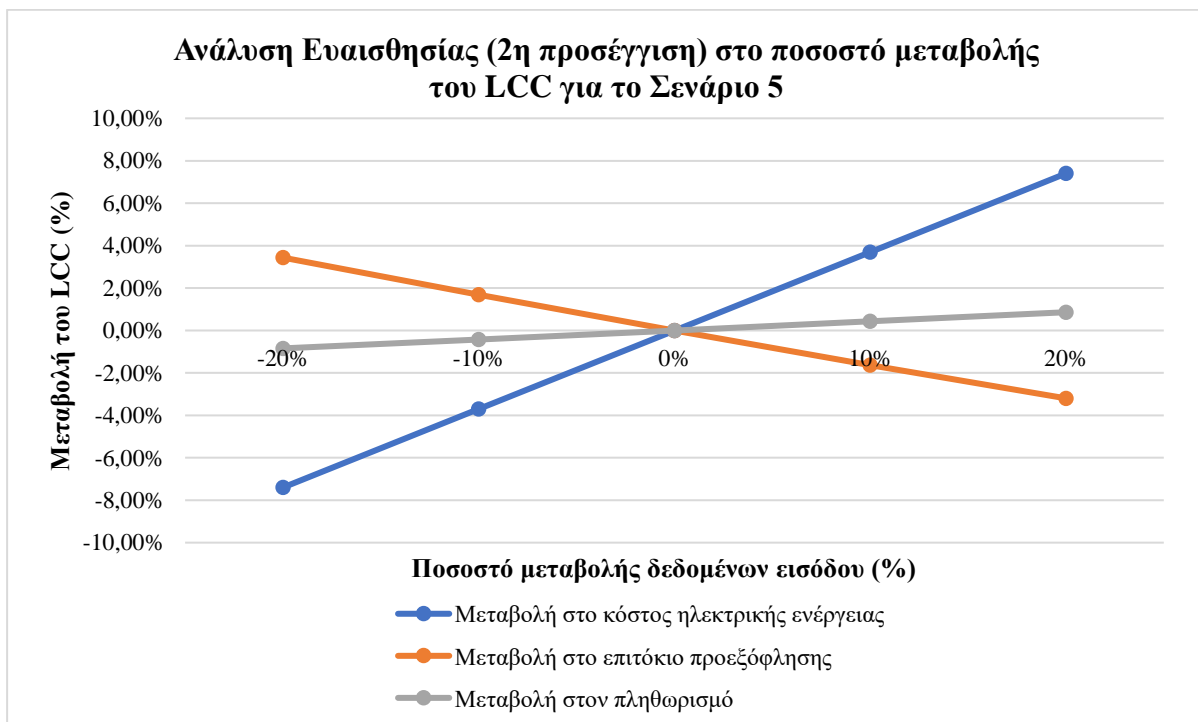


Διάγραμμα 1.29: Διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής του LCC σε κάθε σενάριο για διάφορες τιμές του πληθωρισμού. (Πηγή: πρωτότυπο)

Συμπερασματικά, εξετάζοντας τα αποτελέσματα από τα παραπάνω διαγράμματα και των δύο προσεγγίσεων της Ανάλυσης Ευαισθησίας, γίνεται κατανοητό πως, τα κόστη που προκύπτουν κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των έργων εξοικονόμησης ενέργειας, είναι εκείνα που επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό την τιμή του LCC. Με στόχο την καλύτερη αντίληψη της συγκεκριμένης επίδρασης, διενεργήθηκαν τα διαγράμματα 1.30, για την 1^η προσέγγιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας, και 1.31, για τη 2^η προσέγγιση της μεθόδου, τα οποία αναλύουν την μεταβολή του LCC σε σχέση με τα δεδομένα εισόδου, που επιλέχθηκαν. Η εφαρμογή της Ανάλυσης Ευαισθησίας, στην προκειμένη περίπτωση, πραγματοποιείται για το Σενάριο 5, το οποίο εμφανίζει τα μικρότερο Κόστος Κύκλου Ζωής και πληροί τον στόχο της ενεργειακής αναβάθμισης του οινοποιείου στον βέλτιστο βαθμό. Παρατηρώντας την κλίση των ευθειών των μεταβλητών που εξετάζονται, συμπεραίνεται πως η ευθεία με την μεγαλύτερη κλίση εντοπίζεται στο κόστος που υπεισέρχεται σε κάθε προσέγγιση, υποδηλώνοντάς το ως το πιο ευαίσθητο και ευμετάβλητο δεδομένο εισόδου, το οποίο, καθώς μεταβάλλεται, επηρεάζει περισσότερο την τιμή του Κόστους Κύκλου Ζωής.



Διάγραμμα 1.30: Διαγραμματική απεικόνιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας στο Σενάριο 5, βάσει της 1^{ης} προσέγγισης, για τις μεταβλητές του κόστους λειτουργίας και συντήρησης, του προεξοφλητικού επιτοκίου και του πληθωρισμού. (Πηγή: πρωτότυπο)



Διάγραμμα 1.31: Διαγραμματική απεικόνιση της Ανάλυσης Ευαισθησίας στο Σενάριο 5, βάσει της 2^{ης} προσέγγισης, για τις μεταβλητές του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας, του προεξοφλητικού επιτοκίου και του πληθωρισμού. (Πηγή: πρωτότυπο)

- **Επιλογή του επενδυτικού σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης**

Η διεξαγωγή της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής στοχεύει στην οικονομική αξιολόγηση όλων των εναλλακτικών προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, προκειμένου να επιλεγεί το προσφορότερο και οικονομικά αποδοτικότερο σχέδιο ενεργειακής αναβάθμισης των δύο μονάδων του οινοποιείου. Η χρυσή τομή της ενεργειακά αποδοτικότερης και της οικονομικά αποτελεσματικότερης εναλλακτικής λύσης, αποτελεί το ζητούμενο του ενεργειακού ελέγχου, σύμφωνα με το οποίο θα αποφασιστεί εάν τελικά θα πραγματοποιηθεί το επενδυτικό σχέδιο εξοικονόμησης ενέργειας.

Όπως μελετήθηκε και παρουσιάστηκε στα εδάφια 1.2.5.2 και 1.2.5.3, τα σενάρια, που συνδυάζουν όλες τις παρεμβάσεις ενεργειακής εξοικονόμησης, έχουν μεν τα μεγαλύτερα αρχικά κόστη, αλλά στην περίοδο μελέτης των 20 ετών, σημειώνουν το μικρότερο Κόστος Κύκλου Ζωής (LCC) και την μεγαλύτερη απόκλιση από το Κόστος Κύκλου Ζωής της κατάστασης αναφοράς (υφιστάμενη κατάσταση). Αυτό το συμπέρασμα γίνεται κατανοητό, δεδομένης της μεγάλης εξοικονόμησης, που επιτυγχάνεται, σε ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμο, και η οποία αντισταθμίζει πλήρως τα επενδυτικά κόστη.

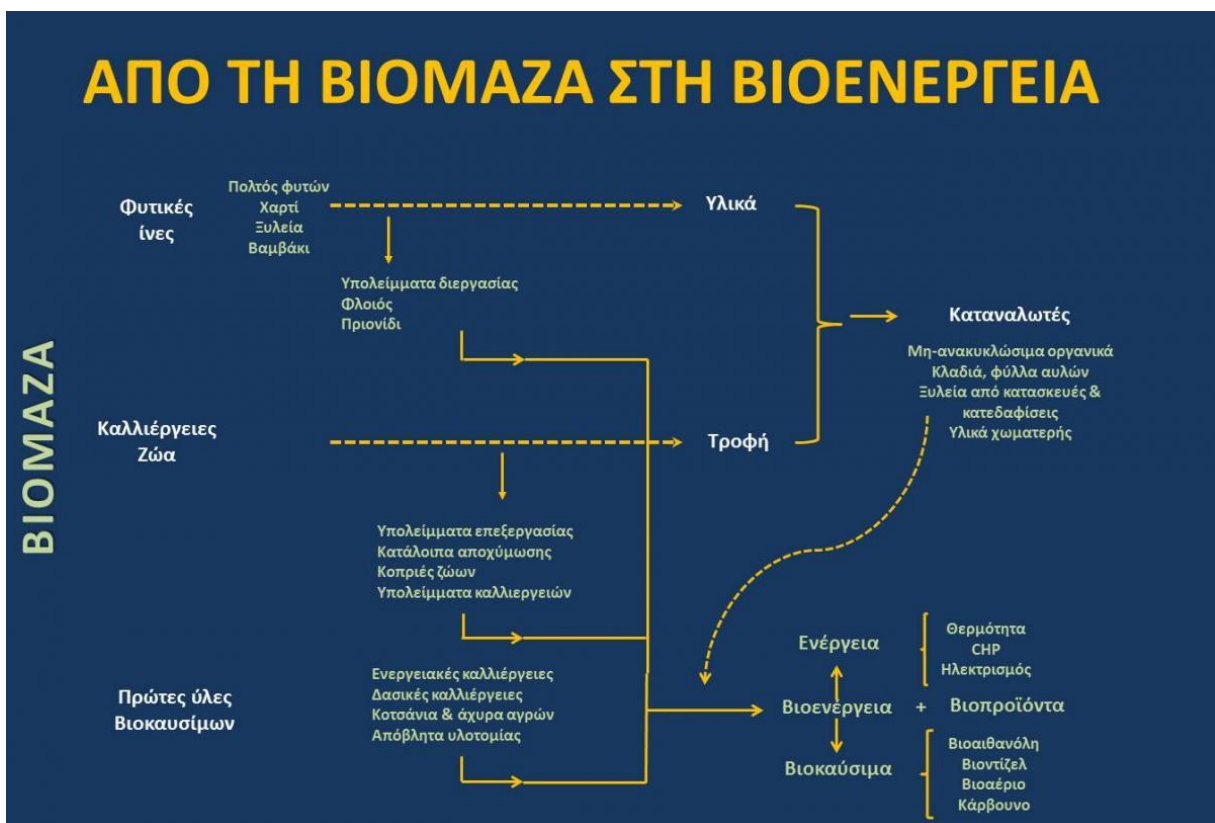
Παράλληλα, από την εφαρμογή της Ανάλυσης Ευαισθησίας, για όλα τα σενάρια, σε σχέση με τα κόστη των έργων, το επιτόκιο προεξόφλησης και τον δείκτη πληθωρισμού, παρατηρείται πως, και στις δύο μονάδες του οινοποιείου, η τάση για μεταβολή της τιμής του LCC σε σχέση με το ποσοστό της μεταβολής των εξεταζόμενων μεταβλητών, είναι σχεδόν ίδια σε όλα τα σενάρια, ενώ σε μερικά εμφανίζεται μεγαλύτερη στα πρώτα σενάρια. Αυτό συνεπάγεται πως, το συνδυαστικό σενάριο δεν αποτελεί την πιο αβέβαιη εναλλακτική λύση για την επένδυση, αλλά τουναντίον, οι μεταβολές στα μεγέθη του επηρεάζουν σε ίσο, ή μικρότερο βαθμό, τη διαμόρφωση του LCC, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επενδυτικές προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης.

Συμπερασματικά, η επιλογή του επενδυτικού σχεδίου που συνδυάζει κατάλληλα όλες τις ενεργειακές παρεμβάσεις, δηλαδή του Σεναρίου 4 στην περίπτωση της μονάδας στο Μαρκόπουλο Αττικής και του Σεναρίου 5 στην περίπτωση της μονάδας στην Ριτσώνα Βοιωτίας, αποτελεί τη βέλτιστη επενδυτική λύση που υποδεικνύει η υλοποίηση της οικονομικής μεθόδου LCCA.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.1 Εισαγωγή

Ο πρωτογενής τομέας αποτελεί έναν από τους δομικούς λίθους της ελληνικής κοινωνίας, με τον αγροτικό τομέα να δεσπόζει, λόγω της σημαντικής συνεισφοράς του στην ανέλιξη της εγχώριας οικονομίας [10]. Η γεωργία συνιστά ένα ευρύ πεδίο παραγωγικών δραστηριοτήτων με υψηλά ποσοστά συμμετοχής στην ανάπτυξη της χώρας και εκτεταμένη χρήση ενέργειας. Ωστόσο, οι αργοί ρυθμοί εκσυγχρονισμού των παραγωγικών διαδικασιών και η απουσία εφαρμογής νέων και ενεργειακά αποδοτικότερων μεθόδων και εργαλείων αγροτικής ανάπτυξης έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη κατανάλωση συμβατικών μορφών ενέργειας με μεγάλο αρνητικό αντίκτυπο στο ενεργειακό αποτύπωμα. Με κύριο στόχο την επίτευξη της αιφόρου ανάπτυξης της χώρας και την στροφή της στην πράσινη οικονομία, αναδύεται η αναγκαιότητα της αξιοποίησης του αγροτικού τομέα, μέσα από την μελέτη και την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στις παραγωγικές διαδικασίες.



Εικόνα 2.1: Απεικόνιση της ροής μετατροπής της βιομάζας σε βιοενέργεια από τις πρώτες ύλες στα τελικά προϊόντα.
(Πηγή: [18])

Η βιομάζα αποτελεί έναν από τους τρόπους σύνδεσης και συνεργασίας του ενεργειακού και του αγροτικού τομέα, τόσο ως προς την προέλευσή της όσο και ως προς την εκμετάλλευσή της. Σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK, η βιομάζα ορίζεται ως «το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα

προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων» [13]. Επομένως, πρόκειται για μία μορφή Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας, η οποία προέρχεται από φυτικούς ή ζωικούς οργανισμούς και με κατάλληλη βιομηχανική επεξεργασία δύναται να μετατραπεί σε καύσιμο ισοδύναμο των ορυκτών καυσίμων (Εικόνα 2.1). Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας ονομάζεται βιοενέργεια.

2.2 Προέλευση και αξιοποίηση της βιομάζας

Κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα έχει ως παράγωγα τα κύρια ή χρήσιμα προϊόντα, τα οποία καλύπτουν τις καθημερινές ανάγκες και αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό για την επιβίωση του ανθρώπου, αλλά και τα παραπροϊόντα ή απόβλητα, όπως είναι η βιομάζα, των οποίων η σωστή διαχείριση είναι ικανή να συνεισφέρει σημαντικά στην παραγωγή πράσινης μορφής ενέργειας.



Εικόνα 2.2: Απεικόνιση των τομέων προέλευσης και αξιοποίησης της βιομάζας.

(Πηγή: [15])

Η βιομάζα, με βάση τον τομέα προέλευσής της, διακρίνεται στα παρακάτω είδη [14]:

- Γεωργική βιομάζα, στην οποία ανήκουν τα κατάλοιπα των αγροτικών δραστηριοτήτων, τα υπολείμματα από την επεξεργασία γεωργικών προϊόντων και οι ενεργειακές καλλιέργειες.
- Κτηνοτροφική βιομάζα, η οποία περιλαμβάνει τα απόβλητα από την κτηνοτροφική παραγωγή και την αλιεία.

- Δασική βιομάζα, στην οποία περιέχονται τα δασικά υπολείμματα από την καλλιέργεια των δασών, καθώς και τα προϊόντα υλοτομίας.
- Βιομηχανικά απόβλητα, τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανία τροφίμων.
- Αστικά απόβλητα, στα οποία περιλαμβάνονται τα οργανικά απόβλητα των νοικοκυριών, τα βιοαποικοδομήσιμα κλάσματα των αστικών απορριμμάτων και τα αστικά λύματα.

Για την ενεργειακή εκμετάλλευση της βιομάζας εφαρμόζονται τρεις κύριες τεχνολογίες, οι οποίες στηρίζονται σε [16],[17]:

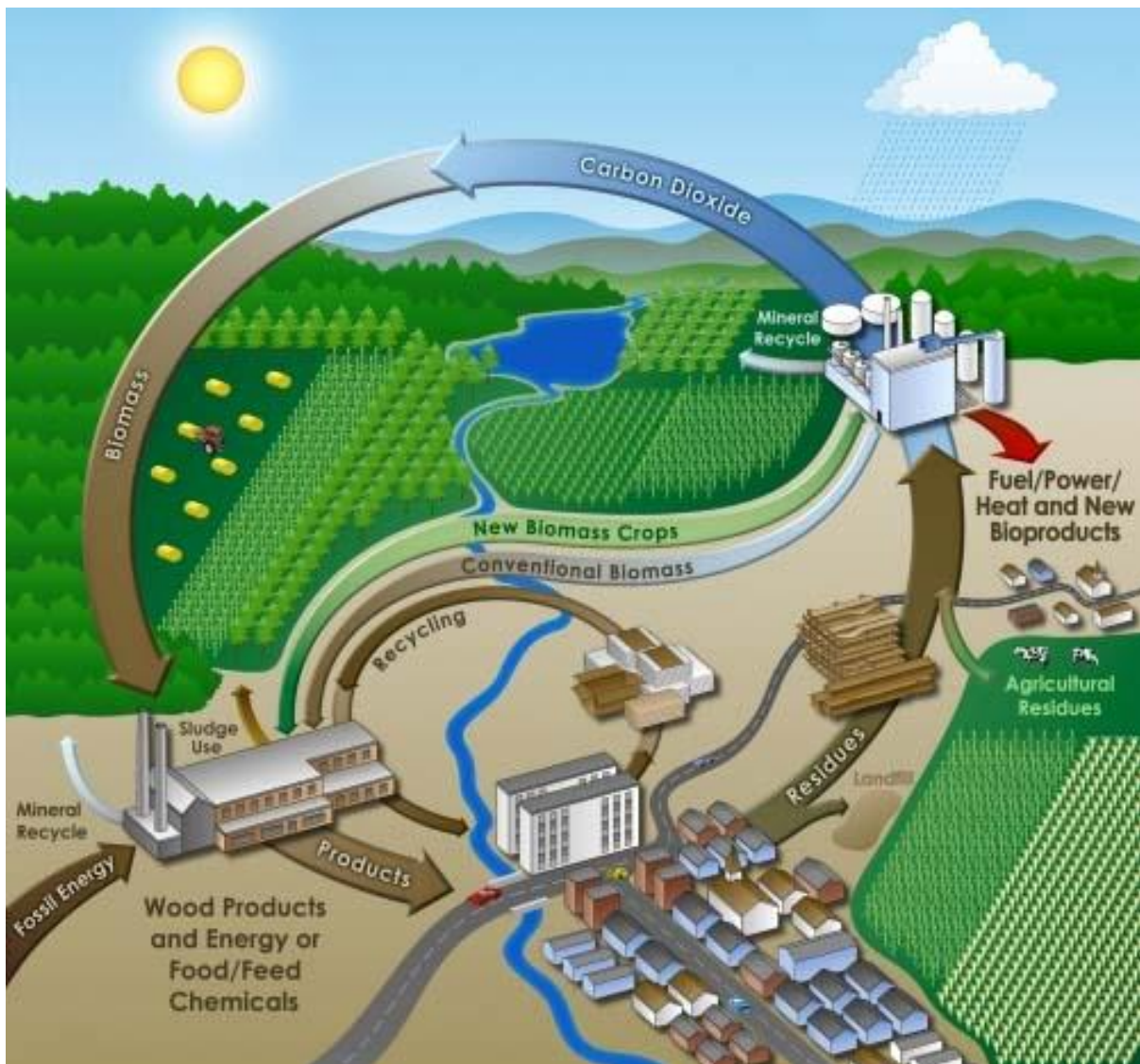
- Θερμοχημικές διεργασίες, στις οποίες ανήκουν η απευθείας καύση, η πυρόλυση, η αεριοποίηση και η υδρογονοδιάσπαση. Οι παραπάνω μέθοδοι αντίδρασης λαμβάνουν χώρα σε μορφές βιομάζας με λόγο ατόμων άνθρακα και αζώτου μεγαλύτερο του 30 ($C/N > 30$) και υγρασία μικρότερη από 50%, δηλαδή σε προϊόντα και υπολείμματα κυτταρίνης και ημι-κυτταρίνης.
- Βιοχημικές διεργασίες, οι οποίες περιλαμβάνουν την αερόβια και την αναερόβια ζύμωση, και εφαρμόζονται με την χρήση μικροοργανισμών σε μορφές βιομάζας με λόγο ατόμων άνθρακα και αζώτου μικρότερο του 30 ($C/N < 30$) και υγρασία μεγαλύτερη από 50%.
- Χημικές διεργασίες, με κυριότερη τη μέθοδο της εστεροποίησης κατά την οποία τα έλαια από τις ενεργειακές καλλιέργειες μετατρέπονται σε έλαια εστέρων, με δυνατότητα χρήσης ως βιοκαύσιμα σε κινητήρες.

Η σημαντικότητα αξιοποίησης της βιομάζας, ως καύσιμο για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, με στόχο την πλήρωση των ανθρώπινων αναγκών και δραστηριοτήτων, οδήγησε στην ανάγκη ανάπτυξης των βιοκαυσίμων, τα οποία διαχωρίζονται σε [17]:

- Στερεά βιοκαύσιμα, όπως είναι το πυρηνόξυλο, οι πελλέτες και τα καυσόξυλα, τα οποία συναντώνται κυρίως στον οικιακό τομέα και στη βιομηχανία.
- Υγρά βιοκαύσιμα, που περιλαμβάνουν τη βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ, και χρησιμοποιούνται στις μεταφορές.
- Αέρια βιοκαύσιμα, όπως είναι το βιοαέριο και το βιο-υδρογόνο, τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε όλους τους τομείς (οικιακός, βιομηχανικός και μεταφορές).

Η βιομάζα ανήκει στο φάσμα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και η ενέργεια που προέρχεται από αυτήν ακολουθεί την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας, δεδομένου ότι κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της δεσμεύεται από τα φυτά με τη μορφή ηλιακής ενέργειας, μέσω της φωτοσύνθεσης μετατρέπεται και αποθηκεύεται σε μορφή χημικής ενέργειας και τελικά αποδίδεται ξανά στο περιβάλλον με τη μορφή καυσίμου (Εικόνα 2.3). Παράλληλα, δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με επιπλέον διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), καθώς η ποσότητα που έχει απορροφήσει είναι ίση ή και μεγαλύτερη από εκείνη που εκλύει στην ατμόσφαιρα κατά την καύση της. Γι' αυτό τον λόγο είναι σημαντικό η καλλιέργεια, η επεξεργασία και η μεταφορά της να πραγματοποιούνται με όσο το δυνατόν αποδοτικότερο τρόπο, ο οποίος θα απαιτεί χαμηλές ενεργειακές καταναλώσεις και θα επιβαρύνει στον ελάχιστο δυνατό βαθμό το περιβάλλον. Η μέριμνα για τη μεταφορά και την αξιοποίηση της βιομάζας γίνεται με τέτοιον

τρόπο ώστε, να μειώνεται στο ελάχιστο το ενεργειακό αποτύπωμα, οδηγώντας στην επιλογή μονάδων αξιοποίησής της κοντά στο κέντρο συλλογής της.



Εικόνα 2.3: Απεικόνιση του κύκλου ζωής της βιομάζας.
(Πηγή: [18])

Τα κυριότερα οφέλη, που προκύπτουν από την χρήση της βιομάζας ως καύσιμο, εντοπίζονται στη μηδενική συμμετοχή της στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, στη δυνατότητα αποθήκευσής της και αξιοποίησής της σε μεγάλο πεδίο εφαρμογών, καθώς και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και προοπτικών ανάπτυξης των παραγωγών, που απασχολούνται στον αγροτικό τομέα. Στον αντίποδα των πλεονεκτημάτων της βιομάζας ανήκουν η εποχικότητά της, η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, η απαίτηση ειδικών συνθηκών για την αποθήκευσή της, και η δυσκολία κατά τη συλλογή, τη μεταποίηση και τη μεταφορά της, έναντι των ορυκτών συμβατικών καυσίμων. Επίσης, ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα της βιομάζας αποτελεί η μεγάλη της διασπορά στον χώρο, καθώς δεν συναντάται συγκεντρωμένη σε ένα μέρος .

2.3 Αγροτική βιομάζα από τα κλαδέματα αμπέλου και ελιάς στην περιοχή του Δήμου Τανάγρας στον Νομό Βοιωτίας

Τα αγροτικά υπολείμματα εντάσσονται στην κατηγορία της γεωργικής βιομάζας και περιλαμβάνουν, τόσο τα κατάλοιπα που απομένουν στους αγρούς, έπειτα από τη συγκομιδή και τις διάφορες γεωργικές δραστηριότητες (π.χ. τα φύλλα, οι μίσχοι, τα κλαδιά και τα στελέχη των φυτών και των δενδρυλλίων), όσο και τα υποπροϊόντα, που προκύπτουν από την επεξεργασία των καλλιεργειών (π.χ. οι σπόροι, οι φλοιοί και οι ρίζες των φυτών και των καρπών). Αποτελούν υπολείμματα με ενώσεις κυτταρίνης και ημι-κυτταρίνης και ανήκουν στην κατηγορία των στερεών βιοκαυσίμων.

Τα αγροτικά κλαδέματα συνιστούν σημαντική πρώτη ύλη τέτοιας μορφής βιομάζας, η οποία προέρχεται από αμπελώνες, ελαιώνες και οπωροφόρα δέντρα, και συνήθως η ενεργειακή τους αξία μένει ανεκμετάλλευτη. Η απουσία αξιοποίησης της ενέργειας από τα γεωργικά κλαδέματα οφείλεται κυρίως στην εύκολη, αλλά λανθασμένη, διαχείρισή τους από τους αγρότες, οι οποίοι, συνήθως, τα καίνε σε ανοιχτές εστίες στον αγρό, ή, σε μικρότερο βαθμό, τα ενσωματώνουν στο έδαφος. Ωστόσο, η ενεργειακή εκμετάλλευση των αγροτικών κλαδεμάτων, τα οποία απαντώνται σε μεγάλες ποσότητες, αποτελεί ανάγκη των καιρών, με στόχο την χαμηλότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος, την στροφή στην πράσινη ανάπτυξη, αλλά και την ανάδειξη της βιομάζας σε μία από τις προσφορότερες μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Στην συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιαστεί η εκτίμηση του δυναμικού βιομάζας από κλαδέματα αμπελιών και ελαιόδεντρων για την περιοχή του Δήμου Τανάγρας, μέσα από βιβλιογραφικές προσεγγίσεις στα γεωχωρικά δεδομένα της περιοχής μελέτης, τα οποία έχουν δοθεί από τον Οργανισμό Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε.) για τους σκοπούς της συγκεκριμένης εργασίας.

2.3.1 Συνοπτική παρουσίαση των καλλιεργειών της αγροτικής περιοχής του Δήμου Τανάγρας

Ο Δήμος Τανάγρας ανήκει στον Νομό Βοιωτίας και χωροθετείται στο νοτιοανατολικό τμήμα τόσο του Νομού όσο και της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, συνορεύοντας με το βόρειο τμήμα της Περιφέρειας Αττικής (Εικόνα 2.4). Η έκτασή του ανέρχεται σε 457,94 km² και περιλαμβάνει σημαντικό μέρος των καλλιεργήσιμων εκτάσεων του Νομού Βοιωτίας, καθώς και τη Βιομηχανική Ζώνη των Οινοφύτων. Το σύνολο της καλλιεργήσιμης γης του Δήμου Τανάγρας καταλαμβάνει το 15,3% της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης του Νομού, ενώ στη Δημοτική Ενότητα Τανάγρας οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις κυριαρχούν με ποσοστό περίπου 37,5%.



Εικόνα 2.4: Φωτογραφία της τοποθεσίας του Δήμου Τανάγρας από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.

(Πηγή: Google Earth)

Η γεωμορφολογία του Δήμου Τανάγρας παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία, συνδυάζοντας τη θάλασσα στην ανατολική ακτογραμμή, τους ορεινούς όγκους προς το εσωτερικό και τις λοφώδεις και πεδινές περιοχές, να εκτείνονται διάσπαρτα, σε διάφορες μεριές του Δήμου. Πρόκειται, κυρίως, για ημιορεινή περιοχή με έντονη την παρουσία καλλιεργειών στα πεδινά και ημιορεινά εδάφη, αλλά και δασών χαλεπίου πεύκης, αγριελιών και κουμαριών στα ορεινά τμήματα με μεγαλύτερο υψόμετρο.

Πίνακας 2.1: Παρουσίαση των γεωργικών εκτάσεων του Δήμου Τανάγρας ανά είδος καλλιέργειας σύμφωνα με τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε..

(Πηγή: πρωτότυπο)

Τύπος καλλιέργειας	Έκταση για το 2019		Έκταση για το 2020		Ποσοστιαία μεταβολή μεταξύ των ετών (%)
	(ha) ⁽¹⁾	(% της γεωργικής γης του Δ. Τανάγρας)	(ha) ⁽¹⁾	(% της γεωργικής γης του Δ. Τανάγρας)	
Ακρόδρυα δέντρα	80,76	0,5%	100,39	0,6%	24,3%
Αμπελώνες	1.936,79	11,4%	1.982,82	11,5%	2,4%
Ελαιώνες	2.389,34	14,0%	2.463,97	14,3%	3,1%
Μονοτείς καλλιέργειες	10.669,30	62,7%	10.302,69	60,0%	-3,4%
Λοιπές καλλιέργειες	1.941,66	11,4%	2.325,41	13,5%	19,8%
Σύνολο	17.017,85	100,0%	17.175,28	100,0%	0,9%

(1) Σημείωση: 1 ha ισοδυναμεί με 10 στρέμματα, δηλαδή 10.000 m².

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. για το 2020, στις πεδινές περιοχές του Δήμου Τανάγρας κυριαρχούν, με ποσοστό 60% της γεωργικής γης, οι μονοετείς καλλιέργειες, με κυριότερες την παραγωγή σίτου, πατάτας και κρεμμυδιού, και ακολουθούν οι ελαιώνες με μερίδιο 14,3% της καλλιεργούμενης έκτασης, και οι αμπελώνες με ποσοστό 11,5% (Πίνακας 2.1). Η ενασχόληση με τη γεωργία της περιοχής για το έτος 2020 σημειώνει μία μικρή αύξηση της τάξεως του 1% σε σχέση με το προηγούμενο έτος, δεδομένης της χρησιμοποιούμενης γεωργικής γης, που παρουσιάζεται στα στοιχεία του Πίνακα 2.1. Η ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα και των γεωργικών δραστηριοτήτων εντοπίζεται, σε μεγαλύτερο βαθμό, στο βόρειο τμήμα του Δήμου, εκεί όπου συγκεντρώνονται οι πεδινές καλλιεργήσιμες εκτάσεις και είναι έντονη η παρουσία υδάτων (Εικόνα 2.5).



Εικόνα 2.5: Απεικόνιση των καλλιεργούμενων εκτάσεων του Δήμου Τανάγρας από τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. με την χρήση του προγράμματος QGIS.
(Πηγή: Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. & QGIS)

2.3.2 Εκτίμηση του δυναμικού της βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων στην περιοχή μελέτης του Δήμου Τανάγρας

Η μελέτη για την ορθή αξιοποίηση των αγροτικών υπολειμμάτων, που προέρχονται από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων, προϋποθέτει τον προσδιορισμό του διαθέσιμου δυναμικού της συγκεκριμένης γεωργικής βιομάζας στην περιοχή μελέτης. Η ποσότητα της υπολειμματικής βιομάζας, που παράγεται από κάθε είδους καλλιέργεια, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η ποικιλία της καλλιέργειας, οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και οι γεωργικές τεχνικές που εφαρμόζονται. Για τον ακριβή υπολογισμό του διαθέσιμου δυναμικού βιομάζας κρίνεται απαραίτητη η διενέργεια επιτόπιων μετρήσεων, τόσο στις ποσότητες όσο και στα χαρακτηριστικά των γεωργικών υπολειμμάτων μετά την περίοδο του κλαδέματος. Ωστόσο, για την περιοχή του Δήμου Τανάγρας δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια παρόμοια δράση και δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα και διαθέσιμα τέτοιου είδους στοιχεία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η εκτίμηση του δυναμικού βιομάζας στην παρούσα μελέτη να

λαμβάνει χώρα με την χρήση της σχετικής βιβλιογραφίας και διάφορων επιστημονικών δημοσιεύσεων, σύμφωνα με τις οποίες υπάρχουν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις υπολογισμού της παραγωγικότητας της βιομάζας από κλαδέματα. Η πρώτη προσέγγιση βασίζεται στην τιμή του λόγου υπολείμματος προς επιφάνεια (RSR), ενώ η δεύτερη στην τιμή του λόγου υπολείμματος προς προϊόν (RPR) [14],[16],[17],[20].

- 1. Λόγος υπολείμματος προς επιφάνεια (Residue to Surface Ratio, RSR):** Πρόκειται για μία απλή και άμεση μέθοδο εκτίμησης του δυναμικού υπολειμματικής βιομάζας από κλαδέματα, η οποία εκφράζει την παραγωγή ξηρής βιομάζας ανά καλλιεργούμενη έκταση (t_{ndm}/ha) και προϋποθέτει μόνο τη γνώση της γεωργικής γης, στην οποία εκτείνεται η υπό εξέταση καλλιέργεια. Για τον υπολογισμό του δείκτη RSR χρησιμοποιείται η τιμή του λόγου ποσότητας κλαδεμάτων ανά δέντρο, και κατά συνέπεια, η πυκνότητα της καλλιεργούμενης φύτευσης σε μια περιοχή επηρεάζει άμεσα την αριθμητική αξία του δείκτη RSR. Η προσέγγιση του δυναμικού βιομάζας μέσω του λόγου υπολείμματος προς επιφάνεια έχει ευρεία εφαρμογή, ωστόσο δεν συνιστάται η χρήση μίας σταθερής τιμής RSR, αλλά ενός εύρους τιμών, λόγω της υψηλής μεταβλητότητας του δείκτη.
- 2. Λόγος υπολείμματος προς προϊόν (Residue to Product Ratio, RPR):** Αποτελεί μία λιγότερο διαδεδομένη μέθοδο για την εκτίμηση του δυναμικού υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα, η οποία συνδέει την συνολική ποσότητα των υπολειμμάτων της μελετώμενης καλλιέργειας με το ύψος της παραγωγής του κύριου προϊόντος ($t_{ndm_Residue}/t_{fruit}$). Η συγκεκριμένη προσέγγιση εφαρμόζεται συνήθως στις μονοετείς καλλιέργειες, όπου το κύριο προϊόν και το υπόλειμμα παράγονται και μετριοούνται σε ετήσια βάση. Στις μόνιμες καλλιέργειες, όπου το ύψος της παραγωγής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις τεχνικές, που εφαρμόζονται, και από τα κλιματολογικά δεδομένα, η χρήση του δείκτη RPR είναι επίφοβη και μπορεί να μην δίνει αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως, η ποσότητα των αγροτικών υπολειμμάτων, που προκύπτει κατά την περίοδο του κλαδέματος, εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες, που αφορούν τόσο στις τοπικές συνθήκες και στα χαρακτηριστικά των καλλιεργειών, όσο και στις τεχνικές που εφαρμόζονται από τους γεωργούς [20]. Επομένως, και στις δύο προσεγγίσεις που παρουσιάστηκαν, η εκτίμηση του δυναμικού υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα δεν πραγματοποιείται με την χρήση μίας τιμής των βιβλιογραφικών συντελεστών, αλλά με βάση ενός εύρους τιμών. Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα εύρη τιμών για τους λόγους υπολείμματος προς επιφάνεια (RSR), υπολείμματος προς προϊόν (RPR) και ποσότητας κλαδεμάτων ανά δέντρο, που αναφέρονται στην καλλιέργεια αμπελώνων και ελαιώνων, όπως προέκυψαν από τη βιβλιογραφία και τις επιστημονικές μελέτες σε ελληνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.

Πίνακας 2.2: Παρουσίαση του εύρους της παραγωγικότητας της υπολειμματικής βιομάζας από κλαδέματα αμπέλου και ελιάς.
(Πηγή: πρωτότυπο)

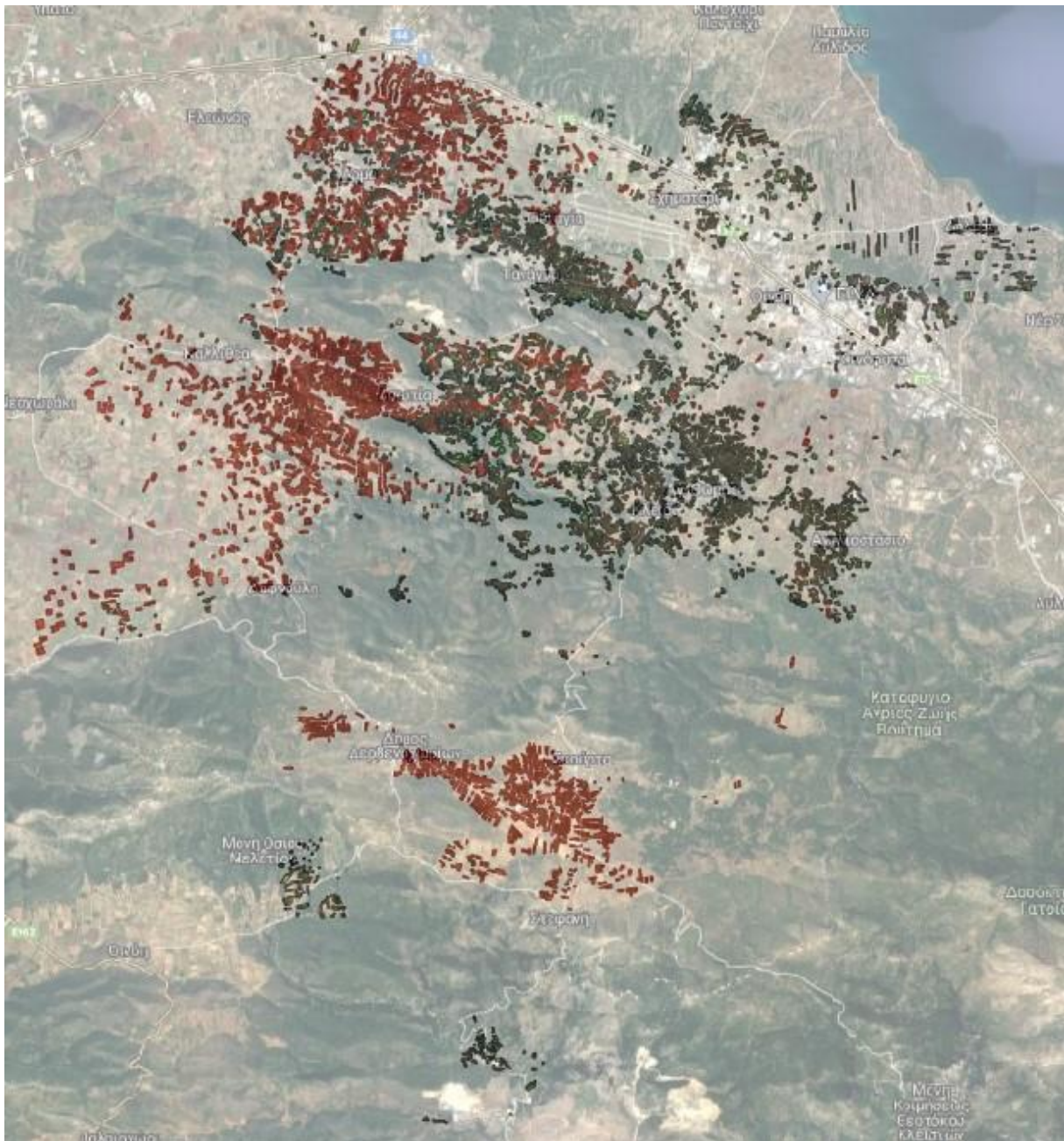
Πηγή	RSR		RPR		Ποσότητα κλαδεμάτων / Αριθμός δέντρων	
	(tn _{dm} /ha)		(tn _{dm_Residue} / tn _{fruit})		(kg _{dm} /δέντρο/έτος)	
	Αμπέλια	Ελιές	Αμπέλια	Ελιές	Αμπέλια	Ελιές
Εγχειρίδιο ΑΠΕ (ENER-SUPPLY) ⁽¹⁾ [14]	2,0 - 2,5	1,0 - 7,0	0,39 - 0,45	1,14 - 1,25	-	-
uP_running (Ελλάδα) [20]	0,4 - 2,1	2,2 - 9,3	0,05 - 0,40	0,26 - 2,20	0,1 - 0,8	7,9 – 65,0
Βιβλιογραφία και EuroPruning [20]	0,1 - 2,7	0,4 - 10,9	-	-	0,03 - 1,4	1,6 - 28,7
Velázquez-Martí et al., 2011 & 2013 ⁽²⁾ [20]	-	0,4 - 4,6	-	-	-	1,3 – 26,2
Μεταπτυχιακή Εργασία ΕΜΠ 2020, Σωτήριος Μουμούρης [17]	1,0 - 4,0	2,0 - 8,0	-	-	0,5 – 1,0	15,0 – 30,0

(1) Σημείωση 1: Οι τιμές για τα αμπέλια αφορούν φύτευση 2x1 με τεχνολογία κεντρικών κλαδεύσεων και για τις ελιές φύτευση 150 φυτών/ha με παραγωγή 25 kg κλαδεμάτων/φυτό*έτος.

(2) Σημείωση 2: Αναφέρονται μόνο στο ξυλώδες μέρος των κλαδεμάτων.

Η παρούσα μελέτη εκτίμησης του διαθέσιμου δυναμικού γεωργικής βιομάζας επικεντρώνεται στα υπολείμματα από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής του Δήμου Τανάγρας, και για την διεκπεραίωσή της εφαρμόστηκε ο λόγος υπολείμματος προς επιφάνεια (RSR), όπως προέκυψε, λαμβάνοντας υπόψη τα βιβλιογραφικά εύρη τιμών του Πίνακα 2.2. Ωστόσο, εκτός από τον προσδιορισμό της τιμής του δείκτη RSR, ο υπολογισμός του διαθέσιμου δυναμικού υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα προϋποθέτει την κατοχή στοιχείων σχετικά με τις δεινρώδεις εκτάσεις του Δήμου Τανάγρας, στις οποίες καλλιεργούνται αμπέλια και ελιές. Το αρχείο με τα δεδομένα των καλλιεργούμενων εκτάσεων του Δήμου Τανάγρας για τα έτη 2019 - 2020 λήφθηκε, κατόπιν αιτήσεως, από τον Οργανισμό Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε.), και συνοδεύεται από ένα ηλεκτρονικό αρχείο .shp, στο οποίο απεικονίζεται η χωροθέτηση των αγροτεμαχίων και η διασπορά τους στην συνολική έκταση του Δήμου.

Με την χρήση του προγράμματος QGIS, πραγματοποιήθηκε η πρόσβαση στην χαρτογράφηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων του Δήμου Τανάγρας, όπως εκείνες έχουν δηλωθεί στον Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. από τους αγρότες της περιοχής. Στην Εικόνα 2.6 απεικονίζεται η χωροθετική τοποθέτηση των αγροτεμαχίων, στα οποία καλλιεργούνται αμπέλια (κόκκινο χρώμα) και ελιές (πράσινο χρώμα) για το έτος 2020. Με την χρήση των εργαλείων του προγράμματος QGIS, δίνεται η δυνατότητα άντλησης σημαντικών πληροφοριών, όπως είναι η επιφάνεια και η περιφέρεια των αγροτεμαχίων, οι ακριβείς συντεταγμένες τους, καθώς και διάφορες στατιστικές τιμές.

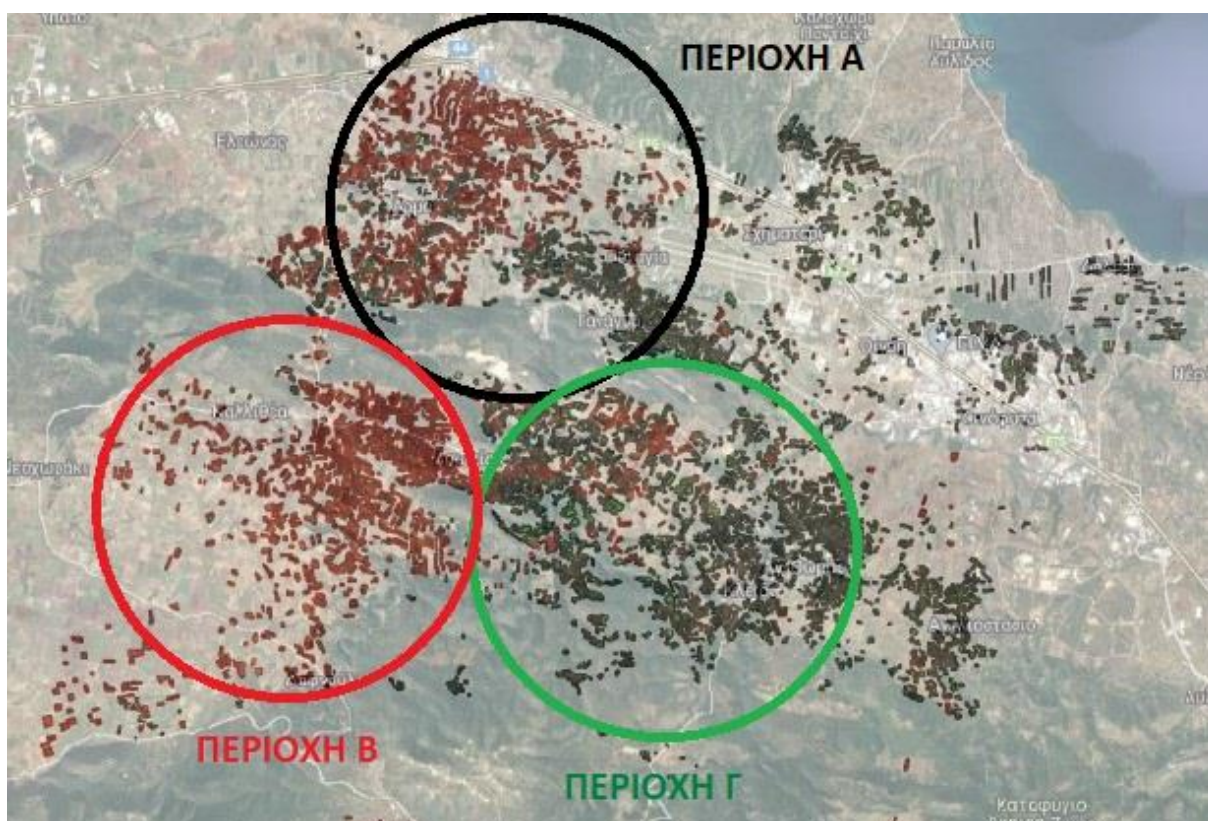


Εικόνα 2.6: Απεικόνιση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αμπελώνες (κόκκινο χρώμα) και ελαιώνες (πράσινο χρώμα) στον Δήμο Τανάγρας, από τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. με την χρήση του προγράμματος QGIS.
(Πηγή: Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. & QGIS)

Από την χαρτογράφηση των αμπελώνων και των ελαιώνων του Δήμου Τανάγρας για το έτος 2020, γίνεται αντιληπτό πως οι καλλιεργούμενες εκτάσεις παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά στον χώρο, κυρίως λόγω των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής. Παρατηρείται πως, οι καλλιέργειες αμπελώνων συγκεντρώνονται στο βόρειο τμήμα, στην περιοχή του Άρματος, και νοτιότερα, στην περιοχή μεταξύ της Καλλιθέας και της Ασωπίας. Ωστόσο, αυτά τα δύο τμήματα χωρίζονται από όρη, χαμηλού υψομέτρου, και συνδέονται με δύο επαρχιακούς δρόμους, γεγονός που καθιστά αδύνατη τη δημιουργία συνεχόμενης φύτευσης. Παράλληλα, οι ελαιώνες συγκεντρώνονται στα ημιορεινά εδάφη, τα οποία βρίσκονται στο κεντρικό μέρος του

Δήμου Τανάγρας, κοντά στους οικισμούς της Τανάγρας, του ανατολικού τμήματος της Ασωπίας, και του Αγίου Θωμά.

Οι δυσμενείς γεωμορφολογικές συνθήκες και η ανισομερής κατανομή των αγροτεμαχίων είναι δύο από τους βασικούς παράγοντες που καθιστούν δυσχερή και οικονομικά ασύμφορη τη διαχείριση της υπολειμματικής βιομάζας των συνολικών κλαδεμάτων αμπέλου και ελιάς, από όλες τις εκτάσεις του Δήμου Τανάγρας. Γι' αυτόν τον λόγο, πραγματοποιήθηκε ο επιμερισμός της περιοχής μελέτης σε τρεις κύριες υποπεριοχές εκτίμησης του δυναμικού Α, Β και Γ (Εικόνα 2.7). Η υποπεριοχή Α εκτείνεται στον κάμπο του Άρματος και της Τανάγρας και περιλαμβάνει την καλλιέργεια αμπελώνων και ελαιώνων, η υποπεριοχή Β εμπεριέχει την έκταση νοτιοανατολικά της Καλλιθέας και επικεντρώνεται, κυρίως, στην καλλιέργεια αμπελιών, και η υποπεριοχή Γ αναφέρεται στις εκτάσεις μεταξύ των οικισμών της Ασωπίας και του Αγίου Θωμά, στις οποίες αναπτύσσονται και των δύο ειδών οι καλλιέργειες.

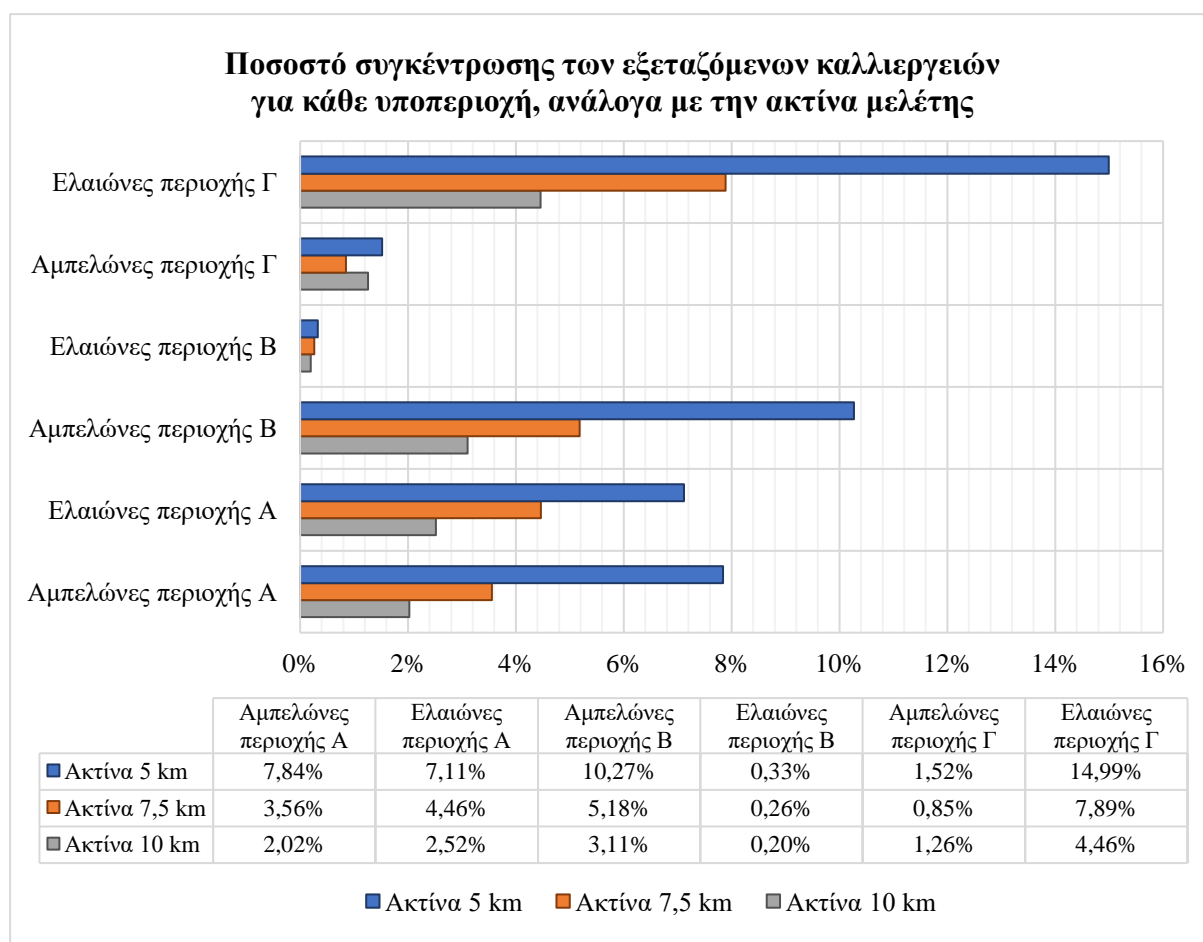


Εικόνα 2.7: Απεικόνιση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αμπελώνες (κόκκινο χρώμα) και ελαιώνες (πράσινο χρώμα) και των υποπεριοχών μελέτης Α, Β και Γ του Δήμου Τανάγρας, από τα δεδομένα του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. με την χρήση του προγράμματος QGIS.

(Πηγή: Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. & QGIS)

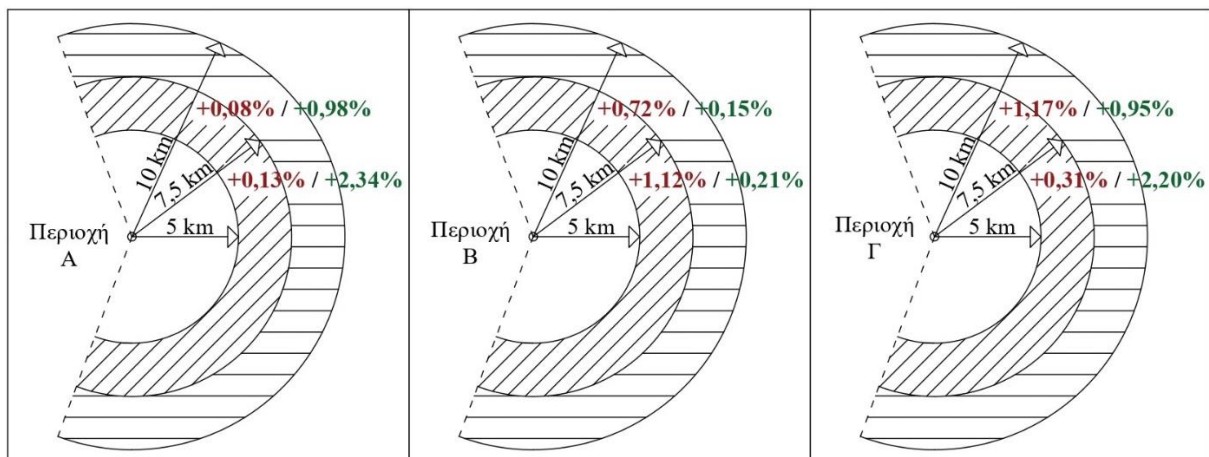
Η επιλογή των κέντρων και της ακτίνας των υποπεριοχών μελέτης πραγματοποιήθηκε με γνώμονα τη μαζική συλλογή, την ορθή διαχείριση και την ευνοϊκή αξιοποίηση του μέγιστου δυνατού δυναμικού των κλαδεμάτων, σε συνδυασμό με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Για την επιλογή της κατάλληλης ακτίνας συλλογής βιομάζας από κλαδέματα, εξετάστηκαν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις σε αμπελώνες και ελαιώνες, που εκτείνονται περιμετρικά των

κέντρων των υποπεριοχών μελέτης, σε απόσταση 5 km, 7,5 km και 10 km. Αρχικά, από το αρχείο .shp του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε., προσδιορίστηκαν για κάθε υποπεριοχή Α, Β και Γ, τα ποσοστά συγκέντρωσης των εκτάσεων των συγκεκριμένων καλλιεργειών στους τρεις κύκλους μελέτης, ακτίνας 5 km, 7,5 km και 10 km (Διάγραμμα 2.1).



Διάγραμμα 2.1: Απεικόνιση των ποσοστών συγκέντρωσης των καλλιεργειών σε αμπέλια και ελιές για κάθε υποπεριοχή μελέτης, ανάλογα με την ακτίνα εξέτασης. (Πηγή: πρωτότυπο)

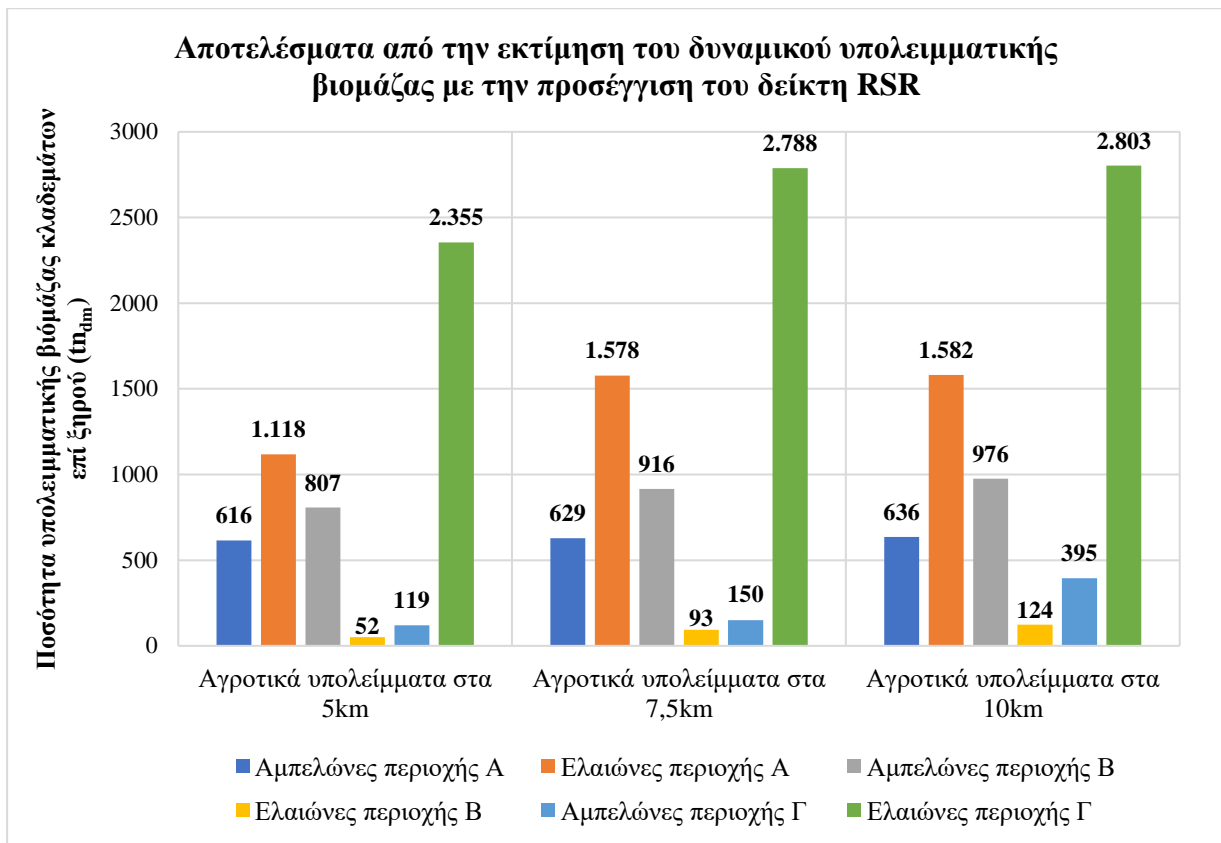
Παρατηρώντας την διαγραμματική απεικόνιση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων στο Διάγραμμα 2.1, γίνεται αντιληπτό πως, η συγκέντρωση των εν λόγω καλλιεργούμενων εκτάσεων μειώνεται σημαντικά, καθώς αυξάνεται η ακτίνα, γεγονός που συμβαίνει και στις τρεις υποπεριοχές. Αυτό το συμπέρασμα ενισχύεται και από τα στοιχεία του Σχήματος 2.1, στο οποίο παρουσιάζονται τα πρόσθετα ποσοστά συγκέντρωσης των αμπελώνων και των ελαιώνων σε κάθε δακτύλιο, ο οποίος εκτείνεται έξω από την βασική ακτίνα των 5 km και σε απόσταση 2,5 km και 5 km. Στο συγκεκριμένο σχήμα, καταγράφονται με πράσινο χρώμα τα ποσοστά συγκέντρωσης των εκτάσεων σε αμπέλια, που βρίσκονται στην έκταση του πρώτου δακτυλίου (με πλάγια διαγράμμιση) και με κόκκινο χρώμα τα αντίστοιχα ποσοστά για τις εκτάσεις ελαιόδεντρων. Ομοίως, παρουσιάζονται και τα ποσοστά συγκέντρωσης των συγκεκριμένων καλλιεργειών, οι οποίες χωροθετούνται μεταξύ του εξωτερικού κύκλου (10 km) και του εσωτερικού (5 km), καθώς εκφράζονται ως προς την βασική ακτίνα των 5km.



Σχήμα 2.1: Σχηματική απεικόνιση της εξεταζόμενης περιοχής ανάλογα με την ακτίνα μελέτης και παρουσίαση των πρόσθετων ποσοστών συγκέντρωσης των αμπελώνων (κόκκινο χρώμα) και των ελαιώνων (πράσινο χρώμα) των διαγραμμισμένων δακτυλίων, υπολογισμένων ως προς την περιοχή των 5 km, για κάθε υποπεριοχή A, B & Γ. (Πηγή: πρωτότυπο)

Από τα εξαιρετικά μικρά ποσοστά συγκέντρωσης, που σημειώνονται εξωτερικά του βασικού κύκλου μελέτης, συμπεραίνεται πως η αύξηση της ακτίνας δεν οδηγεί σε ικανοποιητική αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων αμπελώνων και ελαιώνων, γεγονός που συνεπάγεται την παρουσία αυξημένου κόστους διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας, χωρίς τη συλλογή ανάλογης ποσότητας. Επομένως, η επιλογή του κύκλου με ακτίνα τα 5 km, φαίνεται να συνιστά την, οικονομικά και λειτουργικά, αποδοτικότερη λύση για τη συλλογή και την αξιοποίηση της συγκεκριμένης υπολειμματικής βιομάζας, ωστόσο, η τελική επιλογή θα κριθεί από τις θερμικές απαιτήσεις του τελικού καταναλωτή, όπως μελετάται και παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 3.

Στο Παράρτημα V περιλαμβάνονται οι πίνακες με τον αναλυτικό προσδιορισμό της ποσότητας των υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων, τόσο για την συνολική έκταση του Δήμου Τανάγρας όσο και για τις υποπεριοχές A, B και Γ, ενώ στο Διάγραμμα 2.2 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα για κάθε ακτίνα και υποπεριοχή μελέτης. Σημειώνεται πως, λόγω των σχετικά μεγάλων αποκλίσεων στα εύρη των συντελεστών, χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές από τις πιο πρόσφατες επιστημονικές μελέτες, που αναφέρονται στα ελληνικά δεδομένα, και πιο συγκεκριμένα, λήφθηκε υπόψη η τιμή του κάτω ορίου, προκειμένου οι εκτιμήσεις του δυναμικού υπολειμματικής βιομάζας να είναι προς την πλευρά της ασφάλειας.



Διάγραμμα 2.2: Απεικόνιση της ποσότητας υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων για κάθε υποπεριοχή μελέτης, ανάλογα με την ακτίνα εξέτασης.

(Πηγή: πρωτότυπο)

Από μία πρώτη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του Διαγράμματος 2.2, καθώς και των χαρακτηριστικών της περιοχής, επιλέχθηκε το κεντρικό σημείο συγκέντρωσης, αποθήκευσης και αξιοποίησης του διαθέσιμου δυναμικού βιομάζας από τα κλαδέματα αμπέλου και ελιάς, να βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του Δήμου Τανάγρας, δηλαδή στην υποπεριοχή Α. Πολλοί είναι οι λόγοι που αναδεικνύουν και ενισχύουν την επιλογή της συγκεκριμένης περιοχής ως κέντρο αποθήκευσης και διαχείρισης της συλλεγμένης βιομάζας, με κυριότερους την παρουσία πεδινών και ομαλών εκτάσεων, την υψηλή συγκέντρωση των εξεταζόμενων καλλιεργειών και το καλό οδικό δίκτυο.

Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για μία έκταση που περιλαμβάνει μεγάλο ποσοστό αγροτεμαχίων, στα οποία καλλιεργούνται αμπέλια και ελαιόδεντρα, με αποτέλεσμα την ύπαρξη υψηλής παραγωγής βιομάζας από κλαδέματα. Η κοντινή κατανομή τους στον χώρο, η εύκολη πρόσβαση στις αγροτικές εκτάσεις μέσω της Εθνικής Οδού και η παρουσία, ομαλών και καλώς συντηρημένων, αγροτικών δρόμων επιτρέπει τη μαζική συλλογή των υπολειμμάτων και την άμεση μεταφορά της στο σημείο συντήρησης και αποθήκευσης, χωρίς να διανύονται μεγάλες αποστάσεις σε δύσβατα εδάφη. Παράλληλα, η μεγάλη ανάπτυξη της Βιομηχανίας στη συγκεκριμένη περιοχή και η έντονη παρουσία πληθώρας παραγωγικών μονάδων, που απαιτούν την προμήθεια θερμικής ενέργειας για τη λειτουργία τους, δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησης της παραγόμενης υπολειμματικής βιομάζας από θερμικούς καταναλωτές του δευτερογενούς

τομέα, που επιθυμούν την ενεργειακή τους αναβάθμιση και την στροφή τους στην πράσινη ενέργεια. Το γεγονός αυτό διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην επιλογή της συγκεκριμένης τοποθεσίας ως τον τελικό προορισμό του δυναμικού υπολειμματικής βιομάζας από κλαδέματα αμπέλου και ελιάς.

2.4 Παρουσίαση της εφοδιαστικής αλυσίδας της υπολειμματικής βιομάζας

Με τον όρο «εφοδιαστική αλυσίδα» της υπολειμματικής βιομάζας εκφράζεται το σύνολο των ενεργειών, που απαιτούνται για την εξασφάλιση της προμήθειας της πρώτης ύλης, από την πηγή προέλευσης (αγροτεμάχιο) στο σημείο προορισμού (σύστημα καύσης της βιομάζας). Ο σωστός σχεδιασμός της εφοδιαστικής αλυσίδας και η συντονισμένη λειτουργία όλων των σταδίων, που την χαρακτηρίζουν, αποτελεί παράγοντα ζωτικής σημασίας για την επιτυχία και την αξιοπιστία της μονάδας ανάκτησης θερμότητας από την χρήση της βιομάζας. Μία τυπική δομή της εφοδιαστικής αλυσίδας της βιομάζας περιλαμβάνει [16],[17]:

- τη συλλογή της γεωργικής βιομάζας από τον τόπο παραγωγής της,
- την προκατεργασία της για τη διαμόρφωση του επιθυμητού μεγέθους (π.χ. θρυμματισμός ή τεμαχισμός των αγροτικών κλαδεμάτων),
- την ξήρανσή της (φυσική ή τεχνητή), με σκοπό την μείωση των επιπέδων υγρασίας,
- τη μεταφορά της στο σημείο αποθήκευσης,
- την αποθήκευση και τη συντήρησή της μέχρι τη στιγμή αξιοποίησής της, και
- την ενεργειακή της εκμετάλλευση.

Ωστόσο, ανάλογα με το είδος της βιομάζας, τον τρόπο με τον οποίο πρόκειται να αξιοποιηθεί και τις ειδικές συνθήκες της εκάστοτε εφαρμογής, η εφοδιαστική αλυσίδα συμπληρώνεται με επιπλέον στάδια και τροποποιείται η ροή των λειτουργιών που την απαρτίζουν. Στις παρακάτω υποενότητες περιγράφονται οι ενέργειες που πρόκειται να λαμβάνουν χώρα σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας της βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής μελέτης, όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 2.2.



Σχήμα 2.2: Σχηματική απεικόνιση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας της βιομάζας (Πηγή: πρωτότυπο)

2.4.1 Συλλογή των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής μελέτης και φυσική ξήρανση της θρυμματισμένης βιομάζας

Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιείται η συλλογή της υπολειμματικής βιομάζας από τα αγροτεμάχια, κατά τη διάρκεια της περιόδου των κλαδεμάτων. Το κλάδεμα των αμπελώνων και των ελαιώνων καθώς και η περίοδος, που αυτό διενεργείται, διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και από ποικιλία σε ποικιλία.

Το κλάδεμα των αμπελιών διακρίνεται σε δύο είδη, το κλάδεμα διαμόρφωσης και το κλάδεμα καρποφορίας [20]. Το κλάδεμα διαμόρφωσης λαμβάνει χώρα στα δύο ή τρία πρώτα χρόνια ζωής του πρέμνου και στοχεύει στη δημιουργία του πλέον λειτουργικού και παραγωγικού σχήματος, που επιθυμεί ο παραγωγός να δοθεί στον αμπελώνα. Το κλάδεμα καρποφορίας πραγματοποιείται τον χειμώνα κάθε έτους, και κυρίως τους μήνες του Ιανουαρίου και του Φεβρουαρίου, κατά τη διάρκεια του λήθαργου της αμπέλου, και έχει ως κύριο στόχο την παραγωγικότητα του πρέμνου σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της ποιότητας των σταφυλιών. Σπανιότερα, εφαρμόζεται και το θερινό κλάδεμα καρποφορίας κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου της αμπέλου, δηλαδή τον Ιούνιο και τον Ιούλιο, προκειμένου να βελτιώσει τις συνθήκες καλλιέργειας και να απαλλάξει το πρέμνο από ζωνηρούς βλαστούς. Και τα δύο είδη κλαδέματος εξαρτώνται από την ποικιλία του αμπελιού, τόσο ως προς την περίοδο όσο και ως προς τον τρόπο διενέργειας του κλαδέματος.

Ομοίως, και το κλάδεμα των ελαιόδεντρων διακρίνεται σε κλάδεμα διαμόρφωσης και κλάδεμα καρποφορίας [17]. Το πρώτο είδος υλοποιείται στα πρώτα χρόνια ζωής του δέντρου και αποτελεί το σύνολο των τομών που γίνονται στο δέντρο, με σκοπό τη διαμόρφωση ενός σχήματος, το οποίο θα εξυπηρετεί τους στόχους του παραγωγού. Το δεύτερο είδος κλαδέματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποικιλία του ελαιώνα και από τις καιρικές συνθήκες της περιοχής που καλλιεργείται. Σε γενικά πλαίσια, προτείνεται το κλάδεμα καρποφορίας να πραγματοποιείται την περίοδο μεταξύ του τέλους του χειμώνα και πριν την έναρξη της ανθοφορίας, δηλαδή κατά τους μήνες του Ιανουαρίου, του Φεβρουαρίου και του Μαρτίου. Ωστόσο, αυτό που συνηθίζεται σε κάποιες περιοχές, κυρίως για πρακτικούς και οικονομικούς λόγους, είναι το κλάδεμα καρποφορίας να διενεργείται παράλληλα και μετά από την συγκομιδή του καρπού από το ελαιόδεντρο, δηλαδή την περίοδο μεταξύ Οκτωβρίου και Δεκεμβρίου [22]. Επίσης, παρατηρείται πως σε μερικές περιπτώσεις εφαρμόζεται κι ένα δεύτερο, πολύ ελαφρύ, καλοκαιρινό κλάδεμα, κατά τη διάρκεια των μηνών του Ιουλίου και του Αυγούστου, στο οποίο αφαιρούνται οι λαίμαργοι και πολύ ζωνηροί βλαστοί του δέντρου.

Στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται σχηματικά οι περίοδοι κλαδεμάτων καρποφορίας για τις εξεταζόμενες καλλιέργειες του Δήμου Τανάγρας. Σημειώνεται πως, οι μήνες με έντονη απόχρωση αντιστοιχούν στην περίοδο που λαμβάνει χώρα το κλάδεμα των ζωνηρών βλαστών, το οποίο δεν πραγματοποιείται κάθε χρόνο, αλλά όποτε αυτό απαιτείται.

Πίνακας 2.3: Παρουσίαση περιόδου κλαδεμάτων για τους αμπελώνες και τους ελαιώνες του Δήμου Τανάγρας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Τύπος καλλιέργειας	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΛΑΔΕΜΑΤΩΝ ⁽¹⁾											
	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.
Αμπελώνες												
Ελαιώνες												

(1) Σημείωση : Οι μήνες με τις ανοιχτές αποχρώσεις αντιστοιχούν στην περίοδο κλαδέματος των ζωντανών βλαστών, το οποίο εφαρμόζεται σε κάποιες περιπτώσεις, ανάλογα με την ποικιλία της καλλιέργειας και την κατάσταση του δέντρου.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η συλλογή των υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των πρέμων και των ελαιόδεντρων, απαιτείται η επισφράγιση της συμφωνίας για συνεργασία μεταξύ των αγροτών της περιοχής, που πρόκειται να παρέχουν την πρώτη ύλη, και του διαχειριστή της υπολειμματικής βιομάζας, που είναι αρμόδιος για τη διενέργεια όλων των σταδίων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Εφόσον επιτευχθεί η εν λόγω συμφωνία με ένα οριζόμενο, προς τους παραγωγούς, κόστος παροχής υπηρεσιών για τη συλλογή των αγροτικών τους υπολειμμάτων, τα κατάλοιπα από τα κλαδέματα συγκεντρώνονται, από το εργατικό προσωπικό της ομάδας διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας, στο κέντρο της λωρίδας μεταξύ των δεντροστοιχιών. Η σωστή στοίχιση των κλαδιών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο τόσο στην απόδοση της συλλογής (ha/h) όσο και στις απώλειες, λόγω του υλικού που δεν συλλέγεται [23].

Ακολουθεί η μετατροπή της συγκεντρωμένης υπολειμματικής βιομάζας σε θρύμματα ξύλου, εντός των σειρών του αγρού, με ειδικά μηχανήματα, που συνδυάζουν τη συλλογή με τον θρυμματισμό των κλαδιών. Η διαδικασία του θρυμματισμού προϋποθέτει την χρήση ειδικού γεωργικού μηχανολογικού εξοπλισμού και παρελκόμενων, με δυνατότητα ανατροπής και εκφόρτωσης σε ανατρεπόμενες πλατφόρμες, καθώς και συγκεκριμένες διαστάσεις και προδιαγραφές, ώστε να ανταποκρίνονται στις ειδικές συνθήκες κάθε μοντέλου φύτευσης. Ο αριθμός, τόσο των απαιτούμενων ελκυστήρων, θρυμματιστών, ανυψωτικών μηχανημάτων και πλατφορμών ανατροπής όσο και του αναγκαίου προσωπικού για τη συλλογή των κλαδεμάτων, καθορίζεται από τον διαχειριστή της βιομάζας, ανάλογα με το δυναμικό των υπολειμμάτων και το ανεκτό κόστος συλλογής.

Στη συνέχεια, η θρυμματισμένη πρώτη ύλη εναποτίθεται από τον ενσωματωμένο κάδο συλλογής του θρυμματιστή σε ανατρεπόμενες πλατφόρμες, με τις οποίες πραγματοποιείται η μεταφορά και η εκφόρτωσή της σε έναν ελεύθερο χώρο στην άκρη του αγροτεμαχίου, όπου λαμβάνει χώρα η φυσική ξήρανσή της. Τα θρύμματα της υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα καλύπτονται πλήρως με πλαστική μεμβράνη, μέχρις ότου επιτευχθεί ο υποβιβασμός της υγρασίας τους στα επιθυμητά επίπεδα (15% - 25%). Η προσεκτική κάλυψη και η καλή προστασία της εν λόγω βιομάζας αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη μείωση των πιθανοτήτων απώλειας υλικού. Σημειώνεται πως, η χρονική διάρκεια της αποπεράτωσης της φυσικής ξήρανσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι οι επικρατούμενες καιρικές συνθήκες και τα επίπεδα, τόσο της αρχικής όσο και της τελικής επιθυμητής, υγρασίας

της υπολειμματικής βιομάζας, με τη μέση απαιτούμενη χρονική περίοδο να κυμαίνεται περίπου στους 2 με 4 μήνες.

2.4.2 Αποθήκευση και συντήρηση της θρυμματισμένης βιομάζας

Μετά το πέρας της φυσικής ξήρανσης της θρυμματισμένης βιομάζας, ακολουθεί η εναπόθεση των θρυμμάτων ξύλου στις πλατφόρμες μεταφοράς, προκειμένου να μεταφερθούν από τα αγροτεμάχια, όπου συγκεντρώθηκαν και έλαβε χώρα η φυσική ξήρανση, προς το κεντρικό σημείο αποθήκευσης. Στη συγκεκριμένη εφοδιαστική αλυσίδα, επιλέχθηκε η αποθήκευση να πραγματοποιείται σε μία κεντρική εγκατάσταση, δίπλα στην τοποθεσία του θερμικού καταναλωτή, όπου θα δίνεται η δυνατότητα της συνολικής εποπτείας και συντήρησης της συγκεντρωμένης βιομάζας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον άμεσο έλεγχο της διαθεσιμότητας και της ποιότητας του στερεού βιοκαυσίμου, το οποίο θα διοχετεύεται απευθείας στον θάλαμο καύσης για την παραγωγή θερμότητας. Επιπροσθέτως, η κατασκευή ενός αποθηκευτικού χώρου σε ένα σημείο, χωρίς την υλοποίηση ενδιάμεσων κέντρων αποθήκευσης, μειώνει σημαντικά το κόστος αποθήκευσης και διαχείρισης της βιομάζας.

Η αποθήκευση της θρυμματισμένης βιομάζας δύναται να πραγματοποιηθεί σε χύδην σωρούς κάτω από ειδικά διαμορφωμένα υπόστεγα, σε αποθήκες που εξασφαλίζουν τις απαραίτητες συνθήκες αερισμού, ή ακόμα και σε χώρους χωρίς οροφή, με μία τυπική κάλυψη από πλαστική μεμβράνη. Ωστόσο, απαραίτητη προϋπόθεση είναι και η παρουσία εργατικού προσωπικού, το οποίο θα αναδεύει ανά τακτά χρονικά διαστήματα τη βιομάζα, ώστε να επιτυγχάνεται συνολική και ομοιόμορφη ξήρανση του στερεού καυσίμου και να αποτρέπεται η δημιουργία συνθηκών αλλοίωσης του περιεχομένου του (π.χ. αποφυγή της αυτανάφλεξης της βιομάζας και της παρουσίας έντονης μικροβιακής δραστηριότητας).

Σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχή αποθήκευση και συντήρηση της θρυμματισμένης βιομάζας, συνιστά η σωστή μελέτη των αποθηκών, προκειμένου να προστατεύεται η υπολειμματική βιομάζα και να ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες αλλοίωσής της. Αυτό συνεπάγεται τον προσεκτικό σχεδιασμό των εγκαταστάσεων και την υιοθέτηση μέτρων, που θα εξασφαλίζουν τη διατήρηση της ποιότητας και της ποσότητας του καυσίμου. Τα σχεδιαστικά μέτρα συντήρησης της βιομάζας έχουν ως γνώμονα την προστασία της από τις καιρικές συνθήκες, την αποφυγή δημιουργίας συνθηκών ανάπτυξης μικροβίων και μυκήτων, καθώς και την πρόληψη από καταστροφικά φαινόμενα, όπως είναι οι πυρκαγιές.

Μία καλή, και οικονομικά συμφέρουσα, επιλογή αποθήκευσης μεγάλης ποσότητας υπολειμματικής βιομάζας σε χύδην μορφή είναι οι μεγάλες προκατασκευασμένες κτηριακές εγκαταστάσεις με μεταλλικό σκελετό και προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία, ικανές να αντέχουν στις ανεμοπιέσεις, στους σεισμούς και στην πυρκαγιά. Το δάπεδο σχεδιάζεται με βιομηχανικές προδιαγραφές, ώστε να αναπτύσσει αντοχή έναντι των μεγάλων φορτίων και καταπονήσεων, πορώδες προκειμένου να απορροφάει την υγρασία της βιομάζας με την οποία έρχεται σε επαφή, υπερυψωμένο για να αποφεύγεται η εισροή των εξωτερικών ομβρίων στο εσωτερικό της κατασκευής, και υγρομονωμένο με σκοπό την προστασία του αποθηκευμένου

προϊόντος από την υγρασία εδάφους. Παράλληλα, κατασκευάζονται επαρκή ανοίγματα στις κατάλληλες θέσεις, με στόχο τον συνεχή αερισμό και την ανακύκλωση του αέρα στο εσωτερικό της αποθήκης.

Ο υπολογισμός των διαστάσεων της κτηριακής υποδομής, που απαιτείται για την αποθήκευση της θρυμματισμένης υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων, εξαρτάται από το δυναμικό βιομάζας, που προορίζεται για αξιοποίηση, και κατά συνέπεια, από την ακτίνα συλλογής. Επομένως, η διαστασιολόγηση του χώρου αποθήκευσης πραγματοποιείται και παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 3, στο οποίο διευκρινίζονται οι θερμικές απαιτήσεις του καταναλωτή, και κατά συνέπεια, η απαιτούμενη ποσότητα στερεού καυσίμου.

2.4.3 Αξιοποίηση της βιομάζας και εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου της

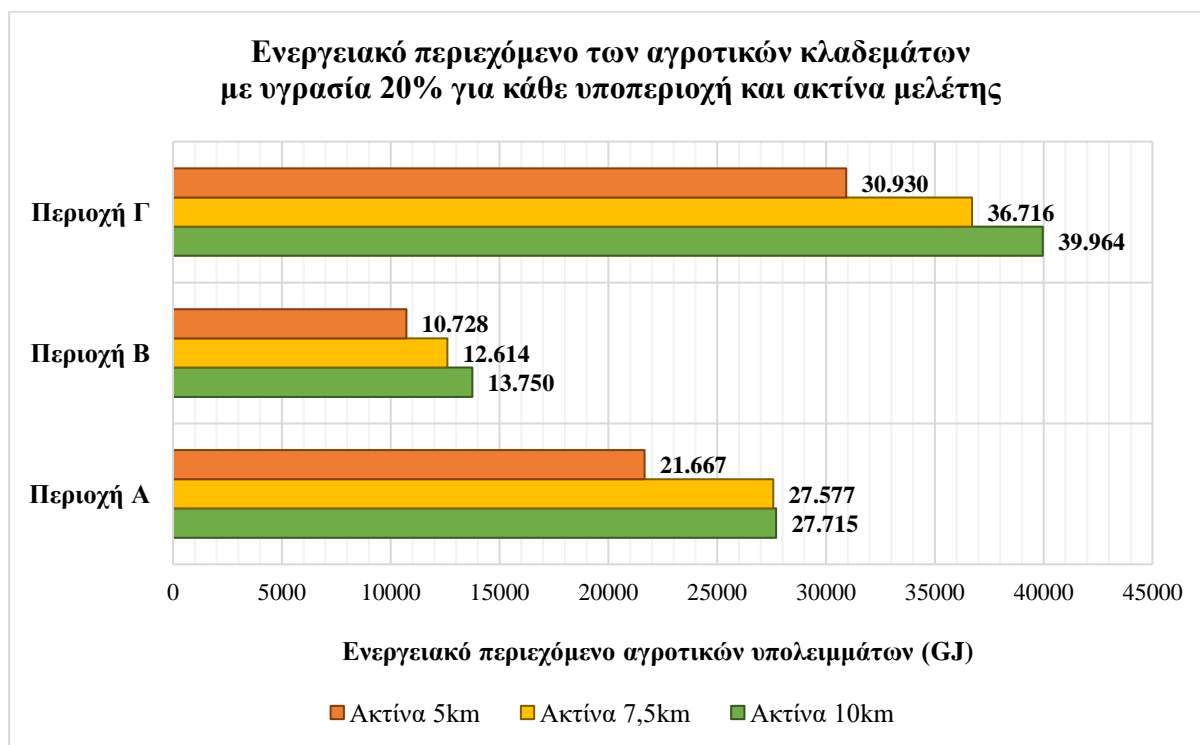
Ο τελικός προορισμός της υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελιών και των ελαιόδεντρων της περιοχής μελέτης, είναι η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου της μέσω της εφαρμογής ενός νέου επενδυτικού σχεδίου. Η καύση του συγκεκριμένου στερεού καυσίμου σε μία κατάλληλη και αποδοτική μονάδα παραγωγής ενέργειας από τη βιομάζα, έχει στόχο την ανάκτηση της θερμότητας του καυσίμου και τη διοχέτευση της παραγόμενης θερμικής ενέργειας σε έναν θερμικό καταναλωτή της περιοχής, λαμβάνοντας το αντίστοιχο αντίτιμο. Η παρουσίαση της μονάδας καύσης της βιομάζας και της βιομηχανίας, στην οποία πρόκειται να αξιοποιείται η παραγόμενη θερμότητα, πραγματοποιείται στο Κεφάλαιο 3.

Ο προσδιορισμός του ενεργειακού περιεχομένου του στερεού βιοκαυσίμου για κάθε υποπεριοχή μελέτης εξάγεται από την Κατώτερη Θερμογόνο Ικανότητα (Κ.Θ.Ι.) της υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα αμπέλου και ελιάς, και από την ποσότητά της, που έχει αποθηκευτεί και προορίζεται για καύση. Η απουσία πληροφοριών και μετρήσεων σχετικά με την ακριβή χημική σύσταση των κλαδεμάτων από τα αμπέλια και τις ελιές κάθε υποπεριοχής μελέτης, έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία προσδιορισμού της θερμογόνου ικανότητας από τα συγκεκριμένα αγροτικά υπολείμματα, οδηγώντας στην χρήση προσεγγιστικών τιμών μέσα από την σχετική βιβλιογραφία.

Πίνακας 2.4: Παρουσίαση διαφόρων βιβλιογραφικών τιμών της ΚΘΙ για τα κλαδέματα από αμπέλια και ελιές.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Πηγή	Υγρασία ως έχει (a.r.)		Κ.Θ.Ι. επί ξηρού (d.m.)		Κ.Θ.Ι. ως έχει (a.r.)	
	(%)		(MJ/kg _{dm})		(MJ/kg _{ar})	
	Αμπέλια	Ελιές	Αμπέλια	Ελιές	Αμπέλια	Ελιές
Εγχειρίδιο ΑΠΕ (ENER-SUPPLY) [14]	45 - 50	35 - 45	18,4 - 19,2	18,4 - 18,8	-	-
uP_running (Ελλάδα) [20]	36,2	26,5	17,7	18,4	10,4	12,9
Ενεργειακή Τεχνολογία ΕΜΠ, Ν. Μαμάσης & Α. Ευστρατιάδης, 2019 [25]	39	43	18,7	19,0	-	-

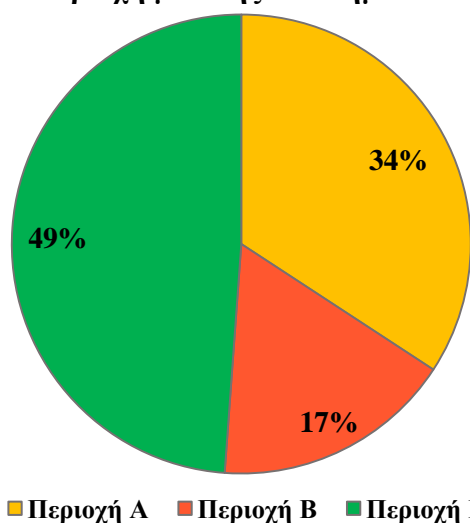
Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζεται μία επισκόπηση των τιμών της Κατώτερης Θερμογόνου Ικανότητας των κλαδεμάτων από τα αμπέλια και τις ελιές, επί ξηρού και ως έχει, και παρατηρείται πως η διαφορά μεταξύ των αριθμητικών στοιχείων για τα δύο είδη καλλιέργειών είναι ελάχιστη. Στη συγκεκριμένη μελέτη, η υγρασία της θρυμματισμένης βιομάζας, μετά το πέρας του διαστήματος της φυσικής ξήρανσης, προβλέπεται να έχει κατέλθει σε επίπεδο 20%. Σε αυτή την περίπτωση, η μέση τιμή της Κ.Θ.Ι. του στερεού βιοκαυσίμου, το οποίο προέρχεται από τα κλαδέματα και των δύο τύπων καλλιέργειας, ανέρχεται σε 12,5 MJ/kg.



Διάγραμμα 2.3: Απεικόνιση του ενεργειακού περιεχομένου των αγροτικών κλαδεμάτων από αμπέλια και ελιές με υγρασία 20% για κάθε υποπεριοχή και ακτίνα μελέτης. (Πηγή: πρωτότυπο)

Η εκτίμηση του ενεργειακού περιεχομένου για κάθε υποπεριοχή Α, Β και Γ, σε σχέση με την ακτίνα μελέτης, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 2.3, ενώ στο Διάγραμμα 2.4 αποτυπώνεται η ποσοστιαία κατανομή του στις τρεις υποπεριοχές. Σημειώνεται πως, τα ποσοστά του ενεργειακού περιεχομένου της εκάστοτε περιοχής προέκυψαν περίπου ίσα, έχοντας μία μικρή απόκλιση της τάξεως του 1%, ακόμη κι όταν άλλαζε η ακτίνα μελέτης. Από τα στοιχεία των διαγραμμάτων γίνεται αντιληπτό πως, η υποπεριοχή Γ κατέχει το μεγαλύτερο ενεργειακό δυναμικό στο εξεταζόμενο βιοκαύσιμο, γεγονός που οφείλεται στις μεγάλες εκτάσεις σε ελαιόδεντρα, τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλότερες τιμές παραγωγικότητας υπολειμματικής βιομάζας, σε σύγκριση με τα αμπέλια.

**Ποσοστιαία κατανομή του ενεργειακού περιεχομένου
ανά υποπεριοχή μελέτης του Δήμου Τανάγρας**



Διάγραμμα 2.4: Απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του ενεργειακού περιεχομένου των αγροτικών κλαδεμάτων από αμπέλια και ελιές με υγρασία 20%.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Η αλληλουχία των εργασιών, που λαμβάνουν χώρα, στην εφοδιαστική αλυσίδα της υπολειμματικής βιομάζας, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα Gantt (Διάγραμμα 2.5), όπου διαπιστώνεται πως, η συλλογή και η διαχείριση των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια των χειμερινών (κυρίως), των εαρινών και των πρώτων θερινών μηνών. Απαρχή της συνολικής διαδικασίας αποτελούν τα κλαδέματα των ελαιόδεντρων και των πρέμων της περιοχής μελέτης, με τον θρυμματισμό τους να διενεργείται ταυτόχρονα, και τη φυσική ξήρανση της θρυμματισμένης, πλέον, βιομάζας να ακολουθεί για χρονικό διάστημα μεταξύ δύο και τεσσάρων μηνών. Έπειτα, πραγματοποιείται η μεταφορά της στον χώρο αποθήκευσης, όπου συντηρείται μέχρι την στιγμή της αξιοποίησής της.

Εργασίες Εφοδιαστικής Αλυσίδας	Μήνες											
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κλαδέματα ελαιώνων												
Κλαδέματα αμπελώνων												
Θρυμματισμός κλαδεμάτων												
Φυσική ξήρανση βιομάζας												
Μεταφορά βιομάζας για αποθήκευση												

Διάγραμμα 2.5: Διάγραμμα Gantt με την απεικόνιση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας για τη διαχείριση της υπολειμματικής βιομάζας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα, το στάδιο της μεταφοράς της υπολειμματικής βιομάζας λαμβάνεται ίσο με ~3,5 μήνες, καθώς δεν έχουν πραγματοποιηθεί οι απαιτούμενοι υπολογισμοί για τον προσδιορισμό των ακριβή χρόνων του κάθε σταδίου.

2.5 Κόστος συλλογής και διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας

Σημαντικό τμήμα της μελέτης της υπολειμματικής βιομάζας σε μία περιοχή αποτελεί η εκτίμηση του κόστους, που ενέχει η συλλογή και η διαχείρισή της. Με τον όρο «διαχείριση», εννοούνται όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, από την στιγμή της συλλογής των κλαδεμάτων μέχρι και την αποθήκευση του στερεού βιοκαυσίμου, πριν την αξιοποίησή του. Επομένως, το κόστος συλλογής και διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας αναφέρεται σε μια αντιπροσωπευτική τιμή, ανηγμένη ως προς τη συνολική ποσότητα της υπολειμματικής βιομάζας ($\text{€}/\text{tn}_{\text{dm}}$), η οποία εκφράζει όλα τα κόστη που υφίστανται στην εφοδιαστική αλυσίδα της βιομάζας. Ο προσδιορισμός αυτής της τιμής προϋποθέτει την ακριβή γνώση των δαπανών, που λαμβάνουν χώρα σε κάθε στάδιο.

Πιο συγκεκριμένα, για την εκτίμηση του κόστους συλλογής και διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα της περιοχής μελέτης, απαιτείται η κατοχή πληροφοριών που σχετίζονται με:

- τον αριθμό και τη λειτουργία του ειδικού γεωργικού εξοπλισμού, των μηχανημάτων και των παρελκόμενων, που χρησιμοποιούνται κατά τη συλλογή, τον θρυμματισμό και τη μεταφορά της βιομάζας,
- το ανθρώπινο δυναμικό για τη συλλογή, τη μεταφορά και τη συντήρηση της βιομάζας,
- τις καταναλώσεις καυσίμου κατά τη διεκπεραίωση όλων των διαδικασιών, και
- την περίοδο λειτουργίας και τους χρόνους, κατά τους οποίους λαμβάνουν χώρα οι απαιτούμενες δραστηριότητες (π.χ. εργατοώρες).

Συνεπώς, σε αυτή την ενότητα, καθίσταται ανέφικτος ο προσδιορισμός της τιμής του κόστους της βιομάζας, καθώς ακόμη δεν έχει προσδιοριστεί ο θερμικός καταναλωτής, ο οποίος θα οδηγήσει στην επιλογή της ακτίνας μελέτης, με το αντίστοιχο δυναμικό σε υπολείμματα. Ωστόσο, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία υπάρχει ένα ενδεικτικό εύρος συνήθων τιμών του κόστους συλλογής και διαχείρισης της βιομάζας από αγροτικά υπολείμματα, το οποίο προέκυψε από την εφαρμογή παρόμοιων έργων αξιοποίησης της γεωργικής βιομάζας, και ανέρχεται σε $30 \text{ €}/\text{tn}_{\text{dm}} - 80 \text{ €}/\text{tn}_{\text{dm}}$ [19],[23].

Σημειώνεται πως στην παρούσα μελέτη, δε διενεργείται αναλυτικός υπολογισμός του κόστους της εξεταζόμενης βιομάζας, αλλά, κατά την οικονομική αξιολόγηση του νέου επενδυτικού σχεδίου, στο οποίο υφίσταται ως καύσιμο, πραγματοποιείται Ανάλυση Ευαισθησίας, με βάση το εύρος τιμών στο οποίο κυμαίνεται. Με αυτό τον τρόπο, αξιολογείται η επιρροή του κόστους της υπολειμματικής βιομάζας στη βιωσιμότητα και στην οικονομική αποδοτικότητα του επενδυτικού σχεδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΝΕΟ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

3.1 Εισαγωγή

Το νέο επενδυτικό σχέδιο αποτελεί το επίκεντρο μελέτης του παρόντος κεφαλαίου και το κύριο κίνητρο του σχεδιασμού του εντοπίζεται στην αξιοποίηση της υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής μελέτης του Δήμου Τανάγρας, όπως εκτιμήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η παρουσία της Βιομηχανικής Περιοχής (ΒΙ.ΠΕ. Οινοφύτων) στο βόρειο τμήμα του Δήμου Τανάγρας υποδηλώνει την έντονη δραστηριοποίηση μεγάλων βιομηχανικών μονάδων στην περιοχή, οι οποίες σημειώνουν αυξημένες ενεργειακές καταναλώσεις. Μία τέτοια βιομηχανική μονάδα υψηλών προδιαγραφών και ενεργειακών απαιτήσεων συνιστά η Ολυμπιακή Ζυθοποιία, η οποία πρόκειται να αποτελέσει τον θερμικό καταναλωτή της παρούσας μελέτης.

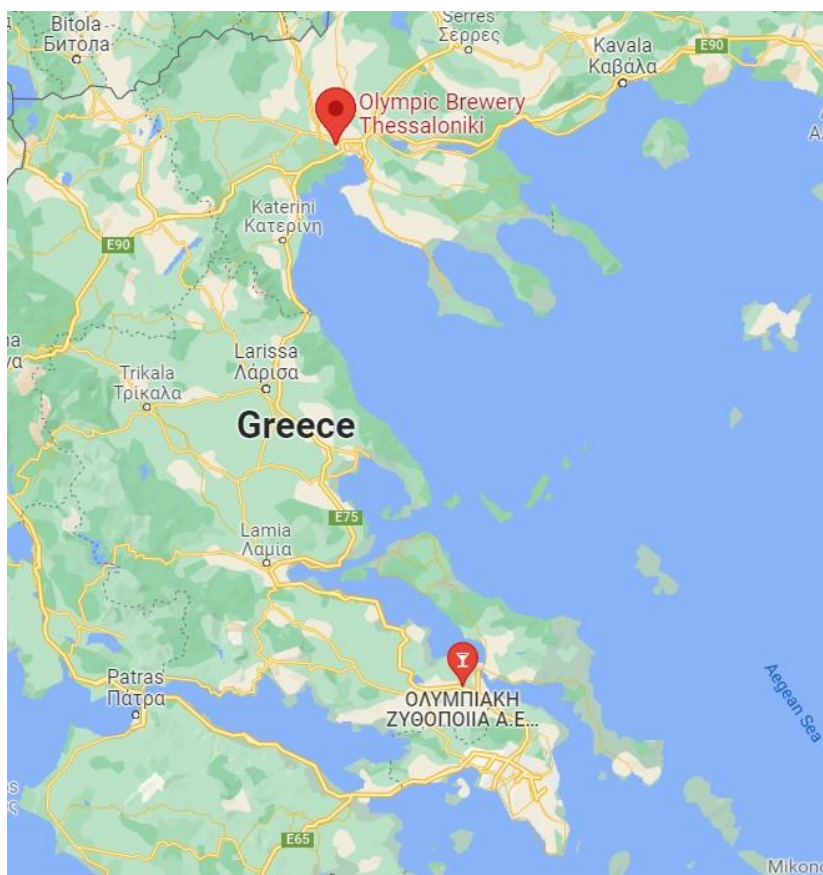
Πρωταρχική ιδέα ενσάρκωσης του επενδυτικού σχεδίου αποτέλεσε η μελέτη μονάδας Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας (Σ.Η.Θ.), η οποία θα διοχέτευε στον υποψήφιο θερμικό καταναλωτή την θερμική ενέργεια, που θα παραγόταν από την καύση της βιομάζας, και θα πωλούσε την ηλεκτρική ενέργεια στο Δίκτυο Ηλεκτρικής Ενέργειας. Ωστόσο, το χαμηλό διαθέσιμο δυναμικό της υπολειμματικής βιομάζας από κλαδέματα αμπέλου και ελιάς για τη συγκεκριμένη περιοχή, σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμικές απαιτήσεις της μονάδας παραγωγής της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας, αποτέλεσαν απαγορευτικό παράγοντα για την εγκατάσταση μίας μονάδας Σ.Η.Θ., η οποία θα λειτουργούσε αμιγώς με βιομάζα. Επιπλέον, η υλοποίηση μίας «πράσινης» επένδυσης, τέτοιου βεληνεκούς, χαρακτηρίστηκε ως μη βιώσιμη από τους κατασκευαστές των μονάδων Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας, γεγονός που ενίσχυσε την αδυναμία ανάλυσης της συγκεκριμένης επενδυτικής πρότασης.

Στα πλαίσια της αναζήτησης και της μελέτης ενός επενδυτικού σχεδίου, το οποίο βασίζεται σε επικαιροποιημένα δεδομένα, ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα και υπάρχει η προοπτική υλοποίησής του, εφόσον αποδειχθεί οικονομικά δελεαστικό, εξετάζεται η αξιοποίηση των διαθέσιμων υπολειμμάτων από τα αγροτικά κλαδέματα ως καύσιμο σε έναν λέβητα βιομάζας, καθώς και η εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας των καυσαερίων, με σκοπό την ξήρανση και τη μεταποίηση αγροτικών προϊόντων, και συγκεκριμένα του κρεμμυδιού. Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζεται αναλυτικά, ο τρόπος αξιοποίησης της εξεταζόμενης βιομάζας, και κάθε τμήμα του επενδυτικού σχεδίου.

3.2 Παρουσίαση της μονάδας της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας στην Ριτσώνα Βοιωτίας

3.2.1 Συνοπτική παρουσίαση της επιχείρησης «Ολυμπιακή Ζυθοποιία Α.Ε.»

Η Ολυμπιακή Ζυθοποιία Α.Ε. αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη ζυθοποιία στην Ελλάδα και συνιστά μέλος του Ομίλου Carlsberg. Η παρούσα μορφή της εταιρείας δημιουργήθηκε έπειτα από τη συγχώνευση των εταιρειών Μύθος Ζυθοποιία και Ολυμπιακή Ζυθοποιία, και αντιπροσωπεύει ένα ισχυρό και αξιόπιστο σχήμα, που προωθεί την ελληνική τεχνογνωσία και την ποιότητα, τόσο στην παρασκευή όσο και στην εγχώρια αγορά μπίρας. Η δραστηριοποίησή της δεν περιορίζεται μόνο εντός συνόρων, αλλά αναπτύσσεται δυναμικά και εκτός Ελλάδας.



Εικόνα 3.1:

Φωτογραφία της τοποθεσίας των παραγωγικών μονάδων της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας, στην Σίνδο Θεσσαλονίκης και στην Ριτσώνα Βοιωτίας από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.

(Πηγή: Google Earth)

Τη γραμμή παραγωγής της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας απαρτίζουν δύο ιδιόκτητες μονάδες παραγωγής, μία στη Σίνδο Θεσσαλονίκης και μία στη Ριτσώνα Βοιωτίας, με δυναμικότητα 2,2 εκατομμυρίων εκατόλιτρων ετησίως και παραγωγή 10 διαφορετικών προϊόντων. Επιπλέον, η εταιρεία διαθέτει τέσσερα κέντρα διανομής, στη Ριτσώνα, τον Ασπρόπυργο, τη Θεσσαλονίκη και την Κρήτη, με σκοπό την αποτελεσματική πανελλαδική κάλυψη και την άρτια και άμεση εξυπηρέτηση των πελατών της. Το σύνολο των παραγωγικών διαδικασιών πραγματοποιείται σύμφωνα με τα πρότυπα ελέγχου ποιότητας και ασφάλειας των προϊόντων (ISO 2200:2005, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007), τηρώντας όλες τις προδιαγραφές.

Το εργοστάσιο της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας, που τοποθετείται στην Ριτσώνα Βοιωτίας, βρίσκεται εντός οικοπέδου, εκτάσεως 50 στρεμμάτων, και καταλαμβάνει συνολική επιφάνεια ίση με 12.000 m². Διαθέτει τρεις γραμμές εμφιάλωσης, και έχει τη δυνατότητα παραγωγής περίπου 0,6 εκατομμυρίων εκατόλιτρων ετησίως. Το ζυθοποιείο, που βρίσκεται στη Βιομηχανική περιοχή της Σίνδου στη Θεσσαλονίκη, είναι μεγαλύτερης δυναμικότητας και λειτουργεί από το 1980. Τοποθετείται εντός οικοπέδου 115 στρεμμάτων, καταλαμβάνοντας επιφάνεια ίση με 25.000 m², και η δυνατότητα παραγωγής του ζυθοβραστήριου προσεγγίζει το όριο των 1,6 εκατομμυρίων εκατόλιτρων ετησίως.

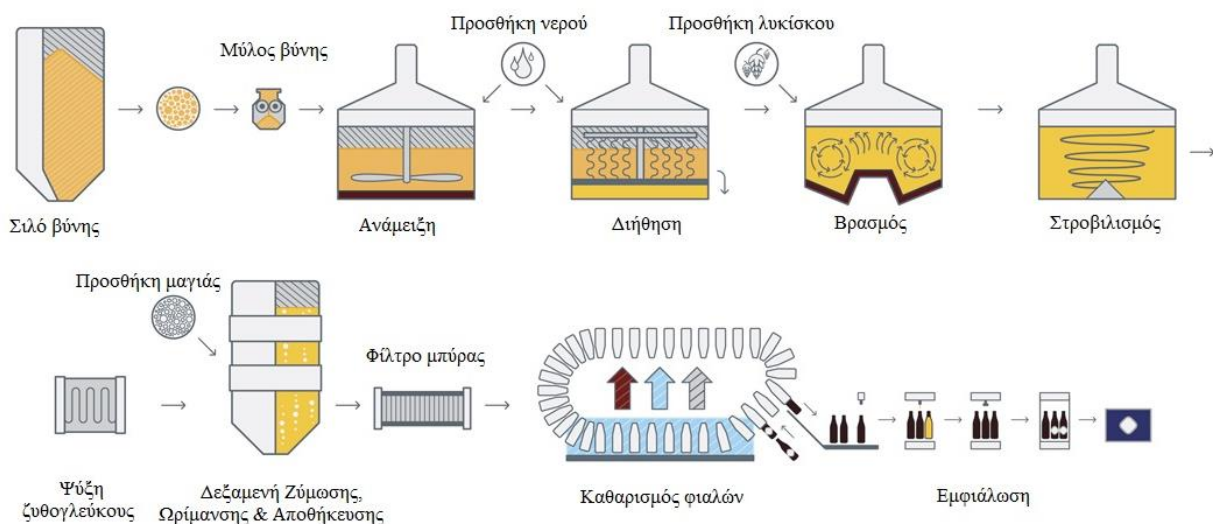


*Εικόνα 3.2: Φωτογραφία των εγκαταστάσεων του ζυθοποιείου στη Ριτσώνα Βοιωτίας από δορυφόρο με την χρήση του προγράμματος Google Earth.
(Πηγή: Google Earth)*

Στην παρούσα μελέτη, η μονάδα παραγωγής της Ριτσώνας πρόκειται να αποτελέσει τον καταναλωτή της θερμικής ενέργειας, που θα παράγεται από την καύση των αγροτικών κλαδεμάτων αμπελώνων και ελαιώνων, της περιοχής μελέτης του Δήμου Τανάγρας, στον λέβητα βιομάζας. Η τοποθεσία εγκατάστασης του λέβητα έχει επιλεγεί να βρίσκεται εντός της υποπεριοχής Α, και κατά συνέπεια, η απόσταση από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας, είναι μικρότερη από 4 km.

3.2.2 Διάγραμμα ροής της λειτουργίας της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας

Η διαδικασία παραγωγής, που διέπει τη λειτουργία του ζυθοποιείου στην Ριτσώνα, αποτελείται από τα στάδια της βυνοποίησης, της ζυθοποίησης, της εμφιάλωσης και της αποθήκευσης. Κάθε ένα από τα τέσσερα στάδια περιλαμβάνει περαιτέρω διεργασίες, οι οποίες λαμβάνουν χώρα υπό κατάλληλες συνθήκες, ανάλογα με τις απαιτήσεις του επιθυμητού προϊόντος.



Σχήμα 3.1: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του ζυθοποιείου στην Ριτσώνα Βοιωτίας.
(Πηγή: [24])

Η παραγωγική διαδικασία της μύρας ακολουθεί την απεικόνιση του Σχήματος 3.1 και απαρτίζεται από τα ακόλουθα στάδια [24]:

- **Βυνοποίηση**

Ορίζεται ως η διεργασία μετατροπής του κριθαριού σε βύνη και έχει ως στόχο τη δημιουργία των απαιτούμενων ενζύμων, εντός του κριθαριού, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η διάσπασή του και το περιεχόμενό του να μετατραπεί από μη διαλυτό (άμυλο και πρωτεΐνες) σε διαλυτό (αμινοξέα και σάκχαρα). Για την άρτια διεκπεραίωση του σταδίου της βυνοποίησης απαιτούνται τρεις διαδικασίες: η διαβροχή, η βλάστηση και η φρύξη. Στη διαβροχή, πραγματοποιείται η παροχή νερού/αέρα, μέχρι το νερό να αποτελεί το 45% του βάρους του κριθαριού. Ακολουθεί η βλάστηση, στην οποία η πρώτη ύλη παραμένει για πέντε ημέρες σε αέρα με θερμοκρασία 12°C-16°C, ώστε να παραχθούν τα χρήσιμα ένζυμα, όπως είναι οι αμυλάσες και οι πρωτεάσες, τα οποία απαιτούνται για τη διενέργεια της ζυθοποίησης. Στο τέλος, λαμβάνει χώρα η φρύξη, κατά την οποία διοχετεύεται θερμός αέρας, θερμοκρασίας 80°C, με στόχο την απενεργοποίηση των ενζύμων και την αύξηση της έντασης τόσο στο χρώμα όσο και στο άρωμα. Σε αυτό το στάδιο, επιτυγχάνεται η πτώση της υγρασίας του κριθαριού από 45% σε 4% [24].

- **Ζυθοποίηση**

Περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες, που απαιτούνται για την παραγωγή του τελικού προϊόντος, δηλαδή του ζύθου, και οι οποίες διαφοροποιούνται, ανάλογα με τον τύπο της παραγόμενης μύρας και τα χαρακτηριστικά του επιθυμητού προϊόντος. Τα κύρια στάδια, στα οποία επιμερίζεται η ζυθοποίηση, είναι: η ανάμειξη, η διήθηση, ο βρασμός, η ζύμωση, η σίτευση – ωρίμανση και το φιλτράρισμα.

1. Ανάμειξη:

Η βύνη, που παράγεται κατά το στάδιο της βυνοποίησης, αλέθεται σε ειδικούς μύλους και κατόπιν, αναμειγνύεται με νερό σε ειδική δεξαμενή, στην οποία υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας. Η εναλλαγή των θερμοκρασιών κατά τη διαδικασία της ανάμειξης έχει ως στόχο την ενεργοποίηση συγκεκριμένων, κάθε φορά, ενζύμων, με τελικό αποτέλεσμα την αποδόμηση των σακχάρων (σακχαροποίηση) και των πρωτεϊνών. Η σακχαροποίηση πραγματοποιείται με τη δράση της α- και της β- αμυλάσης, ενώ η διάσπαση των πρωτεϊνών με τη δράση πρωτεασών, που ενεργοποιούνται σε θερμοκρασίες 45°C-52°C. Αποτέλεσμα της διαδικασίας της ανάμειξης αποτελεί η δημιουργία του γλεύκους.

2. Διήθηση:

Συνέχεια της ανάμειξης αποτελεί η διήθηση, η οποία λαμβάνει χώρα σε ειδικές δεξαμενές με διάτρητο πυθμένα και σύστημα ανάδευσης, και στοχεύει στη διαύγαση του γλεύκους. Κατά τη διαδικασία της διήθησης, στον πυθμένα δημιουργείται ένας φλοιός, ο οποίος λειτουργεί σαν φίλτρο, συνδράμοντας με αυτό τον τρόπο στη διαύγαση..

3. Βρασμός:

Αποτελεί το επόμενο στάδιο, μετά τη διήθηση του ζυθογλεύκους, και λαμβάνει χώρα σε ειδικές δεξαμενές, όπου προστίθεται ο λυκίσκος. Οι διαδικασίες, που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια του βρασμού, αφορούν στην αποστείρωση του ζυθογλεύκους, στην απενεργοποίηση της δράσης των ενζύμων, στην ανάπτυξη των χαρακτηριστικών του σε χρώμα, άρωμα και γεύση και τη σταθεροποίησή τους, καθώς και σε διάφορες άλλες διεργασίες μέσω των οποίων επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα στο ζυθογλεύκος .

4. Ζύμωση:

Κατά την πορεία του ζυθογλεύκους προς τη δεξαμενή ζυμώσεως, πραγματοποιείται η προετοιμασία της αλκοολικής ζύμωσης, κατά την οποία το γλεύκος εμπλουτίζεται με αέρα και μαγιά. Ακολουθεί η παραμονή του στη δεξαμενή ζυμώσεως, υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, για περίπου πέντε με εννέα ημέρες. Σε αυτή την περίοδο, τα σάκχαρα μετατρέπονται σε αιθανόλη (αλκοόλ) και διοξείδιο του άνθρακα, ενώ μετά από την ολοκλήρωση της ζύμωσης, η μαγιά που καθιζάνει στον κώνο της δεξαμενής, συλλέγεται και επαναχρησιμοποιείται. Το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα, επίσης, συλλέγεται, και, αφότου υποβληθεί στις απαιτούμενες διαδικασίες (απόσμιση-συμπύεση-υγροποίηση), αποθηκεύεται ώστε να χρησιμοποιηθεί κατά την ενανθράκωση της μύρας.

5. Σίτευση - Ωρίμανση:

Αποτελεί το στάδιο, κατά το οποίο, η μύρα αποκτά το τελικό γευστικό προφίλ της, και είναι γνωστό και ως δεύτερη ζύμωση. Η ωρίμανση πραγματοποιείται είτε στην ίδια δεξαμενή με τη ζύμωση είτε σε διαφορετική δεξαμενή και η κύρια σκοπιμότητά της έγκειται στην επίτευξη μίας δευτερεύουσας και ήπιας μορφής ζύμωσης, που βελτιώνει τη μη ωριμασμένη μύρα, αυξάνοντας την περιεκτικότητά της σε διοξείδιο του άνθρακα.

6. Φιλτράρισμα:

Συνιστά το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας της ζυθοποίησης και στοχεύει στην απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων μαγιάς και διαφόρων ουσιών, που αλλοιώνουν τα χαρακτηριστικά της μύρας στην πάροδο του χρόνου. Το φιλτράρισμα πραγματοποιείται με την χρήση ενός φίλτρου πλαισίων-πλακών, το οποίο περιλαμβάνει φιλτρόχαρτα, και κατά την υλοποίησή του ρυθμίζεται η ακριβής συγκέντρωση του ανθρακικού και η επιθυμητή πυκνότητα της μύρας. Η διαύγεια και η βιολογική σταθερότητα του τελικού προϊόντος αποτελούν, επίσης, αποτέλεσμα από τη διαδικασία του φιλτραρίσματος.

- **Εμφιάλωση – Συσκευασία**

Μετά από το πέρας του φιλτραρίσματος, που σημαίνει και την ολοκλήρωση της διαδικασίας της ζυθοποίησης, η μύρα οδηγείται προς τη γραμμή εμφιάλωσης και συσκευασίας, η οποία γίνεται με τρεις τρόπους: σε φιάλη, σε αλουμινένιο κουτί και σε βαρέλι. Για την επιτυχή διεκπεραίωση του εν λόγω σταδίου, απαιτείται η υλοποίηση κάποιων επιμέρους διαδικασιών, οι οποίες περιλαμβάνουν την παστερίωση της μύρας και των συσκευασιών, το πλύσιμο κάθε είδους συσκευασίας, την πλήρωσή τους με την κατάλληλη ποσότητα ζύθου και τέλος, την προσθήκη ετικέτας, στην περίπτωση φιαλών.

- **Αποθήκευση**

Μετά το στάδιο της συσκευασίας – εμφιάλωσης ακολουθεί η αποθήκευση του τελικού προϊόντος στις αποθήκες της εγκατάστασης, μέχρι τη στιγμή της φόρτωσης και μεταβίβασής τους στα κέντρα διανομής και σημεία πώλησης. Συνήθως, η αποθήκευση της συσκευασμένης και εμφιαλωμένης μύρας πραγματοποιείται μέσα σε πλαστικά κιβώτια, σε τελάρα και σε κούτες κατάλληλων προδιαγραφών, τα οποία τοποθετούνται, τακτικά, σε συστοιχίες επάνω σε παλέτες. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η εύκολη και ασφαλής μεταφορά τους στα σημεία προώθησης προς τους καταναλωτές.

3.2.3 Παρουσίαση των θερμικών καταναλώσεων του ζυθοποιείου στη Ριτσώνα Βοιωτίας

Στόχος του επενδυτικού σχεδίου αποτελεί η πλήρης κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων, που προκύπτουν κατά τη λειτουργία της γραμμής παραγωγής του ζυθοποιείου στη Ριτσώνα, μέσω της διοχέτευσης επαρκούς ποσότητας θερμικής ενέργειας, η οποία πηγάζει από την καύση της θρυμματισμένης βιομάζας των κλαδεμάτων. Ο σχεδιασμός και η μελέτη της κατάλληλης επενδυτικής πρότασης, που να πληροί τον στόχο και τις απαιτήσεις, προϋποθέτει τη γνώση των πραγματικών θερμικών καταναλώσεων, που σημειώθηκαν κατά τα τελευταία έτη λειτουργίας, στη μονάδα, καθώς και του τρόπου-μέσου μεταφοράς της θερμότητας σε όλα τα σημεία αξιοποίησής της.

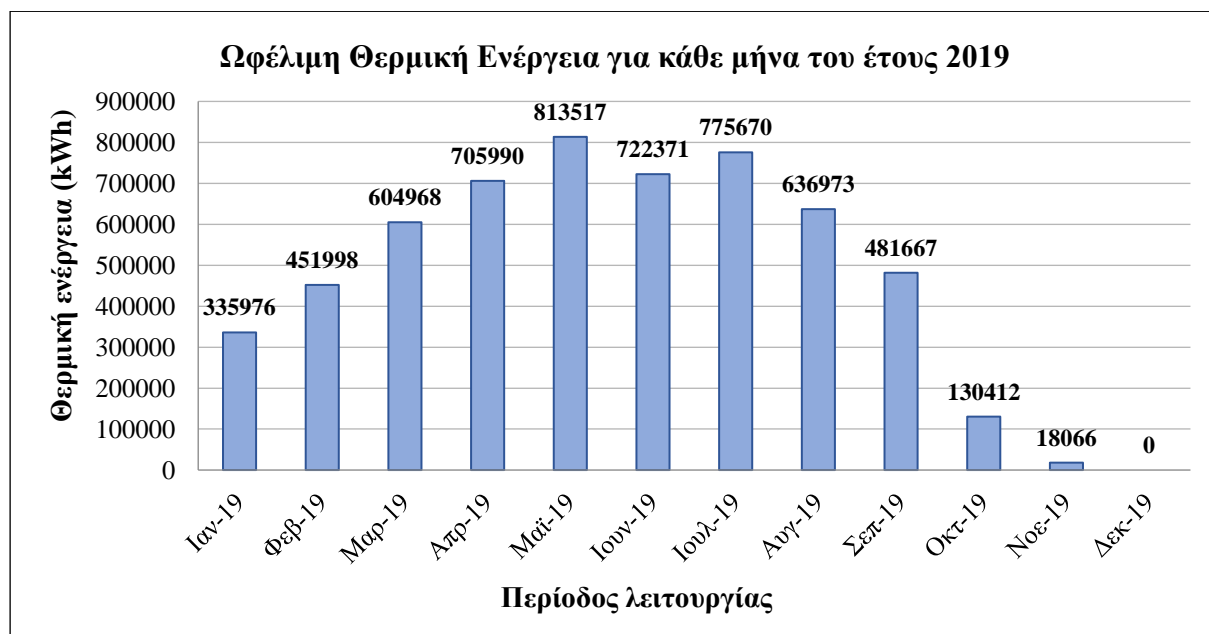
Έπειτα από επικοινωνία με το αρμόδιο τμήμα της εγκατάστασης, πραγματοποιήθηκε μία συνοπτική περιγραφή της λειτουργίας της μονάδας, των τμημάτων και των διαδικασιών, στις οποίες απαιτείται η χρήση θερμότητας, καθώς και του τρόπου αξιοποίησης της θερμικής

ενέργειας, τόσο ως προς τα χαρακτηριστικά της όσο και ως προς τις επιθυμητές συνθήκες. Επιπλέον, παραχωρήθηκαν τα στοιχεία των καταναλώσεων σε καύσιμο και των απαιτήσεων σε ωφέλιμη θερμική ενέργεια, όπως σημειώθηκαν για τη λειτουργία της μονάδας παραγωγής κατά το έτος 2019.

Σύμφωνα με τα γνωστοποιημένα στοιχεία, οι διεργασίες του εργοστασίου, κατά τις οποίες απαιτείται η χρήση θερμότητας, περιλαμβάνουν:

- τη ζυθοποίηση, στα στάδια του βρασμού και της ωρίμανσης της μύρας, και
- την εμφιάλωση, στα τμήματα του εξοπλισμού, τα οποία είναι υπεύθυνα για την πλύση των συσκευασιών και την παστερίωση του προϊόντος και των κουτιών.

Για την εξασφάλιση της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας, έχει εφαρμοστεί ένας λέβητας παραγωγής ατμού, ο οποίος χρησιμοποιεί το φυσικό αέριο ως καύσιμη ύλη και λειτουργεί όλες τις ημέρες μεταξύ των μηνών του Ιανουαρίου και του Οκτωβρίου, καθώς και 10 ημέρες τον Νοέμβριο, επί εικοσιτετραώρου βάσεως. Η πίεση λειτουργίας του συστήματος ατμού ανέρχεται μεταξύ των 5,0 και 5,5 bar, ενώ σε όλους τους καταναλωτές υπάρχουν μειωτές, με σκοπό την πτώση της πίεσης στα επίπεδα λειτουργίας τους, τα οποία συνήθως είναι χαμηλότερα των 3,0 bar. Από τα στοιχεία των καταναλώσεων καυσίμου, που καταγράφηκαν για το έτος 2019, και από τα δεδομένα του ατμολέβητα και των αντίστοιχων θερμικών απαιτήσεων, προέκυψε το Διάγραμμα 3.1, στο οποίο παρουσιάζεται η αποδιδόμενη θερμική ενέργεια κάθε μήνα, για τη λειτουργία των γραμμών παραγωγής και την διεκπεραίωση των διεργασιών ζυθοποίησης.



Διάγραμμα 3.1: Απεικόνιση της ωφέλιμης θερμικής ενέργειας, που απαιτήθηκε για τη λειτουργία του ζυθοποιείου στη Ριτσώνα, κατά το έτος 2019.

(Πηγή: πρωτότυπο)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του διαγράμματος 3.1 και λαμβάνοντας υπόψη τις ώρες λειτουργίας κάθε μήνα, προέκυψε η τιμή της απαιτούμενης ισχύος του λέβητα βιομάζας, η

οποία ανέρχεται σε 1,1 MW, και προορίζεται να καλύπτει πλήρως τα φορτία της μονάδας παραγωγής ζύθου, ακόμη και σε περιόδους αιχμής.

3.3 Παραγωγή θερμικής ενέργειας από την καύση των αγροτικών κλαδεμάτων αμπέλου και ελιάς σε λέβητα βιομάζας για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων του ζυθοποιείου

Η αξιοποίηση της αγροτικής υπολειμματικής βιομάζας ως καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας και την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων σε μονάδες του βιομηχανικού τομέα, αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά, και συνάμα ενδιαφέροντα, ερευνητικά πεδία, που μελετώνται και αναπτύσσονται τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η ανάγκη για τη σταδιακή μείωση της εξάρτησης, και τελικά, την απαλλαγή από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, αξιοποιώντας ολοένα και περισσότερες μορφές ανανεώσιμων πηγών, έχει ως αποτέλεσμα την εξέλιξη των βιοκαυσίμων και των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας. Οι διεργασίες, που λαμβάνουν χώρα για την αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου της βιομάζας, παρουσιάστηκε στο εδάφιο 2.2. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης, εξετάζεται η μετατροπή του διαθέσιμου αγροτικού υπολειμματικού δυναμικού της περιοχής σε θερμική ενέργεια, μέσω της θερμοχημικής διεργασίας της καύσης.

3.3.1 Τεχνολογίες καύσης για την αξιοποίηση των στερεών βιοκαυσίμων στη Βιομηχανία

Τα συστήματα καύσης, ανάλογα με την τεχνολογία που εφαρμόζουν, διακρίνονται στις παρακάτω κύριες κατηγορίες [17],[26],[27]:

- **Συστήματα καύσης σταθερής κλίνης ή Καυστήρες σχάρας:**

Όλες οι διεργασίες επιτελούνται με την παροχή ρευμάτων αέρα, τα οποία εισέρχονται στον καυστήρα μέσα (πρωτεύον ρεύμα αέρα) και επάνω (δευτερεύον ρεύμα αέρα) από μία σταθερή κλίνη. Ο καλός σχεδιασμός και η σωστή ρύθμιση της κλίνης εξασφαλίζουν συνθήκες πλήρους καύσης και οδηγούν στην αποφυγή του διαχωρισμού ιπτάμενης τέφρας και άκαυστων σωματιδίων από τη βιομάζα. Πρόκειται για συστήματα, που ευνοούν την καύση βιομάζας με μεταβλητό μέγεθος σωματιδίων και υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα, ενώ ενδείκνυνται για την καύση βιοκαυσίμων με χαμηλή συγκέντρωση σε στάχτη, όπως είναι το ξύλο, και μικρά σωματίδια.. Η λειτουργία των καυστήρων σταθερής κλίνης είναι οικονομική, ασφαλής και ικανοποιητική, ακόμα και σε συνθήκες υποτροφοδοσίας, αλλά δεν είναι αποτελεσματική σε καύσιμα με υψηλή συγκέντρωση σε στάχτη, όπως είναι οι φλοιοί και το άχυρο, λόγω της χαμηλής αποδοτικότητας του συστήματος απομάκρυνσης της τέφρας. Ο χρόνος της καύσης είναι σχετικά μεγάλος και οι θερμοκρασίες, που σημειώνονται, αγγίζουν περίπου τους 1.000°C με 1.200°C.

- **Συστήματα καύσης ρευστοστερεάς ή ρευστοποιημένης κλίνης**

Η καύση λαμβάνει χώρα στη ρευστοποιημένη κλίνη, η οποία αποτελείται από έναν κυλινδρικό καυστήρα με θερμό, αδρανές και κοκκώδες στερεό (πυριτική άμμος ή δολομίτης, διαμέτρου έως 1 mm) σε ποσοστό 90% με 98%. Η έντονη ανάδευση και οι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης της θερμότητας εξασφαλίζουν τις απαιτούμενες συνθήκες πλήρους καύσης με χαμηλή περίσσεια αέρα. Η θερμοκρασία καύσης στα συστήματα ρευστοποιημένης κλίνης διατηρείται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, συνήθως μεταξύ 800°C και 900°C, με στόχο την αποφυγή δημιουργίας τέφρας μέσα στην κλίνη. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας καύσης επιτυγχάνεται με την εφαρμογή εναλλακτών θερμότητας μέσα στην κλίνη, με επανακυκλοφορία των καυσαερίων, ή ακόμα και με έγχυση νερού. Η καλή ανάμειξη, που πραγματοποιείται στις ρευστοποιημένες κλίνες, δίνει τη δυνατότητα τροφοδοσίας με μείγμα καυσίμου (π.χ. ξύλο με άχυρο), ωστόσο πρέπει να πληρούνται οι περιορισμοί, όσον αφορά στο μέγεθος των σωματιδίων. Το χρονικό διάστημα, που απαιτείται, από τη στιγμή της εκκίνησης των συστημάτων ρευστοποιημένης κλίνης μέχρι το σημείο σταθερής λειτουργίας τους, είναι μεγάλο και, ενδεικτικά, μπορεί να αγγίζει τις 15 ώρες.

Στα μειονεκτήματα των συγκεκριμένων συστημάτων καύσης ανήκουν η σχετική αδυναμία προσαρμογής τους σε μερικό φορτίο λειτουργίας, λόγω της ανάγκης ρευστοποίησης της κλίνης, και οι αυξημένες απαιτήσεις για αποτελεσματικές διατάξεις διαχωρισμού και κατακράτησης των στερεών σωματιδίων, τα οποία παρασύρονται από τη ροή των καυσαερίων. Στα πλεονεκτήματα των συστημάτων ρευστοποιημένης κλίνης, περιλαμβάνονται η αυξημένη απόδοση της καύσης και η μειωμένη ροή όγκου των καυσαερίων, λόγω της χαμηλής απαίτησης σε περίσσεια αέρα, που παρουσιάζουν. Η τεχνολογία ρευστοποιημένης κλίνης εφαρμόζεται σε μεγάλες μονάδες καύσης, με θερμική ισχύ εξόδου άνω των 30 MW_{th}, ενώ σε μικρότερες εφαρμογές αποτελεί οικονομικά μη βιώσιμη λύση, λόγω του αυξημένου αρχικού κόστους επένδυσης αλλά και των λειτουργικών δαπανών, οι τιμές των οποίων ξεπερνούν αρκετά τα αντίστοιχα κόστη των συστημάτων σταθερής κλίνης.

- **Συστήματα καύσης σκόνης**

Η καύση πραγματοποιείται μέσω του συνδυασμού, τροφοδοσίας πρωτεύοντος αέρα και ψεκασμού σωματιδίων, επιτυγχάνοντας υψηλούς ρυθμούς έκλυσης θερμότητας και επιτρέποντας τη μεταβολή του φορτίου καύσης. Πρόκειται για συστήματα κατάλληλα για καύσιμα σε μορφή σκόνης (>2 mm), όπως είναι η σκόνη από κοπή ξύλου, και ενδείκνυται σε μονάδες από 2 MW_{th} έως 8 MW_{th}. Ο χρόνος καύσης, για κοκκομετρία 50 μm, είναι ελάχιστος, περίπου 2 sec με 5 sec, ενώ η θερμοκρασία ανέρχεται στους ~1.650°C.

3.3.2 Παρουσίαση του λέβητα βιομάζας για την καύση των θρυμματισμένων αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής

Η αξιοποίηση της υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής μελέτης αποτελεί πηγή θερμικής ενέργειας με τελικό καταναλωτή την

«Ολυμπιακή Ζυθοποιία Α.Ε.». Από την παρουσίαση των παραγωγικών διαδικασιών και του τρόπου λειτουργίας του εν λόγω ζυθοποιείου συμπεραίνεται πως, η θερμότητα, που πρόκειται να διοχετεύεται σε αυτό, πρέπει να βρίσκεται σε μορφή κορεσμένου ατμού, συγκεκριμένων χαρακτηριστικών, ώστε να πληροί τα υφιστάμενα επίπεδα πίεσης και θερμοκρασίας λειτουργίας. Ταυτόχρονα είναι αναγκαίο, η παραγόμενη θερμική ενέργεια, που θα τροφοδοτεί τη βιομηχανική μονάδα παραγωγής ζύθου, να καλύπτει το σύνολο των θερμικών καταναλώσεων, που σημειώνονται κατά τη παραγωγική διαδικασία, λαμβάνοντας υπόψη το θερμικό φορτίο κάθε μήνα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του τρόπου λειτουργίας και των θερμικών αναγκών του ζυθοποιείου, όπως εκείνα παρουσιάστηκαν στην ενότητα 3.2, πραγματοποιήθηκε η αναζήτηση του κατάλληλου λέβητα βιομάζας, ο οποίος δύναται να συνδυάζει την πλήρωση των απαιτούμενων προδιαγραφών με την ενεργειακή και αποδοτική λειτουργία. Η έρευνα προμήθειας του λέβητα βιομάζας διενεργήθηκε στο εγχώριο και ευρωπαϊκό δίκτυο κατασκευαστών και προμηθευτών, έπειτα από την καθοδήγηση των επιστημονικών συνεργατών του ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ κ. Εμμανουήλ Καραμπίνη και κ. Σωτήριου Μουμούρη, και είχε ως αποτέλεσμα τη γνώση των κύριων χαρακτηριστικών και των τιμών προμήθειας κάθε τμήματος του μηχανολογικού εξοπλισμού, που απαιτείται, τόσο για την τροφοδοσία και την πραγματοποίηση της καύσης, όσο και για τη διοχέτευση της θερμότητας στον τελικό καταναλωτή και των καυσαερίων στο περιβάλλον, τηρώντας τα όρια των εκπομπών.

3.3.2.1 Συνοπτική περιγραφή των κύριων τμημάτων του λέβητα βιομάζας

Ο λέβητας βιομάζας απαρτίζεται από διάφορα τμήματα, καθένα από τα οποία σχεδιάζεται για συγκεκριμένο σκοπό, και είναι υπεύθυνο για την πραγματοποίηση της αντίστοιχης εφαρμογής και διαδικασίας. Με βάση τη λειτουργία, που επιτελείται, τα τμήματα διακρίνονται σε:

- **Σύστημα τροφοδοσίας του λέβητα**

Αποτελείται από ένα δοσομετρικό δοχείο με κοχλιοφόρους τροφοδότες, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στον πυθμένα και προωθούν την θρυμματισμένη υπολειμματική βιομάζα στην σχάρα καύσης του καυστήρα.

- **Σύστημα κινούμενης σχάρας**

Πρόκειται για το σύστημα υποδοχής του καυσίμου, επάνω στο οποίο κατανέμεται η βιομάζα, προκειμένου να λάβει χώρα η καύση. Αποτελείται από τμήματα κινούμενων μεταλλικών στοιχείων, με σκοπό τον έλεγχο της ομοιόμορφης κατανομής του καυσίμου, και από οπές που έχουν κατασκευαστεί μεταξύ αυτών και εξασφαλίζουν την κύρια απαιτούμενη ποσότητα αέρα για την πραγματοποίηση της καύσης. Ο χρόνος παραμονής των αγροτικών υπολειμμάτων στα κινούμενα τμήματα της σχάρας, καθώς και η παροχή του αέρα στο εσωτερικό, ρυθμίζονται ξεχωριστά για κάθε ζώνη, ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη καύση.

- **Σύστημα λέβητα καυστήρα – ατμού**

Συνιστά το βασικότερο τμήμα της παραγωγής θερμικής ενέργειας, καθώς σε αυτό επιτελείται η διαδικασία της καύσης και η παραγωγή κορεσμένου ατμού συγκεκριμένων προδιαγραφών. Αποτελείται από δύο, πλήρως συνδεδεμένα μεταξύ τους, τμήματα: το σύστημα του καυστήρα και το σύστημα του ατμού. Το πρώτο αναφέρεται στον θάλαμο καύσης, όπου λαμβάνει χώρα η καύση της βιομάζας, και το δεύτερο στον θάλαμο παραγωγής θερμικής ενέργειας, με μορφή ατμού, και στις σωληνώσεις μεταφοράς της. Ο θάλαμος καύσης είναι κατασκευασμένος από ειδικά τοιχώματα, τα οποία καλύπτονται από πυρίμαχο υλικό και ψύχονται με νερό, επιτυγχάνοντας μικρότερες απώλειες ακτινοβολίας και μεγαλύτερη θερμική απόδοση στον λέβητα.

- **Σύστημα ελέγχου και ασφάλειας**

Αφορά στα μέτρα ασφαλείας, που λαμβάνονται, για τη ρύθμιση και τον έλεγχο της πίεσης λειτουργίας, της στάθμης του νερού και της θερμοκρασίας των καυσαερίων, και περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες, αυτόματες βαλβίδες εκτόνωσης.

- **Οικονομητήρας καυσίμου**

Στοχεύει στη μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων, και κατά συνέπεια, στην επίτευξη υψηλότερης απόδοσης του λέβητα και χαμηλότερης κατανάλωσης καυσίμου.

- **Σύστημα καθαρισμού του λέβητα και συλλογή της τέφρας**

Αναφέρεται στα συστήματα, που σχετίζονται με τον καθαρισμό του λέβητα και τη συλλογή της παραγόμενης τέφρας σε ένα κοινό σημείο. Ο καθαρισμός περιλαμβάνει την χρήση φυσητήρων, με τους οποίους πραγματοποιείται η εμφύσηση αέρα υψηλής πίεσεως, με σκοπό την αποκόλληση της κολλώδους υπολειμματικής τέφρας από τα τοιχώματα των σωληνώσεων του λέβητα και του οικονομητήρα, καθώς και την εφαρμογή αυτόματου συστήματος συλλογής της τέφρας, που παρουσιάζεται στην έξοδο της σχάρας, στον οικονομητήρα καυσίμου, στον κυκλώνα και στο φίλτρο σωματιδίων.

- **Φίλτρο κατακράτησης σωματιδίων από τα καυσαέρια**

Αποτελεί τον συλλέκτη της σκόνης από τα παραγόμενα καυσαέρια. Τα σωματίδια παγιδεύονται στην εξωτερική επιφάνεια του φίλτρου, δημιουργώντας ένα συμπαγές στρώμα σκόνης, το οποίο απομακρύνεται τακτικά με παλμικό καθαρισμό. Η σκόνη πέφτει σταδιακά στην χοάνη και μεταφέρεται από το αυτόματο σύστημα συλλογής της τέφρας, στο κοινό σημείο εκφόρτωσης.

- **Καπνοδόχος**

Αναφέρεται στο τμήμα απαγωγής των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα, πληρώντας τις απαιτούμενες νομοθετικές προδιαγραφές. Η καπνοδόχος είναι βιομηχανικού τύπου, κυλινδρικής διατομής και μεταλλικής κατασκευής, επενδυμένης με θερμομονωτικό υλικό.

- **Πίνακας ελέγχου με Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές (PLC) και Οπτικοποίηση (Visualization)**

Αφορά στις ρυθμίσεις, που απαιτούνται, για την αυτόματη και ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης, και περιλαμβάνει τα κυκλώματα PLC, που εφαρμόζονται για τον έλεγχο των διαδικασιών και την παρακολούθηση των ασφαλειών της εγκατάστασης. Επίσης, αναφέρεται στο σύστημα εποπτείας, με το οποίο απεικονίζεται γραφικά ο λέβητας και παρουσιάζονται όλες οι τιμές των διεργασιών και η κατάσταση των κινητήρων, επιτυγχάνοντας την επισκόπηση, τον έλεγχο και την πρόσβαση σε κάθε παράμετρο της μονάδας.

3.3.2.2 Παρουσίαση των χαρακτηριστικών του λέβητα βιομάζας και των τελικών επιλογών για την αξιοποίηση του δυναμικού αγροτικής υπολειμματικής βιομάζας

Η επικοινωνία με κατασκευάστριες εταιρείες και μηχανικούς, που δραστηριοποιούνται στον τομέα της μελέτης, κατασκευής και εγκατάστασης ενεργειακών συστημάτων με καύση βιομάζας, οδήγησε στην παραχώρηση μίας σειράς δεδομένων σχετικά με τα χαρακτηριστικά στοιχεία της εφαρμογής λέβητα βιομάζας για την κάλυψη των θερμικών καταναλώσεων της μονάδας της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας στη Ριτσώνα Βοιωτίας. Η κάλυψη των θερμικών φορτίων, που λαμβάνουν χώρα στην παραγωγική μονάδα ζύθου κατά τη λειτουργία της, απαιτεί την εφαρμογή λέβητα βιομάζας, ισχύος 1,1 MW, του οποίου τα χαρακτηριστικά είναι αναγκαίο να ανταποκρίνονται, τόσο στα νέα δεδομένα σχεδιασμού όσο και στις ισχύουσες συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης.

Πιο συγκεκριμένα, ο σχεδιασμός και η επιλογή του κατάλληλου λέβητα βιομάζας προϋποθέτει τη γνώση των τεχνικών λεπτομερειών, που αναφέρονται στο καύσιμο, στη μορφή και την κατάσταση της παραγόμενης ενέργειας, καθώς και στους περιορισμούς σχετικά με τις εκπομπές των καυσαερίων. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, αυτά τα δεδομένα προσδιορίζονται από τις παρακάτω τιμές:

1. Χαρακτηριστικά Καυσίμου:

- **Τύπος:** Θρύμματα από κλαδέματα ελαιώνων και αμπελώνων, μετά από φυσική ξήρανση
- **Υγρασία:** 15% - 25% (λαμβάνεται η μέση τιμή 20%)
- **Μέση Κ.Θ.Ι.:** 12,5 MJ/kg

2. Απαιτήσεις Παραγόμενης Ενέργειας:

- **Κατάσταση:** Κορεσμένος ατμός

- Πίεση ατμού: 5 bar
- Θερμοκρασία ατμού: 159°C

3. Οριακές Τιμές Εκπομπών (για τα στερεά καύσιμα με 6% περιεκτικότητα σε O₂ και ξηρά φάση):

- NO_x (μετρούμενες ως NO₂): 500 mg/Nm³
- SO₂: 200 mg/Nm³
- Σωματίδια / Σκόνη (PM): 50 mg/Nm³

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παραχωρήθηκαν από τις κατασκευάστριες εταιρείες, ο λέβητας βιομάζας, που πληροί τις παραπάνω προδιαγραφές, περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική Ισχύς: 1,1 MW
- Βαθμός Απόδοσης: 87%
- Ετήσια Λειτουργία: ~7536 h/y
- Κατανάλωση Καυσίμου: ~2880 tn/y
- Θερμοκρασία Καυσαερίων (μετά το ESP): ~200°C

Στις τιμές, που χαρακτηρίζουν τη λειτουργία του λέβητα αξιοποίησης της θρυμματισμένης υπολειμματικής βιομάζας, ανήκει και η απαιτούμενη ποσότητα της καύσιμης ύλης, η οποία οδηγεί στον προσδιορισμό της ακτίνας της περιοχής συλλογής των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων του Δήμου Τανάγρας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η ετήσια κατανάλωση καυσίμου βιομάζας ανέρχεται σε περίπου 2.880 tn, και λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του Διαγράμματος 2.2, πρόκειται για μία ποσότητα η οποία εξασφαλίζεται από τα κλαδέματα των πρέμων και των ελαιόδεντρων, που καλλιεργούνται, εντός ακτίνας 5 km, στις υποπεριοχές Α και Γ.

Πιο συγκεκριμένα, η υπολειμματική βιομάζα των εν λόγω κλαδεμάτων, που προκύπτει για ακτίνα 5 km από τις υποπεριοχές Α και Γ, ισούται με 4.208 tn, ξεπερνώντας την απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου βιομάζας κατά ποσοστό ίσο με 46%. Λαμβάνοντας υπόψη και τα αγροτικά υπολείμματα των αντίστοιχων κλαδεμάτων από την υποπεριοχή Β, το ποσοστό διαφοράς από την απαιτούμενη κατανάλωση καυσίμου ανέρχεται σε 76%. Ωστόσο, με στόχο το ελάχιστο δυνατό κόστος συλλογής και διαχείρισης των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα, επιλέγονται οι υποπεριοχές Α και Γ ως πηγές προέλευσης του στερεού βιοκαυσίμου για τη λειτουργία του λέβητα βιομάζας, εφόσον η ποσότητα από τα αγροτικά κατάλοιπα των κλαδεμάτων των συγκεκριμένων υποπεριοχών όχι μόνο επαρκεί, αλλά εξασφαλίζει κι ένα ικανοποιητικό ποσοστό ασφαλείας για την προμήθεια του απαιτούμενου καυσίμου.

Η τοποθεσία, στην οποία χωροθετείται η παραγωγική μονάδα της Ολυμπιακής Ζυθοποιίας στην Ριτσώνα Βοιωτίας, βρίσκεται εντός του κύκλου, με ακτίνα 5 km, της υποπεριοχής Α και περιλαμβάνει αρκετές αναξιοποίητες εκτάσεις, σε κοντινή απόσταση από τον θερμικό καταναλωτή. Αυτό το γεγονός ευνοεί την αναζήτηση διαθέσιμου και κατάλληλου οικοπέδου, στη συγκεκριμένη περιοχή, με σκοπό την κατασκευή των κτηριακών δομών, που προορίζονται

τόσο για την εγκατάσταση του λέβητα βιομάζας όσο και για την αποθήκευση και συντήρηση του στερεού βιοκαυσίμου.

Παρατηρώντας τον χάρτη της περιοχής και, έπειτα από επικοινωνία με τον ιδιοκτήτη του γειτονικού οικοπέδου, προέκυψε η προοπτική οικοδόμησης των κτηριακών μονάδων εντός των ορίων του. Η επιφάνεια του οικοπέδου ανέρχεται σε 13 στρέμματα και, σύμφωνα με τους όρους δόμησης της περιοχής για τη συγκεκριμένη χρήση (συντελεστής κάλυψης 30% και συντελεστής δόμησης 0,6), υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης 3.900 m² και δόμησης 7.800 m² επί του οικοπέδου. Παράλληλα, λαμβάνοντας υπόψη την ετήσια ποσότητα συλλογής και αποθήκευσης της υπολειμματικής βιομάζας από τις υποπεριοχές Α και Γ, η οποία ισούται με 4.208 tn, και δεδομένου ότι η χύδην πυκνότητα των θρυμματισμένων αγροτικών κλαδεμάτων αμπέλου και ελιάς, υγρασίας ~20%, ανέρχεται σε 300 kg/m³, υπολογίζεται ότι ο απαιτούμενος όγκος πλήρωσης του αποθηκευτικού χώρου είναι ίσος με 14.027 m³.



Εικόνα 3.3: Χωροθέτηση των κτηριακών εγκαταστάσεων στα πλαίσια του νέου επενδυτικού σχεδίου, στις οποίες θα φιλοξενηθεί ο λέβητας βιομάζας και θα αποθηκεύεται η θρυμματισμένη υπολειμματική βιομάζα, που θα τον τροφοδοτεί με καύσιμο. (Πηγή: πρωτότυπο)

Συνεπώς, στο διαθέσιμο και αδόμητο οικοπέδο, απέναντι από το ζυθοποιείο, σχεδιάστηκε να κατασκευασθούν δύο κτηριακοί όγκοι (Εικόνα 3.3). Στον πρώτο κτηριακό όγκο, επιφάνειας

210 m² και ύψους 9,0 m, θα λειτουργεί ο λέβητας βιομάζας σε συνδυασμό με τον απαιτούμενο εξοπλισμό που τον συνοδεύει, και στον δεύτερο, επιφάνειας 3.000 m² και ύψους 6,0 m, θα πραγματοποιείται η αποθήκευση του στερεού βιοκαυσίμου, με την εφαρμογή των κατάλληλων συνθηκών για την καλή συντήρησή του. Στον χώρο της αποθήκης συνεκτιμάται κι ένα ποσοστό ασφαλείας της τάξεως του 10%, σε περίπτωση που σημειωθεί μεγαλύτερη ποσότητα συλλογής υπολειμματικής βιομάζας ή υπάρξει απαίτηση για χρήση κάποιου τμήματος του χώρου για άλλον σκοπό.

3.4 Αξιοποίηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων του λέβητα βιομάζας, με σκοπό την ξήρανση για τη μεταποίηση του κρεμμυδιού σε σκόνη

Στα πλαίσια του νέου επενδυτικού σχεδίου μελετάται η αξιοποίηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων, που παράγονται κατά τη λειτουργία του λέβητα βιομάζας, μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας καυσαερίου-αέρα, κατάλληλων προδιαγραφών. Η εφαρμογή του εναλλάκτη έχει ως κύριο στόχο τη μετάδοση θερμικής ενέργειας από τα καυσαέρια σε ένα άλλο ρευστό, το οποίο δύναται να χρησιμοποιείται για τη διεκπεραίωση της διαδικασίας της ξήρανσης αγροτικών προϊόντων, και, πιο συγκεκριμένα, των κρεμμυδιών που συλλέγονται σε επίπεδο ατομικής αγροτικής επιχείρησης, προκειμένου να μεταποιηθούν σε σκόνη και να προωθηθούν στην αγορά.

3.4.1 Συνοπτική παρουσίαση των μεθόδων ξήρανσης ή αφυδάτωσης

Η μεταποίηση του κρεμμυδιού σε σκόνη προϋποθέτει, σε πρώτο στάδιο, την αφυδάτωσή του, δηλαδή την απομάκρυνση του νερού από το νωπό προϊόν, μέσα από την εφαρμογή διάφορων τεχνολογιών και διεργασιών, όπως είναι η εξάτμιση, η προσθήκη κατάλληλων διαλυτών, ακόμα και η ψυχρή επεξεργασία. Κάθε τρόπος τεχνητής ξήρανσης επιδρά στην ποιότητα του τελικού προϊόντος και ενέχει διαφορετικά κόστη κατεργασίας. Οι τέσσερις βασικές μέθοδοι αφυδάτωσης των τροφίμων, είναι οι εξής [28],[29],[31]:

1. Αφυδάτωση με θερμό αέρα

Αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους ξήρανσης, που εφαρμόζεται στη βιομηχανία τροφίμων, αξιοποιώντας ρεύματα θερμού αέρα, θερμοκρασιών μεταξύ 80°C και 120°C, για την εξάτμιση του περιεχόμενου νερού. Αυξάνοντας την παροχή του αέρα, είναι εφικτό οι θερμοκρασίες επεξεργασίας των προϊόντων να μειωθούν σε χαμηλότερα επίπεδα, προκειμένου να μην αλλοιωθεί η ποιότητα του τελικού προϊόντος και να διατηρηθούν τα θρεπτικά χαρακτηριστικά του σε υψηλά επίπεδα. Η συγκεκριμένη μέθοδος ξήρανσης εφαρμόζεται στους αδιαβατικούς τύπους ξηραντήρων, στους οποίους το ρεύμα αέρα παρέχει την απαιτούμενη θερμότητα για τη διεργασία της εξάτμισης, και ταυτόχρονα, απάγει την εξατμιζόμενη υγρασία, αλλά και στους μη αδιαβατικούς τύπους ξηραντήρων, στους οποίους η θερμότητα παρέχεται στο προϊόν με ακτινοβολία ή με αγωγή μέσω επαφής με μία επιφάνεια.

Οι αδιαβατικοί ξηραντήρες διακρίνονται σε εκείνους με ρεύμα αέρα (θάλαμοι και σήραγγες ξήρανσης, ξηραντήρες με μεταφορική ταινία και περιστρεφόμενοι ξηραντήρες), και σε εκείνους με αιώρηση μικρών σταγονιδίων του τροφίμου στο ρεύμα αέρα (ξηραντήρες πνευματικής μεταφοράς και ρευστοστερεάς κλίνης και ξηραντήρες με ψεκάσμο). Οι ξηραντήρες με ρεύμα αέρα είναι κατάλληλοι για την αφυδάτωση στερεών προϊόντων, απαιτούν μεγάλους χρόνους ξήρανσης, και περιλαμβάνουν χαμηλά κόστη επένδυσης αλλά αυξημένα κόστη παραγωγής. Αντιθέτως, οι ξηραντήρες με αιώρηση σε αέρα ενδείκνυνται για την ξήρανση υγρών και κοκκωδών προϊόντων, επιτυγχάνουν υψηλούς ρυθμούς και χρόνους ξήρανσης, αλλά ενέχουν αρκετά υψηλά κόστη επένδυσης.

Οι μη αδιαβατικοί ξηραντήρες περιλαμβάνουν τους ξηραντήρες τυμπάνου και τους ξηραντήρες κενού. Οι ξηραντήρες τυμπάνου είναι κατάλληλοι για την αφυδάτωση υγρών προϊόντων και πολτών, αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες που επηρεάζουν τη γεύση και το χρώμα του τροφίμου, και αποτελούν μία από τις φθηνότερες τεχνολογίες ξήρανσης. Από την άλλη, τα ξηραντήρια κενού, συνιστούν στιβαρές κατασκευές, υψηλού κόστους, και ενδείκνυνται για αφυδάτωση προϊόντων ευαίσθητων στις υψηλές θερμοκρασίες.

2. Αφυδάτωση με κατάψυξη ή Λυοφιλίωση

Αποτελεί την πλέον ακριβή, αλλά ταυτόχρονα και την πιο ποιοτική, μέθοδο ξήρανσης των τροφίμων, κατά την οποία το προϊόν είναι κατεψυγμένο σε θερμοκρασίες -5°C έως -30°C και το νερό απομακρύνεται με εξάχνωση του πάγου. Η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών θερμοκρασίας και πίεσης στοχεύει στη μετάβαση του νερού, που περιέχεται στο προς ξήρανση προϊόν, σε στερεή φάση (πάγο) και στη συνέχεια, σε αέρια, με αποτέλεσμα τη διατήρηση των χαρακτηριστικών του προϊόντος (χρώμα, γεύση και υφή) και την αποτροπή της αλλοίωσης των θρεπτικών του συστατικών. Εφαρμόζεται, κυρίως, σε υγρά και στερεά τρόφιμα με ευαισθησία στις υψηλές θερμοκρασίες, και στην περίπτωση προϊόντων με υψηλή αξία, όπως είναι οι φράουλες, τα μανιτάρια και ο καφές σε σκόνη. Η ξήρανση με εξάχνωση λαμβάνει χώρα σε λυοφιλιωτές ασυνεχούς λειτουργίας, σήραγγας και μονάδες πολλαπλών θαλάμων, και περιλαμβάνει εξαιρετικά υψηλά κόστη εγκατάστασης και λειτουργίας. Ο απαιτούμενος χρόνος ξήρανσης κυμαίνεται περίπου στις 10 ώρες.

3. Ωσμωτική αφυδάτωση

Αποτελεί μία διαφορετική μέθοδο αφυδάτωσης των προϊόντων, καθώς στηρίζεται στο φαινόμενο της ώσμωσης, κατά το οποίο η απομάκρυνση του νερού επιτυγχάνεται μέσω της εμφύσησης σε υγρά χαμηλότερης ενεργότητας ύδατος σε σχέση με εκείνη του τροφίμου, με αποτέλεσμα τη διάχυση του περιεχόμενου νερού από το προϊόν προς το διάλυμα, χωρίς να πραγματοποιείται αλλαγή φάσης. Λόγω της εφαρμογής της μεθόδου σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες αποτρέπεται η ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος ξήρανσης, ενώ συνήθως, διατηρούνται τα φυσικά χαρακτηριστικά του (σχήμα, χρώμα και άρωμα). Ωστόσο, επειδή τα κυτταρικά τοιχώματα, μέσω των οποίων διενεργείται η ώσμωση, δεν είναι πλήρως επιλεκτικές μεμβράνες, υπάρχει η πιθανότητα διάχυσης και άλλων διαλυτών συστατικών, όπως είναι τα

οργανικά οξέα και τα αναγωγικά σάκχαρα, εντός του ωσμωτικού διαλύματος, με συνέπεια την επίδραση στα οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Η ωσμωτική αφυδάτωση δεν είναι τόσο διαδεδομένη όσο η ξήρανση με θερμό αέρα, αλλά χρησιμοποιείται κυρίως σε βιομηχανίες, οι οποίες επιθυμούν την ρύθμιση της σύστασης του προϊόντος και τον εμπλουτισμό του με συγκεκριμένες ουσίες.

4. Αφυδάτωση με χρήση μικροκυμάτων

Αποτελεί την πιο σύγχρονη, αλλά όχι τόσο διαδεδομένη, μέθοδο αφυδάτωσης, κατά την οποία το προϊόν εκτίθεται σε μικροκύματα, τα οποία το αφυδατώνουν και το απαλλάσσουν από μικρόβια και μικροοργανισμούς. Πρόκειται για μία αναπτυσσόμενη μέθοδο, η οποία, ωστόσο, υστερεί έναντι των υπολοίπων, λόγω της παρουσίας υψηλότερων επιπέδων υγρασίας στο τελικό προϊόν της ξήρανσης. Η ξήρανση με μικροκύματα λαμβάνει χώρα σε ξηραντήρες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως στη φαρμακοβιομηχανία.

Κάθε μέθοδος αφυδάτωσης του προϊόντος διαφέρει στην εφαρμογή της και επιλέγεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του προϊόντος επεξεργασίας, τις προδιαγραφές του επιθυμητού προϊόντος, τον τύπο της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς και το κόστος επένδυσης και λειτουργίας. Στο συγκεκριμένο επενδυτικό σχέδιο, μελετήθηκε η μέθοδος αφυδάτωσης με θερμό αέρα, καθώς κύριος στόχος της ξήρανσης είναι η εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων, με την εφαρμογή ενός εναλλάκτη θερμότητας.

3.4.2 Σχεδιασμός και μελέτη της διαδικασίας παραγωγής της σκόνης κρεμμυδιού

Στα πλαίσια του νέου επενδυτικού σχεδίου, εξετάζεται η προοπτική μίας πρόσθετης παραγωγικής δραστηριότητας, η οποία θα αξιοποιεί την απορριπτόμενη ενέργεια από την καύση της βιομάζας και, μέσα από μία σειρά διεργασιών ξήρανσης και μεταποίησης, θα οδηγήσει σε ένα νέο προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας, με μεγάλη διάρκεια ζωής και αυξημένα επίπεδα ζήτησης, επιδρώντας θετικά στον συνολικό βαθμό απόδοσης της διεργασίας της καύσης και στις χρηματικές εισροές. Το προϊόν, που επεξεργάζεται και μεταποιείται, αφορά στο νωπό κρεμμύδι, το οποίο καλλιεργείται σε ετήσια βάση, από μία ατομική αγροτική επιχείρηση της περιοχής μελέτης, και συγκεκριμένα του οικισμού Άρματος Βοιωτίας. Στις παρακάτω υποενότητες περιγράφονται τα στάδια επεξεργασίας της ετήσιας παραγόμενης ποσότητας κρεμμυδιού, η διαδικασία αφυδάτωσης του με την χρήση εναλλάκτη θερμότητας καυσαερίων-αέρα, και ο τρόπος επίδρασης στη συνολική διαδικασία του συστήματος καύσης.

3.4.2.1 Περιγραφή των σταδίων παραγωγής της σκόνης κρεμμυδιού

Ο σχεδιασμός της διαδικασίας παραγωγής της σκόνης κρεμμυδιού αποτελεί δυναμικό πρόβλημα, καθώς δεν ακολουθεί μία συγκεκριμένη ροή, αλλά προσαρμόζεται στις ανάγκες και στις απαιτήσεις, τόσο του επιθυμητού προϊόντος όσο και των επιμέρους διεργασιών. Στη συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία, εφαρμόζεται το διάγραμμα ροής του Σχήματος 3.2,

σύμφωνα με το οποίο, η επεξεργασία του νωπού κρεμμυδιού και η μεταποίησή του σε σκόνη, περιλαμβάνει τις παρακάτω διεργασίες:

1. Συλλογή και διαλογή της πρώτης ύλης: Περιλαμβάνει τις εργασίες της συλλογής των κρεμμυδιών από τα αγροτεμάχια και της διαλογής της πρώτης ύλης, τόσο ως προς την ποιότητα όσο και ως προς το μέγεθος. Το συγκεκριμένο στάδιο στοχεύει στη συγκέντρωση του ποιοτικού προϊόντος και στην απομάκρυνση των μικρών βολβών, καθώς και εκείνων, που έχουν προσβληθεί από ασθένειες ή βρίσκονται σε σηπτική κατάσταση.

2. Αποφλοιώση των κρεμμυδιών: Αναφέρεται στην αφαίρεση του εξωτερικού φλοιού του κρεμμυδιού και λαμβάνει χώρα σε ειδικό μηχάνημα, το οποίο λειτουργεί με την εκτόξευση νερού ή αέρα με μεγάλη πίεση.

3. Κοπή των αναξιοποίητων μερών του φυτού: Περιλαμβάνει τις εργασίες αφαίρεσης του ριζικού συστήματος και του φυλλώματος του κρεμμυδιού και πραγματοποιείται, είτε χειρωνακτικά με την απασχόληση εργατικού προσωπικού, είτε μηχανικά ταυτόχρονα με την διεργασία της αποφλοιώσης.

4. Τεμαχισμός, πλύσιμο και στράγγισμα των βολβών: Αποτελεί το στάδιο προετοιμασίας για την αφυδάτωση της πρώτης ύλης, κατά το οποίο οι βολβοί των κρεμμυδιών, αφότου τεμαχιστούν σε μικρότερα τμήματα, πλένονται σε νερό ή και σε διάλυμα θείου, προκειμένου να απολυμανθούν, και στη συνέχεια, στραγγίζονται από τα επιφανειακά νερά. Ο τεμαχισμός λαμβάνει χώρα σε ειδική μηχανή τεμαχισμού, ενώ το πλύσιμο πραγματοποιείται στη δεξαμενή καθαρισμού και απολύμανσης. Το σχήμα και το μέγεθος των τεμαχισμένων μερών του νωπού προϊόντος, ορίζεται από τον τρόπο ξήρανσης, που πρόκειται να εφαρμοστεί, και από τις απαιτήσεις του ξηρατηρίου, που θα χρησιμοποιηθεί.

5. Αφυδάτωση των κρεμμυδιών: Συνιστά το σημαντικότερο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας της σκόνης κρεμμυδιού, κατά το οποίο διαμορφώνεται η ποιότητα του αφυδατωμένου προϊόντος, καθορίζονται τα επίπεδα αλλοίωσης των θρεπτικών συστατικών του, και αποκτώνται τα τελικά χαρακτηριστικά της υφής, της γεύσης και του χρώματος. Οι μέθοδοι ξήρανσης και οι αντίστοιχες τεχνολογίες, που εφαρμόζονται, παρουσιάζονται στο εδάφιο 3.4.1, στο οποίο διακρίνονται η καταλληλότητα και η επάρκεια του κάθε τρόπου αφυδάτωσης, καθώς και η επίδρασή του, τόσο στην ποιότητα και στις προδιαγραφές του τελικού προϊόντος, όσο και στο συνολικό κόστος παραγωγής του. Η μέθοδος ξήρανσης, που επιλέχθηκε στη δεδομένη μελέτη, καθώς και τα στοιχεία που υπεισέρχονται σε αυτήν, περιγράφονται αναλυτικά στις επόμενες υποενότητες του Κεφαλαίου 3.

6. Κονιοποίηση των αφυδατωμένων κρεμμυδιών: Ακολουθεί το στάδιο της ξήρανσης του κρεμμυδιού και ο σκοπός του εντοπίζεται στη μετατροπή των αφυδατωμένων τεμαχισμένων μερών σε σκόνη. Για την υλοποίηση της διαδικασίας της κονιοποίησης έχουν αναπτυχθεί ειδικά μηχανήματα, οι λεγόμενοι κονιοποιητές.

7. Κοσκίνισμα της σκόνης του κρεμμυδιού: Λαμβάνει χώρα στα τελευταία στάδια της διαδικασίας μεταποίησης και περιλαμβάνει τον έλεγχο της παραγόμενης σκόνης κρεμμυδιού με την χρήση κοσκίνων. Η σκοπιμότητα του συγκεκριμένου σταδίου έγκειται στην απομάκρυνση τυχόν μερών του κρεμμυδιού, τα οποία διέφυγαν από τις προηγούμενες διαδικασίες και κατά συνέπεια, δεν πληρούν τις προδιαγραφές του τελικού προϊόντος.

8. Συσκευασία της σκόνης κρεμμυδιού: Αποτελεί το τελευταίο στάδιο της γραμμής παραγωγής, κατά το οποίο η παραγόμενη σκόνη του κρεμμυδιού τοποθετείται σε επιλεγμένες συσκευασίες, προκειμένου να αποθηκευτεί και να μεταφερθεί στα σημεία πώλησης του προϊόντος.

Σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας εφαρμόζονται πιστοποιημένες διαδικασίες και τεχνολογίες, ώστε να πληρούνται οι προδιαγραφές, που έχουν οριστεί και καθορίζουν το τελικό προϊόν και την ποιότητά του.



Σχήμα 3.2: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας μεταποίησης, στα πλαίσια του επενδυτικού σχεδίου. (Πηγή: πρωτότυπο)

3.4.2.2 Παρουσίαση της δυναμικότητας παραγωγής

Το σχέδιο μεταποίησης του νωπού προϊόντος σε σκόνη κρεμμυδιού αφορά στην επεξεργασία 415 τόνων κρεμμυδιού ετησίως, τα οποία προκύπτουν από την καλλιέργεια 35 στρεμμάτων για την χειμωνιάτικη παραγωγή, και 50 στρεμμάτων για την καλοκαιρινή παραγωγή. Η συγκομιδή του νωπού προϊόντος από τους παραγωγούς, πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια του Απριλίου για τα χειμωνιάτικα κρεμμύδια, ενώ για την καλοκαιρινή σοδειά ξεκινάει στα τέλη του Ιουλίου. Η αγροτική επιχείρηση διαθέτει ψυγεία και κατάλληλους χώρους, όπου λαμβάνει χώρα η αποθήκευση και η συντήρηση της συλλεγμένης ποσότητας κρεμμυδιού μέχρι τη στιγμή της διάθεσής της προς επεξεργασία και μεταποίηση.

Το νωπό κρεμμύδι αποτελεί την πρώτη ύλη για τη διαδικασία παραγωγής της σκόνης κρεμμυδιού και η επεξεργασία του λαμβάνει χώρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η διεργασία της αφυδάτωσης, η οποία αποτελεί το πλέον σημαντικό και χρονοβόρο στάδιο της συνολικής διαδικασίας, πραγματοποιείται παράλληλα με τη λειτουργία του λέβητα καύσης της βιομάζας, προκειμένου να αξιοποιεί τη θερμότητα από τα εκπεμπόμενα καυσαέρια. Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη την ετήσια λειτουργία του ξηραντηρίου και τη διαθέσιμη ποσότητα προς ξήρανση, επιλέγεται η κατάλληλη τεχνολογία, η οποία θα ανταποκρίνεται τόσο στις απαιτήσεις της ξήρανσης, όσο και στις προδιαγραφές του επιθυμητού προϊόντος.

Έπειτα από επικοινωνία με επιχειρήσεις, που δραστηριοποιούνται στον τομέα της αφυδάτωσης λαχανικών, καθώς και με κατασκευαστές, που αναπτύσσουν τέτοιου τύπου τεχνολογίες, επιλέχθηκε η μέθοδος αφυδάτωσης με θερμό αέρα να πραγματοποιείται με την εγκατάσταση ενός αδιαβατικού ξηραντήρα με θάλαμο ξήρανσης, ο οποίος χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω στοιχεία:

- **Χωρητικότητα ανά παρτίδα:** 1.000kg ~ 1.500kg
- **Ρυθμός Ξήρανσης:** 45 lt/h
- **Θερμοκρασία Ξήρανσης:** 70°C ~ 80°C
- **Παροχή Αέρα Ξήρανσης:** 23.500 m³/h
- **Διαστάσεις Θαλάμου Ξήρανσης (Μήκος/Πλάτος/Υψος):** 5,6m/2,0m/2,2m
- **Υλικό Κατασκευής:** Ανοξείδωτος χάλυβας
- **Συνολική Ισχύς Ανεμιστήρων Παροχής Αέρα:** 2,5 kW

Με βάση τα χαρακτηριστικά του θαλάμου ξήρανσης και τα δεδομένα παραγωγής, που υπεισέρχονται στη συγκεκριμένη μελέτη, υπολογίζεται πως η δυναμικότητα της αφυδάτωσης ανέρχεται σε 1,35 tn/day, ενώ η μονάδα του ξηραντηρίου πρόκειται να λειτουργεί, επί εικοσιτετραώρου βάσεως, για περίπου 308 ημέρες ετησίως. Αυτό σημαίνει πως, ο χρόνος λειτουργίας του ξηραντηρίου αντιστοιχεί σε 10 μήνες και 10 ημέρες και κατά συνέπεια, λαμβάνει χώρα κατά τη περίοδο μεταξύ του Ιανουαρίου και του πρώτου δεκαημέρου του Νοεμβρίου, ταυτόχρονα με τη λειτουργία του λέβητα παροχής θερμότητας στο ζυθοποιείο. Παράλληλα εκτιμάται πως, η απόδοση του κρεμμυδιού σε ξηρή σκόνη προϊόντος ανά κιλό πρώτης ύλης ανέρχεται σε 150 gr, δηλαδή σε ποσοστό 15% [30].

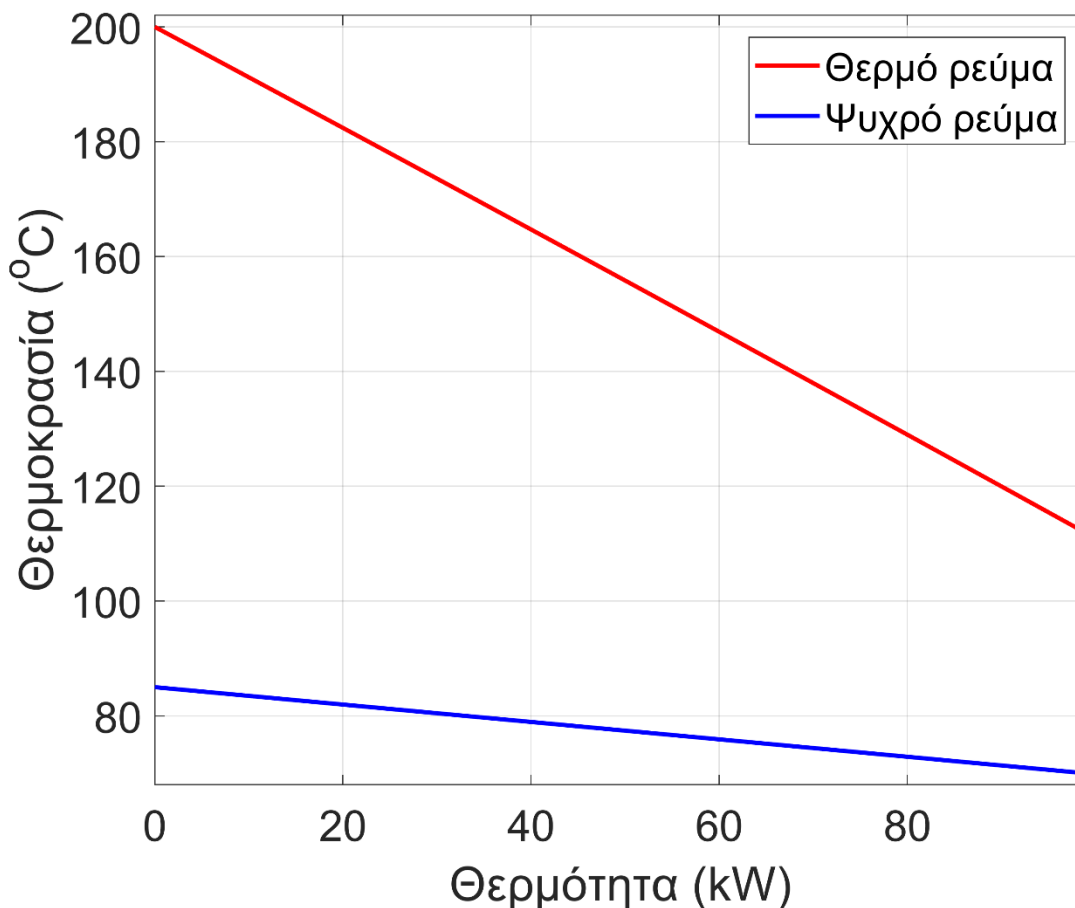
3.4.2.3 Εφαρμογή του εναλλάκτη θερμότητας καυσαερίου-αέρα για την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας των καυσαερίων στην υλοποίηση της ξήρανσης

Η αφυδάτωση της νωπής πρώτης ύλης, που εισέρχεται στην παραγωγική διαδικασία της σκόνης κρεμμυδιού, προϋποθέτει την παροχή θερμού ρεύματος αέρα στο εσωτερικό του θαλάμου ξήρανσης, ικανού να εξατμίσει την ποσότητα του περιεχόμενου νερού στο προϊόν και να υποβιβάσει την υγρασία του στα επιθυμητά επίπεδα (3% ~ 5%). Η απαιτούμενη θερμική ενέργεια του αέρα, που προορίζεται για τη διεργασία της εξάτμισης, εξασφαλίζεται από την εφαρμογή ενός εναλλάκτη θερμότητας καυσαερίου-αέρα, ο οποίος θα εκμεταλλεύεται την αυξημένη θερμοκρασία των καυσαερίων, που προέρχονται από την καύση της βιομάζας, και

μέσα από ένα σύστημα αγωγών με πτερύγια, θα θερμαίνει τον αέρα, που εισρέει στον θάλαμο του ξηραντηρίου.

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας, που απαιτείται για τη μετάδοση της αναγκαίας θερμότητας, και κατά συνέπεια του εναλλάκτη θερμότητας, είναι απαραίτητη η γνώση των θερμοκρασιών και των παροχών των δύο ρευστών. Στη συγκεκριμένη μελέτη, το καυσαέριο, το οποίο παράγεται από την καύση των θρυμματισμένων κλαδιών και εξέρχεται από τον λέβητα βιομάζας μετά από το φίλτρο σωματιδίων ESP, αποτελεί το θερμό ρεύμα του εναλλάκτη και χαρακτηρίζεται από μία θερμοκρασία $\sim 200^{\circ}\text{C}$ και από μία παροχή $\sim 3.984 \text{ m}^3/\text{h}$. Από την άλλη, το ψυχρό ρεύμα αέρα, το οποίο εισέρχεται στον εναλλάκτη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($\sim 20^{\circ}\text{C}$) και προορίζεται να επιτελέσει το θερμικό μέσο της ξήρανσης, πρέπει να αποκτήσει τις απαιτούμενες τιμές αφυδάτωσης, οι οποίες, όπως παρουσιάστηκαν, ανέρχονται σε $\sim 80^{\circ}\text{C}$ για τη θερμοκρασία αέρα ξήρανσης, και σε $23.500 \text{ m}^3/\text{h}$ για την παροχή αέρα ξήρανσης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα και έπειτα από σχετικούς υπολογισμούς, που διεξήχθησαν από τον κ. Τρύφωνα Ρουμπεδάκη, υποψήφιο διδάκτορα της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ, με την χρήση κώδικα του εργαστηρίου, προέκυψε το Διάγραμμα 3.2 και προσδιορίστηκαν οι απαιτήσεις των χαρακτηριστικών του εναλλάκτη θερμότητας. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα απεικονίζονται οι τιμές, εισόδου και εξόδου, των θερμοκρασιών των δύο ρευμάτων, που διαρρέουν τον εναλλάκτη θερμότητας, καθώς και η θερμοροή, από το θερμό στο ψυχρό ρεύμα. Γίνεται αντιληπτό πως, η θερμοκρασία του καυσαερίου μεταβαίνει από τους 200°C στους $\sim 110^{\circ}\text{C}$, εντός του εναλλάκτη, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του αέρα της ξήρανσης από τους $\sim 20^{\circ}\text{C}$ στους $\sim 80^{\circ}\text{C}$. Η θερμότητα, που εναλλάσσεται, από το θερμό στο ψυχρό ρεύμα είναι της τάξεως των 100 kW , και απαιτεί την παρουσία ενός εναλλάκτη, μήκους $2,5 \text{ m}$, τριών διαδρομών, με πτερύγια και με 14 σωλήνες εξωτερικής διαμέτρου 25 mm . Επιλέγοντας δύο συστοιχίες των 7 σωλήνων, προέκυψε το συνολικό εμβαδό του εναλλάκτη ίσο με $73,48 \text{ m}^2$, και η μέση τιμή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας U ίση με $20,69 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.



*Διάγραμμα 3.2: Απεικόνιση της μεταβολής των μεγεθών Θερμοκρασίας - Θερμότητας για το θερμό και το ψυχρό ρεύμα του εναλλάκτη θερμότητας.
(Πηγή: πρωτότυπο)*

3.5 Συνολική παρουσίαση του επενδυτικού σχεδίου

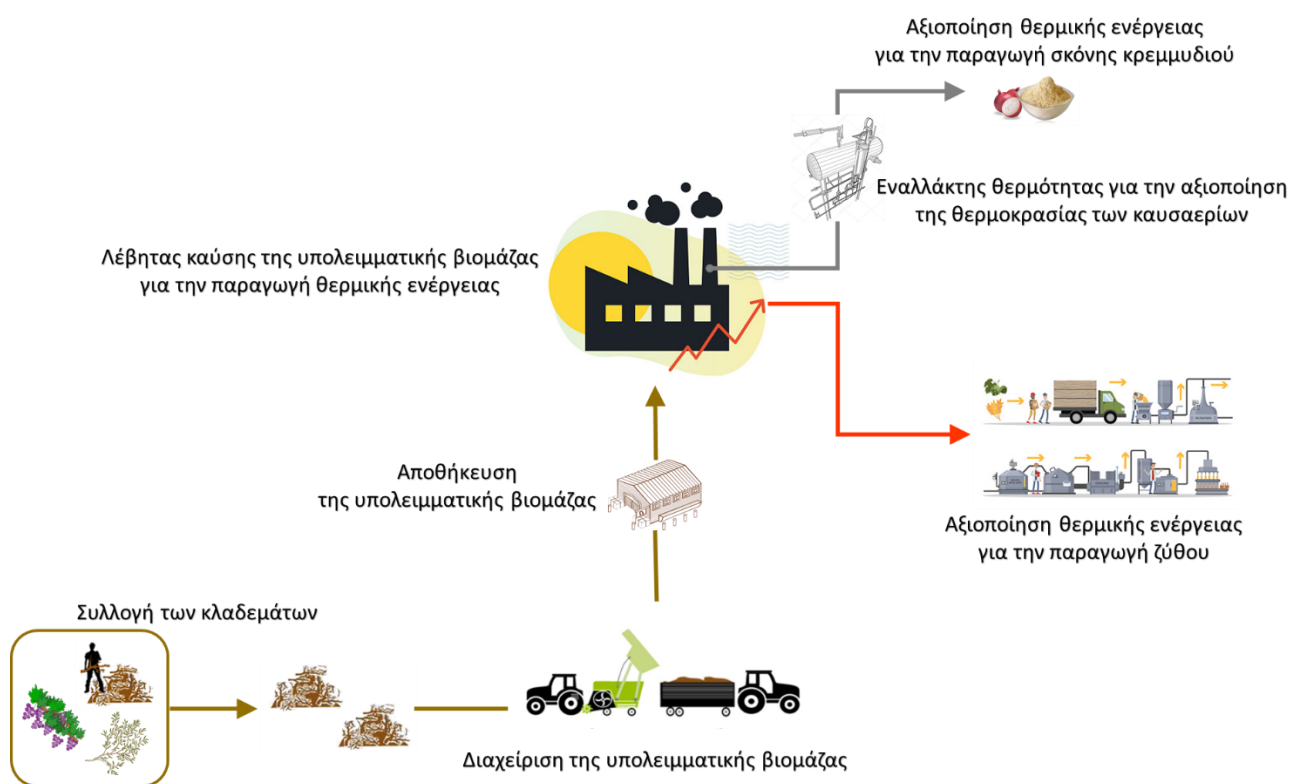
Έπειτα από τον σχεδιασμό και την περιγραφή του τρόπου λειτουργίας κάθε συνιστώσας του επενδυτικού σχεδίου, προκύπτει η ανάγκη της συνολικής παρουσιάσής του, προκειμένου να προσδιοριστεί ο συσχετισμός και η αλληλουχία των επιμέρους τμημάτων και να εκτιμηθούν τα χρηματοοικονομικά μεγέθη των εισροών και των εκροών. Με αυτό τον τρόπο αποκτάται η εποπτεία του συνόλου της νέας επένδυσης και υπολογίζονται τα δεδομένα, που λαμβάνουν μέρος στην οικονομική ανάλυση, η οποία παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 4.

3.5.1 Παρουσίαση του συσχετισμού των συνιστωσών του επενδυτικού σχεδίου

Στα πλαίσια της επενδυτικής πρότασης, αναπτύσσονται πολλές διαφορετικές δραστηριότητες, οι οποίες συνδέουν τον αγροτικό τομέα με τον ενεργειακό, έχοντας την αξιοποίηση της πράσινης ενέργειας ως κοινή συνισταμένη, για την τροφοδοσία των λειτουργιών τους. Ο κεντρικός μηχανισμός, γύρω από τον οποίο αναπτύσσονται όλες οι συνιστώσες του επενδυτικού σχεδίου, είναι ο λέβητας βιομάζας. Το καύσιμο, που απαιτείται για την εκκίνηση

και τη λειτουργία του, εξασφαλίζεται από την υπολειμματική βιομάζα των κλαδεμάτων των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής μελέτης του Δήμου Τανάγρας. Παράλληλα, τα προϊόντα, που προκύπτουν από την καύση των αγροτικών υπολειμμάτων και από τη λειτουργία του λέβητα, αξιοποιούνται με τη μορφή θερμικής ενέργειας για τις διαδικασίες παραγωγής της μύρας και της σκόνης κρεμμυδιού.

Πιο συγκεκριμένα, η ωφέλιμη θερμική ενέργεια, που παράγεται από τη λειτουργία του λέβητα βιομάζας, αξιοποιείται από την Ολυμπιακή Ζυθοποιία, με σκοπό την πλήρωση των θερμικών της αναγκών, ενώ τα καυσαέρια, εκμεταλλεύονται από έναν εναλλάκτη θερμότητας, προκειμένου να θερμάνουν το θερμό ρεύμα αέρα, που απαιτείται για την αφυδάτωση των κρεμμυδιών. Επομένως, το επενδυτικό σχέδιο προωθεί τρεις ενεργειακές δράσεις (αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας – αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας για την κάλυψη των απαιτήσεων του θερμικού καταναλωτή – αξιοποίηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων για την παραγωγή θερμότητας για βιομηχανική χρήση), οι οποίες διαδραματίζονται ταυτόχρονα, έχοντας ως συνδυαστικό κρίκο τη λειτουργία του λέβητα βιομάζας. Η αλληλουχία των δραστηριοτήτων παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.3.



Σχήμα 3.3: Σχηματική απεικόνιση των δραστηριοτήτων και των λειτουργιών, που λαμβάνουν χώρα στα πλαίσια του νέου επενδυτικού σχεδίου.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Είναι αναγκαίο να σημειωθεί πως, η αξιοποίηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων για την παραγωγή θερμικής ενέργειας αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα για την ενεργειακή αποδοτικότητα του επενδυτικού σχεδίου, καθώς αυξάνει τον βαθμό απόδοσης της συνολικής διαδικασίας. Ο ολικός θερμικός βαθμός απόδοσης, που προκύπτει από την συντονισμένη

λειτουργία όλων των τμημάτων της επένδυσης, εκτιμάται διαιρώντας το άθροισμα της θερμικής ισχύος του λέβητα βιομάζας (1.153 kW_{th}) και του εναλλάκτη θερμότητας (100 kW_{th}), με την προσδιδόμενη ισχύ του καυσίμου βιομάζας (1.325 kW_{th}), και η τιμή του ισούται με 94,5% (Σχήμα 3.4).



Σχήμα 3.4: Διάγραμμα Sankey για τη λειτουργία του λέβητα καύσης βιομάζας. (Πηγή: πρωτότυπο)

Η επιλογή της περιόδου λειτουργίας κάθε τμήματος του επενδυτικού σχεδίου έχει πραγματοποιηθεί με στόχο την εύρυθμη και ομαλή λειτουργία όλων των δραστηριοτήτων και των επιχειρήσεων, που συμμετέχουν σε αυτό. Με γνώμονα το χρονικό διάστημα, στο οποίο λαμβάνουν χώρα οι θερμικές καταναλώσεις της παραγωγικής διαδικασίας του ζυθοποιείου, προσδιορίζεται η περίοδος λειτουργίας του λέβητα βιομάζας και κατά συνέπεια, το διάστημα κατά το οποίο δύναται να πραγματοποιείται η εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων. Στο Διάγραμμα 3.3 παρουσιάζονται οι χρόνοι λειτουργίας κάθε μέρους του επενδυτικού σχεδίου και η χρονική τους αλληλουχία.

Εργασίες Επενδυτικού Σχεδίου	Μήνες											
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κλαδέματα ελαιώνων												
Κλαδέματα αμπελώνων												
Θρυμματισμός Βιομάζας												
Φυσική Ξήρανση Βιομάζας												
Μεταφορά βιομάζας για αποθήκευση												
Λειτουργία ζυθοποιείου												
Λειτουργία λέβητα βιομάζας												
Λειτουργία εναλλάκτη θερμότητας												
Λειτουργία μονάδας μεταποίησης κρεμμυδιού												

Διάγραμμα 3.3: Διάγραμμα Gantt για την απεικόνιση της περιόδου λειτουργίας κάθε δραστηριότητας, που λαμβάνει χώρα στα πλαίσια του νέου επενδυτικού σχεδίου. (Πηγή: πρωτότυπο)

3.5.2 Προσδιορισμός των οικονομικών τιμών για τις εισροές και τις εκροές, που προκύπτουν από την υλοποίηση και τη λειτουργία του συνολικού επενδυτικού σχεδίου

Η πραγματοποίηση του συγκεκριμένου επενδυτικού σχεδίου επιφέρει υψηλά κόστη επένδυσης και λειτουργίας, αλλά ταυτόχρονα περιλαμβάνει και πολλές πηγές εσόδων. Στο συγκεκριμένο εδάφιο πραγματοποιείται ο προσδιορισμός των χρηματικών εισροών και εκροών, τα οποία λαμβάνουν χώρα σε κάθε τμήμα της επένδυσης και αξιοποιούνται ως δεδομένα στην οικονομική μελέτη του Κεφαλαίου 4, με σκοπό την αξιολόγηση της βιωσιμότητας, της αποδοτικότητας και της κερδοφορίας του επενδυτικού σχεδίου.

3.5.2.1 Ταμειακές εισροές και εκροές από τη διαχείριση των αγροτικών υπολειμμάτων

Οι εκροές, που προκύπτουν από τη διαχείριση των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των ελαιώνων και των αμπελώνων της περιοχής μελέτης, απαρτίζονται από τα επενδυτικά κόστη για τη μελέτη και την κατασκευή των εγκαταστάσεων αποθήκευσης του στερεού βιοκαυσίμου, από τα ετήσια σταθερά κόστη για τη συντήρησή του και από το ειδικό κόστος συλλογής και διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας (Πίνακας 3.1).

- **Αρχικά Κόστη επένδυσης:** Περιλαμβάνουν τις δαπάνες, που απαιτούνται, για τον σχεδιασμό, την έκδοση οικοδομικής άδειας και την κατασκευή της κτηριακής εγκατάστασης από χάλυβα, διαστάσεων 100m x 30m x 6m (Μήκος – Πλάτος – Ύψος), στην οποία πρόκειται να αποθηκεύεται και να συντηρείται η θρυμματισμένη βιομάζα. Το αρχικό κόστος για την αγορά του οικοπέδου, στο οποίο τοποθετείται η αποθήκη των αγροτικών υπολειμμάτων, λαμβάνεται υπόψη στα επενδυτικά κόστη της μονάδας μεταποίησης, δεδομένου ότι σε αυτό φιλοξενούνται τόσο οι κτηριακές υποδομές της μονάδας μεταποίησης του κρεμμυδιού σε σκόνη όσο και το κτήριο εγκατάστασης του λέβητα βιομάζας. Σημειώνεται ότι το κόστος κτήσης του εξοπλισμού συλλογής και διαχείρισης της βιομάζας (θρυμματιστές, ελκυστήρες και πλατφόρμες μεταφοράς) ανήκει στα αρχικά κόστη επένδυσης, αλλά επειδή δεν πραγματοποιήθηκε αναλυτικός υπολογισμός των συγκεκριμένων δαπανών, λήφθηκε υπόψη μέσω του ειδικού κόστους συλλογής και διαχείρισης της βιομάζας. Επομένως, το αρχικό κόστος για τη μελέτη και την κατασκευή του κτηριακού όγκου αποθήκευσης του στερεού βιοκαυσίμου εκτιμάται στα 460.000,00 €, βάσει των τιμών, που επικρατούν, για τα οικοδομικά υλικά και τις αντίστοιχες εργασίες, στην τοπική αγορά.
- **Σταθερά Κόστη:** Αναφέρεται στις πάγιες δαπάνες, που πραγματοποιούνται στα πλαίσια της διαχείρισης των αγροτικών υπολειμμάτων, και σημειώνονται σε ετήσια βάση. Στα σταθερά κόστη, που υπεισέρχονται σε αυτή την κατηγορία, είναι η μισθοδοσία του προσωπικού, που εργάζεται στη συντήρηση της βιομάζας, και η συντήρηση του εξοπλισμού διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας. Ωστόσο, στη συγκεκριμένη περίπτωση, η μισθοδοσία των εργαζομένων λαμβάνεται υπόψη στις σταθερές δαπάνες του λέβητα βιομάζας, καθώς πραγματοποιείται από το εργατικό προσωπικό που απασχολείται στα τμήματα λειτουργίας του λέβητα, ενώ οι δαπάνες

συντήρησης εμπεριέχονται στο ειδικό κόστος διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας, και λαμβάνονται υπόψη μέσω αυτού.

- **Μεταβλητά Κόστη:** Περιλαμβάνει τις δαπάνες, που περιγράφηκαν στην ενότητα 2.5, και σχετίζονται με τη συλλογή, την επεξεργασία και τη μεταφορά των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα της περιοχής μελέτης. Η τιμή του ειδικού κόστους κυμαίνεται μεταξύ 40 €/tn και 70 €/tn, και για την εκτίμηση του τρόπου και του βαθμού επίδρασης στο επενδυτικό σχέδιο, πραγματοποιείται Ανάλυση Ευαισθησίας με τιμή αναφοράς τη μέση τιμή των 55 €/tn. Το συνολικό κόστος συλλογής και διαχείρισης των αγροτικών υπολειμμάτων προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του ειδικού κόστους με την ποσότητα της υπολειμματικής βιομάζας, και ισούται με 231.440,00 €.

Στις εισροές του συγκεκριμένου μέρους του επενδυτικού σχεδίου ανήκουν τα έσοδα από την παροχή υπηρεσιών διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας. Αυτή η τιμή επιβάλλεται στους παραγωγούς της περιοχής μελέτης και περιλαμβάνει τις εργασίες που λαμβάνουν χώρα για τη συλλογή των υπολειμμάτων του κλαδέματος από τα αγροτεμάχια, απαλλάσσοντας τους παραγωγούς από τον κόπο, το κόστος και τον χρόνο που πρέπει να διαθέσουν για την καύση ή την ενσωμάτωσή τους στο έδαφος. Σε ένα γενικότερο πλαίσιο, το κόστος της καύσης των κλαδεμάτων ανέρχεται περίπου σε ~4 €/tn και της ενσωμάτωσής τους στο έδαφος περίπου σε ~12 €/tn. Η απόδοση των δαπανών διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας, λόγω της υψηλής διακύμανσής τους (40-70€/tn), κρίνεται απαγορευτική προς τους παραγωγούς και, γι' αυτό τον λόγο, πραγματοποιήθηκε μία θεωρητική προσέγγιση της επιβολής της τιμής των 8 €/tn (ως η μέση αξία μεταξύ των τιμών 4 €/tn και 12 €/tn , που οι ίδιοι επιβαρύνονται, ανάλογα με την επεξεργασία που εφαρμόζουν), σύμφωνα με τα αποτελέσματα από τον αντίστοιχο υπολογισμό που διενεργήθηκε στα πλαίσια της μεταπτυχιακής εργασίας του κ. Σωτήριου Μουμούρη [17]. Επομένως, θεωρητικά, τα έσοδα από τις υπηρεσίες συλλογής και διαχείρισης των κλαδεμάτων ανέρχονται, κατά προσέγγιση, σε 33.664,00 €.

Πίνακας 3.1: Παρουσίαση ταμειακών εκροών και εισροών του επενδυτικού σχεδίου από τη διαχείριση των αγροτικών υπολειμμάτων.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Ταμειακές Εκροές από τη διαχείριση των αγροτικών υπολειμμάτων			
Περιγραφή			Συνολικό Κόστος
Αρχικά Κόστη Επένδυσης			
Μελέτη χώρου αποθήκευσης της βιομάζας			10.000 [€]
Κατασκευή χώρου αποθήκευσης της υπολειμματικής βιομάζας	3.000 [m ²]	150 [€/m ²]	450.000 [€]
Μεταβλητά Κόστη			
Συλλογή και διαχείριση της υπολειμματικής βιομάζας	4.208 [tn]	55 [€/tn]	231.440 [€]
Συνολικά Κόστη			691.440 [€]
Ταμειακές Εισροές από τη διαχείριση των αγροτικών υπολειμμάτων			
Περιγραφή			Συνολικά Έσοδα
Υπηρεσίες συλλογής και διαχείρισης υπολειμματικής βιομάζας	4.208 [tn]	8 [€/tn]	33.664 [€]

3.5.2.2 Ταμειακές εισροές και εκροές από τη λειτουργία της μονάδας καύσης της βιομάζας

Η μονάδα καύσης της βιομάζας αποτελείται από επιμέρους τμήματα, καθένα από τα οποία επιτελεί μία συγκεκριμένη λειτουργία, διαθέτοντας τον αντίστοιχο μηχανολογικό εξοπλισμό. Η εξασφάλιση των απαιτούμενων ηλεκτρομηχανολογικών διατάξεων και των κτηριακών εγκαταστάσεων, όπου πρόκειται να λαμβάνουν χώρα οι συνολικές διεργασίες, συνιστά την κύρια δαπάνη της λειτουργίας του λέβητα, και εντάσσεται στα αρχικά κόστη της επένδυσης. Από την άλλη, η παραγωγή θερμικής ενέργειας, σε κατάσταση κορεσμένου ατμού, και η πώλησή της στην Ολυμπιακή Ζυθοποιία για την πλήρωση των θερμικών αναγκών της γραμμής παραγωγής, αποτελεί την κύρια πηγή εσόδων, με την οποία επιδιώκεται, αρχικά, η αποπληρωμή της επένδυσης και, έπειτα, η κερδοφορία της (Πίνακας 3.2).

Οι εκροές, που προέρχονται από τη λειτουργία όλων των τμημάτων του λέβητα βιομάζας, διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: τα αρχικά κόστη επένδυσης, τα σταθερά κόστη και τα μεταβλητά κόστη.

- **Αρχικά Κόστη Επένδυσης:** Περιλαμβάνουν τις δαπάνες για τη μελέτη, την κτήση και την εγκατάσταση της κτηριακής μονάδας και των συστημάτων, που λαμβάνουν μέρος στις διεργασίες πριν, μετά, και κατά την πραγματοποίηση της καύσης, και αναλύονται στα εξής:
 - ο **Αρχικό Κόστος Κτηριακών Μονάδων:** Αναφέρεται στα έξοδα της κατασκευής των χώρων εγκατάστασης του λέβητα βιομάζας και των συστημάτων, που εξασφαλίζουν και συμπληρώνουν τη λειτουργία του. Η δαπάνη για τη μελέτη και την έκδοση της οικοδομικής άδειας, έχει ληφθεί υπόψη στα κόστη της αποθήκης της βιομάζας, καθώς θα εκδοθεί μία άδεια για τη συνολική μονάδα. Η απαιτούμενη επιφάνεια για την καλή και συντονισμένη λειτουργία όλων των συστημάτων εξαρτάται από τη διαμόρφωση του χώρου, και στη συγκεκριμένη περίπτωση, ανέρχεται σε 210 m². Το συνολικό ποσό του κόστους κατασκευών για τη συγκεκριμένη δυναμικότητα ανέρχεται σε 31.500,00 €.
 - ο **Αρχικό Κόστος Εξοπλισμού:** Περιέχει τα κόστη για τη μελέτη, την προμήθεια και την εγκατάσταση του εξοπλισμού, ο οποίος συμμετέχει σε όλα τα στάδια, που απαιτούνται για την καύση της βιομάζας, και περιλαμβάνει τα συστήματα τροφοδοσίας, καύσης, μεταφοράς του παραγόμενου ατμού, αξιοποίησης, απαγωγής και φιλτραρίσματος των καυσαερίων, ελέγχου και οπτικοποίησης των λειτουργιών, καθώς και καθαρισμού όλων των τμημάτων από την παραγόμενη σκόνη. Η τιμή του συνολικού κόστους του εξοπλισμού, έπειτα από επικοινωνία με κατασκευάστριες εταιρείες, εκτιμάται περίπου στα 590.000,00 €.
- **Σταθερά Κόστη:** Αποτελούν τις ετήσιες πάγιες δαπάνες, οι οποίες προκύπτουν κατά τη λειτουργία του λέβητα καύσης βιομάζας, και η τιμή τους είναι ανεξάρτητη από την ποσότητα παραγόμενης θερμικής ενέργειας. Απαρτίζονται από τα κόστη για τη μισθοδοσία του ανθρώπινου δυναμικού, και για τη συντήρηση του εξοπλισμού και των συστημάτων και οι τιμές τους διαμορφώνονται ως εξής:

- **Ετήσιο Κόστος Μισθοδοσίας του Ανθρώπινου Δυναμικού:** Το απαιτούμενο εργατικό προσωπικό της συνολικής εγκατάστασης απαρτίζεται από δέκα άτομα, τέσσερα σε κάθε βάρδια από την Δευτέρα μέχρι το Σάββατο και δύο την Κυριακή, τα οποία είναι υπεύθυνα για την επίβλεψη των συστημάτων και των διαδικασιών, την ομαλή λειτουργία της μονάδας και τη συντήρηση της υπολειμματικής βιομάζας. Η απασχόλησή τους πραγματοποιείται για 10,3 μήνες ετησίως και η ημερήσια αμοιβή τους ανέρχεται σε 30 €/ημέρα για εκείνους που εργάζονται από Δευτέρα μέχρι Σάββατο, και σε 60 €/ημέρα για εκείνους που εργάζονται την Κυριακή. Επομένως, το συνολικό ετήσιο κόστος αμοιβής του ανθρώπινου δυναμικού ισούται με 64.272,00 €.
- **Ετήσιο Κόστος Συντήρησης:** Αναφέρεται στις δαπάνες, που προκύπτουν από τις εργασίες συντήρησης του κτηριακού και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, οι οποίες εξασφαλίζουν την ποιοτική λειτουργία κάθε μέρους της εγκατάστασης. Η αξία του συγκεκριμένου κόστους εκτιμάται ότι αντιστοιχεί στο 2% του κόστους επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη και τα έξοδα για την προμήθεια των απαιτούμενων ανταλλακτικών εξαρτημάτων. Έτσι, η τιμή του συνολικού κόστους συντήρησης διαμορφώνεται στα 12.430,00 €.
- **Μεταβλητά Κόστη:** Περιλαμβάνουν τις ετήσιες επαναλαμβανόμενες δαπάνες της εγκατάστασης, των οποίων η τιμή εξαρτάται από τη λειτουργία της μονάδας και από την εκάστοτε τιμή προμήθειας, που επικρατεί στην αγορά. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η δαπάνη για την προμήθεια της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό την κάλυψη των ηλεκτρικών απαιτήσεων της μονάδας, συνιστά το μοναδικό μεταβλητό κόστος, το οποίο δεν χαρακτηρίζεται από μία σταθερή τιμή, αλλά παρουσιάζει μεταβολές μέσα στον χρόνο. Εκτιμώντας πως η ετήσια κατανάλωση ανέρχεται σε ~226.080,00 kWh_e/y, και δεδομένης της ισχύουσας τιμής των 0,07 €/kWh_e του ηλεκτρικού ρεύματος, προκύπτει το συνολικό κόστος προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας ίσο με 15.826,00 €.

Οι εισροές από τη λειτουργία του λέβητα βιομάζας προέρχονται από την πώληση της παραγόμενης θερμικής ενέργειας στον θερμικό καταναλωτή, την Ολυμπιακή Ζυθοποιία. Η καύση της βιομάζας έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας σε κατάσταση κορεσμένου ατμού, πίεσεως 5 bar, η οποία διοχετεύεται στο ζυθοποιείο της περιοχής μελέτης, προκειμένου να καλύψει τις θερμικές ανάγκες της ζυθοποίησης και των γραμμών παραγωγής της μύρας. Η τιμή διάθεσης της θερμικής ενέργειας δεν χαρακτηρίζεται από μία σταθερή αντιπροσωπευτική τιμή, αλλά διαμορφώνεται αφενός από το ειδικό κόστος της παραγόμενης θερμότητας, διαιρώντας τα εκτιμώμενα κόστη της παραγωγής με τη συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια (€/MWh_{th}), και αφετέρου από την αξία του καυσίμου, με το οποίο τροφοδοτείται στον παρόντα χρόνο η ζυθοποιία. Επιπλέον, για τη διαμόρφωση της εν λόγω τιμής λαμβάνεται υπόψη μία έκπτωση της τάξεως του 30% στην τιμή προμήθειας του φυσικού αερίου, με στόχο την προώθηση ενός ανταγωνιστικού προϊόντος προς τον καταναλωτή. Επομένως, με βάση το ειδικό κόστος παραγωγής θερμότητας από την καύση βιομάζας, το οποίο στη συγκεκριμένη εφαρμογή εκτιμάται ίσο με 50 €/MWh_{th}, και δεδομένης της ισχύουσας τιμής προμήθειας του φυσικού

αερίου, η οποία ισούται με 88 €/MWh_{th}, προκύπτει η τιμή διάθεσης της παραγόμενης θερμικής ενέργειας να ανέρχεται στα 61,6 €/MWh_{th}. Έπειτα από πολλαπλασιασμό της εν λόγω τιμής με την παραγόμενη θερμότητα, τα ετήσια έσοδα ανέρχονται σε 535.243,00 €.

Πίνακας 3.2: Παρουσίαση ταμειακών εκροών και εισροών του επενδυτικού σχεδίου από τη μονάδα καύσης της βιομάζας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Ταμειακές Εκροές από τη λειτουργία της μονάδας καύσης της βιομάζας			
Περιγραφή			Συνολικό Κόστος
Αρχικά Κόστη Επένδυσης			
Κατασκευή υποδομής	210 [m ²]	150 [€/m ²]	31.500 [€]
Μηχανολογικός εξοπλισμός (Σύστημα τροφοδοσίας, Λέβητας καύσης, Σύστημα συλλογής της τέφρας, Φίλτρο καυσαερίων ESP, Οικονομητήρας κλπ)			590.000 [€]
Σταθερά Κόστη			
Μισθοδοσία προσωπικού (Δευτέρα - Σάββατο)	8 άτομα	30 [€/d]	59.328 [€]
Μισθοδοσία προσωπικού (Κυριακή)	2 άτομα	60 [€/d]	4.944 [€]
Συντήρηση του εξοπλισμού			12.430 [€]
Μεταβλητά Κόστη			
Προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας	226 [MWh/y]	70 [€/MWh _e]	15.826 [€]
Συνολικά Κόστη			714.028 [€]
Ταμειακές Εισροές από τη λειτουργία της μονάδας καύσης της βιομάζας			
Περιγραφή			Συνολικά Έσοδα
Πώληση θερμικής ενέργειας	8.689 [MWh/y]	61,6 [€/MWh _{th}]	535.243 [€]

3.5.2.3 Ταμειακές εισροές και εκροές από τη μεταποίηση του κρεμμυδιού σε σκόνη

Η διαδικασία της μεταποίησης του νωπού κρεμμυδιού σε σκόνη κρεμμυδιού περιλαμβάνει όλα τα στάδια, που παρουσιάστηκαν στο εδάφιο 3.4.2.1, καθένα από τα οποία επιφέρει αρχικά κόστη και λειτουργικές δαπάνες στο επενδυτικό σχέδιο. Ωστόσο, το προϊόν της μεταποίησης και η διάθεσή του στην αγορά συνεισφέρουν στις συνολικές εισροές.

Οι εκροές, που προέρχονται από την μεταποίηση του κρεμμυδιού σε σκόνη, διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: τα αρχικά κόστη επένδυσης, τα σταθερά κόστη και τα μεταβλητά κόστη (Πίνακας 3.3).

- **Αρχικά Κόστη Επένδυσης:** Περιλαμβάνουν τα κόστη μελέτης, κτήσης και εγκατάστασης των κτηριακών μονάδων και του εξοπλισμού, που απαιτούνται για την υλοποίηση των διεργασιών της μεταποίησης, και αναλύονται στα εξής:
 - ο **Αρχικό Κόστος Κτηριακών Μονάδων:** Αναφέρεται στις δαπάνες που πραγματοποιούνται για την αγορά του οικοπέδου, τη μελέτη και την έκδοση της οικοδομικής άδειας, καθώς και την κατασκευή των χώρων παραγωγής, αποθήκευσης, παροχής υπηρεσιών και γραφείων της μονάδας μεταποίησης. Το συνολικό ποσό του κόστους κατασκευών για τη συγκεκριμένη δυναμικότητα ανέρχεται σε 70.500,00 €.
 - ο **Αρχικό Κόστος Εξοπλισμού:** Αφορά στα κόστη για τη μελέτη, την απόκτηση και την εγκατάσταση του εξοπλισμού, με τον οποίο επιτελούνται οι επιμέρους διεργασίες της μεταποίησης, και περιλαμβάνει τον αποφλοιωτή, την μηχανή τεμαχισμού, τη δεξαμενή απολύμανσης, τον εναλλάκτη θερμότητας, τον θάλαμο ξήρανσης, τον κονιοποιητή, τον συσκευαστή και διάφορα περιφερειακά εξαρτήματα, όπως είναι οι ταινίες μεταφοράς, οι σωληνώσεις του εναλλάκτη και ο εργαστηριακός εξοπλισμός. Η τιμή του συνολικού κόστους του εξοπλισμού εκτιμάται στα 76.040,00 €.

- **Σταθερά Κόστη:** Αποτελούν τις πάγιες δαπάνες της μονάδας μεταποίησης, οι οποίες προκύπτουν κατά τη λειτουργία της, και η τιμή τους είναι σταθερή από έτος σε έτος, χωρίς την παρουσία σχέσης εξάρτησης από την παραγωγική διαδικασία. Απαρτίζονται από τα κόστη για την στελέχωση και τη μισθοδοσία του εργατικού δυναμικού, την κάλυψη των αναλώσιμων αναγκών, καθώς και τη συντήρηση του εξοπλισμού και των μηχανημάτων, που υπεισέρχονται στη διαδικασία παραγωγής της σκόνης κρεμμυδιού. Οι τιμές τους διαμορφώνονται ως εξής:
 - ο **Ετήσιο Κόστος Μισθοδοσίας του Ανθρώπινου Δυναμικού:** Αναφέρεται στις δαπάνες, που προκύπτουν από την στελέχωση και την αμοιβή του ανθρώπινου δυναμικού, που λαμβάνει μέρος στην εφοδιαστική αλυσίδα της μεταποίησης. Περιλαμβάνει τα κόστη εκπαίδευσης και μισθοδοσίας όλων των εργαζομένων, στους οποίους ανήκουν ο Γενικός Διευθυντής, ο Τεχνολόγος Τροφίμων, ο Γραμματέας και τρία άτομα της γραμμής παραγωγής. Το ετήσιο κόστος για την πλήρωση των ανθρώπινων πόρων ισούται με 71.400,00 €.
 - ο **Ετήσιο Κόστος Συντήρησης:** Πρόκειται για τις δαπάνες, που προκύπτουν από την χρήση του εξοπλισμού και την φθορά του χρόνου, και εξασφαλίζουν την καλή λειτουργία κάθε μέρους της μονάδας μεταποίησης. Η αξία του υπολογίζεται ως το 2% του κόστους επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη και τα έξοδα για την προμήθεια των αναλώσιμων αγαθών. Έτσι, η τιμή του συνολικού κόστους συντήρησης διαμορφώνεται στα 2.931,00 €.

- **Μεταβλητά Κόστη:** Αφορούν στις ετήσιες επαναλαμβανόμενες δαπάνες της μονάδας μεταποίησης, οι οποίες δεν χαρακτηρίζονται από μία σταθερή τιμή, αλλά εξαρτώνται από την παραγωγική διαδικασία. Περιέχουν τα κόστη της προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας και της αγοράς της πρώτης ύλης νωπού προϊόντος, και η τιμή τους προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του ειδικού κόστους με την αντίστοιχη ποσότητα (ενέργειας ή προϊόντος, ανάλογα με την δαπάνη).
 - ο **Ετήσιο Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας:** Περιλαμβάνει τη δαπάνη για την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας, που απαιτείται για τη λειτουργία τόσο των κτηριακών εγκαταστάσεων όσο και του εξοπλισμού της παραγωγικής διαδικασίας. Η δαπάνη του ηλεκτρικού ρεύματος αποτελεί δυναμικό κόστος για τη μονάδα μεταποίησης, καθώς δεν χαρακτηρίζεται από μία σταθερή τιμή, αλλά παρουσιάζει σχετικά μεγάλες μεταβολές μέσα στον χρόνο. Εκτιμώντας πως η ετήσια κατανάλωση ανέρχεται σε περίπου ~86.515 kWh_e/y, και δεδομένης της ισχύουσας τιμής των 0,07 €/kWh_e του ηλεκτρικού ρεύματος, προκύπτει το συνολικό κόστος προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας ίσο με 6.056,00 €.
 - ο **Ετήσιο Κόστος Πρώτης Ύλης:** Συνιστά μία από τις κυριότερες δαπάνες της μονάδας μεταποίησης, καθώς αναφέρεται στο προϊόν γύρω από το οποίο αναπτύσσεται η παραγωγική διαδικασία. Το κόστος της πρώτης ύλης υπολογίζεται από τον πολλαπλασιασμό της ποσότητας του κρεμμυδιού προς επεξεργασία, 415 tn, και της τιμής αγοράς του από τον παραγωγό, 25 €/tn, με αποτέλεσμα να ισούται με 103.750,00 €.

Η επιχειρηματική δραστηριότητα της μονάδας μεταποίησης, μέσα από την προώθηση του προϊόντος που παράγει, αποτελεί μία πρόσθετη πηγή εσόδων για το επενδυτικό σχέδιο, και εκτιμάται, πολλαπλασιάζοντας την παραγόμενη ποσότητα σκόνης κρεμμυδιού με την επικρατούσα τιμή στην αγορά. Έπειτα από σχετική έρευνα για τη διακύμανση της αξίας προώθησης της σκόνης κρεμμυδιού στην εγχώρια και διεθνή αγορά, που διενεργήθηκε στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας με θέμα την αναλυτική μελέτη της συγκεκριμένης επιχειρηματικής πρότασης μεταποίησης, ορίστηκε η τιμή πώλησης να ισούται με 4,5 €/kg [30]. Για τη διαμόρφωσή της λήφθηκαν υπόψη, το ειδικό κόστος παραγωγής ανά μονάδα τελικού προϊόντος και η ανάλυση των τιμών χονδρικής πώλησης τόσο αναφορικά με τις ισχύουσες τιμές στην διεθνή αγορά, όσο και σε εθνικό επίπεδο εισαγωγών και εξαγωγών. Επομένως, δεδομένης της παραγόμενης σκόνης κρεμμυδιού, η οποία ανέρχεται σε 62,25 tn, προκύπτει πως τα ετήσια συνολικά έσοδα ισούνται με 280.125,00 €/y.

Πίνακας 3.3: Παρουσίαση ταμειακών εκροών και εισροών του επενδυτικού σχεδίου από τη μονάδα μεταποίησης του νωπού κρεμμυδιού σε σκόνη κρεμμυδιού.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Ταμειακές Εκροές από τη λειτουργία της μονάδας μεταποίησης του κρεμμυδιού			
Περιγραφή			Συνολικό Κόστος
Αρχικά Κόστη Επένδυσης			
Αγορά οικοπέδου (για τη λειτουργία των συνολικών μονάδων του επενδυτικού σχεδίου)	13 [στρ.]	1.500 [€/στρ.]	19.500
Μελέτη κτηριακών υποδομών			6.000 [€]
Κατασκευή υποδομής	300 [m ²]	150 [€/m ²]	45.000 [€]
Εξοπλισμός (Αποφλοιωτής, Μηχανή τεμαχισμού, Δεξαμενή απολύμανσης, Θάλαμος Ξήρανσης, Εναλλάκτης Θερμότητας, Κοινοποιητής κλπ)			76.040 [€]
Σταθερά Κόστη			
Μισθοδοσία προσωπικού (Διευθυντής)	1 άτομο	1.200 [€/month]	16.800 [€]
Μισθοδοσία προσωπικού (Τεχνολόγος Τροφίμων)	1 άτομο	1.100 [€/month]	15.400 [€]
Μισθοδοσία προσωπικού (Εργάτες)	4 άτομα	700 [€/month]	39.200 [€]
Συντήρηση του εξοπλισμού			2.931 [€]
Μεταβλητά Κόστη			
Προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας	86,5 [MWh _e /y]	70 [€/MWh _e]	6.056 [€]
Προμήθεια Α' ύλης νωπού κρεμμυδιού	415 [tn]	25 [€/tn]	103.750 [€]
Συνολικά Κόστη			330.677 [€]
Ταμειακές Εισροές από τη λειτουργία της μονάδας μεταποίησης του κρεμμυδιού			
Περιγραφή			Συνολικά Έσοδα
Πώληση μεταποιημένου προϊόντος (Σκόνη κρεμμυδιού)	62,25 [tn]	4.500 [€/tn]	280.125 [€]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Στο τελευταίο μέρος της επενδυτικής πρότασης, εξετάζεται η οικονομική αποδοτικότητα, η κερδοφορία και η βιωσιμότητα του επενδυτικού σχεδίου. Η οικονομική αξιολόγηση των συνολικών διεργασιών και τμημάτων, που υπεισέρχονται στην εν λόγω μελέτη, πραγματοποιείται με τον υπολογισμό των οικονομικών δεικτών της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV-ΚΠΑ), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR-ΕΒΑ) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (DPP-ΕΠΑ). Κατά την εφαρμογή της οικονομικής ανάλυσης, χρησιμοποιούνται οι τιμές από τα κόστη και τα έσοδα, που επιφέρει η κατασκευή, η εγκατάσταση και η λειτουργία κάθε συνιστώσας του επενδυτικού σχεδίου, όπως εκτιμήθηκαν στην ενότητα 3.5.

4.1 Περιγραφή των οικονομικών δεικτών

Η συγκεκριμένη ενότητα έχει στόχο την απόδοση της έννοιας των οικονομικών δεικτών, την παρουσίαση του τρόπου υπολογισμού τους και την περιγραφή της σχέσης, με την οποία υπεισέρχονται στην αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου, σύμφωνα με την Οικονομική Θεωρία [30],[31].

1. Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ-NPV)

Η Καθαρή Παρούσα Αξία ενός επενδυτικού σχεδίου συνιστά ένα από τα βασικότερα κριτήρια εκτίμησης της αποδοτικότητάς του και εκφράζει την αξία της επένδυσης ανηγμένη στην χρονική στιγμή «μηδέν», δηλαδή στον χρόνο έναρξης της εμπορικής λειτουργίας του. Ο προσδιορισμός της τιμής του δείκτη της ΚΠΑ, δίνεται από τη σχέση:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1+k)^t} + \frac{YA_N}{(1+k)^N} \quad (4.1)$$

όπου:

K₀: το κόστος της επένδυσης,

KTP_t: η Καθαρή Ταμειακή Ροή του έτους t,

k: η ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση των κεφαλαίων που επενδύονται (επιτόκιο αναγωγής)

N: η διάρκεια της επένδυσης σε έτη, και

YA_N: η υπολειμματική αξία της επένδυσης στο N-οστό έτος.

Στην περίπτωση που, η αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου πραγματοποιείται μέσω της τιμής του δείκτη NPV, διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- **NPV > 0**: Επιλογή του επενδυτικού σχεδίου.
- **NPV < 0**: Απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου.

- **NPV = 0:** Αδιαφορία του επενδυτή ως προς την επιλογή ή την απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου.

2. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA-IRR)

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης ενός επενδυτικού σχεδίου αποτελεί εκείνη την τιμή του επιτοκίου αναγωγής, που καθιστά μηδενική την παρούσα αξία της επένδυσης για τη διάρκεια της οικονομικής αξιολόγησης, και εκφράζει την απόδοση κεφαλαίου της αρχικής επένδυσης, κατά τη διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής του. Συνεπώς, ο δείκτης IRR προσδιορίζεται από την επίλυση της εξίσωσης:

$$-K_0 + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1 + IRR)^t} = 0 \quad (4.2)$$

όπου:

K₀: το κόστος της επένδυσης,

KTP_t: η Καθαρή Ταμειακή Ροή του έτους t, και

N: η διάρκεια της επένδυσης σε έτη.

Στην περίπτωση που, η αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου πραγματοποιείται μέσω της τιμής του δείκτη IRR, οι ανισοτικές σχέσεις λαμβάνουν χώρα ως προς την ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση των κεφαλαίων του επενδυτή, δηλαδή ως προς το επιτόκιο αναγωγής, και ισχύουν τα εξής:

- **IRR > k:** Επιλογή του επενδυτικού σχεδίου.
- **IRR < k:** Απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου.
- **IRR = k:** Αδιαφορία του επενδυτή ως προς την επιλογή ή την απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου.

3. Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ-DPP)

Η Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής ενός επενδυτικού σχεδίου είναι το πλήθος των ετών που απαιτούνται, προκειμένου να καλυφθεί το αρχικό κόστος, θεωρώντας ότι η υπολειμματική αξία της επένδυσης ισούται με μηδέν. Ουσιαστικά, εκφράζει την περίοδο επανάκτησης του κόστους της επένδυσης από τις Καθαρές Ταμειακές Ροές, και υπολογίζεται από την επίλυση της σχέσης:

$$-K_0 + \sum_{t=1}^x \frac{KTP_t}{(1 + k)^t} = 0 \quad (4.3)$$

όπου:

K₀: το κόστος της επένδυσης,

KTP_t: η Καθαρή Ταμειακή Ροή του έτους t,

k: το επιτόκιο αναγωγής, και

x: η διάρκεια μέχρι την αποπληρωμή της επένδυσης, σε έτη.

Σημειώνεται πως για την αξιολόγηση του δείκτη DPP, δεν διατυπώνονται συγκεκριμένες συνθήκες απόρριψης ή αποδοχής του επενδυτικού σχεδίου, αλλά η σύγκριση λαμβάνει χώρα σε σχέση με μία πρότυπη περίοδο. Η τιμή της πρότυπης περιόδου ορίζεται από τον επενδυτή και εξαρτάται από τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού, την περίοδο απαξίωσης του προϊόντος από την αγορά και τους επενδυτές, και άλλες αντίστοιχες παραμέτρους, που εκφράζουν την ελαχιστοποίηση της αξίας του επενδυτικού σχεδίου. Στη συγκεκριμένη μελέτη, ως πρότυπη περίοδος ορίζονται τα 10 έτη, τα οποία ανταποκρίνονται στην ελάχιστη διάρκεια ζωής των μηχανημάτων, δεδομένου ότι η θερμική ενέργεια και η σκόνη κρεμμυδιού αποτελούν δύο προϊόντα του επενδυτικού σχεδίου, τα οποία σημειώνουν ζήτηση και δεν προβλέπεται να απαξιωθούν σε λιγότερο χρόνο από την αγορά.

4.2 Οικονομική ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου

Η αξιολόγηση του νέου επενδυτικού σχεδίου, το οποίο αναπτύσσεται στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, πραγματοποιείται με τον προσδιορισμό των δεικτών της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV-ΚΠΑ), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR-EBA) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (DPP-ΕΠΑ). Ο υπολογισμός των συγκεκριμένων οικονομικών δεικτών προϋποθέτει την εκτίμηση όλων των ταμειακών εισροών και εκροών της επένδυσης, καθώς και τη γνώση της αξίας βασικών οικονομικών μεγεθών, όπως είναι ο φορολογικός συντελεστής, το επιτόκιο αναγωγής και άλλα στοιχεία, που σχετίζονται με τη λήψη επιχορήγησης ή επιχειρηματικού δανείου.

- **Σύνοψη των χρηματοροών του επενδυτικού σχεδίου**

Στην αξιολόγηση της επένδυσης υπεισέρχεται η έννοια των Καθαρών Ταμειακών Ροών (ΚΤΡ), η οποία αναφέρεται στη διαφορά μεταξύ των εσόδων, που προκύπτουν από την παροχή υπηρεσιών και από τις πωλήσεις (χρηματικές εισροές), και των εξόδων για τους συντελεστές παραγωγής και διάθεσης των προϊόντων, καθώς και για την καταβολή του φόρου και των τοκοχρεολυσίων, σε περίπτωση ύπαρξης δανειακών κεφαλαίων (χρηματικές εκροές) [33].

Οι χρηματικές εισροές του επενδυτικού σχεδίου αναφέρονται στα ετήσια έσοδα, που προέρχονται από την πώληση των παραγόμενων προϊόντων και από την παροχή υπηρεσιών διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας στους παραγωγούς της περιοχής μελέτης, και έχουν ήδη παρουσιαστεί στο εδάφιο 3.5. Πιο συγκεκριμένα, τα προϊόντα, που προωθούνται στους καταναλωτές, περιλαμβάνουν:

- την σκόνη κρεμμυδιού, για την οποία έχει οριστεί η τιμή διάθεσης στην αγορά να ισούται με 4,5 €/kg, και
- την θερμική ενέργεια από την καύση βιομάζας, η οποία πρόκειται να διοχετεύεται στο ζυθοποιείο της περιοχής μελέτης έναντι της τιμής των 61,6 €/MWh_{th}.

Επιπλέον, στα έσοδα του επενδυτικού σχεδίου συμπεριλαμβάνονται και οι ταμειακές εισροές από τις υπηρεσίες συλλογής των υπολειμμάτων από τα κλαδέματα, οι οποίες προσφέρονται προς τους παραγωγούς και τους απαλλάσσουν από δικά τους έξοδα, κόπο και χρόνο.

Οι χρηματικές εκροές του επενδυτικού σχεδίου υπολογίστηκαν αναλυτικά για κάθε επιμέρους τμήμα, στην ενότητα 3.5, και στην παρούσα παράγραφο, πραγματοποιείται η ομαδοποίησή τους ανά τύπο κόστους, όπως υπεισέρχονται στον υπολογισμό των ΚΤΡ. Κατά συνέπεια, διαμορφώνονται οι εξής κατηγορίες:

Αρχικό Κόστος Επένδυσης:

Περιλαμβάνει τις δαπάνες, που λαμβάνουν χώρα προκειμένου να εξασφαλιστεί η υλοποίηση όλων των διεργασιών του επενδυτικού σχεδίου. Επομένως, αναφέρεται:

- στην απόκτηση και στην εγκατάσταση του απαιτούμενου εξοπλισμού, στον οποίο ανήκουν τα μηχανήματα μεταποίησης, ο λέβητας βιομάζας, ο εναλλάκτης θερμότητας, οι σωληνώσεις, οι διάφορες βοηθητικές εγκαταστάσεις και το σύνολο του παρελκόμενου μηχανολογικού εξοπλισμού,
- στη μελέτη και στην κατασκευή των κτηριακών υποδομών, στις οποίες περιλαμβάνονται οι χώροι υλοποίησης των παραγωγικών διαδικασιών (μεταποίηση του κρεμμυδιού και παραγωγή θερμικής ενέργειας από την καύση βιομάζας), τα γραφεία υπηρεσιών και οι αίθουσες του ανθρώπινου δυναμικού, καθώς και οι χώροι αποθήκευσης των πρώτων υλών (καύσιμο βιομάζας και νωπό κρεμμύδι) και των παραγόμενων προϊόντων (σκόνη κρεμμυδιού), και
- στην αγορά του οικοπέδου, όπου πρόκειται να λάβουν χώρα όλα τα παραπάνω.

Το αρχικό κόστος της επένδυσης δύναται είτε να αποπληρωθεί ολοκληρωτικά από ίδια κεφάλαια, είτε ένα μέρος του να καλυφθεί με τη μορφή δανειοδότησης ή/και επιχορήγησης στα πλαίσια επενδυτικών προγραμμάτων.

Συνολικά Λειτουργικά Κόστη:

Αποτελούν το άθροισμα των σταθερών και των μεταβλητών δαπανών, που παρουσιάζονται σε ετήσια βάση και σχετίζονται με την εύρυθμη λειτουργία της συνολικής μονάδας, που πραγματεύεται το επενδυτικό σχέδιο. Επομένως, περιέχουν τα κόστη για:

- την αμοιβή των στελεχών και του εργατικού δυναμικού, που απασχολούνται στη διαδικασία μεταποίησης και γενικότερα, στην εφαρμογή του επενδυτικού σχεδίου (σταθερό κόστος),
- τη συντήρηση του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων (σταθερό κόστος), που εξασφαλίζουν την ομαλή και ασφαλή λειτουργία της συνολικής μονάδας ,
- την καταβολή του φόρου εισοδήματος και της ασφάλειας για το προσωπικό και τα μηχανήματα, το οποίο αποδίδεται στο κράτος (σταθερό κόστος),
- την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό την πλήρωση των συνολικών ηλεκτρικών απαιτήσεων (μεταβλητό κόστος),
- την αγορά της πρώτης ύλης σε νωπό κρεμμύδι, το οποίο προορίζεται να μεταποιηθεί σε σκόνη (μεταβλητό κόστος), και

- τη διαχείριση της υπολειμματικής βιομάζας από τα αγροτικά κλαδέματα, η οποία θα αποτελέσει το καύσιμο για τη λειτουργία του λέβητα βιομάζας (μεταβλητό κόστος).

Η αξία των μεταβλητών δαπανών επηρεάζονται άμεσα από εξωτερικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς, παράγοντες, και κατά συνέπεια, κρίνεται σκόπιμη η πραγματοποίηση Ανάλυσης Ευαισθησίας σε αυτές.

Πίνακας 4.1: Συγκεντρωτικός πίνακας των εσόδων και των εξόδων όλων των μονάδων του νέου επενδυτικού σχεδίου.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Κατηγορία κόστους		Τιμή (€)
Αρχικά Κόστη Επένδυσης	Κτηριακή υποδομή αποθήκευσης υπολειμματικής βιομάζας	460.000
	Κτηριακή υποδομή της μονάδας καύσης της βιομάζας	31.500
	Προμήθεια και εγκατάσταση του συστήματος καύσης της βιομάζας	590.000
	Αγορά του οικοπέδου & κτηριακή υποδομή για τη μονάδα μεταποίησης	70.500
	Προμήθεια και εγκατάσταση του εξοπλισμού της μονάδας μεταποίησης	76.040
	Έκτακτα έξοδα (5% του συνολικού κόστους επένδυσης)	61.402
	Σύνολο	1.289.442
Σταθερά Κόστη	Μισθοδοσία προσωπικού της μονάδας καύσης της βιομάζας	64.272
	Συντήρηση του εξοπλισμού της μονάδας καύσης της βιομάζας	12.430
	Μισθοδοσία προσωπικού της μονάδας μεταποίησης	71.400
	Συντήρηση του εξοπλισμού της μονάδας μεταποίησης	2.931
	Ασφάλεια και Φόροι (2% της αρχικής επένδυσης)	25.789
	Σύνολο	176.822
Μεταβλητά Κόστη	Κόστος συλλογής και διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας	231.440
	Προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας για τη μονάδα καύσης της βιομάζας	15.826
	Προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας για τη μονάδα μεταποίησης	6.056
	Αγορά Α' Ύλης νωπού κρεμμυδιού	103.750
	Σύνολο	357.072
Κατηγορία Ετήσιων Εσόδων		Τιμή (€)
1.	Υπηρεσίες συλλογής και διαχείρισης υπολειμματικής βιομάζας	33.664
2.	Πώληση θερμικής ενέργειας	535.243
3.	Πώληση σκόνης κρεμμυδιού	280.125
Σύνολο		849.032

Σημείωση: Με ανοιχτό πράσινο παρουσιάζονται τα έσοδα-έξοδα από τη διαχείριση της βιομάζας, με γκρι τα έσοδα-έξοδα από τη μονάδα καύσης της βιομάζας και με ανοιχτό πορτοκαλί τα έσοδα-έξοδα από τη μονάδα μεταποίησης του κρεμμυδιού σε σκόνη.

- **Αξιολόγηση της επένδυσης ως προς τα ίδια κεφάλαια με την χρήση δανείου και τη μέθοδο των Ίσων Τοκοχρεολυσίων**

Το επενδυτικό σχέδιο αξιολογείται ως προς τα ίδια κεφάλαια, το οποίο συνεπάγεται πως η τιμή του επιτοκίου αναγωγής, που λαμβάνει μέρος στην οικονομική ανάλυση, ισούται με την ελάχιστη απόδοση, που ορίζεται από τον επενδυτή ως ικανοποιητική για τα ίδια κεφάλαιά του. Επιπλέον, δεδομένου του υψηλού αρχικού κόστους για την πραγματοποίηση της επένδυσης, επιλέγεται η χορήγηση δανείου, με σκοπό την εξασφάλιση ενός τμήματος από τα χρηματικά κεφάλαια, συνεισφέροντας στην ταμειακή ευελιξία του επενδυτικού σχεδίου. Για τον υπολογισμό των τόκων και των χρεολυσίων εφαρμόζεται η μέθοδος των Ίσων Τοκοχρεολυσίων, θεωρώντας πως στο τέλος κάθε έτους καταβάλλεται σταθερή δόση, η οποία αποτελεί το άθροισμα των μειούμενων τόκων και των αυξανόμενων χρεολυσίων από έτος σε έτος. Το ετήσιο ποσό του τοκοχρεολυσίου X , λαμβάνει υπόψη το επιτόκιο δανεισμού i και ισομοιράζεται στα έτη αποπληρωμής n , σύμφωνα με τη σχέση 4.4 [37].

$$X = \frac{K \cdot i}{[1 - (1 + i)]^{-n}} \quad (4.4)$$

όπου:

K: το δανειζόμενο κεφάλαιο, που υπολογίζεται από τον πολλαπλασιασμό του ποσοστού χορήγησης του δανείου επί της συνολικής επένδυσης,

i: το επιτόκιο αποπληρωμής του δανείου, και

n: η διάρκεια αποπληρωμής του δανείου σε έτη.

Αφότου υπολογιστεί η τιμή του σταθερού τοκοχρεολυσίου, ο τόκος κάθε έτους προσδιορίζεται, πολλαπλασιάζοντας το εναπομένον κεφάλαιο δανεισμού με το επιτόκιο αποπληρωμής του δανείου, ξεκινώντας από το συνολικό κεφάλαιο δανεισμού, ενώ το χρεολύσιο προκύπτει αφαιρώντας τον τόκο κάθε έτους από το χρεολύσιο. Σημειώνεται πως, το εναπομένον κεφάλαιο δανεισμού για κάθε έτος προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ του κεφαλαίου δανεισμού του προηγούμενου έτους με το αντίστοιχο χρεολύσιο του προηγούμενου έτους.

Στη συνέχεια, με σκοπό τη διεκπεραίωση της οικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης, παρουσιάζονται οι τιμές των οικονομικών μεγεθών, που υπεισέρχονται σε αυτή, και περιλαμβάνουν τα εξής:

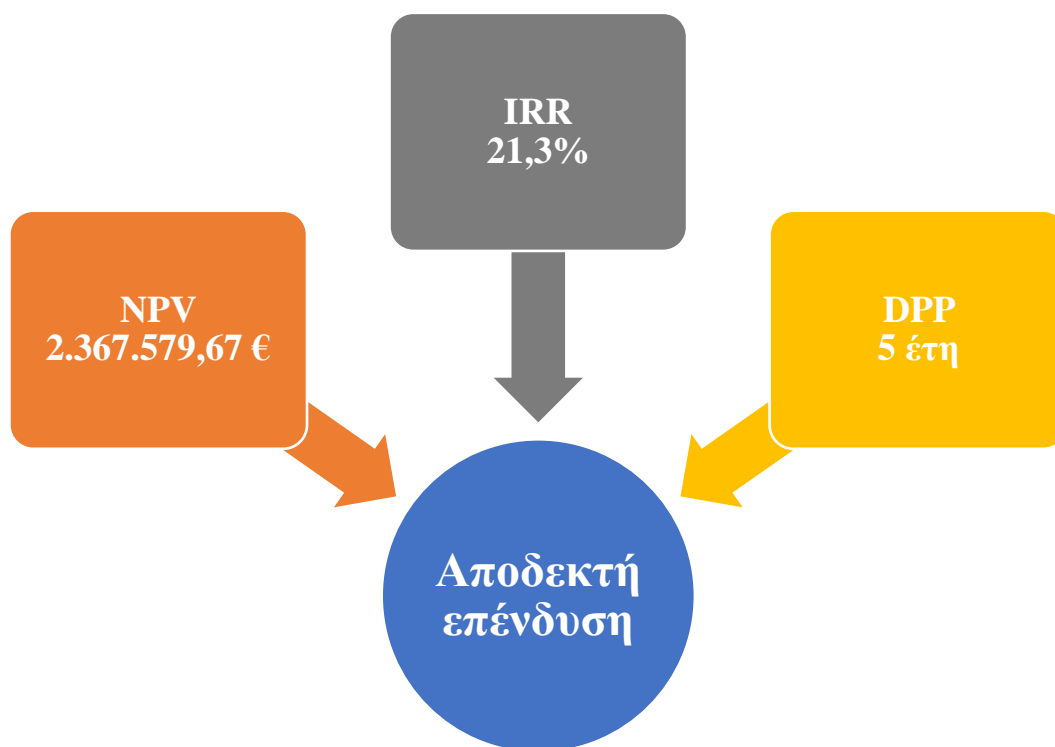
- Επιτόκιο αναγωγής, k : 3%, σύμφωνα με τη μέση τιμή των επιτοκίων προεξόφλησης, για τα επιχειρηματικά δάνεια με διάρκεια άνω των 5 ετών, από τα δεδομένα της Τράπεζας της Ελλάδος (ΤτΕ) για το 2020.
- Υπολειμματική αξία, YA : 20%
- Διάρκεια της επένδυσης, N : 20 έτη
- Φορολογικός συντελεστής επί των κερδών, $\Phi\Sigma$: 33%, που αντιστοιχεί σε επιχειρηματική δραστηριότητα φυσικού ή νομικού προσώπου (ομόρρυθμη και ετερόρρυθμη εταιρεία) με κέρδη μεγαλύτερα από 50.000,00 €.

- Ρυθμός απόσβεσης του συνόλου της επένδυσης, PA: 10%
- Ποσοστό χορήγησης δανείου επί της αρχικής επένδυσης: 20%
- Επιτόκιο αποπληρωμής δανείου, $i : 3,35\%$, που αντιστοιχεί σε επιχειρηματικό δάνειο από 250.001,00 € μέχρι 1.000.000,00 € με συγκεκριμένη διάρκεια [38]
- Περίοδος αποπληρωμής δανείου, n : 10 έτη

Έπειτα από τη διενέργεια της οικονομικής ανάλυσης, με βάση τα παραπάνω οικονομικά μεγέθη, προκύπτουν τα αποτελέσματα του Σχήματος 4.1 και τα αντίστοιχα συμπεράσματα της οικονομικής αξιολόγησης:

- ✓ **NPV > 0**, η επένδυση είναι αποδεκτή και κερδοφόρα.
- ✓ **IRR > 3%**, η επένδυση είναι αποδεκτή και παρουσιάζει μεγάλη αποδοτικότητα.
- ✓ **DPP < 10 έτη**, η επένδυση είναι αποδεκτή και αποσβένει σε λιγότερο χρόνο από την πρότυπη περίοδο, η οποία ορίζεται ίση με τον χρόνο ζωής των μηχανημάτων.

Επομένως, αποδεικνύεται πως το νέο επενδυτικό σχέδιο, συνδυάζει την υψηλή απόδοση και την κερδοφορία με τη σύντομη περίοδο αποπληρωμής, με αποτέλεσμα να αποτελεί δελεαστική επένδυση για το επιχειρηματικό κοινό.



Σχήμα 4.1: Αποτελέσματα των δεικτών NPV, IRR και ετών απόσβεσης από την οικονομική ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου με τη μέθοδο των ίσων τοκοχρεολυσίων. (Πηγή: πρωτότυπο)

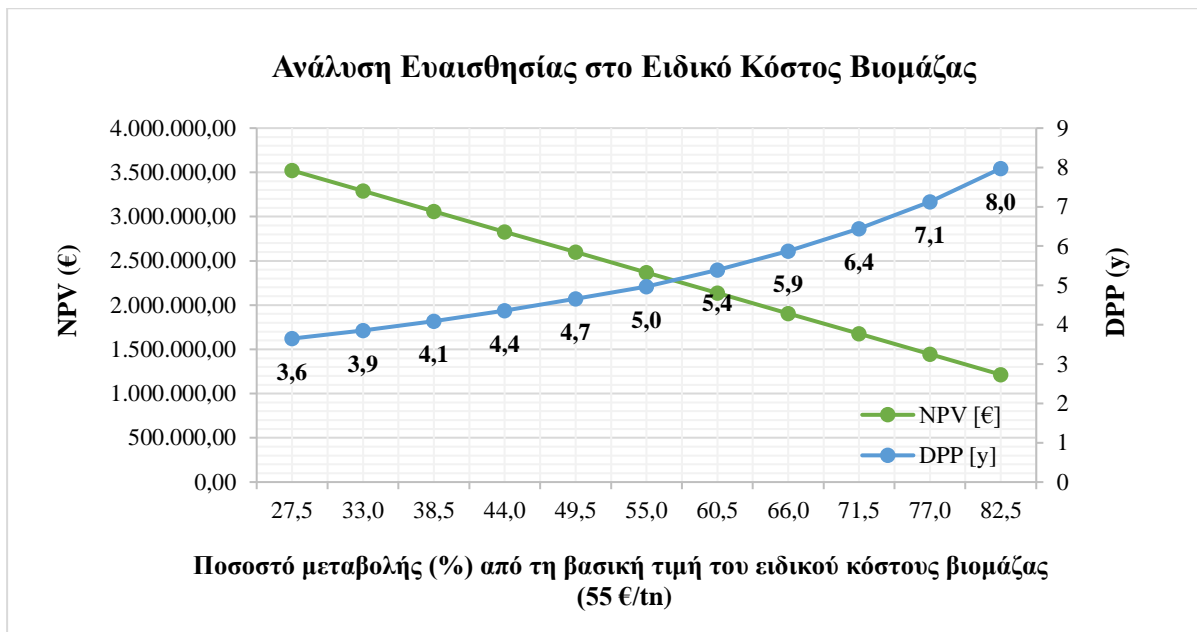
4.3 Ανάλυση Ευαισθησίας

Η πληρότητα της οικονομικής αξιολόγησης ενός επενδυτικού σχεδίου προϋποθέτει την εκτίμηση, τόσο της αποδοτικότητας της επένδυσης όσο και της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Η μεταβλητότητα των δεδομένων, που εισάγονται στην οικονομική μελέτη, και η αδυναμία πρόβλεψης των συνθηκών, που θα επικρατούν σε μελλοντικό χρόνο στην αγορά (επιτόκιο αναγωγής, διαθεσιμότητα, ζήτηση και τιμή προμήθειας του παραγόμενου προϊόντος), επηρεάζουν άμεσα την κερδοφορία και την αποτελεσματικότητα της μονάδας, δημιουργώντας αβεβαιότητα στην επένδυση. Με αυτό τον τρόπο, αναδύεται η ανάγκη εφαρμογής συμπληρωματικών μεθόδων, οι οποίες δύνανται να προσδιορίσουν τις παραμέτρους με την ισχυρότερη επιρροή στην αποδοτικότητα του έργου, καθώς και το μέγεθος αυτής της επίδρασης. Μία τέτοια οικονομική τεχνική είναι η Ανάλυση Ευαισθησίας, στα πλαίσια της οποίας εξετάζονται οι πλέον κρίσιμες μεταβλητές, και προσδιορίζεται ο τρόπος και ο βαθμός επίδρασης της μεταβολής τους, στους οικονομικούς δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης, NPV, IRR και DPP [40],[41].

Στο πρώτο στάδιο της Ανάλυσης Ευαισθησίας, ορίζεται το βασικό σενάριο, το οποίο αντιπροσωπεύει την κεντρική ιδέα του επενδυτικού σχεδίου και αναλύεται με βάση τις ισχύουσες τιμές των οικονομικών μεγεθών, και προσδιορίζεται η ταυτότητα των κρίσιμων και ευμετάβλητων παραμέτρων, που υπεισέρχονται στην οικονομική ανάλυση και απαιτείται η αξιολόγησή τους με Ανάλυση Ευαισθησίας. Στη συγκεκριμένη μελέτη το ειδικό κόστος της βιομάζας, το κόστος προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας, η τιμή διάθεσης της θερμικής ενέργειας, η τιμή διάθεσης της σκόνης κρεμμυδιού και το επιτόκιο αναγωγής τις μεταβλητές, οι οποίες λαμβάνουν μέρος στην ανάλυση ευαισθησίας. Μεταβάλλοντας, μεμονωμένα, την τιμή αναφοράς κάθε κρίσιμης μεταβλητής κατά ποσοστό +/- 10%, με όρια το +/- 40%, διατηρώντας αμετάβλητες τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων, εξάγονται νέες αξίες για τους οικονομικούς δείκτες, σχεδιάζοντας, με αυτό τον τρόπο, την καμπύλη μεταβολής της κάθε μεταβλητής. Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία για κάθε κρίσιμο παράγοντα, προκύπτει το τελικό αραχοειδές διάγραμμα, το οποίο παρουσιάζει την επίδραση της κάθε μίας μεταβλητής στην αξιολόγηση της επένδυσης [40],[41].

- **Ειδικό Κόστος Διαχείρισης της Υπολειμματικής Βιομάζας**

Η εκτίμηση του ειδικού κόστους συλλογής και διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφικά, αντλώντας δεδομένα από σχετικές μελέτες και από την εφαρμογή παρόμοιων έργων αξιοποίησης της γεωργικής βιομάζας. Η συνήθης αξία του συγκεκριμένου κόστους κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 40 €/tn_{dm} και 70 €/tn_{dm}, με τη μέση τιμή τους (55 €/tn_{dm}) να αποτελεί την τιμή αναφοράς για τη διενέργεια της οικονομικής ανάλυσης. Με σκοπό την πρόβλεψη της επίδρασης του ειδικού κόστους βιομάζας στην αποδοτικότητα του επενδυτικού σχεδίου και τη διασφάλιση της αξιοπιστίας της επένδυσης, πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας στο εύρος τιμών (27,5 - 82,5) €/tn_{dm}, το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό μεταβολής της τιμής αναφοράς του ειδικού κόστους κατά +/- 50%.

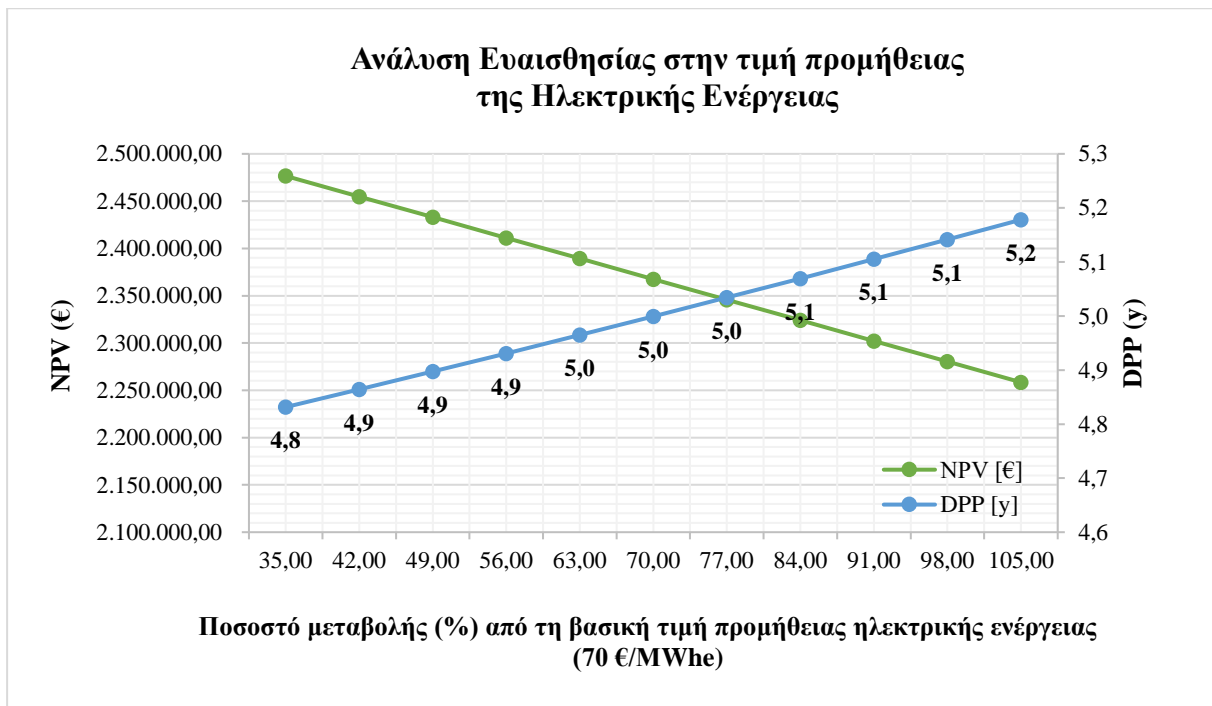


Διάγραμμα 4.1: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για το ειδικό κόστος διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Από τα αποτελέσματα του Διαγράμματος 4.1 γίνεται αντιληπτό πως, το ειδικό κόστος διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας έχει αρνητικό αντίκτυπο στην κερδοφορία του επενδυτικού σχεδίου, αυξάνοντας την περίοδο αποπληρωμής από τα 5 έτη στα 8 έτη, και μειώνοντας την ΚΠΑ της επένδυσης κατά 48,7%.

- **Κόστος Προμήθειας της Απαιτούμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας**

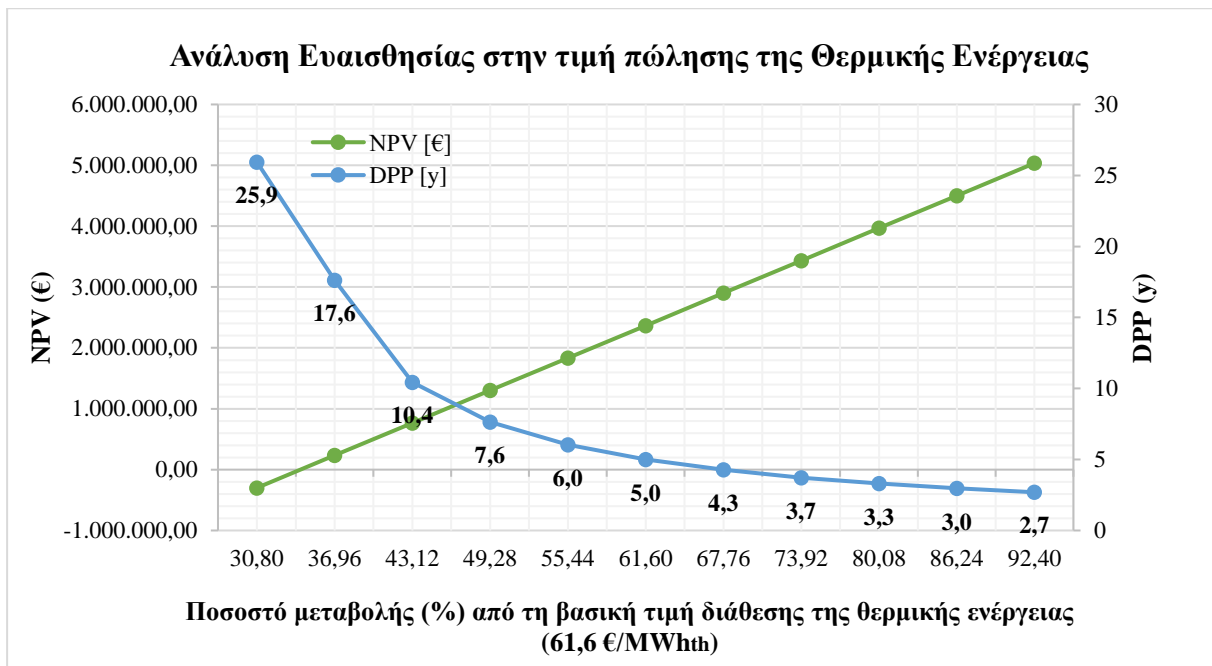
Το κόστος προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία εξασφαλίζει τη λειτουργία των εγκαταστάσεων του επενδυτικού σχεδίου, αποτελεί μία από τις πλέον ευμετάβλητες παραμέτρους της οικονομικής ανάλυσης, καθώς η αξία της παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του χρόνου. Ως τιμή αναφοράς ορίστηκε η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού για βιομηχανική χρήση με μέση κατανάλωση, η οποία αντιστοιχεί σε ~70 €/MWh_e, και η ανάλυση ευαισθησίας διενεργήθηκε μεταξύ των τιμών 35 €/MWh_e και 105 €/MWh_e, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 4.2. Από τα αποτελέσματά του διακρίνεται μία μικρή μείωση στον οικονομικό δείκτη NPV της επένδυσης, της τάξεως του 4,6%, ενώ η περίοδος αποπληρωμής αυξήθηκε κατά 0,2 έτη. Συγκριτικά με το ειδικό κόστος διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας, το κόστος προμήθειας της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας επιδρά σε μικρότερο βαθμό στην αποδοτικότητα του επενδυτικού σχεδίου, συνιστώντας μία πιο βέβαιη και αξιόπιστη παράμετρο στην οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης.



Διάγραμμα 4.2: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για την τιμή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

- **Τιμή Διάθεσης της Παραγόμενης Θερμικής Ενέργειας**

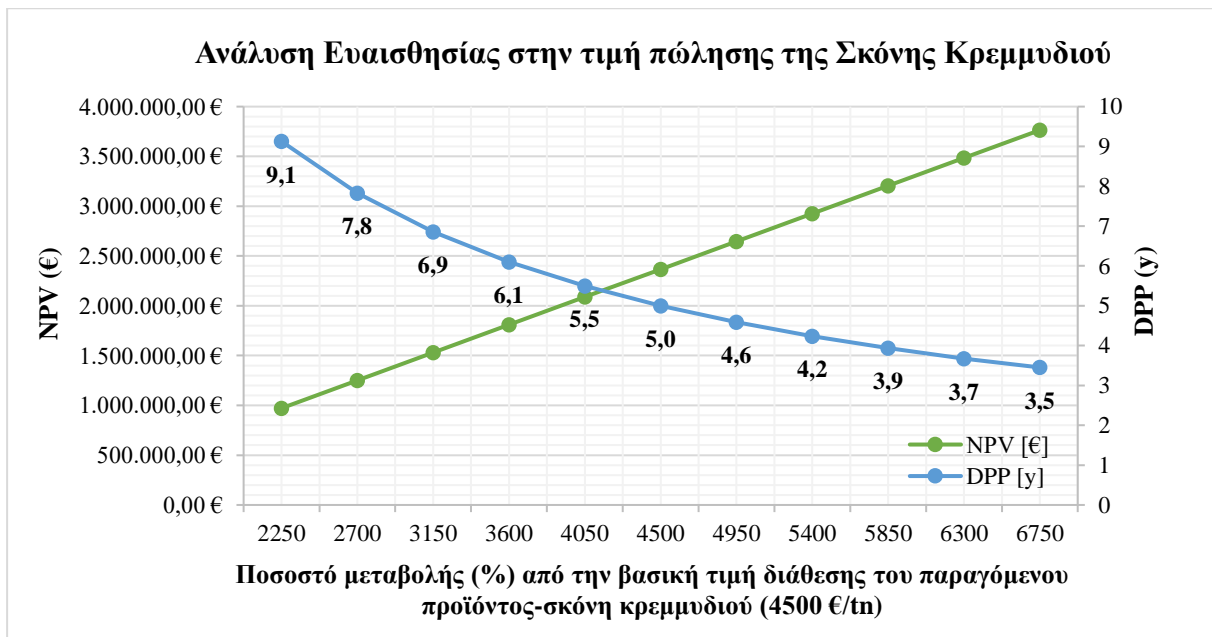
Η απουσία μίας συγκεκριμένης εμπορικής τιμής για τη διάθεση της θερμικής ενέργειας στην αγορά, την καθιστά ως μία από τις πλέον αβέβαιες παραμέτρους της οικονομικής ανάλυσης του επενδυτικού σχεδίου, για την οποία κρίνεται απαραίτητα η διεξαγωγή Ανάλυσης Ευαισθησίας. Όπως εκτιμήθηκε αναλυτικά στην παράγραφο των εισροών στο εδάφιο 3.5.2.2, ως βασική τιμή πώλησης της παραγόμενης θερμικής ενέργειας ορίστηκε η τιμή των 61,6 €/MWh_{th}, και κατά συνέπεια η ανάλυση ευαισθησίας πραγματοποιείται στο εύρος τιμών (35,0 – 105,0) €/MWh_{th}. Από το Διάγραμμα 4.3, διαπιστώνεται πως κάθε μεταβολή στην αξία της θερμικής ενέργειας επιδρά καθοριστικά στην αποδοτικότητα του επενδυτικού σχεδίου, δεδομένου ότι για 50% αύξηση στην τιμή πώλησής της, η ΚΠΑ της επένδυσης αυξάνεται κατά 112,7%, ενώ η περίοδος αποπληρωμής ελαττώνεται στα 2,7 έτη. Επομένως, πρόκειται για μία αρκετά ευαίσθητη μεταβλητή, με ισχυρή επιρροή στη διαμόρφωση της τιμής των οικονομικών δεικτών NPV, IRR και DPP.



Διάγραμμα 4.3: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για την τιμή πώλησης της παραγόμενης θερμικής ενέργειας.
(Πηγή: πρωτότυπο)

- **Τιμή Διάθεσης του Παραγόμενου Προϊόντος Υψηλής Προστιθέμενης Αξίας (Σκόνη Κρεμμυδιού)**

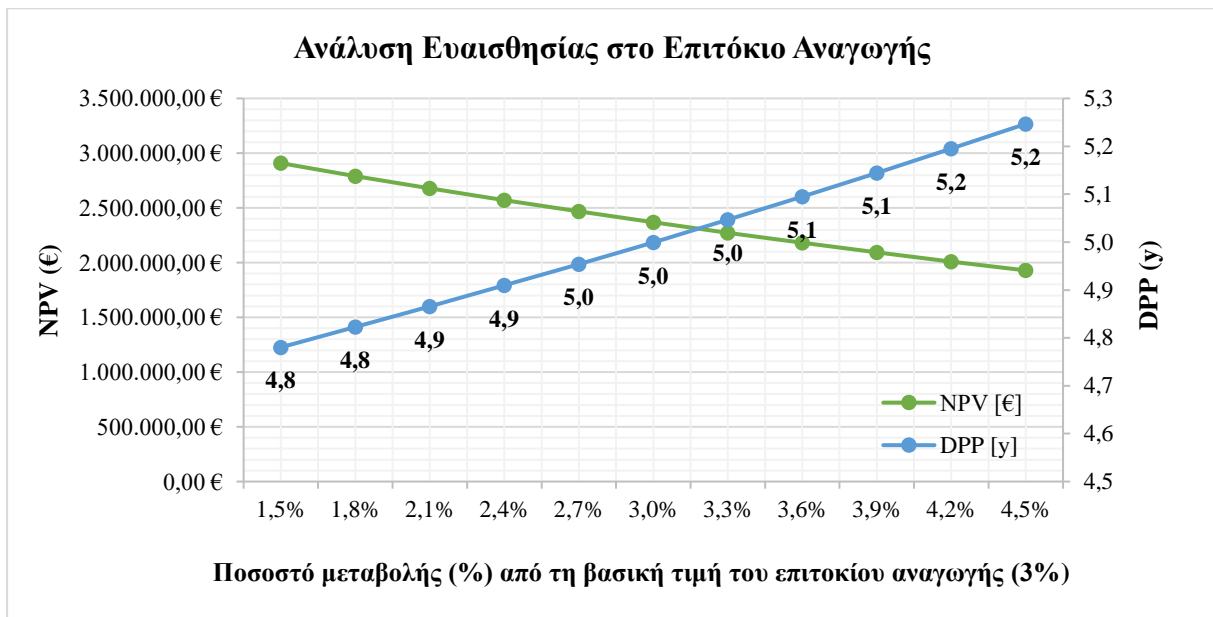
Πρόκειται για ακόμη μία κρίσιμη μεταβλητή, η οποία δεν χαρακτηρίζεται από μία δεδομένη τιμή, αλλά παρουσιάζει μεταβολές κατά τη διάθεσή της στην εγχώρια και διεθνή αγορά. Παρουσιάζει αυξημένη ζήτηση και η τιμή της διατηρείται σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με το προϊόν προέλευσής της (νωπό κρεμμύδι). Η αξία αναφοράς της προσδιορίστηκε αναλυτικά στην παράγραφο των εισροών στο εδάφιο 3.5.2.3, και ανέρχεται σε 4.500,00 €/tn. Συνεπώς, η Ανάλυση Ευαισθησίας για την τιμή διάθεσης του παραγόμενου προϊόντος της σκόνης κρεμμυδιού διαδραματίζεται μεταξύ των τιμών 2.250,00 €/tn και 6.750,00 €/tn, και η επίδραση στους οικονομικούς δείκτες παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 4.4. Από τις καμπύλες των αποτελεσμάτων γίνεται αντιληπτό πως, η αύξηση της τιμής πώλησης του μεταποιημένου κρεμμυδιού, με τη μορφή σκόνης, έχει θετικό αντίκτυπο στην επένδυση και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τους οικονομικούς δείκτες. Για παράδειγμα, η μεταβολή της τιμής διάθεσης του προϊόντος κατά +/- 50%, οδηγεί σε μεταβολή +/- 59% στην ΚΠΑ του επενδυτικού σχεδίου.



Διάγραμμα 4.4: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για την τιμή πώλησης του παραγόμενου προϊόντος υψηλής προστιθέμενης αξίας (Σκόνη Κρεμμυδιού). (Πηγή: πρωτότυπο)

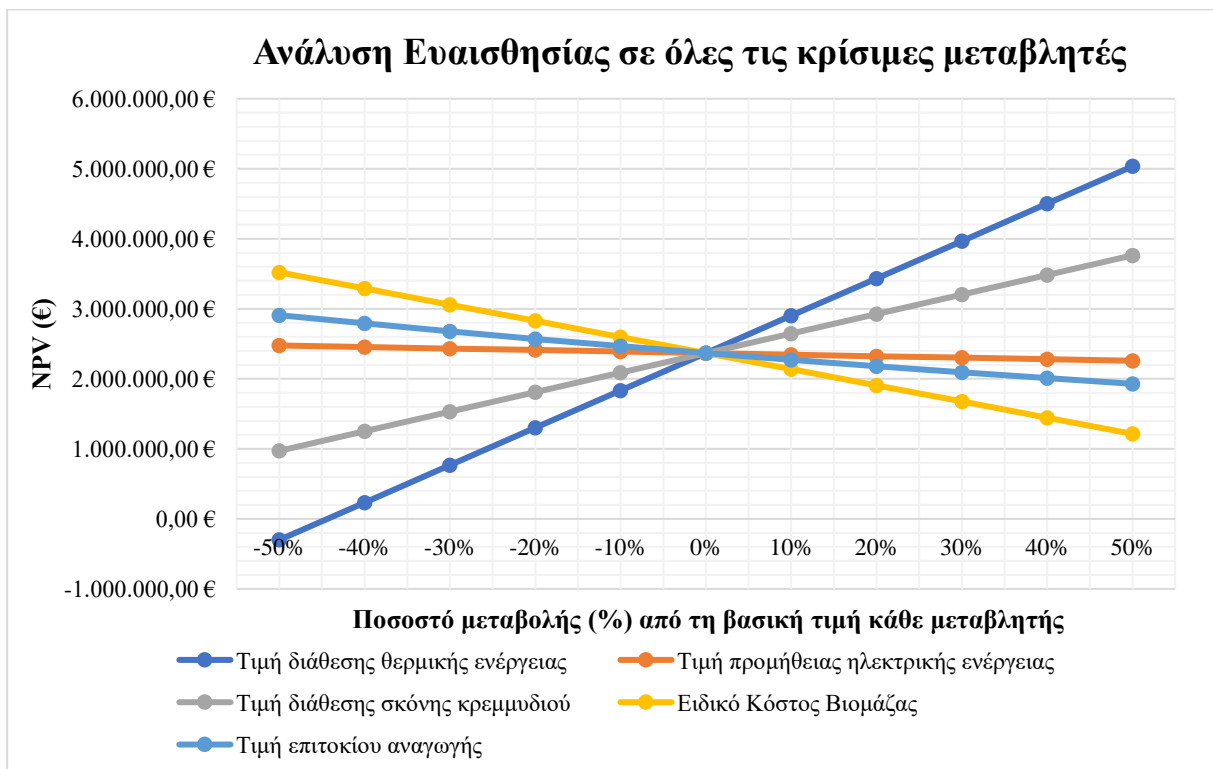
- **Επιτόκιο Αναγωγής**

Πρόκειται για την παράμετρο, με την οποία υπολογίζεται η παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών, και σε αυτή την περίπτωση αναφέρεται ως επιτόκιο προεξόφλησης. Η τιμή του μεταβάλλεται από μήνα σε μήνα και στην παρούσα εργασία λαμβάνεται ίσο με 3%, σύμφωνα με τη μέση τιμή των επιτοκίων προεξόφλησης, για τα επιχειρηματικά δάνεια με διάρκεια άνω των 5 ετών, από τα δεδομένα της Τράπεζας της Ελλάδος (ΤτΕ) για το 2020. Ωστόσο, κρίνεται σκόπιμη η πραγματοποίηση Ανάλυσης Ευαισθησίας στην τιμή της εν λόγω μεταβλητής, καθώς ενέχει ρίσκο και σχετίζεται άμεσα με την αβεβαιότητα, που υπάρχει στην πρόβλεψη των μελλοντικών συνθηκών [42]. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του διαγράμματος 4.5 γίνεται αντιληπτό πως, η τιμή του επιτοκίου προεξόφλησης επηρεάζει αρνητικά την αποδοτικότητα του επενδυτικού σχεδίου, και στην περίπτωση που το επιτόκιο αναγωγής ισούται με 4,5%, η αξία του οικονομικού δείκτη NPV μειώνεται κατά 18,5%, ενώ η περίοδος αποπληρωμής ισούται με 5,2 έτη.



Διάγραμμα 4.5: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για το επιτόκιο αναγωγής.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Έπειτα από την πραγματοποίηση Ανάλυσης Ευαισθησίας σε όλες τις κρίσιμες μεταβλητές του επενδυτικού σχεδίου, για μεταβολή των τιμών τους σε εύρος +/- 50%, ακολουθεί η συγκέντρωση των αντίστοιχων εξαγόμενων καμπυλών, που απεικονίζουν τη μεταβολή του δείκτη NPV σε ένα αραχνοειδές διάγραμμα, προκειμένου να διευκολύνεται η σύγκριση των κρίσιμων παραμέτρων και η αξιολόγηση της επίπτωσή τους στην επένδυση.



Διάγραμμα 4.6: Αποτελέσματα ανάλυσης ευαισθησίας για όλες τις κρίσιμες μεταβλητές του επενδυτικού σχεδίου.
(Πηγή: πρωτότυπο)

Παρατηρώντας τις καμπύλες του διαγράμματος 4.6, γίνεται αντιληπτό πως, η τιμή διάθεσης της θερμικής ενέργειας στην αγορά επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό την αποδοτικότητα της επένδυσης, σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές, δεδομένου ότι η καμπύλη της σχηματίζει μεγαλύτερη κλίση, συγκριτικά με τις άλλες καμπύλες ευαισθησίας. Έπειτα, κατά αντίστοιχη σειρά, ακολουθούν η τιμή πώλησης του παραγόμενου προϊόντος από τη μεταποίηση του κρεμμυδιού, το ειδικό κόστος διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας, το επιτόκιο προεξόφλησης και τέλος, το κόστος προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία της συνολικής μονάδας. Επομένως διαπιστώνεται πως, η αξία πώλησης των παραγόμενων προϊόντων επιδρούν με άμεσο και καταλυτικό τρόπο στην οικονομική αποτελεσματικότητα του επενδυτικού σχεδίου, γεγονός που συνεπάγεται πως η απουσία βεβαιότητας στην τιμή τους, δημιουργεί πιο αβέβαιο περιβάλλον για την επένδυση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

5.1 Συμπεράσματα μελέτης

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα της σύγχρονης κοινωνίας, επιφέροντας την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και προκαλώντας αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος συνιστούν απόρροια της αλόγιστης κατανάλωσης συμβατικών μορφών ενέργειας και της επιβλαβούς και ασυνείδητης διαχείρισης των ενεργειακών και φυσικών πόρων. Με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και των δυσμενών επιπτώσεων που την συνοδεύουν, συντάχθηκε το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, στο οποίο εντάσσεται η ανάπτυξη μίας μακροπρόθεσμης εθνικής στρατηγικής, με συγκεκριμένους ενεργειακούς, κλιματικούς και συναφείς περιβαλλοντικούς στόχους για το έτος 2030. Δύο από τις κύριες επιδιώξεις, που τίθενται με την εκπόνηση του εθνικού ενεργειακού σχεδιασμού, είναι η επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική χρήση και η μεγαλύτερη συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην εγχώρια κατανάλωση.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, ερευνάται η εφαρμογή των παραπάνω επιδιώξεων στον πρωτογενή και στον δευτερογενή τομέα, μέσα από την πραγματοποίηση ενεργειακού ελέγχου στο υφιστάμενο οινοποιείο «Ελληνικά Κελλάρια Οίνων Δ. Κουρτάκης Α.Ε.», και τον σχεδιασμό μίας νέας επένδυσης, η οποία θα επικεντρώνεται στην παραγωγή θερμικής ενέργειας με την χρήση αγροτικής υπολειμματικής βιομάζας, με σκοπό την πλήρη κάλυψη των απαιτήσεων της βιομηχανικής μονάδας «Ολυμπιακή Ζυθοποιία Α.Ε.». Επιπρόσθετη προοπτική της εν λόγω επένδυσης αποτελεί η δημιουργία μίας μονάδας μεταποίησης, η οποία θα αποξηραίνει το νωπό κρεμμύδι και θα το μετατρέπει σε σκόνη, με στόχο την προώθηση ενός προϊόντος υψηλής προστιθέμενης αξίας, για την παρασκευή του οποίου θα αξιοποιείται η θερμοκρασία των καυσαερίων από την μονάδα παραγωγής της θερμικής ενέργειας.

Στο πρώτο στάδιο του ενεργειακού ελέγχου συλλέχθηκαν και καταγράφηκαν τα πρωτογενή δεδομένα για τις δύο μονάδες του οινοποιείου (οινοποίησης και εμφιάλωσης), τα οποία περιλαμβάνουν τα στοιχεία από τα τιμολόγια κατανάλωσης ενέργειας για τα τρία τελευταία έτη, τις μεθόδους που εφαρμόζονται στην γραμμή παραγωγής και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού και των κτηριακών εγκαταστάσεων. Στη συνέχεια, ακολούθησαν ο επιμερισμός της κατανάλωσης ενέργειας ανάλογα με την τελική της χρήση και ο εντοπισμός των Σημαντικών Ενεργειακών Καταναλώσεων (ΣΕΚ). Κατά την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων, διαπιστώθηκε πως:

- οι εγκαταστάσεις των γραφείων και του εμφιαλωτηρίου, που βρίσκονται στο Μαρκόπουλο Αττικής, σημειώνουν μεγαλύτερες ηλεκτρικές καταναλώσεις από τις εγκαταστάσεις, που φιλοξενούν τις διεργασίες της οινοποίησης, στη Ριτσώνα Βοιωτίας,

ενώ παρουσιάζουν και απαίτηση σε θερμική ενέργεια, λόγω της παρουσίας χώρων κύριας χρήσης με απαιτήσεις θερμικής άνεσης για τους εργαζομένους.

- οι συνολικές καταναλώσεις των εγκαταστάσεων στο εμφιαλωτήριο παρουσιάζουν πτωτική τάση από το έτος 2018 στο 2020 (~16% μείωση ηλεκτρικών καταναλώσεων και ~31% μείωση θερμικών), ενώ στη μονάδα οινοποίησης το 2019 αποτέλεσε την χρονιά με τις μεγαλύτερες καταναλώσεις (~14% αύξηση σε σχέση με τα έτη 2018 και 2020).
- στη μονάδα του Μαρκόπουλου, η παραγωγή ZNX καταναλώνει την υψηλότερη πρωτογενή ενέργεια (33,3%) με τις διαδικασίες της εμφιάλωσης και συσκευασίας να ακολουθούν (24,6%), ενώ στη μονάδα της Ριτσώνας η απαιτούμενη ψύξη των διεργασιών οινοποίησης σημειώνει αρκετά μεγαλύτερες ηλεκτρικές καταναλώσεις (64,7%), σε σχέση με τις υπόλοιπες διαδικασίες.
- η ετήσια ειδική κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα όγκου τελικού προϊόντος ανέρχεται σε ~9 kWh/hl ηλεκτρικής ενέργειας και σε ~11,5 kWh/hl θερμικής ενέργειας στο Μαρκόπουλο, ενώ στη Ριτσώνα Βοιωτίας κυμαίνεται σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα και ισούται με ~6 kWh/hl ηλεκτρικής ενέργειας. Σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της σχετικής ερευνητικής μελέτης της Tesla για τις καλύτερες πρακτικές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στα οινοποιεία, προκύπτει πως το συγκεκριμένο οινοποιείο παρουσιάζει αυξημένες ειδικές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι, για ετήσια οινοπαραγωγή άνω των 50000 hl /έτος, η μέση ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερη από 4 kWh/hl .

Στο δεύτερο στάδιο του ενεργειακού ελέγχου διερευνήθηκε, με την εφαρμογή του στατιστικού μοντέλου της Παλινδρόμησης, η συσχέτιση της ενεργειακής κατανάλωσης με τους παράγοντες προσαρμογής, του όγκου του παραγόμενου οίνου και των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης. Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης και τη διαμόρφωση της γραμμής βάσης παρατηρείται πως:

- για τις εγκαταστάσεις, που βρίσκονται στο Μαρκόπουλο Αττικής, η ισχυρότερη συνάφεια της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τον όγκο παραγόμενου προϊόντος και τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης, σημειώνεται στην περίπτωση που η θερμοκρασία αναφοράς θέρμανσης είναι οι 20°C και ψύξης οι 24°C. Υπό αυτή τη συνθήκη, ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής προσεγγίζει την μονάδα (0,84), δηλώνοντας τον μεγάλο βαθμό προσαρμοστικότητας της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (εξαρτημένη μεταβλητή Y) στον όγκο παραγωγής (ανεξάρτητη μεταβλητή X₁) και στις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης (ανεξάρτητη μεταβλητή X₂).
- για τις εγκαταστάσεις, που βρίσκονται στο Μαρκόπουλο Αττικής, δεν υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, καθώς ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής τείνει στο μηδέν (0,14). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι στατιστικές παλινδρομήσεις, που εκτελέστηκαν μεμονωμένα, για την αναζήτηση της συσχέτισης της θερμικής ενέργειας με κάθε μία ανεξάρτητη μεταβλητή, με την ισχυρότερη συνάφεια να παρουσιάζεται στην περίπτωση της ανάλυσης με ανεξάρτητη μεταβλητή τις ΒΗΘ/ΒΗΨ (0,25).

- για τις εγκαταστάσεις, που βρίσκονται στη Ριτσώνα Βοιωτίας, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας δύναται να συσχετιστεί μόνο με τον όγκο παραγωγής, και, δεδομένης της σχεδόν μηδενικής τιμής του συντελεστή προσδιορισμού προσαρμογής (0,03), ο συσχετισμός κρίνεται αρκετά ασθενής. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στον τρόπο λειτουργίας της μονάδας, καθώς ο όγκος της παραγόμενης ποσότητας οίνου δεν περιλαμβάνει την ποσότητα του οίνου, που βρίσκεται σε επεξεργασία στις δεξαμενές οινοποίησης.

Στο τελευταίο στάδιο του ενεργειακού ελέγχου πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός των προτεινόμενων μέτρων, που στοχεύουν στην ενεργειακή αναβάθμιση των δύο μονάδων του οινοποιείου, και η ιεράρχησή τους, με γνώμονα την εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας και την αντίστοιχη οικονομική αποδοτικότητα. Η οικονομική αξιολόγηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων έλαβε χώρα με τις οικονομικές μεθόδους της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA) και της Ανάλυσης Ευαισθησίας. Από τους ενεργειακούς και οικονομικούς υπολογισμούς εκτιμάται πως:

- στη μονάδα του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο, η αναβάθμιση του φωτισμού και των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ, επιτυγχάνει 23,1% ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, το οποίο αυξάνεται σε 76,8%, εφόσον παράλληλα εγκατασταθούν και φωτοβολταϊκά συστήματα. Στην περίπτωση της μεμονωμένης εγκατάστασης Φ/Β στοιχεία, χωρίς την πραγματοποίηση επιπλέον παρεμβάσεων, η εξοικονομούμενη ενέργεια ανέρχεται σε ποσοστό 65,9%.
- στη μονάδα του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο, το ποσοστό της εξοικονομούμενης πρωτογενούς ενέργειας, που προέρχεται αποκλειστικά από την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, είναι αρκετά υψηλό συγκριτικά με τα υπόλοιπα σενάρια, γεγονός που οφείλεται σε δύο σημαντικούς παράγοντες· στις, κατά πολύ μεγαλύτερες, απαιτήσεις της μονάδας σε ηλεκτρική ενέργεια αντί σε θερμική, και στον, κατά πολύ μεγαλύτερο, συντελεστή μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε πρωτογενή (2,9), έναντι της θερμικής ενέργειας σε πρωτογενή (1,10 για μαζούτ και 1,05 για υγραέριο).
- στη μονάδα του οινοποιείου στο Μαρκόπουλο, ο συνδυασμός όλων των προτεινόμενων παρεμβάσεων αποτελεί τη βέλτιστη ενεργειακή λύση, επιτυγχάνοντας το μεγαλύτερο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας, δεδομένου ότι ελαττώνει τις θερμικές καταναλώσεις και «μηδενίζει» τις ηλεκτρικές.
- στη μονάδα του οινοποιείου στη Ριτσώνα, η αναβάθμιση του φωτισμού και των συστημάτων ψύξης των διεργασιών οινοποίησης επιτυγχάνει εξοικονόμηση ενέργειας ίσης με 34,1%, η οποία ανέρχεται σε 100% με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- στη μονάδα του οινοποιείου στη Ριτσώνα, η απουσία απαιτήσεων για θερμική ενέργεια ενισχύει την υλοποίηση παρεμβάσεων, που πρεσβεύουν την πλήρη κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών και την ολοκληρωτική αυτονομία από το Δίκτυο Ηλεκτρικής Ενέργειας με την χρήση Α.Π.Ε., χωρίς να ακυρώνονται οι υπόλοιπες προτάσεις αναβάθμισης, οι οποίες συνδράμουν στη βελτίωση του βαθμού απόδοσης και της ποιότητας των διεργασιών που επιτελούνται, και κατά συνέπεια της συνολικής λειτουργίας της μονάδας.

- η ετήσια ειδική κατανάλωση ενέργειας σημειώνει μία πτώση της τάξεως των 6% - 34%, ανάλογα με την εξεταζόμενη προτεινόμενη παρέμβαση, ενώ στην περίπτωση του συνδυασμού όλων των σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας, προσεγγίζει σημαντικά τη μέση ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των 4 kWh/hl, που αναφέρεται στην ερευνητική μελέτη της Tesla. Η μείωση της εν λόγω τιμής, εφόσον εφαρμοστούν όλα τα ενεργειακά μέτρα, ισούται με 34% για την ηλεκτρική ενέργεια στη μονάδα οινοποίησης, 29% για τη θερμική ενέργεια στη μονάδα του εμφιαλωτηρίου και 19% για την ηλεκτρική ενέργεια του τελευταίου.
- και στις δύο μονάδες του οινοποιείου, το χαμηλότερο κόστος κύκλου ζωής σημειώνεται στο συνδυαστικό σενάριο των προτεινόμενων παρεμβάσεων, το οποίο αποτελεί και την πιο βέβαια και ασφαλή λύση, δεδομένου ότι οι μεταβολές στα μεγέθη του επηρεάζουν σε ίσο, ή μικρότερο βαθμό, τη διαμόρφωση του LCC, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες επενδυτικές προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης.
- το προεξοφλητικό επιτόκιο επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τη διαμόρφωση του LCC, ενώ ο πληθωρισμός σε μικρότερο, κρίνοντας σκόπιμη την επικαιροποίηση της αξίας τους, σύμφωνα με τα δεδομένα που επικρατούν στην αγορά.
- τα λειτουργικά κόστη και οι δαπάνες προμήθειας καυσίμου, που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των έργων εξοικονόμησης ενέργειας, είναι εκείνα που επηρεάζουν στον μεγαλύτερο βαθμό την τιμή του LCC, ακολουθώντας η επίδραση από το επιτόκιο προεξόφλησης και στο τέλος, από τον δείκτη του πληθωρισμού.

Στο δεύτερο σκέλος της εργασίας, το οποίο επικεντρώνεται στη μελέτη του νέου επενδυτικού σχεδίου, εξετάζεται το δυναμικό και το ενεργειακό περιεχόμενο της υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων και των ελαιώνων της περιοχής μελέτης, η οποία βρίσκεται στον Δήμο Τανάγρας, καθώς και η μεταβολή τους σε ακτίνα 5 km, 7,5 km και 10 km. Σύμφωνα με την ανάλυση των αριθμητικών στοιχείων και των χαρτογραφικών δεδομένων, που παραχωρήθηκαν από τον Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε., με έτος αναφοράς το 2020, διαπιστώνεται πως:

- οι καλλιεργούμενες εκτάσεις παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά στον χώρο, κυρίως λόγω των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής, με αποτέλεσμα τον επιμερισμό της περιοχής μελέτης σε τρεις κύριες υποπεριοχές εκτίμησης του δυναμικού Α, Β & Γ.
- τα ποσοστά συγκέντρωσης των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα μειώνονται χαρακτηριστικά καθώς αυξάνεται η ακτίνα μελέτης, με μοναδική εξαίρεση τη βιομάζα από τα κλαδέματα των αμπελώνων της υποπεριοχής Γ.
- το μεγαλύτερο ενεργειακό δυναμικό στο εξεταζόμενο βιοκαύσιμο, με ποσοστό 49%, κατέχει η υποπεριοχή Γ, στην οποία, για ακτίνα αναφοράς τα 5 km, περιλαμβάνονται 2.474,00 tn ξηρής βιομάζας με ενεργειακό περιεχόμενο ίσο με 30.930,00 GJ, και ακολουθεί σε ποσοστό 34% η υποπεριοχή Α, και στο τέλος, η υποπεριοχή Β με 17%.

Η αξιοποίηση των αγροτικών υπολειμμάτων από τα κλαδέματα των πρέμων και των ελαιόδεντρων πρόκειται να πραγματοποιηθεί, έπειτα από φυσική ξήρανση (με τελικό επίπεδο υγρασίας ~20%) και σε θρυμματισμένη μορφή, από τον λέβητα βιομάζας, ο οποίος θα εγκατασταθεί στη νέα επενδυτική μονάδα, σε οικόπεδο απέναντι από την Ολυμπιακή Ζυθοποιία. Κύριος στόχος του επενδυτικού σχεδίου είναι η παραγωγή κορεσμένου ατμού,

συγκεκριμένων προδιαγραφών, ο οποίος θα καλύπτει τις θερμικές απαιτήσεις της γραμμής παραγωγής της ζυθοποιίας, χρησιμοποιώντας ως καύσιμο τα αγροτικά υπολείμματα από τα κλαδέματα της περιοχής μελέτης. Σύμφωνα με την τιμή και τα χαρακτηριστικά των θερμικών καταναλώσεων, που σημειώνονται στην Ολυμπιακή Ζυθοποιία, εκτιμήθηκε πως απαιτείται η εγκατάσταση λέβητα ονομαστικής ισχύος 1,1 MW, με ετήσια λειτουργία ~7536 h/y και ετήσια κατανάλωση του συγκεκριμένου είδους βιομάζας ~2880 tn/y. Ως περιοχές προέλευσης του στερεού βιοκαυσίμου επιλέχθηκαν οι υποπεριοχές Α και Γ, οι οποίες, σε έκταση ακτίνας 5 km, καλύπτουν, με ποσοστό 146%, τις απαιτούμενες ποσότητες τροφοδοσίας του λέβητα. Για την αποθήκευση της θρυμματισμένης υπολειμματικής βιομάζας απαιτείται η κατασκευή ενός κτηριακού όγκου με επιφάνεια 3000 m² και ύψος 6,0 m, ενώ για την εγκατάσταση του λέβητα και των συστημάτων, που συμπληρώνουν τη λειτουργία του, είναι αναγκαία μία κτηριακή υποδομή επιφάνειας 210 m² και ύψους 9,0 m. Οι δύο κατασκευές πρόκειται να συνορεύουν και να επικοινωνούν, με σκοπό τη διευκόλυνση της διαδικασίας της τροφοδοσίας του λέβητα με το απαραίτητο καύσιμο.

Προοπτική του νέου επενδυτικού σχεδίου αποτελεί η σύσταση μίας μονάδας μεταποίησης του νωπού κρεμμυδιού σε σκόνη κρεμμυδιού, η οποία θα αξιοποιεί την απορριπτόμενη ενέργεια από την καύση της βιομάζας και, μέσα από μία σειρά διεργασιών ξήρανσης και μεταποίησης, θα οδηγεί σε ένα νέο προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας, με μεγάλη διάρκεια ζωής και αυξημένα επίπεδα ζήτησης, επιδρώντας θετικά στον συνολικό βαθμό απόδοσης της διεργασίας της καύσης και στις χρηματικές εισροές. Η εκμετάλλευση της υψηλής θερμοκρασίας των καυσαερίων για την πλήρωση των θερμικών απαιτήσεων της ξήρανσης, σχεδιάστηκε να πραγματοποιείται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας μήκους 2,5 m, τριών διαδρομών, με πτερύγια και με 14 σωλήνες εξωτερικής διαμέτρου 25 mm, με σκοπό η θερμοκρασία του καυσαερίου να μεταβαίνει από τους 200°C στους ~110°C, εντός του εναλλάκτη, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του αέρα της ξήρανσης από τους ~20°C στους ~80°C. Αποτέλεσμα της αξιοποίησης της θερμοκρασίας των καυσαερίων για την παραγωγή θερμικής ενέργειας αποτελεί η αύξηση του βαθμού απόδοσης της συνολικής διαδικασίας, η οποία από 87% αυξάνεται σε 94,5%.

Στο τελευταίο τμήμα της εργασίας, πραγματοποιήθηκε η οικονομική ανάλυση του νέου επενδυτικού σχεδίου με τη μέθοδο εκτίμησης των οικονομικών δεικτών NPV, IRR και DPP, προκειμένου να αξιολογηθεί η αποδοτικότητα και η βιωσιμότητα της επένδυσης. Από τα αποτελέσματα της αξιολόγησης (NPV 2.367.580 €, IRR 21,3% και DPP 5 έτη αποπληρωμής) διαπιστώνεται ότι πρόκειται για μία επικερδή επένδυση, με υψηλό δείκτη απόδοσης και σύντομο χρονικό διάστημα αποπληρωμής, με αποτέλεσμα να αποτελεί μία δελεαστική και ενδιαφέρουσα επιχειρηματική πρόταση για τον επενδυτή. Παράλληλα, έλαβε χώρα και η μέθοδος της Ανάλυσης Ευαισθησίας, με σκοπό τον προσδιορισμό των κρίσιμων παραγόντων του επενδυτικού σχεδίου. Από τα αποτελέσματά της γίνεται αντιληπτό πως, οι τιμές διάθεσης των παραγόμενων αγαθών διαδραματίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στην αποδοτικότητα της επένδυσης, δεδομένου ότι μία αύξηση κατά 50% στην αξία τους οδηγεί σε αύξηση του οικονομικού δείκτη NPV, κατά 112,7% στην περίπτωση της πώλησης θερμικής ενέργειας, και κατά 59% στην περίπτωση της πώλησης σκόνης κρεμμυδιού. Το αντίστοιχο ποσοστό για τις

υπόλοιπες μεταβλητές διαμορφώνεται ως: -49% στην περίπτωση αύξησης (50%) του ειδικού κόστους διαχείρισης της βιομάζας, -18,5% στην περίπτωση αύξησης του επιτοκίου αναγωγής και -4,6% στην περίπτωση αύξησης της τιμής προμήθειας της ηλεκτρικής ενέργειας.

Αξιολογώντας τα συνολικά συμπεράσματα εκτιμάται πως, τα επενδυτικά σχέδια και τα έργα, που στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, αποτελούν προσοδοφόρες και οικονομικά αποδοτικές λύσεις, οι οποίες συνεισφέρουν θετικά στο ενεργειακό ισοζύγιο και μειώνουν το αποτύπωμα άνθρακα. Η ενίσχυση της υλοποίησης έργων, τέτοιου βεληνεκούς, με ειδικά σχεδιασμένα προγράμματα επιχορηγήσεων από την Ε.Ε. και την Πολιτεία, κρίνεται απαραίτητη στα πλαίσια της επίτευξης των στόχων του Ε.Σ.Ε.Κ. και κατά συνέπεια, στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

5.2 Μελλοντικές προοπτικές για μελέτη και έρευνα

Κατά τη διάρκεια διεκπεραίωσης των στόχων της μεταπτυχιακής εργασίας, δημιουργήθηκαν σκέψεις, ιδέες και προβληματισμοί, που χρήζουν περαιτέρω μελέτης και έρευνας. Συνοπτικά αναφέρονται οι παρακάτω προτάσεις:

- Πλήρης ενεργειακή αναβάθμιση όλων των τμημάτων του οινοποιείου, περιλαμβάνοντας παρεμβάσεις τόσο στο κτηριακό κέλυφος όσο και στα συστήματα, που δεν μελετήθηκαν.
- Εκτίμηση της μείωσης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, που επιτυγχάνεται μέσα από την πραγματοποίηση των προτεινόμενων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στο οινοποιείο.
- Διερεύνηση του τρόπου ενεργειακής αξιοποίησης των υπολειμμάτων (στέμφυλα), που προκύπτουν κατά τις διαδικασίες της οινοποίησης.
- Διενέργεια επιτόπιων μετρήσεων και καταγραφών, με στόχο τον προσδιορισμό του δυναμικού και του ενεργειακού περιεχομένου της υπολειμματικής βιομάζας από όλες τις καλλιέργειες που αναπτύσσονται στον Δήμο Τανάγρας.
- Ακριβής υπολογισμός του ειδικού κόστους συλλογής και διαχείρισης της υπολειμματικής βιομάζας, και σχεδιασμός της πλέον οικονομικής και αποδοτικής εφοδιαστικής αλυσίδας της βιομάζας.
- Αναζήτηση εναλλακτικών συστημάτων αξιοποίησης της αγροτικής υπολειμματικής βιομάζας, με σκοπό την αύξηση του βαθμού απόδοσης των διαδικασιών και της κερδοφορίας.
- Διερεύνηση εφαρμογής συστημάτων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας (π.χ. μονάδας ORC), με την αξιοποίηση κι άλλων ειδών αγροτικής βιομάζας.
- Ανάπτυξη πράσινων μονάδων μεταποίησης των αγροτικών προϊόντων, με σκοπό την παραγωγή αγαθών υψηλής προστιθέμενης αξίας, με μηδενικό αποτύπωμα άνθρακα.
- Αναζήτηση εναλλακτικών τρόπων αξιοποίησης της βιομάζας, με πρόσθετα οφέλη για την τοπική κοινωνία (π.χ. τηλεθέρμανση, εξυπηρέτηση των ενεργειακών αναγκών των παραγωγών της περιοχής, κλπ).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος, "Οδηγός Ενεργειακών Ελέγχων σε κτίρια, βιομηχανία και μεταφορές - Μέρος 1ο" - Αναθ. 2, Αθήνα, Υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος, Ιανουάριος 2017.
- [2] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, "Οδηγός Ενεργειακού Ελέγχου και Καταγραφής στη Βιομηχανία".
- [3] J. L. G. Joaquín Fuentes-Pila, "IEE/12/758/SI2.644752-D.6.7. Best practices for improving energy efficiency in Wineries", Madrid, Universidad Politecnica de Madrid, 2015.
- [4] Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, "Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 - ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ, Β΄ Έκδοση", Αθήνα, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ - Υ.Π.Ε.Κ.Α., Απρίλιος 2012.
- [5] Α. Κ. Γ. Σ. Α. Εμβαλώτης, "ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ - Α΄ ΕΚΔΟΣΗ", Ιωάννινα, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2006.
- [6] Δ. Πετρίδης, "Ανάλυση πολυμεταβλητών τεχνικών - Εφαρμογές Περιπτώσεων", Αθήνα, Εκδόσεις Κάλλιπος, 2015.
- [7] ANDRIANOS - World Leading Energy Saving Technologies , «"Τεχνική Ακαδημία - Λέβητες Συμπύκνωσης"», andrianos.gr.
- [8] Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, "Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 - ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, Αθήνα, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - Υ.Π.Ε.Ν., Σεπτέμβριος 2017.
- [9] Κ. Κριτσωτάκης, "Βελτίωση του Συντελεστή Ισχύος στις Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις", Περιστερί, Εκδόσεις "ΙΩΝ", 2000.
- [10] Σ. Κ. Α. Σ. Σ. Αλεξιάδης, «<http://www.minagric.gr>», 15 Οκτώβριος 2007. [Ηλεκτρονικό].
- [11] Polytechnik Biomass Energy, «<https://biomass.polytechnik.com>», 17 Αυγούστου 2021. [Ηλεκτρονικό].
- [12] Vyncke Clean Energy Technology, «<https://www.vyncke.com>», 10 Ιουλίου 2021. [Ηλεκτρονικό].
- [13] Ε. Ε. τ. Ε. Ένωσης, «ΟΔΗΓΙΑ 2009/28/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Απριλίου 2009,» τόμ. Ι.140, pp. 16-62, 2009.
- [14] ENER SUPPLY, *ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ*, ENergy Efficiency and Renewables – SUPporting Policies in Local level for Energy, 2012.

- [15] Α. Γερασίμου, *Η αγροτική Βιομάζα και οι δυνατότητες αξιοποίησής της στην Ελλάδα*, Αθήνα, HELLA BIOM, Οκτώβριος 2013.
- [16] Γ. Ιτούδης, *ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΩΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΠΕΛΛΑΣ*, Θεσσαλονίκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Οκτώβριος 2017.
- [17] Σ. Μουμούρης, «*ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ RANKINE (ORC)*», Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Οκτώβριος 2020.
- [18] AGROENERGY A.E., «<http://www.agroenergy.gr>,» [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση 1 Σεπτεμβρίου 2021].
- [19] CIRCE, EKETA, UFG, SECB, *UP_RUNNING ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ*, 2018.
- [20] Εταιρεία Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος, «*Η Συμβολή της Γεωργικής Μηχανικής στην Ανάπτυξη της Ελληνικής Γεωργίας*,» σε *10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής*, Αθήνα, 2017.
- [21] Σ. Π. Καραγιαννοπούλου, *Σημειώσεις Αμπελουργίας*, Καλαμάτα, ΤΕΙ Πελοποννήσου, 2018.
- [22] STIHL, «<https://www.stihl.gr/>,» [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση 5 Σεπτεμβρίου 2021].
- [23] UCAB, *UP_RUNNING -Παραδοτέο 4.1: Ξεκίνημα για ένα βιώσιμο εφοδιασμό της ξυλώδους βιομάζας από Αγροτικά Κλαδέματα και Εκριζώσεις*, 2018.
- [24] Ολυμπιακή Ζυθοποιία Α.Ε., «https://www.olympicbrewery.gr,» [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση 25 Σεπτεμβρίου 2021].
- [25] Ν. Μαμάσης, *Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία - Ενέργεια από βιομάζα*, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2011.
- [26] Γ. Μαρνέλλος, *Ειδικά Κεφάλαια Παραγωγής Ενέργειας - Ενότητα 4(α): Η βιομάζα ως καύσιμο*, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, 2009.
- [27] Ε. Φλιτρής, *Μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρισμού*, Θεσσαλονίκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 2013.
- [28] Δ. Μ. Ζ. Μ. Μ. Κροκιά, *Σχεδιασμός Θερμικών Διεργασιών*, Αθήνα, Ε.Μ.Π. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ, 2003.
- [29] Π. Τ. & Β. Ωραιοπούλου, *Επιστήμη και Μηχανική Διεργασιών Τροφίμων*, Αθήνα, ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ, 2009.
- [30] Δ. Αγγέλου, *Μελέτη Περίπτωσης Υποστήριξης Οργάνωσης Διαχείρισης Κόστους & Λήψης Επενδυτικών Αποφάσεων Αγροτικής Επιχείρησης*, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2015.

- [31] Σ. Γιαννιώτης, *Βασικές Διεργασίες Μηχανικής Τροφίμων*, Αθήνα, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2015.
- [32] Θ. Καραπάντσιος, *Εναλλάκτες Θερμότητας*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2018.
- [33] Σ. Παπαθανασίου, *Σημειώσεις Οικονομικής Αξιολόγησης Επενδύσεων Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ*, Αθήνα, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π., 2012.
- [34] Κ. Ν. Π. Κάπρος, *ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ*, Αθήνα, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π., 2007.
- [35] Κ. Αραβώσης, *Κατάρτιση & Αξιολόγηση Επενδυτικών Σχεδίων και Προγραμμάτων: Από την Θεωρία στην Πράξη*, Αθήνα, Νομική Βιβλιοθήκη, 2007.
- [36] Σύλλογος Εκτιμητών Ελλάδας (Σ.Ε.Κ.Ε), *Εισαγωγή Στις Εκτιμήσεις Μηχανολογικών Εγκαταστάσεων και Εξοπλισμού*, 2016.
- [37] Γ. Κάραλης, *Αξιολόγηση Επενδύσεων*, Αθήνα, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., 2015.
- [38] Τ. τ. Ελλάδος, «<https://www.bankofgreece.gr>,» [Ηλεκτρονικό]. [Πρόσβαση 5 Οκτωβρίου 2021].
- [39] Κ. Φ. Ε. (1.-7. ν.4172/2013), *ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4172 (ΦΕΚ Α 167 23.7.2013)*, Αθήνα, 2013.
- [40] Δ. Δ. Μ. Μενεγάκη, *Αξιολόγηση Επενδυτικών Σχεδίων-Ενότητα 4: Ανάλυση Ευαισθησίας και Πιθανολογική Ανάλυση*, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2014.
- [41] Γ. Μαυρωτά, *Ανάλυση Ευαισθησίας - Ανάλυση Ρίσκου*, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2014.
- [42] Κ. Τσεκούρας, *Οικονομικά για μη οικονομολόγους - Εισαγωγή στην αξιολόγηση επενδύσεων*, Πάτρα, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2015.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ & ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ



Εικόνα Ι.1: Χαρακτηρισμός των κτηριακών εγκαταστάσεων στο Μαρκόπουλο Αττικής.



Εικόνα Ι.2: Χαρακτηρισμός των κτηριακών εγκαταστάσεων στη Ριτσώνα Βοιωτίας.

Πίνακας Ι.1: Καταγραφή του εξοπλισμού ανά χώρο στο Κτήριο Α – Μαρκόπουλο Αττικής.

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ Α - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ						
Μηχάνημα	Πλήθος όμοιων μηχ/των	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσια λειτουργία	Ημερήσια λειτουργίας	Ετήσια λειτουργία	Ετήσια Κατανάλωση
-	τεμάχια	kW	ημέρες /έτος	ώρες/ημέρα	ώρες/έτος	kWh
Κτήριο 1 / Τσιμέντινες δεξαμενές - Συνεργείο - Αποθήκες - Πεδίο						
Τρυπάνι 3Φ	1	1,50	250	2	500	750
Τόρνος 3Φ	1	3,00	250	2	500	1500
Αντλία φίλτρων πλακών	2	3,20	250	16	4000	12800
Αεροσυμπιεστές	2	32,00	250	16	4000	128000
Ξηραντήρας αεροσυμπιεστή	1	0,74	250	1	250	185
Κτήριο 2 / Εμφιαλωτήριο - Δεξαμενές - Κυλικείο - Τουαλέτες - Αποθήκη						
Στεγνωτήρας	2	1,30	250	0,5	125	162,5
Θερμοσίφωνο	1	4,00	250	1	250	1000
Εξοπλισμός κυλικείου	3	9,00	250	4	1000	9000
Πλυντήριο φιαλών	1	2,00	5	8	40	80
Γεμιστικό φιαλών	1	1,50	5	8	40	60
Βιδωτικό Crown	1	1,50	5	8	40	60
Συρρικνωτικό	1	2,40	5	8	40	96
Ετικετέζα	1	1,60	5	8	40	64
Μεταφορική ταινία	1	1,40	5	8	40	56
Κτήριο 3 / Εμφιαλωτήριο εξωτερικού						
Μεταφορική ταινία	1	1,00	50	8	400	400
ΚΕΤTNER αποσυσκευαστικό	1	3,00	50	8	400	1200
SLAM πλυντήριο κιβωτίων	1	7,00	50	8	400	2800
FLOT SICK ξέστρα καυλίων	1	4,00	5	8	40	160
Αναβατήριο πομάτων AROL	1	1,20	50	8	400	480
ΚΕΤTNER συσκευαστικό	1	8,50	50	8	400	3400
Μεταφορική ταινία	4	4,00	50	8	400	1600
Εμφιαλωτικό 2800 φιαλών	1	42,10	50	8	400	16840
Κτήριο 4 / Εμφιαλωτήρια λίτρου & BOX - Αποθήκη - Γραφεία διοίκησης						
Πλυντήριο BARDI	1	18,00	200	8	1600	28800
Μεταφορική ταινία	7	7,00	200	8	1600	11200
Εμφιαλωτικό 8000 φιαλών	1	75,00	200	8	1600	120000
Γραμμή εμφιάλωσης ασκών	1	7,40	200	8	1600	11840
Μεταφορική ταινία	2	0,80	200	8	1600	1280
Σύνολο						353.813,5

Πίνακας I.2: Καταγραφή του εξοπλισμού ανά χώρο στο Κτήριο Β – Μαρκόπουλο Αττικής.

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ Β - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ						
Μηχάνημα	Πλήθος όμοιων μηχ/των	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσια λειτουργία	Ημερήσια λειτουργίας	Ετήσια λειτουργία	Ετήσια Κατανάλωση
-	τεμάχια	kW	ημέρες /έτος	ώρες/ημέρα	ώρες/έτος	kWh
Κτήριο 5 / Αποθήκη - Γραφεία πωλήσεων - Φόρτωση						
Στεγνωτήρας	2	1,3	250	0,5	125	162,5
Κτήριο 9 / Φίλτρο - Χώρος αποθήκευσης						
Φίλτρο	1	6,00	60	8	480	2880
Αντλία επιφάνειας	1	7,50	250	0,5	125	937,5
Αντλία ακαθάρτων	1	3,00	250	3	750	2250
Σύνολο						6.230

Πίνακας I.3: Καταγραφή του μηχανολογικού εξοπλισμού στο προαύλιο – Μαρκόπουλο Αττικής

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΡΟΑΥΛΙΟΥ ΧΩΡΟΥ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ						
Μηχάνημα	Πλήθος όμοιων μηχ/των	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσια λειτουργία	Ημερήσια λειτουργίας	Ετήσια λειτουργία	Ετήσια Κατανάλωση
-	τεμάχια	kW	ημέρες /έτος	ώρες/ημέρα	ώρες/έτος	kWh
Αντλία πλύσης	5	11,50	250	0,5	125	1437,5
Αντλία λάκου	1	4,50	250	0,5	125	562,5
Αντλία επιφανείας	1	7,50	250	0,5	125	937,5
Αντλία αποσκήρυνσης	1	7,50	250	0,5	125	937,5
Αντλία πιεστικού	1	6,50	250	0,5	125	812,5
Αντλία αλάτι	2	4,20	250	0,5	125	525
Σύνολο						5.212,5

Πίνακας I.4: Καταγραφή του συστήματος ZNX – Μαρκόπουλο Αττικής

ZNX - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ						
Μηχάνημα	Πλήθος όμοιων μηχ/των	Ισχύς	Ετήσια λειτουργία	Ημερήσια λειτουργίας	Ετήσια λειτουργία	Ετήσια Κατανάλωση
-	τεμάχια	kW	ημέρες /έτος	ώρες/ημέρα	ώρες/έτος	kWh
Κτήριο 4 / Εμφιαλωτήρια λίτρου & BOX - Αποθήκη - Γραφεία διοίκησης						
Λέβητας μαζούτ	2	12	250	8	2000	21600

Πίνακας 1.5: Καταγραφή των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης ανά χώρο – Μαρκόπουλο Αττικής.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ						
Μηχάνημα	Πλήθος όμοιων μηχ/των	Ισχύς	Ετήσια λειτουργία	Ημερήσια λειτουργίας	Ετήσια λειτουργία	Ετήσια Κατανάλωση
-	τεμάχια	kW	ημέρες /έτος	ώρες/ημέρα	ώρες/έτος	kWh
Κτήριο 1 / Τσιμέντινες δεξαμενές - Συναργείο - Αποθήκες - Πεδίο						
Κλιματιστικό οροφής	1	2,5	210	8	1680	4200
Κτήριο 2 / Εμφιαλωτήριο - Δεξαμενές - Κυλικείο - Τουαλέττες - Αποθήκη						
Κλιματιστικό	1	1,5	210	8	1680	2520
Κτήριο 4 / Εμφιαλωτήρια λίτρου & BOX - Αποθήκη - Γραφεία διοίκησης						
Λέβητας μαζούτ	2	12	120	8	960	2400
Εναλλάκτης για ψύξη	1	22	90	8	720	15840
Κτήριο 5 / Αποθήκη - Γραφεία πωλήσεων - Φόρτωση						
Αντλία Θερμότητας Daikin	2	12,4	210	8	1680	20832
Κτήριο 7 / Ιατρείο - HACCP						
Κλιματιστικό	1	1,5	210	8	1680	2520
Κλιματιστικό	1	1,5	210	8	1680	2520
Κτήριο 8 / Ζυγιστήριο - Χημείο						
Κλιματιστικό	1	1,5	210	8	1680	2520
Κλιματιστικό	1	1,5	210	8	1680	2520
Κλιματιστικό	2	3	210	8	1680	5040
Κτήριο 9 / Φίλτρο - Χώρος αποθήκευσης						
Κλιματιστικό	1	1,5	210	8	1680	2520
Σύνολο						63.432

Πίνακας Ι.6: Καταγραφή των συστημάτων φωτισμού ανά χώρο – Μαρκόπουλο Αττικής.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ						
Φωτιστικό	Πλήθος όμοιων	Ισχύς	Ετήσια λειτουργία	Ημερήσια λειτουργίας	Ετήσια λειτουργία	Ετήσια Κατανάλωση
-	τεμάχια	kW	ημέρες /έτος	ώρες/ημέρα	ώρες/έτος	kWh
Κτήριο 1 / Τιμέντινες δεξαμενές - Συνεργείο - Αποθήκες - Πεδίο						
Απλό	20	1,00	250	8	2000	2000
Σωλήνας φθορίου	31	2,232	250	8	2000	4464
Προβολέας	21	3,392	250	8	2000	6784
Στεγανό (ασφαλείας)	2	0,3	250	8	2000	600
Κτήριο 2 / Εμφιαλωτήριο - Δεξαμενές - Κυλικείο - Τουαλέτες - Αποθήκη						
Απλό	30	1,5	250	8	2000	3000
Σωλήνας φθορίου	3	0,18	250	8	2000	360
Προβολέας	2	1	250	8	2000	2000
Πολλαπλό	10	1,2	250	8	2000	2400
Κτήριο 3 / Εμφιαλωτήριο εξωτερικού						
Απλό	4	0,2	250	8	2000	400
Σωλήνας φθορίου	17	1,26	250	8	2000	2520
Πολλαπλό	10	1,2	250	8	2000	2400
Κτήριο 4 / Εμφιαλωτήρια λίτρου & BOX - Αποθήκη						
Απλό	10	0,5	250	8	2000	1000
Σωλήνας φθορίου	3	0,36	250	8	2000	720
Προβολέας	17	3,4	250	8	2000	6800
Πολλαπλό	18	2,16	250	8	2000	4320
Κτήριο 4 (1ος όροφος & δώμα) / Γραφεία διοίκησης						
Απλό	21	1,05	250	8	2000	2100
Σωλήνας φθορίου	103	6,18	250	8	2000	12360
Κτήριο 5 (Υπόγειο & Ισόγειο) / Αποθήκη - Φόρτωση						
Απλό	22	1,1	250	8	2000	2200
Σωλήνας φθορίου	22	1,32	250	8	2000	2640
Πολλαπλό	25	3	250	8	2000	6000
Κτήριο 5 (1ος όροφος) / Γραφεία πωλήσεων						
Απλό	37	1,85	250	8	2000	3700
Σωλήνας φθορίου	34	2,04	250	8	2000	4080
Κτήριο 6 / Α' Βοηθειών						
Απλό	14	0,7	250	8	2000	1400
Κτήριο 7 / Ιατρείο - HACCP						
Απλό	25	1,4	250	8	2000	2800
Κτήριο 8 / Ζυγιστήριο - Χημείο						
Απλό	13	0,65	250	8	2000	1300
Σωλήνας φθορίου	22	1,32	250	8	2000	2640
Κτήριο 9 / Φίλτρο - Χώρος αποθήκευσης						
Απλό	30	1,5	250	8	2000	3000
Σωλήνας φθορίου	10	0,6	250	8	2000	1200
Προαύλιος χώρος						
Σωλήνας φθορίου	1	0,12	250	8	2000	240
Προβολέας	3	0,6	250	8	2000	1200
Σύνολο						86.628

Πίνακας Ι.7: Καταγραφή του εξοπλισμού ανά χώρο – Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ - ΡΙΤΣΩΝΑ						
Μηχάνημα	Πλήθος όμοιων μηχ/των	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσια λειτουργία	Ημερήσια λειτουργίας	Ετήσια λειτουργία	Ετήσια Κατανάλωση
-	τεμάχια	kW	ημέρες /έτος	ώρες/ημέρα	ώρες/έτος	kWh
Κτήριο Παραλαβής-Έκθλιψης-Πιεστηρίων						
Ελικομεταφορείς με λεκάνες στεμφύλων	2	22,37	20	0,5	10	223,7
Σταφυλοθραυστήρες	2	10,44	20	5	100	1044
Σταφυλοστήρια VASLIN	6	91,18	20	12	240	21883,2
Κοχλίες απομάκρυνσης στεμφύλων	6	33,44	20	1	20	668,8
Απορροφητήρες απομάκρυνσης στεμφύλων	2	30,39	20	1	20	607,8
Κτήριο ΑΛΦΑ ΛΑΒΑΛ						
Αντλητικό συγκρότημα κρασιού NETZCH	1	8,58	100	1	100	858
Ψυκτικό συγκρότημα CRYSTAL-FLOW	1	53,69	100	12	1200	64428
Οινοποιητές ερυθράς οινοποίησης	4	44,74	10	0,1	1	44,74
Φίλτρο κενού γλυκολάσπις	1	41,39	20	8	160	6622,4
Αντλίες κυκλοφορίας γλυκολούχου ύδατος	12	51,08	25	24	600	30648
Κτήριο Δεξαμενών						
Αντλίες κρασιού GIOELLO	2	6,71	250	0,2	50	335,5
Φίλτρο κρασιού γης διατομών	1	10,25	150	8	1200	12300
Αερόψυκτοι συμπυκνωτές FREON	1	8,58	100	12	1200	10296
Ηλεκτροκίνητες αντλίες	4	16,41	250	1	250	4102,5
Πλυστικό μηχάνημα υψηλής πίεσης	1	5,22	50	0,5	25	130,5
Προαύλιος Χώρος						
Αντλίες νερού - κρασιού	2	11,93	250	0,5	125	1491,25
Πιεστικό συγκρότημα νερού	1	2,09	250	5	1250	2612,5
Αντλίες κρασιού NICOLINI	2	8,95	250	0,3	75	671,25
Ψυκτικό συγκρότημα γλυκόλης	4	298,28	25	24	600	178968
Αντλία τροφοδοσίας	1	9,32	20	5	100	932
Υποβρύχια αντλία λυμάτων	1	3,13	250	2	500	1565
Συμπιεστής αέρα σταφυλοστηρίων	1	55,73	20	12	240	13375,2
Σύνολο						353.808,3

Πίνακας Ι.8: Καταγραφή των συστημάτων φωτισμού ανά χώρο – Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΡΙΤΣΩΝΑ						
Φωτιστικό	Πλήθος όμοιων	Ισχύς	Ετήσια λειτουργία	Ημερήσια λειτουργίας	Ετήσια λειτουργία	Ετήσια Κατανάλωση
-	τεμάχια	kW	ημέρες /έτος	ώρες/ημέρα	ώρες/έτος	kWh
Κτήριο ΑΛΦΑ ΛΑΒΑΛ						
Προβολέας	4	1,6	100	14	1400	2240
Κτήριο Δεξαμενών / Ισόγειο						
Πολλαπλό	24	2,88	250	1	250	720
Σωλήνας φθορίου	70	2,52	250	1	250	630
Κτήριο Δεξαμενών / 1ος όροφος						
Σωλήνας φθορίου	220	7,92	250	1	250	1980
Κτήριο Γραφείου-Χημείου / Ισόγειο						
Σωλήνας φθορίου	20	0,72	250	4	1000	720
Κτήριο Γραφείου-Χημείου / 1ος όροφος						
Σωλήνας φθορίου	21	0,756	250	4	1000	756
Προαύλιος Χώρος						
Σωλήνας φθορίου	42	1,8	365	10	3650	6570
Προβολέας	17	6,8	365	10	3650	24820
Σύνολο						38.436

Πίνακας Ι.9: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή του εξοπλισμού γενικής χρήσης στο Μαρκόπουλο Αττικής.

ΛΟΙΠΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ				
Μηχάνημα	Χώρος	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	-	kW	ώρες/έτος	kWh
Τρυπάνι 3Φ	Συνεργείο	1,50	500	750
Τόρνος 3Φ	Συνεργείο	3,00	500	1500
Αεροσυμπιεστές	Χώρος αεροσυμπιεστών	32,00	4000	128000
Ξηραντήρας αεροσυμπιεστή	Χώρος αεροσυμπιεστών	0,74	250	185
Φίλτρο	Αποθήκη	6,00	480	2880
Σύνολο				133.315

Πίνακας I.10: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή του εξοπλισμού εμφιάλωσης στο Μαρκόπουλο Αττικής.

ΕΜΦΙΑΛΩΣΗ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ				
Μηχάνημα	Χώρος	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	-	kW	ώρες/έτος	kWh
Πλυντήριο φιαλών	Εμφιαλωτήριο	2,00	40	80
Γεμιστικό φιαλών	Εμφιαλωτήριο	1,50	40	60
Βιδωτικό Crown	Εμφιαλωτήριο	1,50	40	60
Συρρικνωτικό	Εμφιαλωτήριο	2,40	40	96
Ετικετέζα	Εμφιαλωτήριο	1,60	40	64
Μεταφορική ταινία	Εμφιαλωτήριο	1,40	40	56
Μεταφορική ταινία	Εμφιαλωτήριο εξωτερικού	1,00	400	400
KETTNER αποσυσκευαστικό	Εμφιαλωτήριο εξωτερικού	3,00	400	1200
SLAM πλυντήριο κιβωτίων	Εμφιαλωτήριο εξωτερικού	7,00	400	2800
FLOT SICK ξέστρα καυυλίων	Εμφιαλωτήριο εξωτερικού	4,00	40	160
Αναβατόριο παμάτων AROL	Εμφιαλωτήριο εξωτερικού	1,20	400	480
KETTNER συσκευαστικό	Εμφιαλωτήριο εξωτερικού	8,50	400	3400
Μεταφορική ταινία	Εμφιαλωτήριο εξωτερικού	4,00	400	1600
Εμφιαλωτικό 2800 φιαλών	Εμφιαλωτήριο εξωτερικού	42,10	400	16840
Πλυντήριο BARDI	Εμφιαλωτήριο λίτρου	18,00	1600	28800
Μεταφορική ταινία	Εμφιαλωτήριο λίτρου	7,00	1600	11200
Εμφιαλωτικό 8000 φιαλών	Εμφιαλωτήριο λίτρου	75,00	1600	120000
Γραμμή εμφιάλωσης ασκών	Αποθήκη	7,40	1600	11840
Μεταφορική ταινία	Αποθήκη	0,80	1600	1280
Σύνολο				200.416

Πίνακας I.11: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή των ηλεκτρικών συσκευών στο Μαρκόπουλο Αττικής.

ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ & WC - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ				
Μηχάνημα	Χώρος	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	-	kW	ώρες/έτος	kWh
Στεγνωτήρας	Αποδυτήρια	1,30	125	162,5
Θερμοσίφωνο	Αποδυτήρια	4,00	250	1000
Εξοπλισμός κυλικείου	Κυλικείο	9,00	1000	9000
Στεγνωτήρας	WC	1,30	125	162,5
Σύνολο				10.325

Πίνακας I.12: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή του εξοπλισμού αντλιών στο Μαρκόπουλο Αττικής.

ΑΝΤΛΙΕΣ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ				
Μηχάνημα	Χώρος	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	-	kW	ώρες/έτος	kWh
Αντλία φίλτρων πλακών	Τσιμέντινες δεξαμενές	3,20	4000	12800
Αντλία επιφάνειας	Εξωτερικός χώρος κτηρίου 9	7,50	125	937,5
Αντλία ακαθάρτων	Εξωτερικός χώρος κτηρίου 9	3,00	750	2250
Αντλία πλύσης	Προαύλιο	11,50	125	1437,5
Αντλία λάκου	Προαύλιο	4,50	125	562,5
Αντλία επιφανείας	Προαύλιο	7,50	125	937,5
Αντλία αποσκλήρυνσης	Προαύλιο	7,50	125	937,5
Αντλία πιεστικού	Προαύλιο	6,50	125	812,5
Αντλία αλάτι	Προαύλιο	4,20	125	525
Σύνολο				21.200

Πίνακας I.13: Επιμερισμός καυσίμου ανά τελική χρήση – Μαρκόπουλο Αττικής

ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ - ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ							
Χρήση	Μηχάνημα	Ονομαστική Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	β.α	Επιμερισμός θερμ. ενέργειας	Προσδ. Θερμ. Ενέργεια	Απορ. Θερμική Ενέργεια
-	-	kW	h	-	kWh	kWh	kWh
Θέρμανση	Λέβητας μαζούτ	255,86	960	0,7	10%	51172,0	73102,9
ZNX	Λέβητας μαζούτ	255,86	2000	0,7	90%	460548,0	657925,7
Σύνολο						511.720,0	731.028,6

Πίνακας I.14: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή του εξοπλισμού απομάκρυνσης & μεταφοράς στη Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ/ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ- ΡΙΤΣΩΝΑ			
Μηχάνημα	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	kW	ώρες/έτος	kWh
Ελικομεταφορείς με λεκάνες στεμφύλων	22,37	10	223,70
Κοχλίες απομάκρυνσης στεμφύλων	33,44	20	668,80
Απορροφητήρες απομάκρυνσης στεμφύλων	30,39	20	607,80
Σύνολο			1500,30

Πίνακας I.15: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή του εξοπλισμού παραγωγής στη Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΡΙΤΣΩΝΑ			
Μηχάνημα	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	kW	ώρες/έτος	kWh
Σταφυλοθραυστήρες	10,44	100	1044,00
Σταφυλοστήρια VASLIN	91,18	240	21883,20
Οινοποιητές ερυθράς οινοποίησης	44,74	1	44,74
Φίλτρο κενού γλευκολάσσης	41,39	160	6622,40
Φίλτρο κρασιού γης διατομών	10,25	1200	12300,00
Σύνολο			41.894,34

Πίνακας I.16: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή του εξοπλισμού ψύξης των διεργασιών οινοποίησης στη Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΤΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ - ΡΙΤΣΩΝΑ			
Μηχάνημα	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	kW	ώρες/έτος	kWh
Ψυκτικό συγκρότημα CRYSTAL-FLOW	53,69	1200	64428,00
Αερόψυκτοι συμπυκνωτές FREON	8,58	1200	10296,00
Ψυκτικό συγκρότημα γλυκόλης	298,28	600	178968,00
Σύνολο			253.692,00

Πίνακας I.17: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή του εξοπλισμού αντλιών στη Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΑΝΤΛΙΕΣ - ΡΙΤΣΩΝΑ			
Μηχάνημα	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	kW	ώρες/έτος	kWh
Αντλητικό συγκρότημα κρασιού NETZCH	8,58	100	858
Αντλίες κυκλοφορίας γλυκολούχου ύδατος	51,08	600	30648
Αντλίες κρασιού GIOELLO	6,71	50	335,5
Ηλεκτροκίνητες αντλίες	16,41	250	4102,5
Αντλίες νερού - κρασιού	11,93	125	1491,25
Αντλίες κρασιού NICOLINI	8,95	75	671,25
Αντλία τροφοδοσίας προϊόντος	9,32	100	932
Υποβρύχια αντλία λυμάτων	3,13	500	1565
Σύνολο			40.603,5

Πίνακας I.18: Επιμερισμός ανά τελική χρήση - Καταγραφή του εξοπλισμού γενικής χρήσης στη Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΛΟΙΠΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ - ΡΙΤΣΩΝΑ			
Μηχάνημα	Κινητήριος Ισχύς	Ετήσιες ώρες λειτουργίας	Ετήσια Κατανάλωση
-	kW	ώρες/έτος	kWh
Πλυστικό μηχάνημα υψηλής πίεσης	5,22	25	130,5
Πιεστικό συγκρότημα νερού	2,09	1250	2612,5
Συμπιεστής αέρα σταφυλοστηρίων	55,73	240	13375,2
Σύνολο			16.118,20

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΗΘ & ΒΗΨ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Πίνακας ΙΙ.1: Υπολογισμός ΒΗΘ & ΒΗΨ του έτους 2018, με τους τρεις ενδεδειγμένους τρόπους για θερμοκρασία αναφοράς 18°C.

Ταν για ΒΗΘ	18							
Ταν για ΒΗΨ	18							
Σταθμός ΕΜΥ: Ελληνικό Αττικής								
1ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3								
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ		
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες		
Ιαν-18	11,3	8,1	14,5	31	207,7	0,0		
Φεβ-18	12,6	9,8	15,8	28	151,2	0,0		
Μαρ-18	15,5	11,7	19,9	31	77,5	0,0		
Απρ-18	19,8	14,4	24,9	30	0,0	54,0		
Μαϊ-18	23,6	18,6	28,1	31	0,0	173,6		
Ιουν-18	26,7	21,5	31,0	30	0,0	261,0		
Ιουλ-18	28,7	23,7	33,5	31	0,0	331,7		
Αυγ-18	29,0	23,8	32,8	31	0,0	341,0		
Σεπ-18	25,0	20,6	28,9	30	0,0	210,0		
Οκτ-18	19,8	16,6	23,6	31	0,0	55,8		
Νοε-18	15,9	13,0	19,2	30	63,0	0,0		
Δεκ-18	10,9	8,2	13,6	31	220,1	0,0		
2ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την Βρετανική Μετεωρολογική Υπηρεσία								
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΗΒΘ	ΗΒΨ	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC	oC	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-18	11,3	8,1	14,5	31	6,7	0,0	207,7	0
Φεβ-18	12,6	9,8	15,8	28	5,2	0,0	145,6	0
Μαρ-18	15,5	11,7	19,9	31	2,7	-0,6	82,925	0
Απρ-18	19,8	14,4	24,9	30	0,9	1,7	27	51,75
Μαϊ-18	23,6	18,6	28,1	31	-0,2	5,4	0	165,85
Ιουν-18	26,7	21,5	31,0	30	-0,9	8,3	0	247,5
Ιουλ-18	28,7	23,7	33,5	31	-1,4	10,6	0	328,6
Αυγ-18	29,0	23,8	32,8	31	-1,5	10,3	0	319,3
Σεπ-18	25,0	20,6	28,9	30	-0,7	6,8	0	202,5
Οκτ-18	19,8	16,6	23,6	31	0,4	1,4	10,85	43,4
Νοε-18	15,9	13,0	19,2	30	2,2	-0,7	66	0
Δεκ-18	10,9	8,2	13,6	31	7,1	0,0	220,1	0
3ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την ενδιάμεση μέθοδο								
Μήνας	Tmin	Tmax	Tmean	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ		
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες		
Ιαν-18	8,1	14,5	11,3	31	207,7	0,0		
Φεβ-18	9,8	15,8	12,8	28	145,6	0,0		
Μαρ-18	11,7	19,9	15,8	31	68,2	0,0		
Απρ-18	14,4	24,9	19,65	30	0,0	49,5		
Μαϊ-18	18,6	28,1	23,35	31	0,0	165,9		
Ιουν-18	21,5	31,0	26,25	30	0,0	247,5		
Ιουλ-18	23,7	33,5	28,6	31	0,0	328,6		
Αυγ-18	23,8	32,8	28,3	31	0,0	319,3		
Σεπ-18	20,6	28,9	24,75	30	0,0	202,5		
Οκτ-18	16,6	23,6	20,1	31	0,0	65,1		
Νοε-18	13,0	19,2	16,1	30	57,0	0,0		
Δεκ-18	8,2	13,6	10,9	31	220,1	0,0		

Πίνακας Π.2: Υπολογισμός ΒΗΘ & ΒΗΨ του έτους 2019, με τους τρεις ενδεδειγμένους τρόπους για θερμοκρασία αναφοράς 18°C.

Ταν για ΒΗΘ	18							
Ταν για ΒΗΨ	18							
Σταθμός ΕΜΥ: Ελληνικό Αττικής								
1ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3								
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ		
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες		
Ιαν-19	9,7	6,6	12,5	31	257,3	0,0		
Φεβ-19	10,3	7,6	13,7	28	215,6	0,0		
Μαρ-19	13,9	10,3	17,9	31	127,1	0,0		
Απρ-19	16,1	11,8	19,6	30	57,0	0,0		
Μαϊ-19	20,4	15,6	24,4	31	0,0	74,4		
Ιουν-19	27,0	22,2	31,3	30	0,0	270,0		
Ιουλ-19	29,0	23,8	32,8	31	0,0	341,0		
Αυγ-19	30,1	25,1	33,8	31	0,0	375,1		
Σεπ-19	25,5	21,1	29,6	30	0,0	225,0		
Οκτ-19	21,9	17,9	26,5	31	0,0	120,9		
Νοε-19	18,4	15,0	22,1	30	0,0	12,0		
Δεκ-19	12,6	9,8	15,6	31	167,4	0,0		
2ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την Βρετανική Μετεωρολογική Υπηρεσία								
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΗΒΘ	ΗΒΨ	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	°C	°C	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-19	9,7	6,6	12,5	31	8,5	0,0	261,95	0
Φεβ-19	10,3	7,6	13,7	28	7,4	0,0	205,8	0
Μαρ-19	13,9	10,3	17,9	31	3,9	0,0	120,9	0
Απρ-19	16,1	11,8	19,6	30	2,7	-0,7	81	0
Μαϊ-19	20,4	15,6	24,4	31	0,6	1,6	18,6	49,6
Ιουν-19	27,0	22,2	31,3	30	-1,1	8,8	0	262,5
Ιουλ-19	29,0	23,8	32,8	31	-1,5	10,3	0	319,3
Αυγ-19	30,1	25,1	33,8	31	-1,8	11,5	0	354,95
Σεπ-19	25,5	21,1	29,6	30	-0,8	7,4	0	220,5
Οκτ-19	21,9	17,9	26,5	31	0,0	2,1	0,775	65,875
Νοε-19	18,4	15,0	22,1	30	0,8	1,0	22,5	30,75
Δεκ-19	12,6	9,8	15,6	31	5,3	0,0	164,3	0
3ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την ενδιάμεση μέθοδο								
Μήνας	Tmin	Tmax	Tmean	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ		
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες		
Ιαν-19	6,6	12,5	9,55	31	262,0	0,0		
Φεβ-19	7,6	13,7	10,65	28	205,8	0,0		
Μαρ-19	10,3	17,9	14,1	31	120,9	0,0		
Απρ-19	11,8	19,6	15,7	30	69,0	0,0		
Μαϊ-19	15,6	24,4	20	31	0,0	62,0		
Ιουν-19	22,2	31,3	26,75	30	0,0	262,5		
Ιουλ-19	23,8	32,8	28,3	31	0,0	319,3		
Αυγ-19	25,1	33,8	29,45	31	0,0	355,0		
Σεπ-19	21,1	29,6	25,35	30	0,0	220,5		
Οκτ-19	17,9	26,5	22,2	31	0,0	130,2		
Νοε-19	15,0	22,1	18,55	30	0,0	16,5		
Δεκ-19	9,8	15,6	12,7	31	164,3	0,0		

Πίνακας Π.3: Υπολογισμός ΒΗΘ & ΒΗΨ του έτους 2020, με τους τρεις ενδεδειγμένους τρόπους για θερμοκρασία αναφοράς 18°C.

Ταν για ΒΗΘ	18							
Ταν για ΒΗΨ	18							
Σταθμός ΕΜΥ: Ελληνικό Αττικής								
1ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3								
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ		
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες		
Ιαν-20	9,8	6,8	13,0	31	254,2	0,0		
Φεβ-20	12,0	8,8	15,5	28	168,0	0,0		
Μαρ-20	14,0	10,3	17,6	31	124,0	0,0		
Απρ-20	16,3	11,5	20,1	30	51,0	0,0		
Μαϊ-20	21,8	16,5	26,4	31	0,0	117,8		
Ιουν-20	25,2	19,7	28,7	30	0,0	216,0		
Ιουλ-20	29,5	24,2	33,4	31	0,0	356,5		
Αυγ-20	29,8	23,9	33,7	31	0,0	365,8		
Σεπ-20	26,5	22,2	30,4	30	0,0	255,0		
Οκτ-20	21,2	17,6	26,1	31	0,0	99,2		
Νοε-20	15,4	12,7	19,2	30	78,0	0,0		
Δεκ-20	14,4	11,9	17,4	31	111,6	0,0		
2ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την Βρετανική Μετεωρολογική Υπηρεσία								
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΗΒΘ	ΗΒΨ	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	°C	°C	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-20	9,8	6,8	13,0	31	8,1	0,0	251,1	0
Φεβ-20	12,0	8,8	15,5	28	5,9	0,0	163,8	0
Μαρ-20	14,0	10,3	17,6	31	4,1	0,0	125,55	0
Απρ-20	16,3	11,5	20,1	30	2,7	-0,6	81,75	0
Μαϊ-20	21,8	16,5	26,4	31	0,4	2,1	11,625	65,1
Ιουν-20	25,2	19,7	28,7	30	-0,4	6,2	0	186
Ιουλ-20	29,5	24,2	33,4	31	-1,6	10,8	0	334,8
Αυγ-20	29,8	23,9	33,7	31	-1,5	10,8	0	334,8
Σεπ-20	26,5	22,2	30,4	30	-1,1	8,3	0	249
Οκτ-20	21,2	17,6	26,1	31	0,1	2,0	3,1	62,775
Νοε-20	15,4	12,7	19,2	30	2,4	-0,7	70,5	0
Δεκ-20	14,4	11,9	17,4	31	3,4	0,0	103,85	0
3ος Τρόπος Υπολογισμού ΒΗΘ & ΒΗΨ σύμφωνα με την ενδιάμεση μέθοδο								
Μήνας	Tmin	Tmax	Tmean	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ		
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες		
Ιαν-20	6,8	13,0	9,9	31	251,1	0,0		
Φεβ-20	8,8	15,5	12,15	28	163,8	0,0		
Μαρ-20	10,3	17,6	13,95	31	125,6	0,0		
Απρ-20	11,5	20,1	15,8	30	66,0	0,0		
Μαϊ-20	16,5	26,4	21,45	31	0,0	107,0		
Ιουν-20	19,7	28,7	24,2	30	0,0	186,0		
Ιουλ-20	24,2	33,4	28,8	31	0,0	334,8		
Αυγ-20	23,9	33,7	28,8	31	0,0	334,8		
Σεπ-20	22,2	30,4	26,3	30	0,0	249,0		
Οκτ-20	17,6	26,1	21,85	31	0,0	119,4		
Νοε-20	12,7	19,2	15,95	30	61,5	0,0		
Δεκ-20	11,9	17,4	14,65	31	103,9	0,0		

Πίνακας Π.4: Υπολογισμός ΒΗΘ & ΒΗΨ για τα έτη 2018-2019-2020, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3 για θερμοκρασία αναφοράς θέρμανσης 19°C και ψύξης 20°C.

Ταν για ΒΗΘ	19					
Ταν για ΒΗΨ	20					
Σταθμός ΕΜΥ: Ελληνικό Αττικής						
2018						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-18	11,3	8,1	14,5	31	238,7	0,0
Φεβ-18	12,6	9,8	15,8	28	179,2	0,0
Μαρ-18	15,5	11,7	19,9	31	108,5	0,0
Απρ-18	19,8	14,4	24,9	30	0,0	0,0
Μαϊ-18	23,6	18,6	28,1	31	0,0	111,6
Ιουν-18	26,7	21,5	31,0	30	0,0	201,0
Ιουλ-18	28,7	23,7	33,5	31	0,0	269,7
Αυγ-18	29,0	23,8	32,8	31	0,0	279,0
Σεπ-18	25,0	20,6	28,9	30	0,0	150,0
Οκτ-18	19,8	16,6	23,6	31	0,0	0,0
Νοε-18	15,9	13	19,2	30	93,0	0,0
Δεκ-18	10,9	8,2	13,6	31	251,1	0,0
2019						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-19	9,7	6,6	12,5	31	288,3	0,0
Φεβ-19	10,3	7,6	13,7	28	243,6	0,0
Μαρ-19	13,9	10,3	17,9	31	158,1	0,0
Απρ-19	16,1	11,8	19,6	30	87,0	0,0
Μαϊ-19	20,4	15,6	24,4	31	0,0	12,4
Ιουν-19	27,0	22,2	31,3	30	0,0	210,0
Ιουλ-19	29,0	23,8	32,8	31	0,0	279,0
Αυγ-19	30,1	25,1	33,8	31	0,0	313,1
Σεπ-19	25,5	21,1	29,6	30	0,0	165,0
Οκτ-19	21,9	17,9	26,5	31	0,0	58,9
Νοε-19	18,4	15	22,1	30	18,0	0,0
Δεκ-19	12,6	9,8	15,6	31	198,4	0
2020						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-20	9,8	6,8	13,0	31	285,2	0,0
Φεβ-20	12,0	8,8	15,5	28	196,0	0,0
Μαρ-20	14,0	10,3	17,6	31	155,0	0,0
Απρ-20	16,3	11,5	20,1	30	81,0	0,0
Μαϊ-20	21,8	16,5	26,4	31	0,0	55,8
Ιουν-20	25,2	19,7	28,7	30	0,0	156,0
Ιουλ-20	29,5	24,2	33,4	31	0,0	294,5
Αυγ-20	29,8	23,9	33,7	31	0,0	303,8
Σεπ-20	26,5	22,2	30,4	30	0,0	195,0
Οκτ-20	21,2	17,6	26,1	31	0,0	37,2
Νοε-20	15,4	12,7	19,2	30	108,0	0,0
Δεκ-20	14,4	11,9	17,4	31	142,6	0

Πίνακας II.5: Υπολογισμός ΒΗΘ & ΒΗΨ για τα έτη 2018-2019-2020, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3 για θερμοκρασία αναφοράς θέρμανσης 20°C και ψύξης 22°C.

Ταν για ΒΗΘ	20					
Ταν για ΒΗΨ	22					
Σταθμός ΕΜΥ: Ελληνικό Αττικής						
2018						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-18	11,3	8,1	14,5	31	269,7	0,0
Φεβ-18	12,6	9,8	15,8	28	207,2	0,0
Μαρ-18	15,5	11,7	19,9	31	139,5	0,0
Απρ-18	19,8	14,4	24,9	30	6,0	0,0
Μαϊ-18	23,6	18,6	28,1	31	0,0	49,6
Ιουν-18	26,7	21,5	31	30	0,0	141,0
Ιουλ-18	28,7	23,7	33,5	31	0,0	207,7
Αυγ-18	29	23,8	32,8	31	0,0	217,0
Σεπ-18	25	20,6	28,9	30	0,0	90,0
Οκτ-18	19,8	16,6	23,6	31	6,2	0,0
Νοε-18	15,9	13,0	19,2	30	123,0	0,0
Δεκ-18	10,9	8,2	13,6	31	282,1	0,0
2019						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-19	9,7	6,6	12,5	31	319,3	0,0
Φεβ-19	10,3	7,6	13,7	28	271,6	0,0
Μαρ-19	13,9	10,3	17,9	31	189,1	0,0
Απρ-19	16,1	11,8	19,6	30	117,0	0,0
Μαϊ-19	20,4	15,6	24,4	31	0,0	0,0
Ιουν-19	27	22,2	31,3	30	0,0	150,0
Ιουλ-19	29	23,8	32,8	31	0,0	217,0
Αυγ-19	30,1	25,1	33,8	31	0,0	251,1
Σεπ-19	25,5	21,1	29,6	30	0,0	105,0
Οκτ-19	21,9	17,9	26,5	31	0,0	0,0
Νοε-19	18,4	15,0	22,1	30	48,0	0,0
Δεκ-19	12,6	9,8	15,6	31	229,4	0,0
2020						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-20	9,8	6,8	13,0	31	316,2	0,0
Φεβ-20	12,0	8,8	15,5	28	224,0	0,0
Μαρ-20	14,0	10,3	17,6	31	186,0	0,0
Απρ-20	16,3	11,5	20,1	30	111,0	0,0
Μαϊ-20	21,8	16,5	26,4	31	0,0	0,0
Ιουν-20	25,2	19,7	28,7	30	0,0	96,0
Ιουλ-20	29,5	24,2	33,4	31	0,0	232,5
Αυγ-20	29,8	23,9	33,7	31	0,0	241,8
Σεπ-20	26,5	22,2	30,4	30	0,0	135,0
Οκτ-20	21,2	17,6	26,1	31	0,0	0,0
Νοε-20	15,4	12,7	19,2	30	138,0	0,0
Δεκ-20	14,4	11,9	17,4	31	173,6	0,0

Πίνακας II.6: Υπολογισμός ΒΗΘ & ΒΗΨ για τα έτη 2018-2019-2020, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3 για θερμοκρασία αναφοράς θέρμανσης 20°C και ψύξης 24°C.

Ταν για ΒΗΘ	20					
Ταν για ΒΗΨ	24					
Σταθμός ΕΜΥ: Ελληνικό Αττικής						
2018						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-18	11,3	8,1	14,5	31	269,7	0
Φεβ-18	12,6	9,8	15,8	28	207,2	0
Μαρ-18	15,5	11,7	19,9	31	139,5	0
Απρ-18	19,8	14,4	24,9	30	6	0
Μαϊ-18	23,6	18,6	28,1	31	0	0
Ιουν-18	26,7	21,5	31	30	0	81
Ιουλ-18	28,7	23,7	33,5	31	0	145,7
Αυγ-18	29	23,8	32,8	31	0	155
Σεπ-18	25	20,6	28,9	30	0	30
Οκτ-18	19,8	16,6	23,6	31	6,2	0
Νοε-18	15,9	13	19,2	30	123	0
Δεκ-18	10,9	8,2	13,6	31	282,1	0
2019						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-19	9,7	6,6	12,5	31	319,3	0
Φεβ-19	10,3	7,6	13,7	28	271,6	0
Μαρ-19	13,9	10,3	17,9	31	189,1	0
Απρ-19	16,1	11,8	19,6	30	117	0
Μαϊ-19	20,4	15,6	24,4	31	0	0
Ιουν-19	27	22,2	31,3	30	0	90
Ιουλ-19	29	23,8	32,8	31	0	155
Αυγ-19	30,1	25,1	33,8	31	0	189,1
Σεπ-19	25,5	21,1	29,6	30	0	45
Οκτ-19	21,9	17,9	26,5	31	0	0
Νοε-19	18,4	15	22,1	30	48	0
Δεκ-19	12,6	9,8	15,6	31	229,4	0
2020						
Μήνας	Tmean	Tmin	Tmax	Ημέρες/μήνα	ΒΗΘ	ΒΗΨ
	°C	°C	°C	ημέρες	oC*ημέρες	oC*ημέρες
Ιαν-20	9,8	6,8	13	31	316,2	0
Φεβ-20	12	8,8	15,5	28	224	0
Μαρ-20	14	10,3	17,6	31	186	0
Απρ-20	16,3	11,5	20,1	30	111	0
Μαϊ-20	21,8	16,5	26,4	31	0	0
Ιουν-20	25,2	19,7	28,7	30	0	36
Ιουλ-20	29,5	24,2	33,4	31	0	170,5
Αυγ-20	29,8	23,9	33,7	31	0	179,8
Σεπ-20	26,5	22,2	30,4	30	0	75
Οκτ-20	21,2	17,6	26,1	31	0	0
Νοε-20	15,4	12,7	19,2	30	138	0
Δεκ-20	14,4	11,9	17,4	31	173,6	0

Εικόνα Π.1: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Ηλεκτρική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις Βαθμομημέρες του 1^ο σεναρίου και τα προϊόντα παραγωγής.

Χρονικό		Πίνακας των Y	Πίνακας των X	Γράμμη βέλτης	
Διάστημα	Δεδομένα Y	X1	X2	Y=β0+β1*X1+β2*X2	
	Ηλεκτρική ενέργεια	Βαθμομημέρες του σεναρίου	Προϊόντα		
ΠΡΩ					
Ιαν-18	44537,20	207,7	457,0	43741,98452	
Φεβ-18	53558,24	151,2	557,0	49810,98628	
Μαρ-18	58801,44	77,5	750,0	61438,20259	
Απρ-18	42941,68	54,0	450,0	43700,56272	
Μαε-18	54182,72	173,6	694,0	57882,79841	
Ιουν-18	56754,00	261,0	727,0	59627,67335	
Ιουλ-18	61135,52	331,7	785,0	62886,061	
Αυγ-18	34897,76	341,0	356,0	37426,89339	
Σεπ-18	53715,36	210,0	548,0	49134,14418	
Οκτ-18	50687,76	55,8	517,0	47670,35512	
Νοε-18	55929,36	63,0	716,0	59755,3548	
Δεκ-18	52580,72	220,1	537,0	48457,10388	
Ιαν-19	53327,12	257,3	546,0	46800,48124	
Φεβ-19	53393,92	215,6	556,0	49595,05304	
Μαρ-19	49187,84	127,1	506,0	46844,48177	
Απρ-19	49535,12	57,0	521,0	47904,70066	
Μαε-19	48554,00	74,4	512,0	47328,54109	
Ιουν-19	56150,72	270,0	719,0	59131,2581	
Ιουλ-19	59873,92	341,0	767,0	61805,75648	
Αυγ-19	30945,04	375,1	316,0	34971,32531	
Σεπ-19	51336,00	225,0	524,0	47674,08176	
Οκτ-19	46536,64	120,9	474,0	44961,44883	
Νοε-19	44267,36	12,0	452,0	43921,33656	
Δεκ-19	50740,32	167,4	532,0	48288,68956	
Ιαν-20	49023,60	254,2	502,0	46298,11765	
Φεβ-20	44067,04	168,0	489,0	45736,64374	
Μαρ-20	40918,32	124,0	481,0	43369,12158	
Απρ-20	36652,32	51,0	431,0	42580,85516	
Μαε-20	32269,76	117,8	378,0	39274,65488	
Ιουν-20	43330,48	216,0	442,0	42832,05984	
Ιουλ-20	47949,60	356,5	489,0	45278,22206	
Αυγ-20	42122,08	365,8	443,0	42527,07041	
Σεπ-20	39173,04	255,0	412,0	40857,73492	
Οκτ-20	39784,16	99,2	419,0	41751,84377	
Νοε-20	50166,80	78,0	528,0	48268,84159	
Δεκ-20	56955,36	111,6	600,0	52457,87797	

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ 1	
Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολυπλά R	0,909432202
R Τεράγωνο	0,82706693
Προσαρμοσμένο R Τεράγωνο	0,816586138
Τυπικό σφάλμα (RMSE)	3310,226238
Μέγεθος δείγματος	36

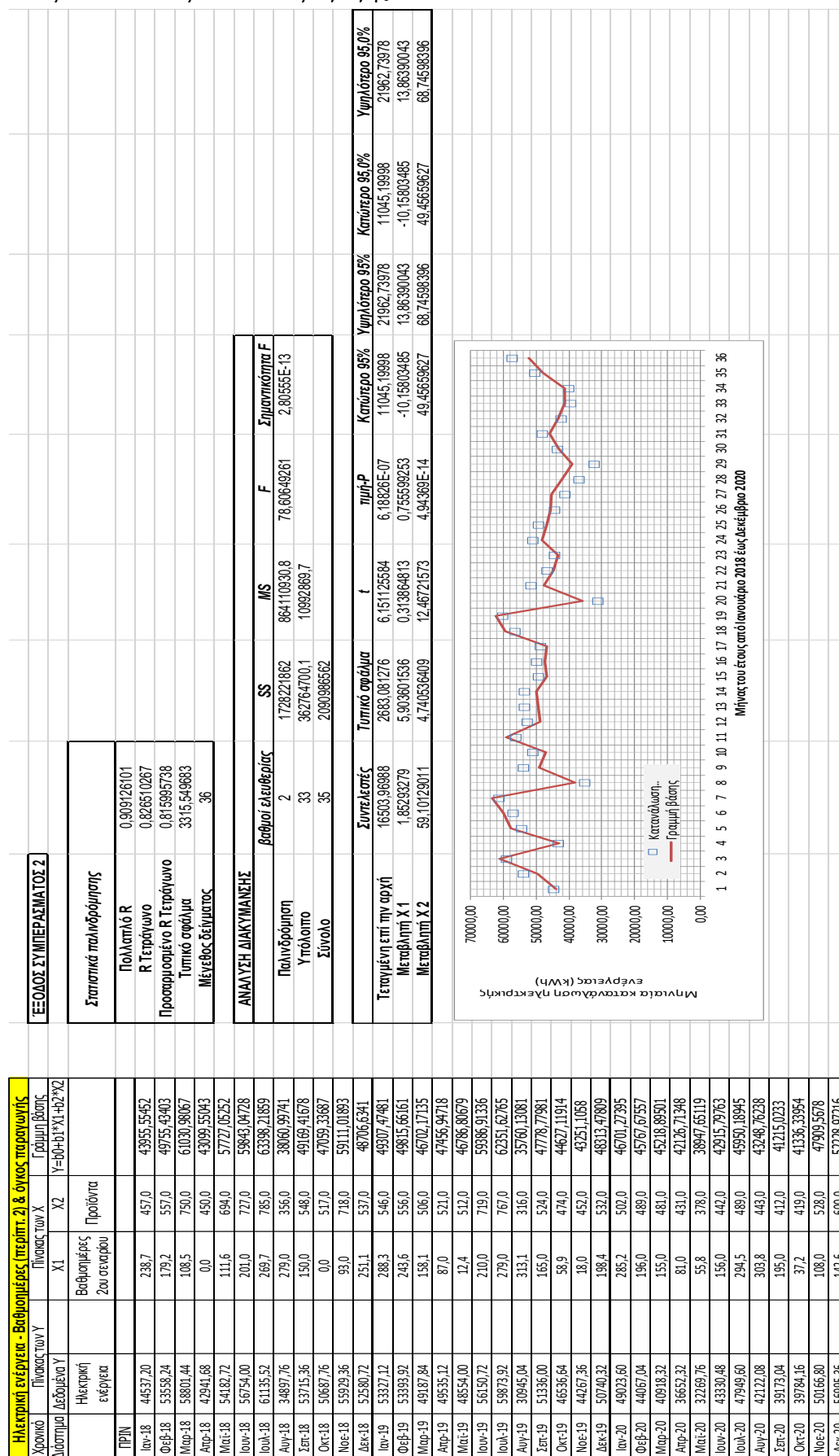
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ				
βαθμολογία ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F
Παλινδρόμηση	1729385636	864692918,1	76,91263561	2,66066E-13
Υπόλοιπο	361600725,6	10957597,75		
Σύνολο	2090986362			

Τεταγμένη επί την αρχή	
Μεταβλητή X 1	1773877019
Μεταβλητή X 2	5931598659

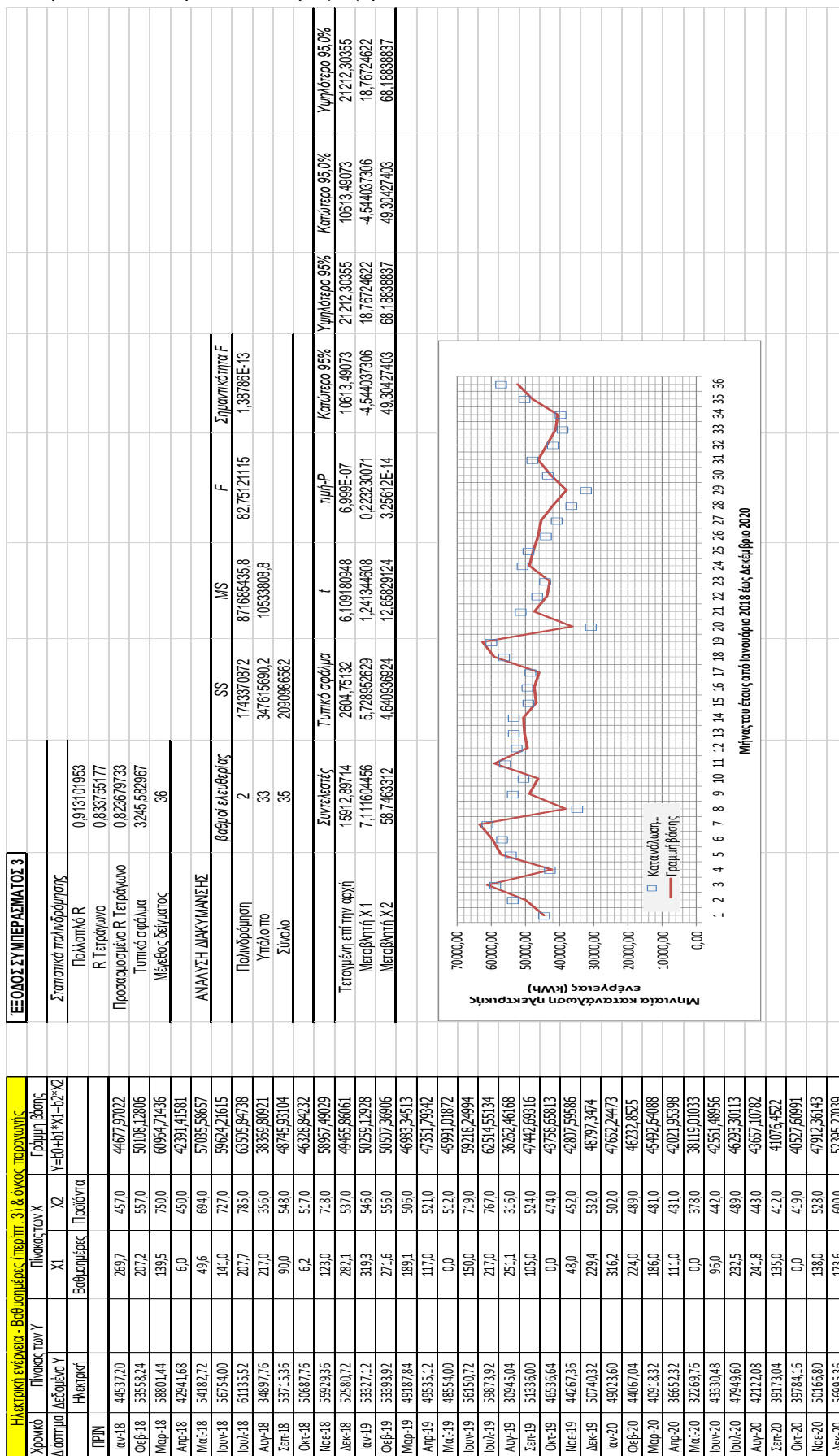
Συντελεστές (b)						
Τυπικό σφάλμα (s)	t	μημ-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
2	2711,654825	6,320753566	3,76514E-07	11622,79868	22656,60512	11622,79868
33	5,370667029	-0,452828398	0,653635566	-13,35844604	8,494555511	-13,35844604
35	4,721674059	12,56248692	4,01236E-14	49,70965049	69,92228669	49,70965049

Μήνας του έτους από Ιανουάριο 2018 έως Δεκέμβριο 2020

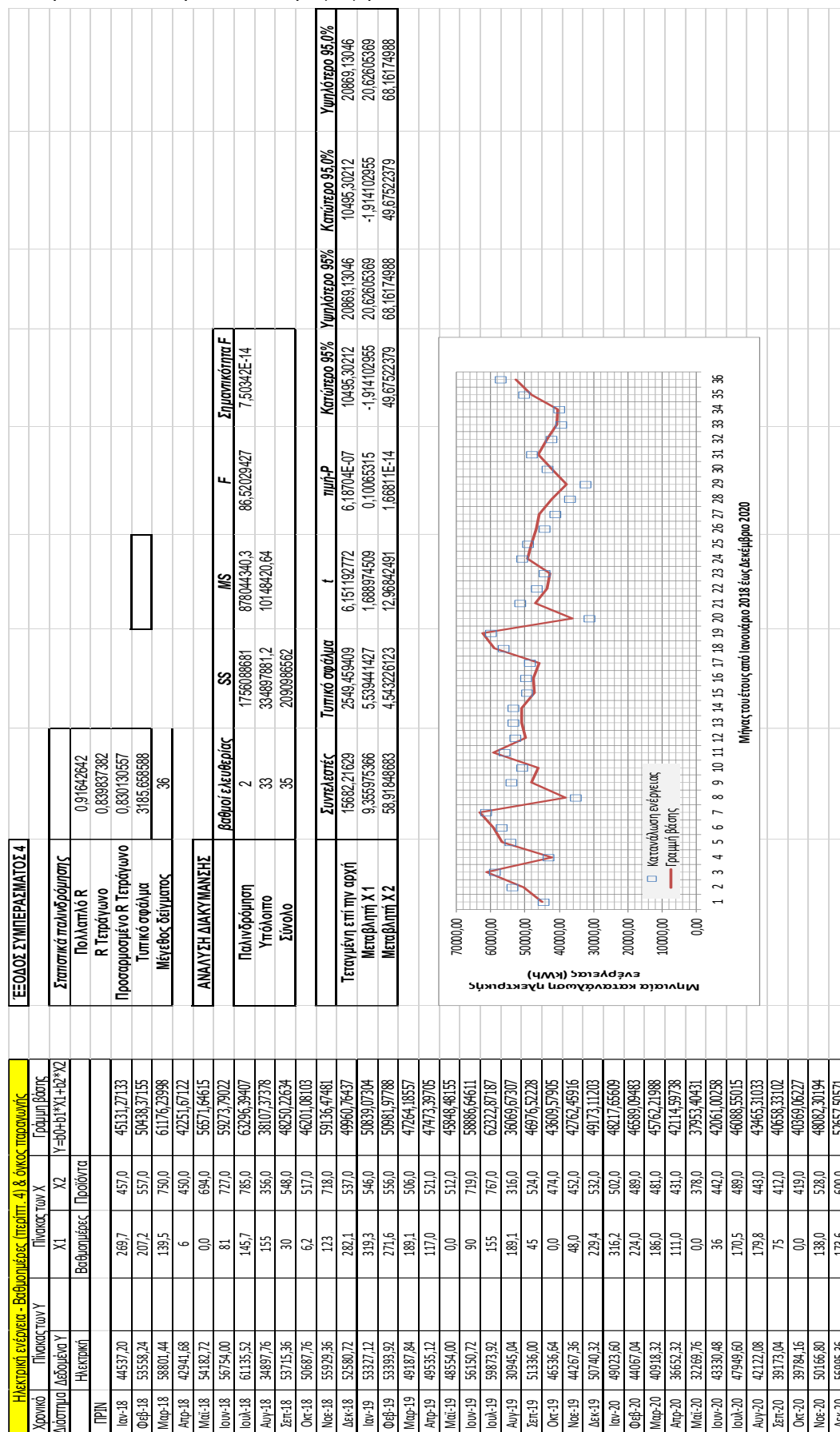
Εικόνα Π.2: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Ηλεκτρική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις Βαθμομέρες του 2^{ου} σεναρίου και τα προϊόντα παραγωγής.



Εικόνα Π.3: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Ηλεκτρική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις Βαθμομημέρες του 3^{ου} σεναρίου και τα προϊόντα παραγωγής.



Εικόνα Π.4: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Ηλεκτρική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις Βαθμομηρές του 4^{ου} σεναρίου και τα προϊόντα παραγωγής.

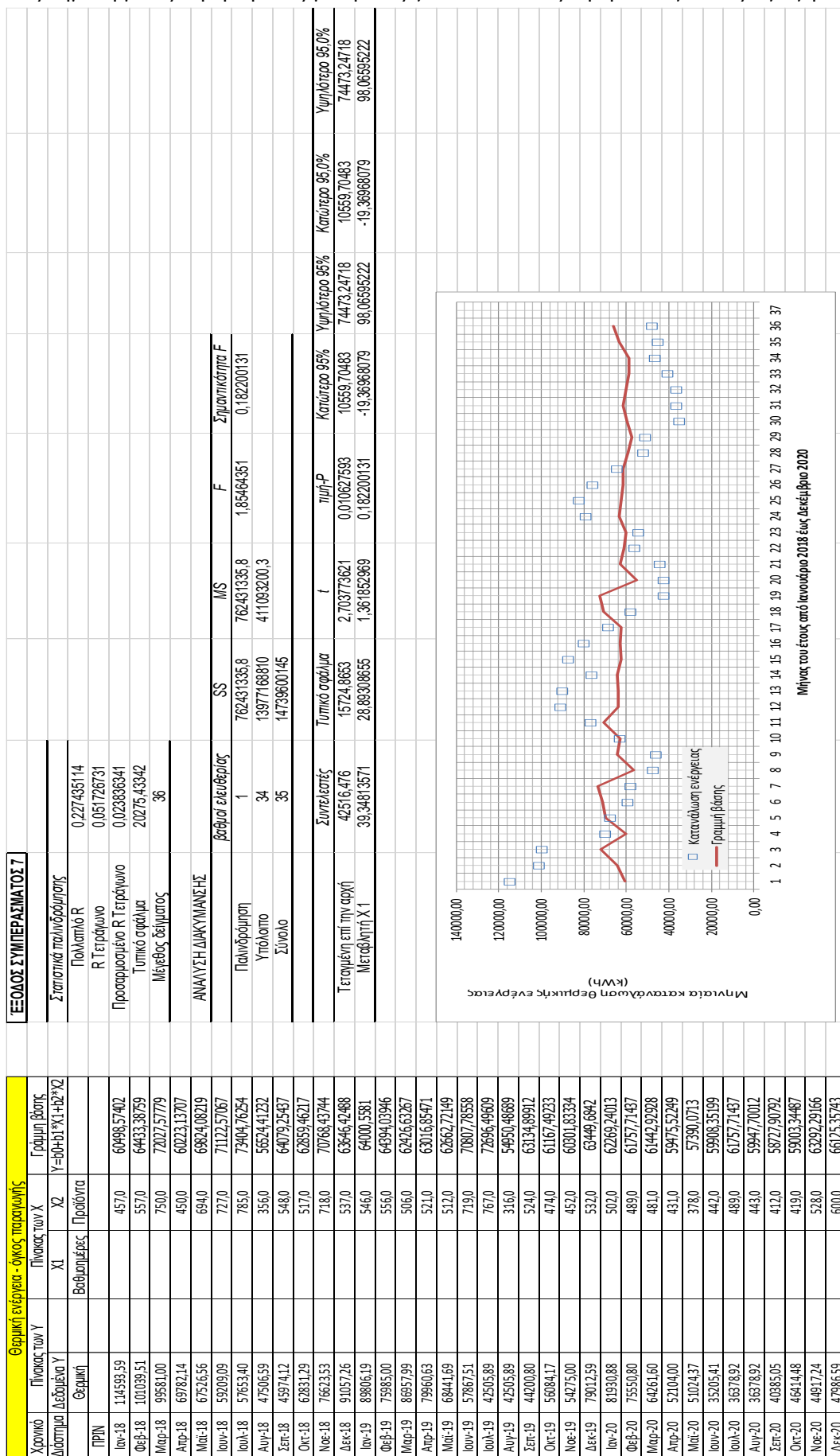


Εικόνα Π.5: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις Βαθμοημέρες του 1^{ου} σεναρίου και τα προϊόντα παραγωγής.

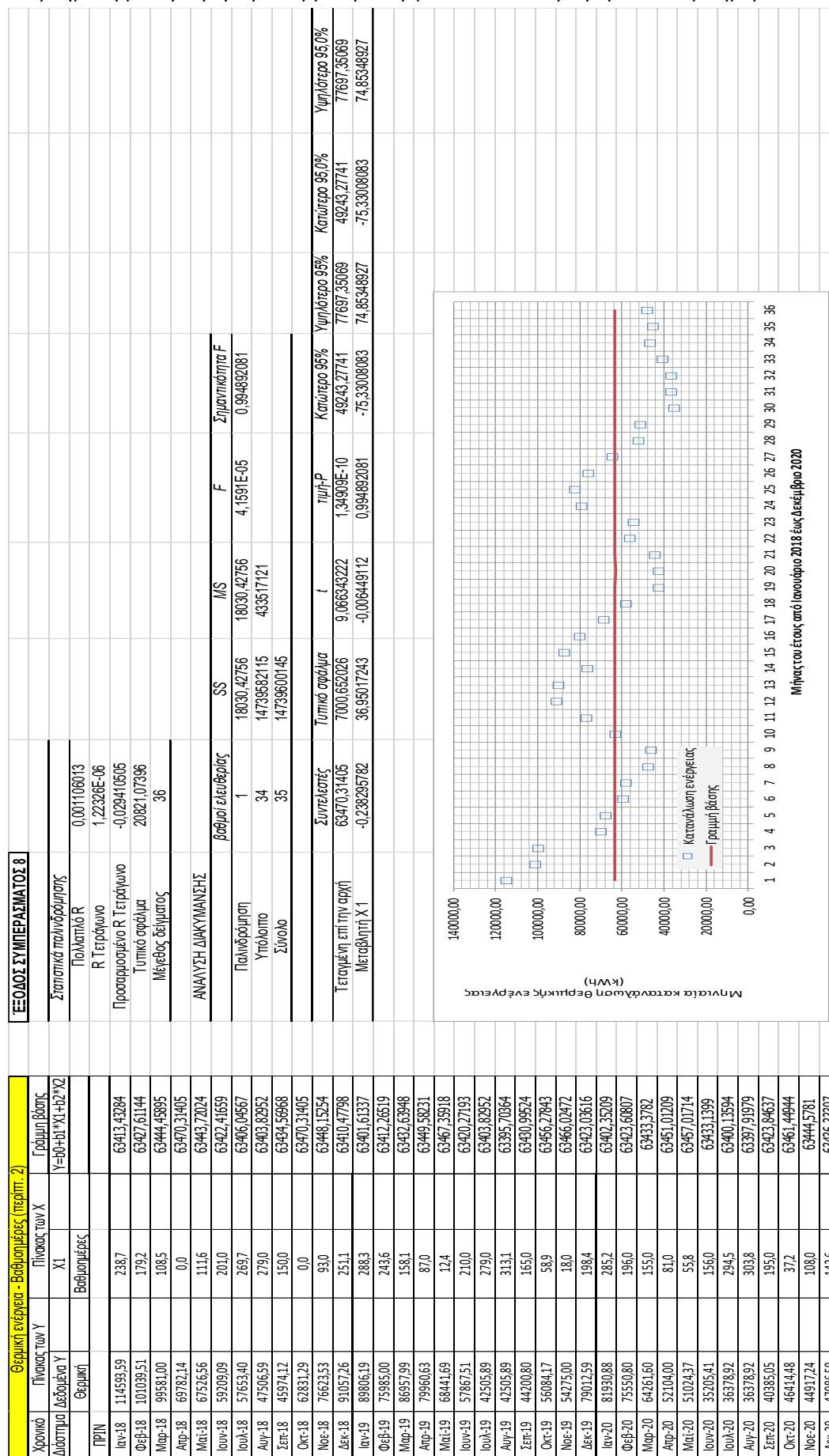
Θερμική ενέργεια - Βαθμοημέρες (περίπτ. 1) & όγκος παραγωγής		Πίνακας των Χ		Γράφημα βάρους
Χρονικό Διάστημα	Πίνακας των Υ	X1	X2	$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$
	Θερμική ενέργεια	Βαθμοημέρες 1ου σεναρίου	Προϊόντα	
ΠΡΗ				
Ιαν-18	114593,59	207,7	457,0	58943,15847
Φεβ-18	101099,51	151,2	557,0	66396,65069
Μαρ-18	99581,00	77,5	750,0	78855,18069
Απρ-18	69782,14	54,0	450,0	67769,29813
Μαε-18	67526,56	173,6	694,0	70759,40366
Ιουν-18	59209,09	261,0	727,0	66892,3533
Ιουλ-18	57653,40	331,7	785,0	65088,07696
Αυγ-18	47506,59	341,0	356,0	46642,16666
Σεπ-18	43974,12	210,0	546,0	62495,44094
Οκτ-18	62831,79	55,8	517,0	70451,94865
Νοε-18	76623,53	63,0	718,0	78391,95062
Δεκ-18	91057,26	220,1	537,0	61431,55562
Ιαν-19	89806,19	257,3	546,0	59575,46431
Φεβ-19	73985,00	215,6	556,0	62492,80378
Μαρ-19	86957,99	127,1	506,0	65717,78752
Απρ-19	79960,63	57,0	521,0	70546,58525
Μαε-19	68441,69	74,4	512,0	69128,21589
Ιουν-19	57867,51	270,0	719,0	66019,3994
Ιουλ-19	42505,69	341,0	767,0	63760,62399
Αυγ-19	42505,69	375,1	316,0	42931,09189
Σεπ-19	44200,80	225,0	524,0	60596,24314
Οκτ-19	56084,17	120,9	474,0	64736,78993
Νοε-19	54275,00	12,0	462,0	70371,40221
Δεκ-19	79012,59	167,4	532,0	64383,85576
Ιαν-20	81930,88	294,2	502,0	57928,74658
Φεβ-20	75550,80	168,0	489,0	62556,87041
Μαρ-20	64261,60	124,0	481,0	64862,432
Απρ-20	52104,00	51,0	431,0	67157,84989
Μαε-20	51024,37	117,8	378,0	60944,23132
Ιουν-20	35205,41	216,0	442,0	57720,62974
Ιουλ-20	36378,92	356,5	489,0	51252,15027
Αυγ-20	36378,92	366,8	443,0	48778,47636
Σεπ-20	40385,05	255,0	412,0	54132,19969
Οκτ-20	44414,48	99,2	419,0	63767,30099
Νοε-20	44917,24	78,0	528,0	69578,72869
Δεκ-20	47986,59	111,6	600,0	70562,52366

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ 5.									
Στατιστικά παλινδρόμησης									
Πολυπλάσι R									
R Τετράγωνο									
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο									
Τυπικό σφάλμα									
Μέγεθος δείγματος									
36									
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ									
Βαθμιοί ελευθερίας									
2									
SS									
2128812897									
MS									
1064406449									
F									
2,785346554									
Σημαντικότητα F									
0,076246657									
Παλινδρόμηση									
Υπόλοιπο									
33									
Σύνολο									
14739600145									
Συντελεστές									
Τυπικό σφάλμα									
16013,66942									
Στατιστική επί την αρχή									
52264,9491									
Μεταβλητή X 1									
-59,97199016									
Μεταβλητή X 2									
41,65074777									
Κατώτερο 95%									
19684,8937									
Υψηλότερο 95%									
84845,0045									
Κατώτερο 95,0%									
-124,4984077									
Υψηλότερο 95,0%									
4,55427339									
Κατώτερο 95,0%									
-15,07939491									
Υψηλότερο 95,0%									
98,38083045									

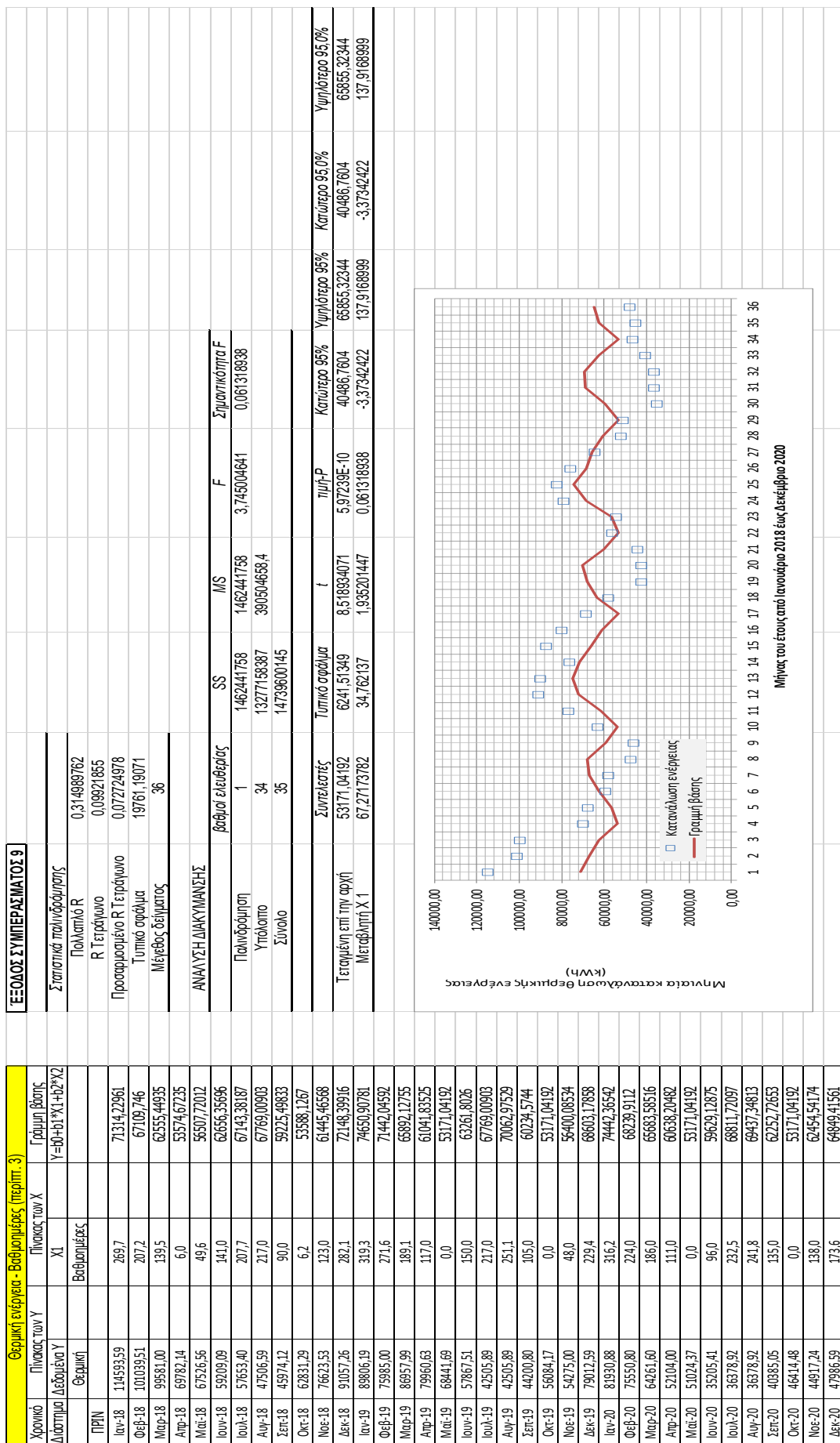
Εικόνα Π.7: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητη τον όγκο παραγωγής.



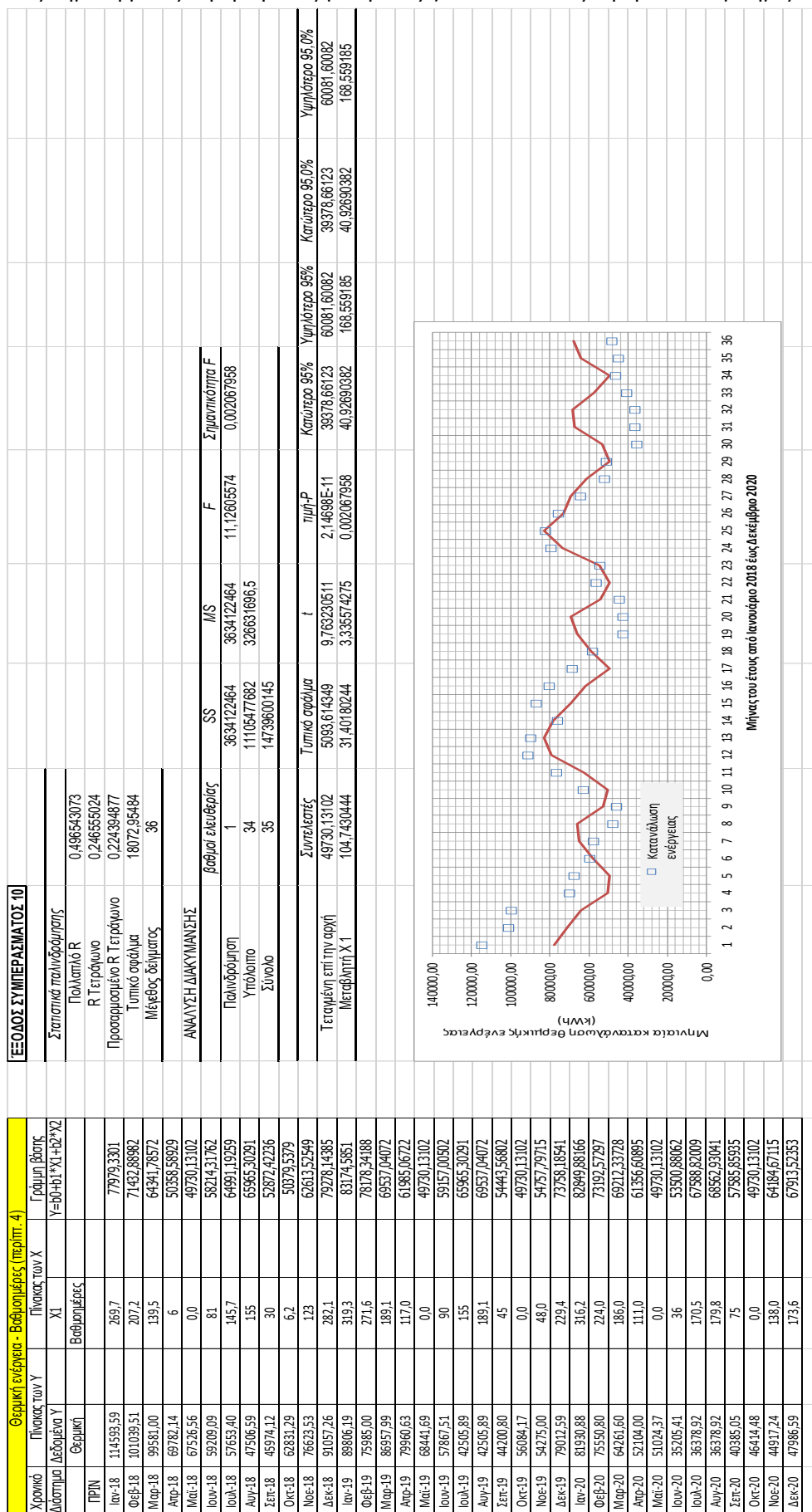
Εικόνα Π.8: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητη τις Βαθμομέρες του 2^{οο} σεναρίου.



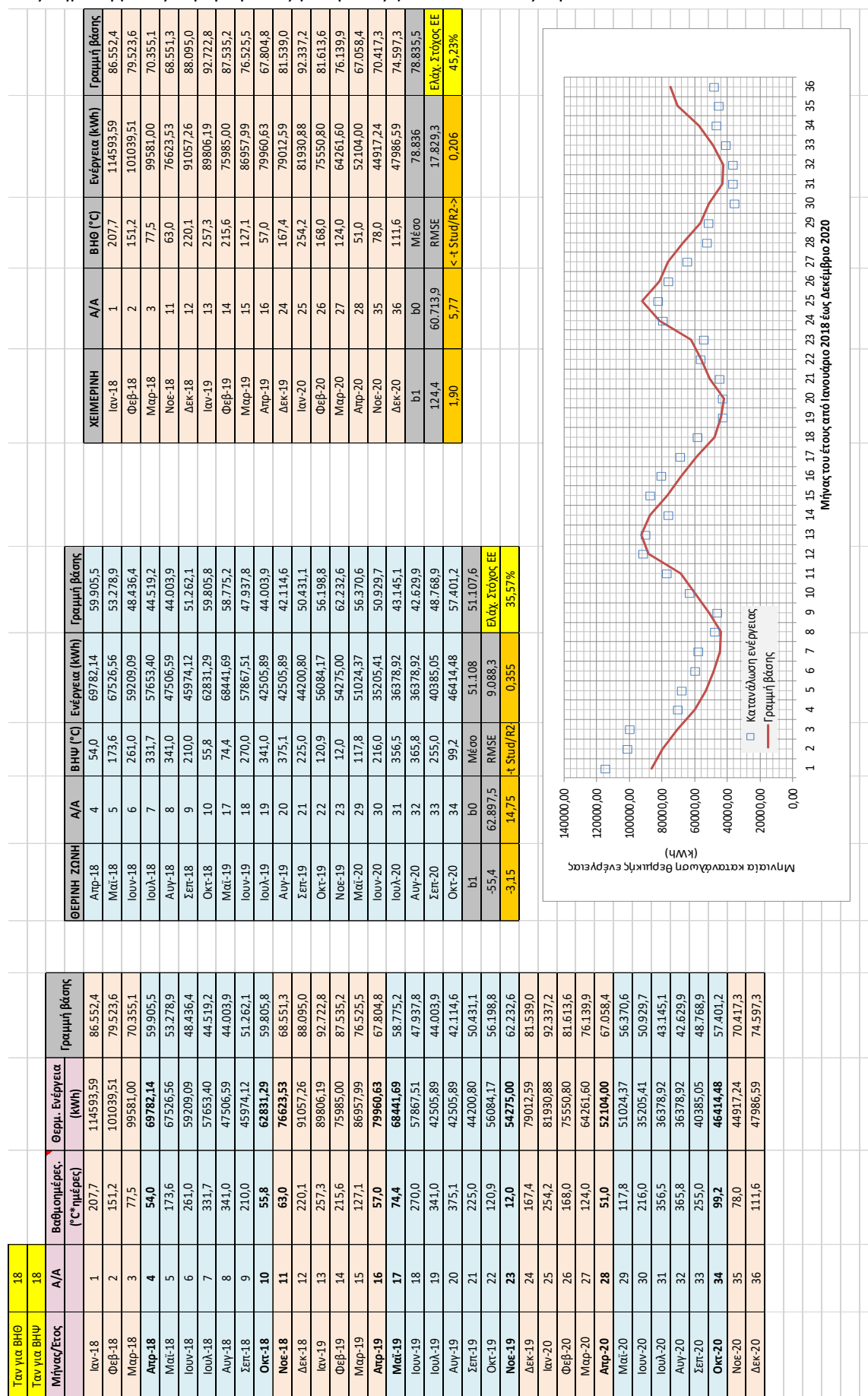
Εικόνα Π.9: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις Βαθμομέρες του 3^{ου} σεναρίου.



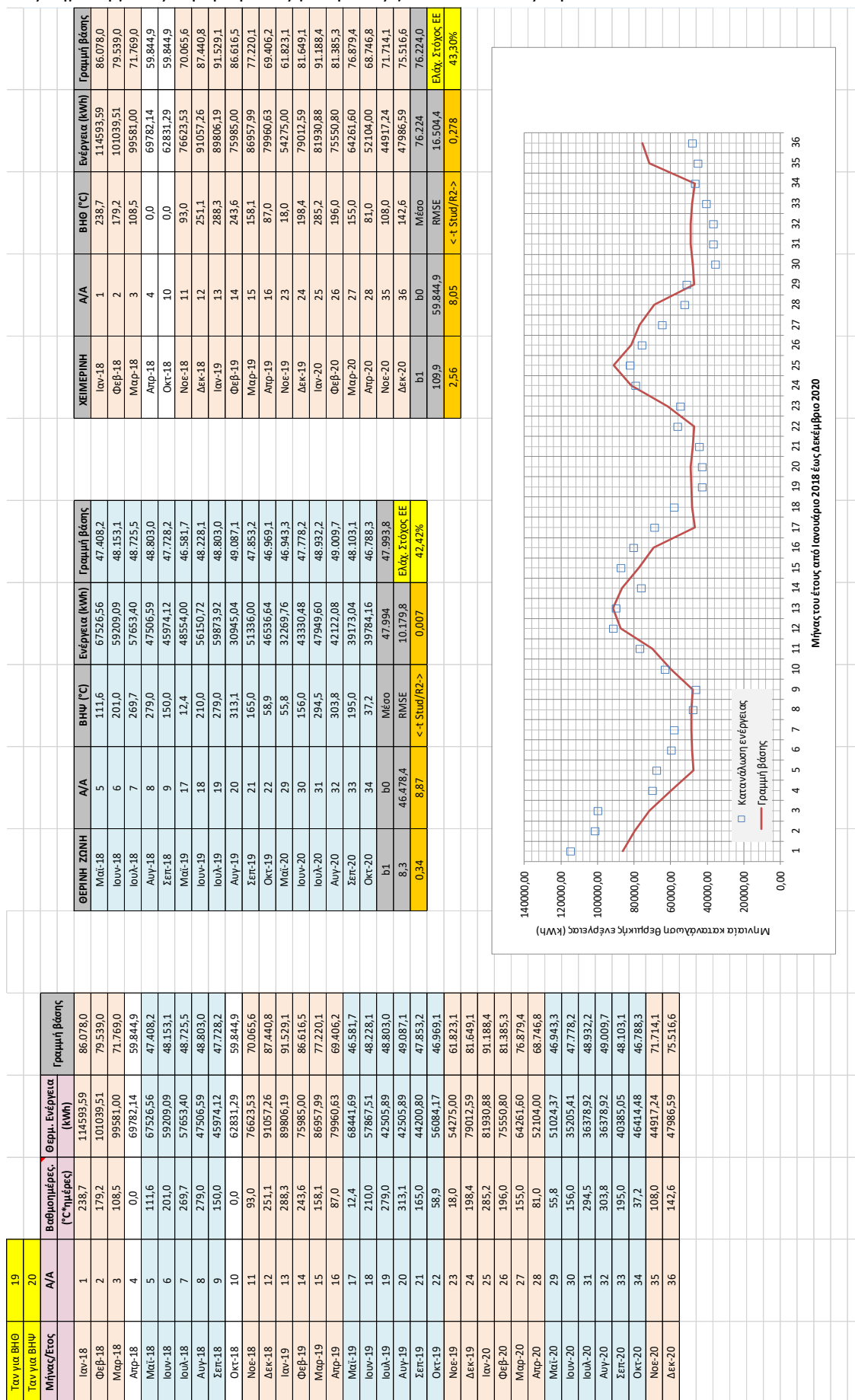
Εικόνα Π.10: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις Βαθμομέρες του 4^{ου} σεναρίου.



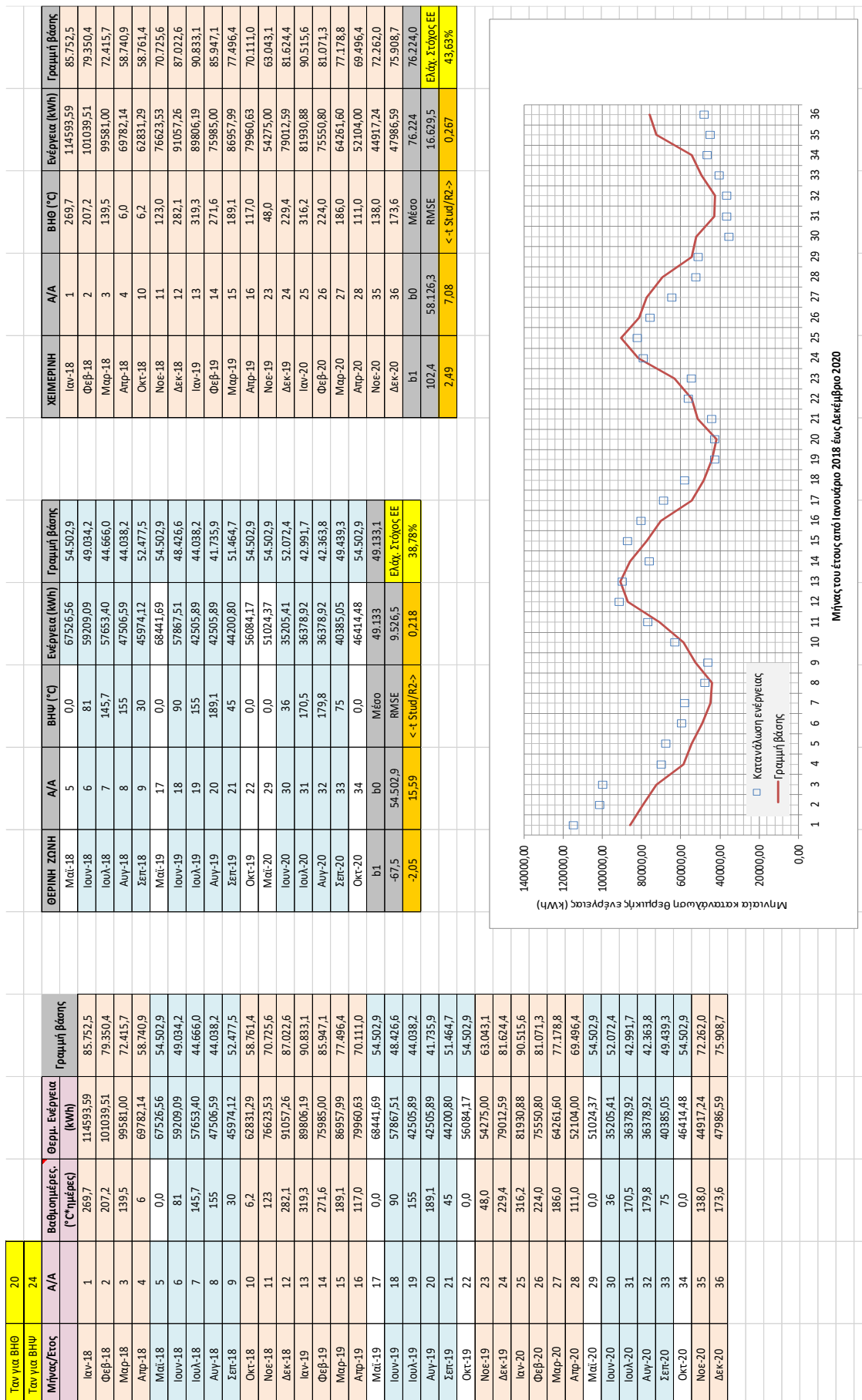
Εικόνα II.11: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις ΒΗΘ & ΒΗΨ του 1^ο σεναρίου.



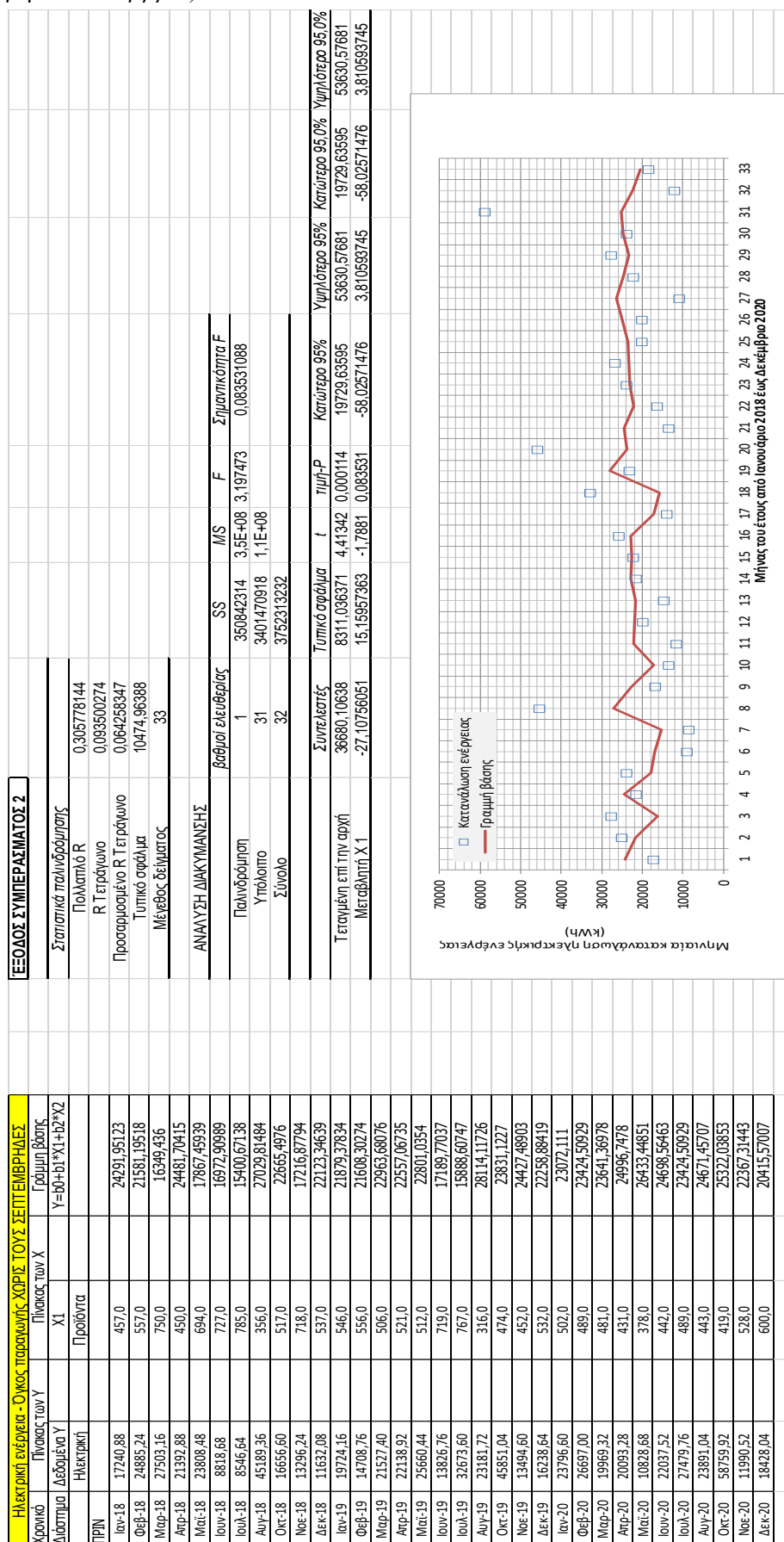
Εικόνα II.12: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις ΒΗΘ & ΒΗΨ του 2^{ου} σεναρίου



Εικόνα II.14: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητες τις ΒΗΘ & ΒΗΨ του 4^ο σεναρίου



Εικόνα Π.16: Αποτελέσματα Στατιστικής Παλινδρόμησης για την μονάδα στο Μαρκόπουλο, με εξαρτημένη μεταβλητή την Θερμική Ενέργεια και ανεξάρτητη τον όγκο παραγωγής (χωρίς τον μήνα Σεπτέμβριο).



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πίνακας ΙΙΙ.1: Καταγραφή των στοιχείων φωτισμού (πριν) – Μαρκόπουλο Αττικής.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ						
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Δυναμικότητα	Συνολική Δυναμικότητα	Απόδοση	Φωτεινή Ροή
-	-	τεμάχια	Watt/λαμπτήρ α	W	lm/W	lm
Απλό	Συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού (CFL)	223	50	11150	50,00	557500,00
Απλό	Συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού (CFL)	3	100	300	60,00	18000,00
Ζευγάρι σωληνών φθορίου (2x30)	Σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού	414	30	12420	78,00	968760,00
Ζευγάρι σωληνών φθορίου (2x36)	Σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού	62	36	2232	93,00	207576,00
3-στηλο φωτιστικό σωλήνων (3x40)	Σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού	24	40	960	94,00	90240,00
Πολλαπλό, τύπου καμπάνας (3x40)	Λαμπτήρες πυρακτώσεως (αλογόνου)	189	40	7560	7,00	52920,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολείς αλογόνου	4	50	200	13,00	2600,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολείς αλογόνου	12	116	1392	15,00	20880,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολείς αλογόνου	21	200	4200	17,00	71400,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολείς αλογόνου	4	400	1600	18,00	28800,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολείς αλογόνου	2	500	1000	19,00	19000,00
Στεγανό ασφαλείας	Συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού (CFL)	2	150	300	70	21000

Πίνακας III.2: Καταγραφή των στοιχείων φωτισμού (μετά) – Μαρκόπουλο Αττικής.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ ΛΑΜΠΗΤΗΡΕΣ LED						
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Απόδοση	Φωτεινή Ροή	Συνολική Δυναμικότητα	Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
-	-	τεμάχια	lm/W	lm	W	kWh
Απλό	LED E27	223	90	557500	6194,4	12388,89
Απλό	LED E27	3	90	18000	200,0	400,00
Ζευγάρι σωληγών	LED T8	414	105	968760	9226,3	18452,57
Ζευγάρι σωληγών	LED T8	62	105	207576	1976,9	3953,83
3-στηλο φωτιστικό σωληγών	LED T8	24	105	90240	859,4	1718,86
Πολλαπλό, τύπου καμπάνας (3)	LEDspot	189	65	52920	814,2	1628,31
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	LED HPL	4	107	2600	24,3	48,60
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	LED HPL	12	107	20880	195,1	390,28
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	LED HPL	21	107	71400	667,3	1334,58
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολέας LED	4	100	28800,00	288,0	576,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολέας LED	2	100	19000,00	190,0	380,00
Στεγανό ασφαλείας	Συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού (CFL)	2	100	21000	210,0	420,00

Πίνακας III.3: Καταγραφή των στοιχείων φωτισμού (πριν) – Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ - ΡΙΤΣΩΝΑ						
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Δυναμικότητα	Συνολική Δυναμικότητα	Απόδοση	Φωτεινή Ροή
-	-	τεμάχια	Watt/λαμπτήρα	W	lm/W	lm
Μονός σωλήνας φθορίου (36)	Σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού	365	36	13140	93,00	1222020,00
Ζευγάρι σωληνών φθορίου (2x36)	Σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού	16	36	576	93,00	53568,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολείς αλογόνου	21	400	8400	18,00	151200,00
Πολλαπλό, τύπου καμπάνας (3x40)	Λαμπτήρες πυρακτώσεως (αλογόνου)	72	40	2880	7,00	20160,00

Πίνακας III.4: Καταγραφή των στοιχείων φωτισμού (μετά) – Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΡΙΤΣΩΝΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ ΛΑΜΠΗΤΗΡΕΣ LED						
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Απόδοση	Φωτεινή Ροή	Συνολική Δυναμικότητα	Συνολική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας
-	-	τεμάχια	lm/W	lm	W	kWh
Μονός σωλήνας	LED T8	365	105	1222020,00	11638,3	7576,05
Ζευγάρι σωληνών	LED T8	16	105	53568,00	510,2	1862,13
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολέας LED	21	100	151200,00	1512,0	4870,80
Πολλαπλό, τύπου καμπάνας (3)	LEDspot	72	65	20160,00	310,2	77,54

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (LCCA)

Πίνακας IV.1: Υπολογισμός Κόστους Αγοράς συστημάτων 1^ο Σεναρίου – Μαρκόπουλο Αττικής.

Κόστος επένδυσης φωτισμού Μαρκόπουλο					
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Δυναμικότητα λαμπτήρα	Τιμή μονάδας	Συνολικό Κόστος
-	-	τεμάχια	W/λαμπτήρα	€/τεμάχιο	€
Απλό	LED E27	223	27,78	18,55	4136,65
Απλό	LED E27	3	66,67	32,05	96,15
Ζευγάρι σωληνών	LED T8	414	11,14	19,15	7928,10
Ζευγάρι σωληνών	LED T8	62	15,94	22,55	1398,10
3-στηλο φωτιστικό σωλήνων	LED T8	24	11,94	19,15	459,60
Πολλαπλό, τύπου καμπάνας (3)	LEDspot	189	1,44	7,1	1341,90
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	LED HPL PSU	4	6,07	21	84,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	LED HPL PSU	12	16,26	27	324,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	LED HPL	21	31,78	70,45	1479,45
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολέας LED	4	72,00	197	788,00
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολέας LED	2	95,00	197	394,00
Στεγανό ασφαλείας	Συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού (CFL)	2	105,00	32,05	64,10
Σύνολο					18494,05

Πίνακας IV.2: Υπολογισμός Κόστους Αγοράς συστημάτων 2^ο Σεναρίου – Μαρκόπουλο Αττικής.

Κόστος επένδυσης αναβάθμισης συστημάτων θέρμανσης-ψύξης-ZNX Μαρκόπουλο					
Χρήση	Μηχάνημα	Ονομαστική Ισχύς	Πλήθος	Τιμή μονάδας	Συνολικό Κόστος
-	-	kW	τεμάχια	€/τεμάχιο	€
ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ZNX	Λέβητας Συμπύκνωσης Υγραερίου	255,86	2	4900	9800
ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ	Κλιματιστικά	42,00	8	900	7200
ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ	Κλιματιστικά	8,75	1	1600	1600
ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ	Αντλίες Θερμότητας Daikin	34,97	2	6000	12000
Σύνολο					30600

Πίνακας IV.3: Υπολογισμός Κόστους Επένδυσης 3^ο & 4^ο Σεναρίου – Μαρκόπουλο Αττικής.

Κόστος επένδυσης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων Μαρκόπουλο					
Χρήση	Μηχάνημα	Πλήθος	Συνολικό Κόστος	Πλήθος	Συνολικό Κόστος
-	-	τεμάχια	€	τεμάχια	€
Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Trina VERTEX TSM-DE19 540Wp	833	215145,00	685	176919,96
Μετατροπείς	HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	4	22600,00	4	22600,00
Σύστημα τηλεμετρίας	HUAWEI Datalogger & Sensors	1	1530,00	1	1530,00
Βάσεις στήριξης Φ/Β	Metaloumin - Αλουμινίου	1	725,00	1	596,19
Ηλεκτρολογικό υλικό	Πίνακας AC, καλώδια, εσχάρες, Γειώσεις, Υλικά εγκατάστασης, Μετρητής Παραγωγής, Αυτόματος Γενικός Διακόπτης	1	5000,00	1	5000,00
Υπηρεσίες	Υπηρεσίες μελέτης, επίβλεψης, εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία του συστήματος, Έξοδα μεταφοράς Εξοπλισμού και Ασφάλισης του έργου. Έξοδα Ολοκλήρωσης Αδειοδότησης ΥΔΕ	1	10000,00	1	10000,00
Σύνολο			255000,00		216646,15

Πίνακας IV.4: Υπολογισμός Κόστους Αγοράς συστημάτων 1^ο Σεναρίου – Ριτσώνα Βοιωτίας.

Κόστος επένδυσης φωτισμού Ριτσώνα					
Χαρακτηρισμός φωτιστικού	Τύπος λαμπτήρα	Πλήθος λαμπτήρων	Δυναμικότητα λαμπτήρα	Τιμή μονάδας	Συνολικό Κόστος
-	-	τεμάχια	W/λαμπτήρα	€/τεμάχιο	€
Μονός σωλήνας φθορίου (36)	LED T8	365	31,89	54,00	19710,00
Ζευγάρι σωληνών φθορίου (2x36)	LED T8	16	15,94	22,55	360,80
Φωτιστικό διάχυτου φωτισμού (προβολέας)	Προβολέας LED	21	72,00	197	4137,00
Πολλαπλό, τύπου καμπάνας (3x40)	LEDspot	72	1,44	7,1	511,20
Σύνολο					24719,00

Πίνακας IV.5: Υπολογισμός Κόστους Αγοράς συστημάτων 2^ο Σεναρίου – Ριτσώνα Βοιωτίας.

Κόστος επένδυσης αναβάθμισης συστημάτων ψύξης των διεργασιών οινοποίησης Ριτσώνα				
Μηχάνημα	Ονομαστική Ισχύς	Πλήθος	Τιμή μονάδας	Συνολικό Κόστος
-	kW	τεμάχια	€/τεμάχιο	€
Ψυκτικό συγκρότημα	65	1	11700	11700
Ψυκτικό συγκρότημα	300	1	37700	37700
				49400

Πίνακας IV.6: Υπολογισμός Κόστους Αγοράς συστημάτων 3^ο Σεναρίου – Ριτσώνα Βοιωτίας.

Κόστος επένδυσης πυκνωτών Ριτσώνα				
Μηχάνημα	Ονομαστική Ισχύς	Πλήθος	Τιμή μονάδας	Συνολικό Κόστος
-	kW	τεμάχια	€/τεμάχιο	€
Αυτόματη Τράπεζα πυκνωτών 6X30	180	1	2500	2500

Πίνακας IV.7: Υπολογισμός Κόστους Επένδυσης 4^ο & 5^ο Σεναρίου – Ριτσώνα Βοιωτίας.

Κόστος επένδυσης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων Ριτσώνα					
Χρήση	Μηχάνημα	Πλήθος	Συνολικό Κόστος	Πλήθος	Συνολικό Κόστος
-	-	τεμάχια	€	τεμάχια	€
Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Trina VERTEX TSM-DE19 540Wp	604	155999,50	420	108476,47
Μετατροπείς	HUAWEI SUN2000-100KTL-M1 HUAWEI SUN2000-60KTL-M0	2 + 1	15300,00	4	15300,00
Σύστημα τηλεμετρίας	HUAWEI Datalogger & Sensors	1	1530,00	1	1530,00
Βάσεις στήριξης Φ/Β	Metaloumin - Αλουμινίου	1	525,50	1	365,41
Ηλεκτρολογικό υλικό	Πίνακας AC, καλώδια, εσχάρες, Γειώσεις, Υλικά εγκατάστασης, Μετρητής Παραγωγής, Αυτόματος Γενικός Διακόπτης	1	5000,00	1	5000,00
Υπηρεσίες	Υπηρεσίες μελέτης, επίβλεψης, εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία του συστήματος, Έξοδα μεταφοράς Εξοπλισμού και Ασφάλισης του έργου. Έξοδα Ολοκλήρωσης Αδειοδότησης ΥΔΕ	1	10000,00	1	10000,00
Σύνολο			188355,00		140671,88

Πίνακας IV.8: Υπολογισμός Δαπανών Προμήθειας Ενέργειας – Μαρκόπουλο Αττικής.

Τύπος Ενέργειας	Κόστη (€/έτος) ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ				
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ			
	Υφιστάμενη κατάσταση	1ο Σεναριο	2ο Σεναριο	3ο Σεναριο	4ο Σεναριο
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	38013,49	38013,49	31329,80	38013,49	38013,49
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	52080,85	47722,05	46732,80	11999,75007	11138,8
ΣΥΝΟΛΟ	90094,34	85735,54	78062,59	50013,24	49152,28

Πίνακας IV.9: Υπολογισμός Δαπανών Προμήθειας Ενέργειας – Ριτσώνα Βοιωτίας.

Τύπος Ενέργειας	Κόστη (€/έτος) ΡΙΤΣΩΝΑ					
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ				
	Υφιστάμενη κατάσταση	1ο Σεναριο	2ο Σεναριο	3ο Σεναριο	4ο Σεναριο	5ο Σεναριο
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	39616,67834	37187,68	28531,645	39099,84	9708,73	6129,505

Πίνακας IV.10: Υπολογισμός Τιμολογίου Ηλεκτρικής Ενέργειας για το 3^ο & 4^ο – Μαρκόπουλο Αττικής.

ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ		
	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4
ΕΤΜΕΑΡ*απορροφώμενη	979,18	855,92
ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ*απορροφώμενη	0,00	0,00
ΧΡΕΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ*παροχή	3056,23	3056,23
ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ*απορροφώμενη/cosφ	321,93	281,40
ΧΡΕΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ*παροχή	2800,90	2800,90
ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ*απορροφώμενη	7,81	6,82
ΕΦΚ*απορροφώμενη	557,62	487,42
ΥΚΩ*Καταναλισκόμενη	4276,08	3650,10
	11999,75	11138,80
ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ		
	ΣΕΝΑΡΙΟ 3	ΣΕΝΑΡΙΟ 4
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ	649124,98	539556,2408
ΕΓΧΕΟΜΕΝΗ	140927,52	108041,229
ΑΠΟΡΡΟΦΟΜΕΝΗ	111524,30	97484,90
ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗ	619721,76	528999,91
ΧΡΕΩΣΤΕΑ	0	0

Πίνακας IV.11: Υπολογισμός Τιμολογίου Ηλεκτρικής Ενέργειας για το 3^ο, 4^ο & 5^ο Σενάριο – Ριτσώνα Βοιωτίας.

ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ			
	ΣΕΝΑΡΙΟ 4	ΣΕΝΑΡΙΟ 5	ΣΕΝΑΡΙΟ 3
ΕΤΜΕΑΡ*απορροφώμενη	1410,78	140,23	3443,91
ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ*απορροφώμενη	0,00	0,00	0,00
ΧΡΕΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ*παροχή	2033,08	2033,08	2033,08
ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ*απορροφώμενη/cosφ	661,63	44,72	1098,28
ΧΡΕΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ*παροχή	1863,23	1863,23	1863,23
ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ*απορροφώμενη	11,25	1,12	27,46
ΕΦΚ*απορροφώμενη	803,40	79,86	1961,22
ΥΚΩ*Καταναλισκόμενη	2925,36	1967,26	2706,49
	9708,73	6129,50	13133,67
ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ			
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ	430388,01	296904,67	0,00
ΕΓΧΕΟΜΕΝΗ	167103,07	145409,82	0,00
ΑΠΟΡΡΟΦΟΜΕΝΗ	160680,70	15971,60	392244,34
ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗ	423965,64	285110,82	392244,34
ΧΡΕΩΣΤΕΑ	0	0	392244,34

Πίνακας IV.12: Δεδομένα Εισαγωγής για τη μέθοδο LCCA.

Ονομαστικό Προεξοφλητικό επιτόκιο D	3,00%
Ονομαστικό Ποσοστό κλιμάκωσης E	2,00%
Πληθωρισμός I	1,40%
Έτη λειτουργίας	21
Πραγματικό Προεξοφλητικό επιτόκιο d	1,58%
Πραγματικό Ποσοστό κλιμάκωσης e	0,59%
SPV21	0,7198
UPV21	17,7573
UPV*21	18,8960

Πίνακας IV.13: Αποτελέσματα PV για το βασικό σενάριο (LCCA) – Μαρκόπουλο Αττικής.

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος υφιστάμενης κατάστασης					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)		Present Value (5)=(2)*(4)
Αρχική Επένδυση	0,00 €	1	SPV1	0,984466	0,00 €
Υπολειμματική αξία	0,00 €	21	SPV21	0,7198	0,00 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	52.080,85 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	932.544,10 €
Κόστος Καυσίμου	38.013,49 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	680.658,16 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	1.404.000,00 €	ετησίως	UPV	16,7728	23.549.070,16 €
Σύνολο					25.162.272,42 €

Πίνακας IV.14: Αποτελέσματα PV για το 1^ο σενάριο (LCCA) – Μαρκόπουλο Αττικής.

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 1					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)		Present Value (5)=(2)*(4)
Αρχική Επένδυση	19.994,05 €	1	SPV1	0,984466	19.683,46 €
Υπολειμματική αξία	3.998,81 €	21	SPV21	0,7198	-2.878,37 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	47.722,05 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	854.496,73 €
Κόστος Καυσίμου	38.013,49 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	680.658,16 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	1.403.199,94 €	ετησίως	UPV	16,7728	23.535.650,89 €
Σύνολο					25.087.610,88 €

Πίνακας IV.15: Αποτελέσματα PV για το 2^ο σενάριο (LCCA) – Μαρκόπουλο Αττικής.

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 2					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)		Present Value (5)=(2)*(4)
Αρχική Επένδυση	33.600,00 €	1	SPV1	0,984466	33.078,06 €
Υπολειμματική αξία	6.720,00 €	21	SPV21	0,7198	-4.837,09 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	46.732,80 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	836.783,51 €
Κόστος Καυσίμου	31.329,80 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	560.982,01 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	1.404.344,00 €	ετησίως	UPV	16,7728	23.554.840,02 €
Σύνολο					24.980.846,51 €

Πίνακας IV.16: Αποτελέσματα PV για το 3^ο σενάριο (LCCA) – Μαρκόπουλο Αττικής.

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 3					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)		Present Value (5)=(2)*(4)
Αρχική Επένδυση	255.000,00 €	1	SPV1	0,984466	251.038,83 €
Υπολειμματική αξία	51.000,00 €	21	SPV21	0,7198	-36.710,10 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	11.999,75 €	ετησίως	UPV*	17,9057	214.863,93 €
Κόστος Καυσίμου	38.013,49 €	ετησίως	UPV*	17,9057	680.658,16 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	1.415.750,00 €	ετησίως	UPV	16,7728	23.746.151,06 €
Σύνολο					24.856.001,88 €

Πίνακας IV.17: Αποτελέσματα PV για το 4^ο σενάριο (LCCA) – Μαρκόπουλο Αττικής.

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 4					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)		Present Value (5)=(2)*(4)
Αρχική Επένδυση	270.240,20 €	1	SPV1	0,984466	266.042,29 €
Υπολειμματική αξία	54.048,04 €	21	SPV21	0,7198	-38.904,09 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	11.138,80 €	ετησίως	UPV*	17,9057	199.448,02 €
Κόστος Καυσίμου	31.329,80 €	ετησίως	UPV*	17,9057	560.982,01 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	1.415.376,25 €	ετησίως	UPV	16,7728	23.739.882,17 €
Σύνολο					24.727.450,40 €

Πίνακας IV.18: Αποτελέσματα PV για το βασικό σενάριο (LCCA) – Ριτσώνα Βοιωτίας

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος υφιστάμενης κατάστασης					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)		Present Value (5)=(2)*(4)
Αρχική Επένδυση	0,00 €	1	SPV1	0,984466	0,00 €
Υπολειμματική αξία	0,00 €	21	SPV21	0,7198	0,00 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	39.616,68 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	709.364,37 €
Κόστος Καυσίμου	0,00 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	0,00 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	421.000,00 €	ετησίως	UPV	16,7728	7.061.366,48 €
Σύνολο					7.770.730,85 €

Πίνακας IV.19: Αποτελέσματα PV για το 1^ο σενάριο (LCCA) – Ριτσώνα Βοιωτίας

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 1					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)	Present Value (5)=(2)*(4)	
Αρχική Επένδυση	26.219,00 €	1	SPV1	0,98446 6	25.811,71 €
Υπολειμματική αξία	5.243,80 €	21	SPV21	0,7198	-3.774,52 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	37.187,68 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	665.871,45 €
Κόστος Καυσίμου	0,00 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	0,00 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	420.262,19 €	ετησίως	UPV	16,7728	7.048.991,31 €
				Σύνολο	7.736.899,96 €

Πίνακας IV.20: Αποτελέσματα PV για το 2^ο σενάριο (LCCA) – Ριτσώνα Βοιωτίας

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 2					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)	Present Value (5)=(2)*(4)	
Αρχική Επένδυση	52.400,00 €	1	SPV1	0,98446 6	51.586,02 €
Υπολειμματική αξία	10.480,00 €	21	SPV21	0,7198	-7.543,56 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	28.531,64 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	510.879,08 €
Κόστος Καυσίμου	0,00 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	0,00 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	422.096,00 €	ετησίως	UPV	16,7728	7.079.749,52 €
				Σύνολο	7.634.671,05 €

Πίνακας IV.21: Αποτελέσματα PV για το 3^ο σενάριο (LCCA) – Ριτσώνα Βοιωτίας

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 3					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)	Present Value (5)=(2)*(4)	
Αρχική Επένδυση	5.000,00 €	1	SPV1	0,984466	4.922,33 €
Υπολειμματική αξία	1.000,00 €	21	SPV21	0,7198	-719,81 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	39.099,84 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	700.110,00 €
Κόστος Καυσίμου	0,00 €	με προσαρμογή ετησίως	UPV*	17,9057	0,00 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	420.050,00 €	ετησίως	UPV	16,7728	7.045.432,28 €
Σύνολο					7.749.744,80 €

Πίνακας IV.22: Αποτελέσματα PV για το 4^ο σενάριο (LCCA) – Ριτσώνα Βοιωτίας

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 4					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)	Present Value (5)=(2)*(4)	
Αρχική Επένδυση	188.355,00 €	1	SPV1	0,984466	185.429,10 €
Υπολειμματική αξία	37.671,00 €	21	SPV21	0,7198	-27.115,80 €
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	9.708,73 €	ετησίως	UPV*	17,9057	173.841,61 €
Κόστος Καυσίμου	0,00 €	ετησίως	UPV*	17,9057	0,00 €
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	429.417,75 €	ετησίως	UPV	16,7728	7.202.556,07 €
Σύνολο					7.534.710,98 €

Πίνακας IV.23: Αποτελέσματα PV για το 5^ο σενάριο (LCCA) – Ριτσώνα Βοιωτίας

Συγκεντρωτικά δεδομένα Συστήματος ΣΕΝΑΡΙΟ 5					
Στοιχεία Κόστους (1)	Κόστος Έτους Βάσης (2)	Έτος εκταμίευσης (3)	Συντελεστής προεξόφλησης (4)	Present Value (5)=(2)*(4)	
Αρχική Επένδυση	224.291,00 €	1	SPV1 0,984466	220.806,87 €	
Υπολειμματική αξία	44.858,20 €	21	SPV21 0,7198	-32.289,19 €	
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	6.129,50 €	ετησίως	UPV* 17,9057	109.753,08 €	
Κόστος Καυσίμου	0,00 €	ετησίως	UPV* 17,9057	0,00 €	
Συντήρηση και Λειτουργικά Κόστη	430.441,78 €	ετησίως	UPV 16,7728	7.219.732,04 €	
			Σύνολο	7.518.002,79 €	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Πίνακας V.1: Εκτίμηση δυναμικού ξηρής υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα αμπελώνων του Δήμου Τανάγρας.

1ος τρόπος: Εκτάσεις ΟΠΕΚΕΠΕ ΚΑΙ Τιμές RSR από [14]					
Έτος	Εκτάσεις (ha)	RSRu (t _{dm} /ha)	RSRo (t _{dm} /ha)	Υπόλειμμα _u (t _{dm})	Υπόλειμμα _o (t _{dm})
2020	1982,82	2,0	2,5	3965,64	4957,05
2019	1936,79	2,0	2,5	3873,58	4841,98
2018	1925,36	2,0	2,5	3850,72	4813,40
2017	1906,35	2,0	2,5	3812,70	4765,88
2ος τρόπος: Εκτάσεις ΟΠΕΚΕΠΕ ΚΑΙ Τιμές RSR από [17]					
Έτος	Εκτάσεις (ha)	RSRu (t _{dm} /ha)	RSRo (t _{dm} /ha)	Υπόλειμμα _u (t _{dm})	Υπόλειμμα _o (t _{dm})
2020	1982,82	1,0	4,0	1982,82	7931,28
2019	1936,79	1,0	4,0	1936,79	7747,16
2018	1925,36	1,0	4,0	1925,36	7701,44
2017	1906,35	1,0	4,0	1906,35	7625,40

Πίνακας V.2: Εκτίμηση δυναμικού ξηρής υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα ελαιώνων του Δήμου Τανάγρας.

1ος τρόπος: Εκτάσεις ΟΠΕΚΕΠΕ ΚΑΙ Τιμές RSR από [14]					
Έτος	Εκτάσεις (ha)	RSRu (t _{dm} /ha)	RSRo (t _{dm} /ha)	Υπόλειμμα _u (t _{dm})	Υπόλειμμα _o (t _{dm})
2020	2463,97	1,0	7,0	2463,97	17247,79
2019	2389,34	1,0	7,0	2389,34	16725,38
2018	2339,24	1,0	7,0	2339,24	16374,68
2017	2247,45	1,0	7,0	2247,45	15732,15
2ος τρόπος: Εκτάσεις ΟΠΕΚΕΠΕ ΚΑΙ Τιμές RSR από [17]					
Έτος	Εκτάσεις (ha)	RSRu (t _{dm} /ha)	RSRo (t _{dm} /ha)	Υπόλειμμα _u (t _{dm})	Υπόλειμμα _o (t _{dm})
2020	2463,97	2,0	8,0	4927,94	19711,76
2019	2389,34	2,0	8,0	4778,68	19114,72
2018	2339,24	2,0	8,0	4678,48	18713,92
2017	2247,45	2,0	8,0	4494,90	17979,60

Πίνακας V.3: Εκτίμηση δυναμικού ξηρής υπολειμματικής βιομάζας από τα κλαδέματα των αμπελώνων & των ελαιώνων των υποπεριοχών μελέτης του Δήμου Τανάγρας.

Υποπεριοχή ή μελέτης	Τύπος καλλιέργειας	RSR (t _{dm} /ha)	Εκτάσεις (ha)			Αγροτικά υπολείμματα (t _{dm})		
			5 km	7,5km	10km	5 km	7,5km	10km
Α	Αμπελώνες	1,0	615,75	628,6	635,64	616	629	636
	Ελαιώνες	2,0	558,81	788,8	790,77	1118	1578	1582
	Σύνολο		1174,56	1417,4	1426,41	1733	2206	2217
Β	Αμπελώνες	1,0	806,68	916,2	975,94	807	916	976
	Ελαιώνες	2,0	25,76	46,5	62,04	52	93	124
	Σύνολο		832,44	962,7	1037,98	858	1009	1100
Γ	Αμπελώνες	1,0	119,45	149,57	394,58	119	150	395
	Ελαιώνες	2,0	1177,49	1393,85	1401,28	2355	2788	2803
	Σύνολο		1296,94	1543,42	1795,86	2474	2937	3197

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ (NPV-IRR-DPP)

Πίνακας VI.1: Συνολική παρουσίαση ταμειακών εισροών και εκροών.

Κόστος Επένδυσης			
Περιγραφή Κόστους		Κόστος €	
Χώρος Αποθήκευσης & Συντήρησης Βιομάζας		460.000,0	
Χώροι εγκατάστασης τμημάτων λέβητα		31.500,0	
Εξοπλισμός τμημάτων λέβητα		590.000,0	
Εγκαταστάσεις μεταποίησης & Αγορά οικοπέδου		70.500,0	
Εξοπλισμός μονάδας μεταποίησης		76.040,0	
Έκτακτα Έξοδα (5% του κόστους επένδυσης)		61.402,0	
Σταθερά Κόστη			
Μισθοδοσία προσωπικού μονάδας λέβητα		64.272,0	
Συντήρηση εξοπλισμού μονάδας λέβητα		12.430,0	
Μισθοδοσία προσωπικού μονάδας μεταποίησης		71.400,0	
Συντήρηση εξοπλισμού μονάδας μεταποίησης		2.930,8	
Ασφάλεια και Φόροι (2% επί της Αρχικής Επένδυσης)		25.788,8	
Μεταβλητά Κόστη			
Συλλογή και διαχείριση βιομάζας		231.440	
Ηλεκτρική ενέργεια		15.826	
Ηλεκτρική ενέργεια		6.056	
Αγορά Α΄ ύλης		103.750	
Ετήσια Έσοδα			
Περιγραφή	Παραγωγή (t,MWh)	Τιμή Διάθεσης (€/t), (€/MWh)	Ετήσια Έσοδα €
Υπηρεσίες συλλογής προς τους παραγωγούς	4208	8	33.664
Πώληση Θερμικής Ενέργειας	8689,01	0	535.243
Πώληση Σκόνης Κρεμμυδιού	62	0	280.125
Συνολικά ετήσια έσοδα €			33.664,00 €

Πίνακας VI.2: Τιμές εισαγωγής και υπολογισμοί Ίσων Τοκοχρεολυσίων.

Αρχική Επένδυση	1.289.442,00 €			
Συντελεστής Απόσβεσης	10,00%			
Ποσοστό Δανειοδότησης	20,00%			
Επιτόκιο Αναγωγής	3,00%			
Ποσοστό Επιχορήγησης	0,00%			
Συντελεστής Φορολόγησης	33,00%			
Επιτόκιο Δανεισμού	3,35%			
Περίοδος Αποπληρωμής Δανείου (έτη)	10			
Υπολειμματική Αξία (% κόστους επένδ)	20%			
Μέθοδος σταθερών ΤΧ				
Έτος	Δάνειο	Τόκοι	Δόση Δανείου	ΤΧ
0	257.888			
1	235.753	8.639	22.136	30.775
2	212.876	7.898	22.877	30.775
3	189.232	7.131	23.644	30.775
4	164.797	6.339	24.436	30.775
5	139.542	5.521	25.254	30.775
6	113.442	4.675	26.100	30.775
7	86.468	3.800	26.975	30.775
8	58.589	2.897	27.878	30.775
9	29.777	1.963	28.812	30.775
10	0	998	29.777	30.775
11	0E+00	0,00	0,00	0,00
12	0E+00	0,00	0,00	0,00
13	0E+00	0,00	0,00	0,00
14	0E+00	0,00	0,00	0,00
15	0E+00	0,00	0,00	0,00
16	0E+00	0,00	0,00	0,00
17	0E+00	0,00	0,00	0,00
18	0E+00	0,00	0,00	0,00
19	0E+00	0,00	0,00	0,00
20	0E+00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας VI.3: Υπολογισμοί οικονομικών συντελεστών NPV-IRR-DPP.

Αξιολόγηση του Επενδυτικού Σχεδίου													
Έτος	Ιδια Κεφάλαια	Ακαθάριστα Έσοδα	Λειτουργικά Κόστη	Τόκοι	Αποσβέσεις	Κέρδη προ φόρων	Φόρος	Καθαρό κέρδος	Δόση Δανείου	ΚΤΡ		ΚΠΑΤ	Στήλη υπολογισμού IRR
										Ονομακές	Παρούσα Αξία		
0	1.031.553,60 €											-1.031.553,60 €	
1	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	8.659,26 €	128.944,20 €	177.555,16 €	58.593,20 €	118.961,96 €	22.135,60	225.770,56	219.194,7181	-812.358,88	225.770,56 €
2	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	7.897,72 €	128.944,20 €	178.296,71 €	58.837,91 €	119.458,79	22.877,14	225.525,85	212.579,7442	-599.779,14	225.525,85 €
3	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	7.131,33 €	128.944,20 €	179.063,09 €	59.090,82 €	119.972,27	23.643,53	225.272,94	206.156,6556	-393.622,48	225.272,94 €
4	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	6.359,28 €	128.944,20 €	179.855,15 €	59.352,20 €	120.500,95	24.435,58	225.011,56	199.919,8608	-193.702,62	225.011,56 €
5	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	5.520,68 €	128.944,20 €	180.673,74 €	59.622,33 €	121.051,41	25.254,18	224.741,43	193.863,931	161,31	224.741,43 €
6	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	4.674,67 €	128.944,20 €	181.519,75 €	59.901,52 €	121.619,24	26.100,19	224.462,24	187.983,5958	188.144,91	224.462,24 €
7	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	3.800,31 €	128.944,20 €	182.394,11 €	60.190,06 €	122.204,05	26.974,55	224.173,71	182.273,7379	370.418,64	224.173,71 €
8	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	2.896,67 €	128.944,20 €	183.297,76 €	60.488,26 €	122.809,50	27.878,20	223.875,50	176.729,3894	547.148,03	223.875,50 €
9	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	1.962,75 €	128.944,20 €	184.231,68 €	60.796,45 €	123.435,22	28.812,11	223.567,31	171.345,7269	718.493,76	223.567,31 €
10	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	997,54 €	128.944,20 €	185.196,88 €	61.114,97 €	124.081,91	29.777,32	223.248,79	166.118,0674	884.611,83	223.248,79 €
11	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	152.534,1077	1.037.145,93	211.142,88 €
12	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	148.091,3667	1.185.237,30	211.142,88 €
13	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	143.778,0259	1.329.015,33	211.142,88 €
14	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	139.590,3164	1.468.605,64	211.142,88 €
15	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	135.524,5791	1.604.130,22	211.142,88 €
16	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	131.577,2612	1.735.707,48	211.142,88 €
17	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	127.744,9138	1.863.452,40	211.142,88 €
18	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	124.024,1882	1.987.476,59	211.142,88 €
19	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	211.142,88	120.411,8332	2.107.888,42	211.142,88 €
20	0,00 €	849.031,89 €	533.893,27 €	0,00 €	0,00 €	315.138,62 €	103.995,75 €	211.142,88	0,00	469.031,28	259.691,2468	2.367.579,67	469.031,28 €
												IRR	DPB
												21,3%	5,0
												NPV	
												2.367.579,67 €	