



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Διερεύνηση παραμέτρων εσωκλίματος και αξιοποίηση τους
στην εκτίμηση ενεργειακής συμπεριφοράς οινοποιείου**

Διπλωματική εργασία

Τζίμας Παναγιώτης

Κοζάνη, Ιούλιος 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Διερεύνηση παραμέτρων εσωκλίματος και αξιοποίηση τους
στην εκτίμηση ενεργειακής συμπεριφοράς οινοποιείου**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπων

Πανάρας Γεώργιος

Μέλη

Τόλης Ευάγγελος

Μαρνέλλος Γεώργιος

Κοζάνη, Ιούλιος 2019

Ευχαριστίες

Με την παρούσα εργασία, ολοκληρώνεται ο κύκλος των προπτυχιακών σπουδών μου στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Πανάρα Γεώργιο, για την ανάθεση του τόσο ενδιαφέροντος θέματος και ταυτόχρονα για την στήριξη και συνεισφορά του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, καθώς και τον κύριο Τόλη Ευάγγελο για τις γνώσεις που μου προσέφερε και την βοήθεια του.

Επίσης ευχαριστώ τον κύριο Laurens και το προσωπικό του οινοποιείου για την υποστήριξη που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας, τη διάθεση των σχετικών στοιχείων αλλά και την πρόσβαση στους χώρους και στις εγκαταστάσεις κατά τη διάρκεια των εργασιών οινοποίησης.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και στους κοντινούς μου ανθρώπους για την στήριξή τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΟΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
2. ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΑ ΣΤΗ ΕΛΛΑΔΑ	14
2.1 Οινοποιεία στην Ελλάδα	14
2.2 Κλασσική διαδικασία οινοποίησης	15
2.3 Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα	18
2.4 Κατανάλωση ενέργειας σε οινοποιεία	20
2.5 Αξιοποίηση ΑΠΕ στην Ελλάδα	21
2.5.1 Αξιοποίηση ηλιακής ακτινοβολίας	21
2.5.2 Αξιοποίηση γεωθερμίας	21
2.6 Αξιοποίηση ΑΠΕ στο εξωτερικό	22
3. ΤΟ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ	23
3.1 Περιγραφή εγκαταστάσεων	23
3.2 Διαδικασία οινοποίησης και χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός	24
3.2.1 Ροζέ οίνος	24
3.2.2 Αφρώδης οίνος	24
4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΕΣΩΚΛΙΜΑΤΟΣ	29
4.1 Πειραματικός εξοπλισμός	29
4.2 Αποτελέσματα μετρήσεων παραμέτρων θερμικής άνεσης	33
4.2.1 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του γραφείου	33
4.2.2 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον χώρο του ισογείου	34
4.2.3 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο	36
4.2.4 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον δεύτερο αποθηκευτικό χώρο	37
4.2.5 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του υπογείου	38
4.2.6 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον περιβάλλοντα χώρο	39
4.3 Αποτελέσματα μετρήσεων παραμέτρων της ποιότητας του αέρα	40
4.3.1 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του γραφείου	40
4.3.2 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του ισογείου	44
4.3.3 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο	45
4.3.4 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον δεύτερο αποθηκευτικό χώρο	46
4.3.5 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του υπογείου	47
4.3.6 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον περιβάλλοντα χώρο	48
4.4 Μετρήσεις για πτητικές οργανώσεις	49
4.4.1 Μετρήσεις στο χώρο του γραφείου και του περιβάλλοντος	49
4.4.2 Μετρήσεις στο χώρο του υπογείου και του περιβάλλοντος	53
4.4.3 Μετρήσεις στον αποθηκευτικό χώρο και τον περιβάλλοντα	56
5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	59
5.1 Θεωρητική εκτίμηση φορτίων ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης	59
5.1.1 Ψύκτης	59
5.1.2 Ψυγείο	60
5.1.3 Μηχάνημα τυποποίησης	63

5.1.4 Θέρμανση των αποθηκευτικών χώρων	64
5.1.5 Καταναλώσεις συσκευών	66
5.2 Σύγκριση με πραγματικές καταναλώσεις. Διατύπωση τελικού μοντέλου	68
6. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ	73
6.1 Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για μείωση περιβαλλοντικού αποτυπώματος	73
6.1.1 Εισαγωγή στο φωτοβολταϊκό κελί	73
6.1.2 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκής συστοιχίας	75
6.2 Αξιοποίηση Βιομάζας για παραγωγή ενέργειας από φυτικά υπολείμματα	78
6.3 Αντικατάσταση ψύκτη	81
6.4 Οικονομοτεχνική μελέτη	82
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	84

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η ενεργειακή ανάλυση της λειτουργίας οινοποιείου, επιχειρώντας της αξιοποίηση δεδομένων που προέκυψαν από μακρόχρονη καμπάνια μέτρησης παραμέτρων εσωκλίματος και ποιότητας αέρα. Συμπερασματικά, η εργασία προτείνει συγκεκριμένες παρεμβάσεις στην κατεύθυνση της αναβάθμισης του εσωκλίματος οινοποιείου, αλλά και της ενεργειακής αναβάθμισης αυτού, με στόχο την μείωση του ενεργειακού του κόστους και του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας πραγματοποιήθηκαν αρκετές συναντήσεις με την διοίκηση και τους εργαζομένους της επιχείρησης για την κατανόηση της διαδικασίας της οινοπαραγωγής και του τρόπου λειτουργίας της επιχείρησης.

Στην εργασία παρουσιάζεται αρχικά η διαδικασία οινοποίησης, εστιάζοντας σε χαρακτηριστικά της παραγωγής αλλά και στην σχετική ενεργειακή κατανάλωση, με έμφαση στον Ελληνικό χώρο. Από τη σχετική βιβλιογραφία αντλούνται στοιχεία αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) σε οινοποιεία, παραθέτοντας παραδείγματα τόσο από τον Ελληνικό χώρο, όσο και από το εξωτερικό.

Στη συνέχεια γίνεται αναλυτική παρουσίαση του υπό εξέταση οινοποιείου, εστιάζοντας σε θέματα διαδικασίας αλλά και απαιτήσεων λειτουργίας του σχετικού εξοπλισμού.

Η καμπάνια μετρήσεων περιλαμβάνει μετρήσεις σε όλους τους χώρους στους οποίους υλοποιούνται εργασίες. Έγινε καταγραφή παραμέτρων εσωκλίματος και ποιότητας αέρα, και ειδικότερα θερμοκρασίας και υγρασίας, συγκέντρωσης CO₂, NO₂, και πτητικών οργανικών ενώσεων.

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε μοντέλο ανάλυσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του οινοποιείου. Κατά την ανάπτυξη του μοντέλου αξιοποιήθηκαν στοιχεία από τις μετρήσεις εσωκλίματος, ενώ έγινε προσδιορισμός συγκεκριμένων παραμέτρων σχετικών με την αποδοτικότητα των επιμέρους συσκευών και επιχειρήθηκε η συσχέτιση των ενεργειακών καταναλώσεων με τον αριθμό των παραγόμενων φιαλών, σύμφωνα με την πρακτική που ακολουθείται στη σχετική βιβλιογραφία.

Το μοντέλο αξιοποιήθηκε στη διατύπωση και αξιολόγηση προτάσεων για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του οινοποιείου. Οι προτάσεις περιλαμβάνουν την αξιοποίηση ΑΠΕ και πιο συγκεκριμένα την τοποθέτηση φωτοβολταϊκής συστοιχίας στην οροφή της εγκατάστασης και εκμετάλλευση των φυτικών υπολειμμάτων ως βιομάζα. Τέλος, έγινε οικονομοτεχνική μελέτη για τον προσδιορισμό της απόδοσης των παραπάνω προτάσεων και τα προβλεπόμενα έτη απόσβεσης.

ABSTRACT

In this thesis, we present the energy analysis of a winery, trying to exploit the data that resulted from a long-term measurement of indoor climate and air quality parameters. In conclusion, the project proposes specific interventions in the direction of upgrading the indoor climate, as well as its energy upgrading, aiming to reduce its energy costs and the environmental impact.

It should be noted that during the project, several meetings were held with the management and employees of the company to understand the process of wine production and how the company operates.

In the analysis, the winemaking process is presented initially, focusing on production characteristics and relative energy consumption, with an emphasis on the Greek area. The relevant bibliography draws on the exploitation of Renewable Energy Sources (RES) in wineries, citing examples from both Greece and abroad.

A detailed presentation of the winery is presented, focusing on process issues and operational requirements of the equipment.

The measurement campaign includes measurements across workplaces. Indoor climate and air quality parameters were recorded, in particular temperature and humidity, CO₂, NO₂, and volatile organic compounds (VOCs).

Furthermore, a model for the analysis of the energy behavior of the winery was created. In the development of the model, data from measurements were utilized, while specific parameters related to the efficiency of the individual devices were determined and the energy consumption correlation with the number of bottles produced was attempted, according to the practice followed in the relevant bibliography.

The model was used to formulate and evaluate proposals for reducing the energy consumption of the winery. The proposals include the use of RES and, in particular, the installation of a photovoltaic array on the roof of the installation and the exploitation of plant residues as biomass. Finally, an economic and technical study was carried out to determine the performance of the above proposals and the expected depreciation years.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1 Χαρακτηριστικά προϊόντα παραγωγής οινοποιείου	14
Εικόνα 2.2 Άποψη καλλιέργειας σε οινοποιείο	15
Εικόνα 2.3 Όψη φωτοβολταϊκής συστοιχίας	21
Εικόνα 3.1 Πλάγια όψη οινοποιείου	23
Εικόνα 3.2 Εναλλάκτης	25
Εικόνα 3.3 Συμπιεστής για παραγωγή ψύξης	25
Εικόνα 3.4 Δεξαμενή τοποθέτησης γλεύκους	25
Εικόνα 3.5 Όψη συμπιεστή	26
Εικόνα 3.6 Μηχάνημα εμφιάλωσης	27
Εικόνα 3.7 Μηχάνημα τυποποίησης	27
Εικόνα 3.8 Όψη των φωτιστικών	28
Εικόνα 3.9 Αντλία θερμότητας	28
Εικόνα 3.10 Άποψη θερμάστρας	28
Εικόνα 4.1 Άποψη των οργάνων στο χώρο	30
Εικόνα 4.2 Άποψη των οργάνων στο χώρο	30
Εικόνα 4.3 Όψη μηχανημάτων για μέτρηση CO ₂ και θερμοκρασίας-υγρασίας	31
Εικόνα 5.1 Πρόγραμμα για τον υπολογισμό των ωρών λειτουργίας του συμπιεστή	62
Εικόνα 5.2 Συνάρτηση για τον υπολογισμό των ωρών λειτουργίας του συμπιεστή	62
Εικόνα 6.1 Όψη φωτοβολταϊκού κελιού	73
Εικόνα 6.2 Όψη φωτοβολταϊκού πλαισίου	74
Εικόνα 6.3 Όψη φωτοβολταϊκής συστοιχίας	74
Εικόνα 6.4 Εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας από βιομάζα	78
Εικόνα 6.5 Άποψη βιομάζας σε εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας	80

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε	18
Διάγραμμα 2.2 Διείσδυση Α.Π.Ε. ως ποσοστό της συνολικής παραγωγής	19
Διάγραμμα 2.3 συνολική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα	19
Διάγραμμα 4.1 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας στο χώρο του γραφείου από 13/11/2018-21/03/2019	33
Διάγραμμα 4.2 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας στο χώρο του γραφείου από 13/11/2018-21/03/2019	34
Διάγραμμα 4.3 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας στο χώρο του ισογείου από 13/11/2018-21/03/2019	35
Διάγραμμα 4.4 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας στο χώρο του ισογείου από 13/11/2018-21/03/2019	35
Διάγραμμα 4.5 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο από 13/11/2018-21/03/2019	36
Διάγραμμα 4.6 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο από 13/11/2018-21/03/2019	37
Διάγραμμα 4.7 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας του δεύτερου αποθηκευτικού χώρου από 13/12/2018-18/03/2019	37
Διάγραμμα 4.8 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας του δεύτερου αποθηκευτικού χώρου από 13/12/2018-18/03/2019	38
Διάγραμμα 4.9 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας στο χώρο του υπογείου από 13/11/2018-16/04/2019	39
Διάγραμμα 4.10 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας στο χώρο του υπογείου από 13/11/2018-16/04/2019	39
Διάγραμμα 4.11 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας, του περιβάλλοντος χώρου από 13/11/2018-07/03/2019	40
Διάγραμμα 4.12 Απεικόνιση της συγκέντρωσης CO ₂ στο χώρο του γραφείου (13/11/2018 – 21/03/2019)	41
Διάγραμμα 4.13 Απεικόνιση του NO ₂ στο χώρο του γραφείου στις 13/12/2018	41
Διάγραμμα 4.14 Απεικόνιση της θερμοκρασίας στο χώρο του γραφείου (8:00 – 18:00)	44
Διάγραμμα 4.15 Απεικόνιση της συγκέντρωσης του CO ₂ στο χώρο του γραφείου (8:00 – 18:00)	45
Διάγραμμα 4.16 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας στο χώρο του γραφείου (8:00 – 18:00)	43
Διάγραμμα 4.17 Όψη της συγκέντρωσης του NO ₂ στο χώρο του ισογείου στις 13/12/2018	44
Διάγραμμα 4.18 Απεικόνιση της συγκέντρωσης CO ₂ στον πρώτο αποθηκευτικό χώρο (13/11/2018 – 13/12/2019)	45
Διάγραμμα 4.19 Απεικόνιση συγκέντρωσης NO ₂ για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο στις 13/12/2018	46
Διάγραμμα 4.20 Απεικόνιση συγκέντρωσης CO ₂ στο δεύτερο αποθηκευτικό χώρο (13/12/2018 – 18/03/2019)	47
Διάγραμμα 4.21 Απεικόνιση της συγκέντρωσης CO ₂ στο χώρο του υπογείου (13/11/2018 – 16/04/2019)	48

Διάγραμμα 4.22 Όψη της συγκέντρωσης του NO ₂ στον περιβάλλοντα χώρο στις 13/12/2018	48
Διάγραμμα 4.23 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του γραφείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το πρωί	50
Διάγραμμα 4.24 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του γραφείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα	51
Διάγραμμα 4.25 Διακύμανση συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του γραφείου	52
Διάγραμμα 4.26 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το πρωί	53
Διάγραμμα 4.27 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα	54
Διάγραμμα 4.28 Παρουσίαση διακύμανσης συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου	55
Διάγραμμα 4.29 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του αποθηκευτικού χώρου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα	56
Διάγραμμα 4.30 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στον αποθηκευτικό χώρο-υπόγειο	57
Διάγραμμα 5.1 Απεικόνιση θερμοκρασίας στο ψυγείο για 8 ημέρες	61
Διάγραμμα 5.2 Απεικόνιση θερμοκρασίας στο ψυγείο για ένα εικοσιτετράωρο	61
Διάγραμμα 5.3 Απεικόνιση θεωρητικής πρόβλεψης και πραγματικών καταναλώσεων	68
Διάγραμμα 5.4 Κατανομή καταναλώσεων ανά διεργασία σύμφωνα το θεωρητικό μοντέλο	69
Διάγραμμα 5.5 Κατανάλωση των συστημάτων	70
Διάγραμμα 5.6 Απεικόνιση πραγματικών καταναλώσεων	70
Διάγραμμα 5.7 Απεικόνιση μέσου όρου πραγματικών καταναλώσεων	71
Διάγραμμα 5.8 Κατανάλωση ενέργειας ανά παραγόμενη φιάλη	72
Διάγραμμα 6.1 Πρόβλεψη κατανάλωσης -παραγωγής από φωτοβολταϊκά	77
Διάγραμμα 6.2 Κατανάλωση με νέο συμπιεστή και παραγωγή φ/β.	81

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1 Παρουσίαση των οργάνων	29
Πίνακας 4.2 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για τον χώρο του γραφείου από 13/11/2018-21/03/2019	33
Πίνακας 4.3 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για τον χώρο του ισογείου από 13/11/2018-07/03/2019	34
Πίνακας 4.4 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για τον πρώτο χώρο αποθήκευσης των παραγόμενων προϊόντων από 13/11/2018-13/12/2019	36
Πίνακας 4.5 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για τον δεύτερο χώρο αποθήκευσης των παραγόμενων προϊόντων από 13/12/2018-18/03/19	37
Πίνακας 4.6 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για το χώρο του υπογείου από 13/11/2018-16/04/2019	38
Πίνακας 4.8 Κλιματικές παράμετροι εξωκλίματος από 13/11/2018-07/03/19	40
Πίνακας 4.9 Ρύποι στο χώρο γραφείου (13/11/2018 – 21/03/2019)	40
Πίνακας 4.10 Δεδομένα γραφείου για 8ώρο	42
Πίνακας 4.11 Ρύποι στο χώρο ισογείου	44
Πίνακας 4.12 Ρύποι στον πρώτο αποθηκευτικό χώρο (13/11/2018 – 13/12/2019)	45
Πίνακας 4.13 Ρύποι στο δεύτερο αποθηκευτικό χώρο (13/12/2018 – 18/03/2019)	46
Πίνακας 4.14 Ρύποι στο χώρο του υπογείου (13/11/2018 – 16/04/2019)	47
Πίνακας 4.15 Συγκέντρωση NO ₂ στον περιβάλλοντα χώρο	48
Πίνακας 4.16 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων για το χώρο του γραφείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το πρωί	50
Πίνακας 4.17 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων για στο χώρο του γραφείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα	51
Πίνακας 4.18 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων για στο χώρο του γραφείου	52
Πίνακας 4.19 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το πρωί	54
Πίνακας 4.20 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα	55
Πίνακας 4.21 Παρουσίαση διακύμανσης συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου	56
Πίνακας 4.22 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων για στο χώρο του αποθηκευτικού χώρου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα	57
Πίνακας 5.1 Κατανάλωση ενέργειας από τον Ψύκτη	60
Πίνακας 5.2 Χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για τον ψύκτη	60
Πίνακας 5.3 Κατανάλωση ενέργειας στο ψυγείο	63
Πίνακας 5.4 χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για το ψυγείο	63
Πίνακας 5.5 Κατανάλωση ενέργειας από το μηχάνημα τυποποίησης	64
Πίνακας 5.6 χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για το μηχάνημα τυποποίησης	64
Πίνακας 5.7 Δεδομένα για τα δομικά στοιχεία του αποθηκευτικού χώρου	65

Πίνακας 5.8 Καταναλώσεις στον αποθηκευτικό χώρο	65
Πίνακας 5.9 Χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για την θέρμανση των αποθηκευτικών χώρων	66
Πίνακας 5.10 Υπάρχοντα συστήματα στο χώρο του οινοποιείου	66
Πίνακας 5.11 Καταναλώσεις συστημάτων στο χώρο του οινοποιείου	67
Πίνακας 5.12 Χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για τα συστήματα	67
Πίνακας 5.13 Σύγκριση θεωρητικής πρόβλεψης και πραγματικών καταναλώσεων	69
Πίνακας 5.14 Ενεργειακή κατανάλωση-παραγόμενες φιάλες	72
Πίνακας 6.1 Αποτελέσματα από την μέθοδο Liu Jordan	76
Πίνακας 6.2 Μηνιαίο Ποσοστό κάλυψης	77
Πίνακας 6.3 Εξοικονόμηση ενέργειας από αντικατάσταση ψύξης	81
Πίνακας 6.4 Πίνακας με τις τελικές καταναλώσεις	82

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια από τις βασικές ανάγκες των ανθρώπων από την αρχή της ανθρωπότητας είναι η στέγαση σε ένα κτίριο κατάλληλα διαμορφωμένο με τις απαραίτητες συνθήκες διαβίωσης. Αυτό απαιτεί την κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των φορτίων. Τα φορτία αυτά περιλαμβάνουν την θέρμανση του χώρου, την ψύξη, τις ηλεκτρικές συσκευές και τη ζήτηση σε ζεστό νερό χρήσης. Ύστερα από την αλόγιστη εκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, λιγνίτης) και με την έξαρση του φαινομένου του θερμοκηπίου και τις συνέπειες που αυτό συνεπάγεται, άρχισαν να γίνονται οι πρώτες συζητήσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, ενώ η ένταση του προβλήματος οδήγησε σε μια συνολικότερη αντιμετώπιση, συμπεριλαμβάνοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα των συσκευών και διατάξεων που συναντώνται σε διάφορες διεργασίες, με κύριες τις βιομηχανικές. Τα σχετικά μέτρα περιλαμβάνουν και την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), στην κατεύθυνση ενεργειακής αυτονομίας και εξάλειψης των αέριων ρύπων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στη μελέτη της ενεργειακής αναβάθμισης ενός οινοποιείου, επιχειρώντας την αξιοποίηση προσδιορισμού παραμέτρων εσωκλίματος. Στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια έξαρση των επενδύσεων στα οινοποιεία δημιουργώντας έναν έντονο ανταγωνισμό. Γι' αυτό το λόγο πραγματοποιούνται αρκετές δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης, εστιάζοντας στο οικονομικό όφελος που μπορούν να έχουν οι μέτοχοι λόγω των σημαντικών ποσών ενέργειας που μπορούν να εξοικονομηθούν. Στην εργασία γίνεται μελέτη της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός οινοποιείου που βρίσκεται στην περιοχή του Αμύνταιου, ενός αρκετά ενδιαφέροντος θέματος, εξαιτίας της πολυπλοκότητας και της εποχικότητας που παρουσιάζει η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο αναλυτικά, τα περιεχόμενα των κεφαλαίων περιγράφονται στη συνέχεια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή στον οίνο τόσο στην γεωγραφική περιοχή της σημερινής Ελλάδας αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο. Γίνεται μια λεπτομερής αναφορά στις μεθόδους και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούν τα οινοποιεία ανά την υφήλιο για την οινοπαραγωγή και την κατανάλωση που αυτά έχουν. Οι εγκαταστάσεις είναι επίσης ένα ενδιαφέρον θέμα τόσο από την πλευρά της ενέργειας όσο και από την άνεση που παρέχουν για την διευκόλυνση της οινοπαραγωγής.

Η ανάλυση των κτιριακών εγκαταστάσεων, της διαδικασίας οινοποίησης και των παραγόμενων προϊόντων του υπό εξέταση οινοποιείου περιέχονται στο τρίτο κεφάλαιο. Επιπρόσθετα, γίνεται μια μικρή αναφορά στην ενεργειακή συμπεριφορά της οινοπαραγωγής που παρουσιάζει μια έντονη εποχικότητα.

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μετρήσεις που υλοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του χειμερινής περιόδου όσον αφορά την θερμοκρασία, την υγρασία, το CO₂, τις πτητικές οργανικές ενώσεις και του NO₂. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε εκείνες τις συνθήκες που επιτρέπουν την άνεση στους ενοίκους του χώρου και στα προβλεπόμενα όρια της νομοθεσίας. Ακόμα, γίνεται επεξήγηση των δεδομένων τόσο με την μορφή διαγραμμάτων όσο και πινάκων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το μοντέλο που δημιουργήθηκε κατά τη μελέτη αυτής της εργασίας για τον καθορισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο οινοποιείο με παραμέτρους τόσο την διαδικασία οινοποίησης και τα χαρακτηριστικά των μηχανημάτων όσο και με τα χαρακτηριστικά

του κελύφους. Επιπλέον, καθοριστικός παράγοντας ήταν και συγκεκριμένες μετρήσεις όπως η θερμοκρασία του κελυριού και οι συγκεντρώσεις CO₂. Για τον υπολογισμό της ενέργειας χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα της φετινής χρονιάς και το αποτέλεσμα είναι αρκετά ικανοποιητικό.

Οι προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης που επιτρέπουν την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και του ενεργειακού κόστους περιλαμβάνονται στο έκτο κεφάλαιο. Γίνεται αναλυτική παρουσίαση των προτάσεων και των θετικών αντικτύπων που αυτές έχουν. Επίσης, γίνεται η οικονομοτεχνική μελέτη και προσδιορίζονται τα έτη απόσβεσης.

2. ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ.

2.1 Οινοποιεία στην Ελλάδα

Στο βάθος των χιλιετιών τα ίχνη της αμπέλου χάνονται. Η αμπελουργία πιστεύετε ότι ξεκίνησε από την Ασία και σύμφωνα με την μυθολογία στην Ελλάδα την έφερε ο Βάκχος. Από τον Ελλαδικό τότε χώρο επεκτάθηκε και στην υπόλοιπη Ευρώπη. Πολλές περιοχές πήραν την ονομασία τους από την ενασχόληση με την οινοπαραγωγή όπως τα Οινόφυτα, οι Οινούσσοι και η Οινόη. Στην Ελλάδα η οινοποίηση ξεκινάει περίπου το 150 π.Χ. και εξελίσσεται ως μια αρκετά κερδοφόρα ενασχόληση, με το εμπόριο να ανθίζει μαζί με την ευημερία των πολιτών. Στην ιστορικότητα αυτής της διαδικασίας συντελεί και η λειτουργία ενός μουσείου για τον οίνο το οποίο βρίσκεται στην Παλλήνη Αττικής.

Τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της τεράστιας οικονομικής ύφεσης που έπληξε τη χώρα μας, αρκετοί ήταν αυτοί που στράφηκαν στον πρωτόγεννή τομέα. Η ενασχόληση με την οινοποίηση είναι μια επιλογή αρκετά ελκυστική και μπορεί να γίνει αρκετά κερδοφόρα. Η πολιτεία έχει καταλάβει την συνδρομή της αμπελουργίας στην οικονομική ανασυγκρότηση της χώρας και γι' αυτό τον λόγο αυξάνονται τα τμήματα που προσφέρουν ακαδημαϊκούς τίτλους σπουδών τόσο σε προπτυχιακό επίπεδο όσο και σε μεταπτυχιακό. Η ζήτηση αυτών των τμημάτων που υπάρχουν στην Αθήνα και στη Δράμα είναι γεωμετρικά αυξανόμενη με αρκετά πιθανή την επαγγελματική αποκατάσταση.

Οι ελληνικές εξαγωγές κρασιού ανήλθαν το 2016 στα 73,3 εκατ. ευρώ. Με ιδιαίτερα ικανοποιητικούς ρυθμούς «τρέχουν» αυτοί οι ρυθμοί από το 2014 μέχρι και το 2018 της τάξεως του 15 % ετησίως. Τα επόμενα χρόνια αναμένεται ακόμα πιο μεγάλη αύξηση της οινοπαραγωγής μετά την κατάργηση του ΕΦΚ στον οίνο.



Φωτογραφία 2.1: Χαρακτηριστικά προϊόντα παραγωγής οινοποιείου (Μπίδου, 2016)

Στην Ελλάδα λειτουργούν 1000 οινοποιεία και από αυτά, τα 650 είναι πιστοποιημένα για την παραγωγή οίνων με προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (ΠΟΠ) και προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη (ΠΓΕ). Τα οινοποιεία διακρίνονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες ανάλογα με την ικανότητα παραγωγής: μεγάλες οινοποιητικές μονάδες με δυνατότητα παραγωγής πάνω από 100.000 hl, σε μεσαίες μονάδες

από 30.000-100.000, σε μικρές-οικογενειακές επιχειρήσεις έως 30.000 hl και τέλος συνεταιρισμούς που παράγουν και διακινούν κρασί σε τοπικό επίπεδο (Καθημερινή, 2018).

Ο αριθμός αμπελουργών για παραγωγή οίνου προσεγγίζει τις 100.000 με συνολικές εκτάσεις 63.000 εκταρίων και ο αριθμός των εγχώριων ετικετών φτάνει τις 6.000. Σύμφωνα με μελέτες, η εγχώρια παραγωγή οίνου το 2016 ανήλθε σε ποσότητα 2.581.000 hl και αξία 345 εκατ. ευρώ.



Φωτογραφία 2.2: Άποψη καλλιέργειας σε οινοποιείο (Μπίδου, 2016)

2.2 Κλασσική διαδικασία οινοποίησης

Ο οίνος, όπως όλοι γνωρίζουμε, προέρχεται από την επεξεργασία των αμπελιών που καλλιεργούνται από τον οινοπαραγωγό σε τεράστιες εκτάσεις σε κοντινή συνήθως απόσταση από το οινοποιείο.

Η οινοποίηση ξεκινάει με την ιδιαίτερα επίπονη διαδικασία του τρύγου που περιλαμβάνει την διαλογή και το μάζεμα όλων των σταφυλιών. Ένας από τους κυριότερους παράγοντες έναρξης του τρύγου είναι η ωρίμανση του σταφυλιού και η χρονική διάρκεια που μεσολαβεί μέχρι το πλήρη μάζεμα των σταφυλιών. Η μεταφορά των σταφυλιών έχει μεγάλη σημασία στην επιτυχία της λευκής οινοποίησης. Το σταφύλι από τη στιγμή που θα κοπεί από το φυτό υφίσταται διάφορες χημικές και βιολογικές μεταβολές. Για να αποφύγουμε τις αρνητικές επιπτώσεις αυτών των μεταβολών πρέπει απαραίτητα να μεταφέρονται γρήγορα και ανέπαφα.

Στη συνέχεια, αφού υπάρξει προσεκτική διαλογή μόνο των σταφυλιών που μακροσκοπικά δεν έχουν ίχνη αλλοιώσεων, μεταφέρονται σε σπαστήρα και με τη βοήθεια αντλίας στο πιεστήριο. Το γλεύκος που βγαίνει από το πιεστήριο είναι πλούσιο σε σάκχαρα και έχει καλύτερη ποιότητα. Η συμπίεση των σταφυλιών έχει σκοπό την παραλαβή του χυμού της ρόγας με τη βοήθεια πιεστηρίου. Τα πιο σύγχρονα πιεστήρια από τεχνολογική άποψη είναι τα πιεστήρια μεμβράνης που έχουν πλέον επικρατήσει στην αγορά. Η πίεση ασκείται χάρη στη διόγκωση μιας ελαστικής μεμβράνης από καουτσούκ, που βρίσκεται στο εσωτερικό του πιεστηρίου.

Η ζύμωση των λευκών κρασιών γίνεται πάντοτε σε κλειστές δεξαμενές που όμως επιτρέπουν την διαφυγή του CO₂. Αρκετές φορές αυτές οι δεξαμενές χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση του έτοιμου κρασιού. Όλες σχεδόν οι δεξαμενές είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα και έχουν κυλινδρικό σχήμα.

Συνήθως το επάνω μέρος του κυλίνδρου και η οροφή του γίνεται από χάλυβα μεγαλύτερης αντοχής ώστε να είναι ανθεκτικός στους ατμούς του διοξειδίου του θείου.

Στη συνέχεια γίνεται η απολάσπωση που έχει σκοπό την απομάκρυνση των στερεών σωματιδίων που βρίσκονται σε αιώρηση στο γλεύκος και τα οποία είναι ικανά να δώσουν στο κρασί χορτώδη οσμή.

Μέθοδοι προστασίας από τις οξειδώσεις

Η ψύξη του γλεύκους προκαλεί μείωση της ταχύτητας κατανάλωσης του οξυγόνου ελαττώνοντας την ενζυμική δράση και επιπλέον η καθυστέρηση έναρξης της αλκοολικής ζύμωσης επιτρέπει το κατακάθισμα της γλυκολάσπης κάνοντας πιο εύκολη την απολάσπωση. Η κατεργασία του σταφυλιού σε περιβάλλον CO₂ έχει τα ίδια αποτελέσματα με την ψύξη. Η θέρμανση του γλεύκους σε θερμοκρασία μεγαλύτερα από 40 °C η δραστηριότητα των οξειδασών μειώνεται σημαντικά για να μηδενιστεί στους 65 °C. Γι αυτό, η θέρμανση αμέσως μετά την έκθλιψη δοκιμάστηκε σαν μέθοδος αποφυγής των οξειδώσεων.

Απολάσπωση

Η απολάσπωση είναι απαραίτητη συνέπεια της μηχανικής κατεργασίας του σταφυλιού. Σκοπός της είναι η διαύγαση του γλεύκους πριν από τη ζύμωση. Όσο πιο διαυγές είναι το γλεύκος κατά τη ζύμωση τόσο πιο καλή είναι η ποιότητα του κρασιού που θα προκύψει. Η λάσπη προκύπτει από γαιώδεις προσμίξεις προσκολλημένες στο σταφύλι, κομματάκια που προέρχονται από το σκίσιμο της φλούδας και του κοτσανιού, διαφόρους πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες που καταβυθίζονται καθώς ενώνονται με τις ταινίες και τα άλατα. Η ποσότητα και η φύση τους εξαρτώνται από την ωρίμανση και την κατάσταση υγείας του σταφυλιού. Οι σάπιες ρόγες δημιουργούν περισσότερη λάσπη. Εξίσου σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και ο τρόπος μηχανικής κατεργασίας του σταφυλιού, όπως και οι ταχύτητες περιστροφής των μηχανημάτων γλευκοποίησης. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι απολάσπωσης όπως:

- η στατική
- η απολάσπωσης με φυγοκέντρηση
- με κυκλώνα
- με διήθηση με φίλτρο κενού
- με επίπλευση και τέλος κατεργασία με μπεντονίτη.

Μεταβολή της οξύτητας

Ως κατεργασία έχει σκοπό τη μεταβολή των οργανοληπτικών χαρακτήρων που οφείλονται στην οξύτητα. Η μεταβολή του pH, δηλαδή της συγκέντρωσης σε ελεύθερα υδρογονοκατιόντα, προσδιορίζει καλύτερα την οργανοληπτική αίσθηση της οξύτητας σε σχέση με την ολική οξύτητα. Η αύξηση της οξύτητας γίνεται με την προσθήκη οξέων και έχει σκοπό να βελτιώσει τη γευστική ισορροπία. Η μείωση της οξύτητας γίνεται με βιολογικό τρόπο, με προσθήκη ουδέτερου τρυγικού καλίου, με προσθήκη ανθρακικού ασβεστίου ή υδρογονανθρακικού καλίου.

Η μετατροπή του γλεύκους του σταφυλιού σε κρασί γίνεται χάρη στη μετατροπή, από τις ζύμες, των σακχάρων που περιέχει σε αιθανόλη. Ζύμες είναι μια ομάδα μονοκύτταρων οργανισμών. Ζυμώσεις είναι οι διασπάσεις σύνθετων οργανικών υλών σε άλλες απλούστερες με τη βοήθεια των ενζύμων. Αλκοολική

ζύμωση ειδικότερα καλείται η διάσπαση των σακχάρων του γενικού τύπου προς αιθανόλη. Η έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης πριν ακόμα γίνει απτικά αντιληπτή από την έκλυση φυσαλίδων, γίνεται αντιληπτή οργανοληπτικά από την αίσθηση του CO₂.

Θερμοκρασία ζύμωσης

Στην οινοποίηση έχουμε να κάνουμε με ζύμες που μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες μέχρι 45 °C με βέλτιστο 22-27 °C. Το βέλτιστο εξαρτάται από το είδος της ζύμης και τις συνθήκες περιβάλλοντος. Αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση του αριθμού των ζυμών αλλά και μείωση της μάζας τους. Ανάμεσα στους 15-35 °C η ταχύτητα ζύμωσης είναι τόσο μεγαλύτερη όσο πιο μεγάλη είναι η θερμοκρασία. Για να ζυμωθούν 200 γραμμάρια/λίτρο στους 10 °C απαιτούνται αρκετές εβδομάδες, περίπου 10 μέρες στους 20 °C και 3-4 μέρες στους 30 °C. Όσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία τόσο πιο ατελής είναι, δηλαδή τόσο μεγαλύτερο το ποσοστό των σακχάρων που μένουν ένζυμα. Όσο πιο σταθερή είναι η θερμοκρασία ζύμωσης, τόσο περισσότερο ευνοείται η αύξηση των ζυμών και η ζύμωση διευκολύνεται.

Βασική προϋπόθεση της παραγωγής λευκών κρασιών είναι η ζύμωση να γίνεται σε θερμοκρασία 16-20 °C. Η αλκοολική ζύμωση είναι αντίδραση εξώθερμη, γι αυτό τις περισσότερες φορές η ψύξη του γλεύκους σε ζύμωση είναι απαραίτητη. Σήμερα στην πλειονότητα των περιπτώσεων χρησιμοποιούνται δεξαμενές με διπλά τοιχώματα, ανάμεσα στα οποία κυκλοφορεί ψυκτικό υγρό. Τέλος, ακολουθεί η εμφιάλωσή του κρασιού, που είναι σημαντικό να διατηρηθεί η θερμοκρασία του χώρου σταθερή 14-20 °C σε όλη τη διάρκεια συντήρησή του.

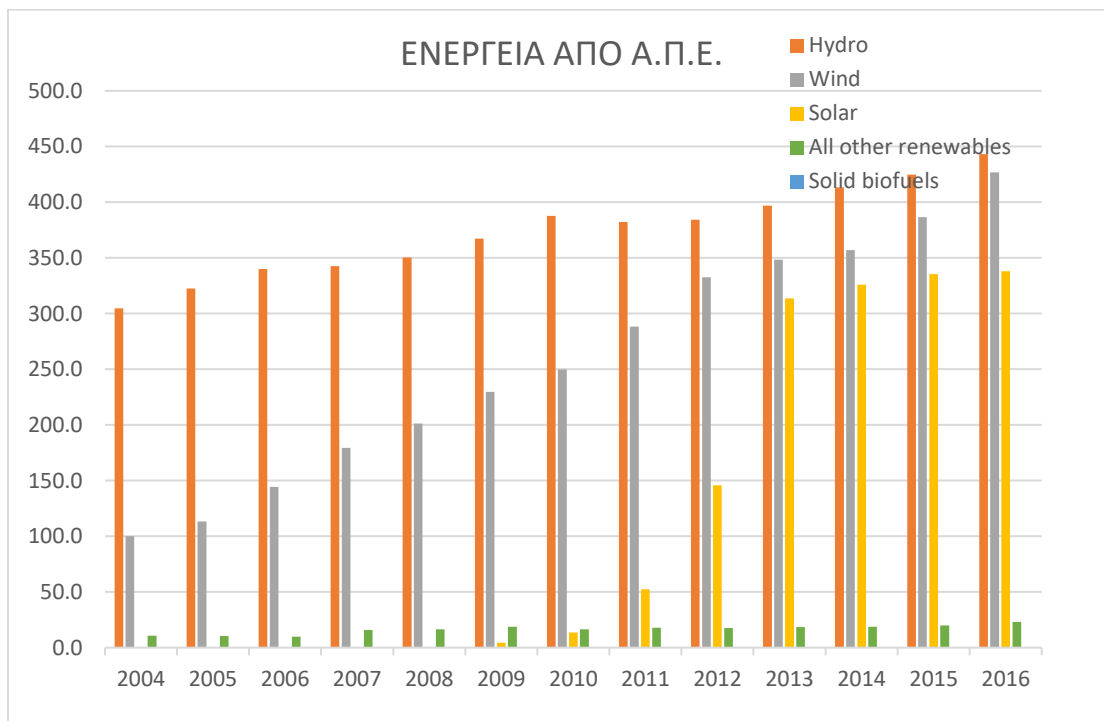
Αφρώδη κρασιά

Τα αφρώδη κρασιά διακρίνονται σε κρασιά που παρασκευάζονται με τη μέθοδο που ακολουθείται στην περιοχή Καμπανία της Γαλλίας, όπου την παραγωγή κρασιού βάσης ακολουθεί μια δεύτερη ζύμωση μέσα στη φιάλη, στην οποία τελικά θα διατεθεί στην κατανάλωση και στη μέθοδο της κλειστής δεξαμενής κατά την οποία η δεύτερη ζύμωση γίνεται μέσα σε δεξαμενή για να ακολουθήσει εμφιάλωση.

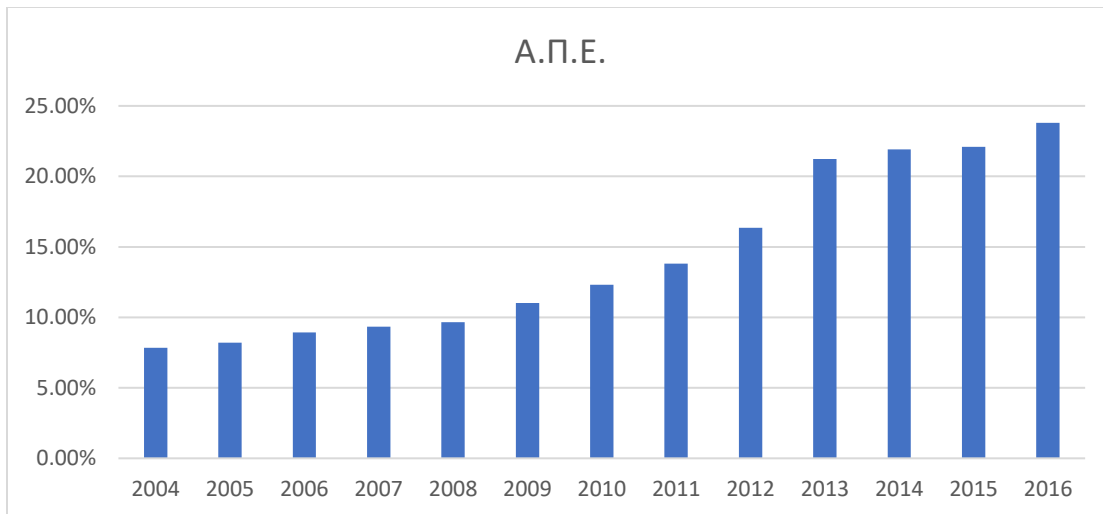
Στην περιοχή αυτής της Γαλλίας το κρασί προέρχεται από τρεις ποικιλίες από τις οποίες οι δυο είναι ερυθρές. Η πίεση των σταφυλιών πρέπει να γίνεται πολύ γρήγορα. Το γλεύκος θειώνεται, απολασπώνεται και ζυμώνεται σε θερμοκρασία 15-20 °C μέχρι πλήρους εξάντλησης των σακχάρων. Στη συνέχεια οι φιάλες τοποθετούνται σε παλέτες οριζόντια για να αποφεύγεται η διαφυγή του εκλυόμενου CO₂ της ζύμωσης. Ακολουθεί ζύμωση μέσα στη φιάλη, η οποία απαιτεί αρκετούς μήνες, δεδομένου ότι γίνεται σε θερμοκρασία μικρότερη των 15 °C. Ανακίνηση των φιαλών κατά το διάστημα αυτό βάζει τις ζύμες σε ανακίνηση και διευκολύνει το τελείωμα της ζύμωσης. Μετά τη δημιουργία του CO₂ το κρασί μένει με τη λάσπη που έχει δημιουργήσει η ζύμωση για 1-4 χρόνια. Σταδιακά η λάσπη οδηγείται προς το πώμα και συγκεντρώνεται στο λαϊμό της φιάλης χάρη στη χρησιμοποίηση ειδικών εδράνων με κλίση. Ο αποπωματισμός γίνεται με πάγωμα και αφαίρεση του περιεχομένου του λαϊμού της φιάλης με τη μικρότερη δυνατή απώλεια κρασιού.

2.3 Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα

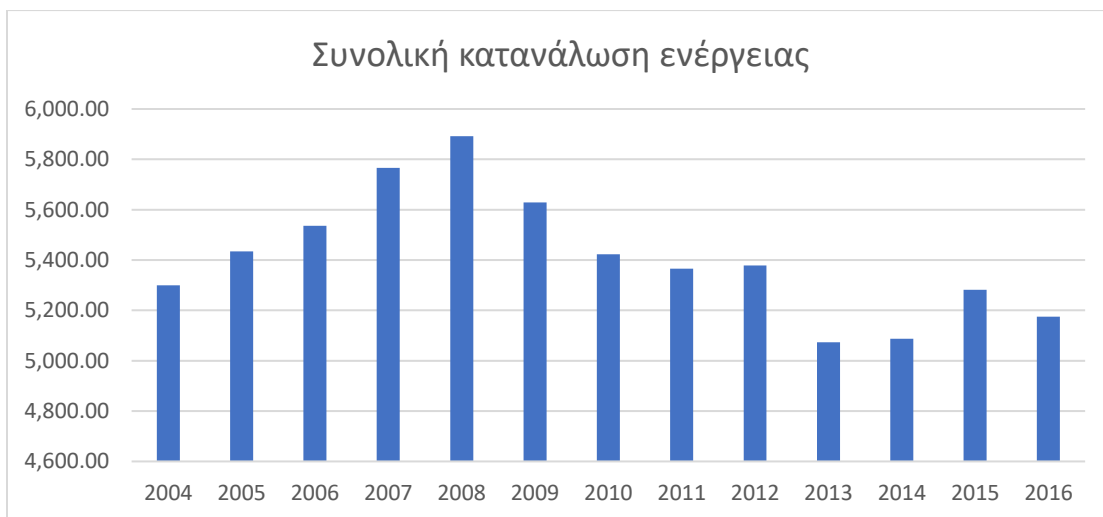
Η Ελλάδα έχει στηρίξει την ηλεκτροπαραγωγή της στα ορυκτά καύσιμα. Εξαιτίας των πλουσίων κοιτασμάτων λιγνίτη στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας και της Μεγαλόπολης, στις συγκεκριμένες περιοχές βρίσκονται τα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια της ΔΕΗ και σε αυτές στηρίζεται η χώρα μας για την αξιόπιστη προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες από τις κατά καιρούς κυβερνήσεις, ως απόρροια των πρωτοκόλλων που έχουν υπογραφεί για το κλίμα με τελευταίο αυτό της διάσκεψης του Παρισιού, για την διεύθυνση των Α.Π.Ε. στην παραγωγή ενέργειας. Η Ελλάδα είναι πλούσια σε όλες τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας (αιολική, γεωθερμία, ηλιακή, βιομάζα, υδροηλεκτρική). Παρατίθενται διαγράμματα με τα επίσημα στοιχεία από την Eurostat (2016) σχετικά με την ηλεκτροπαραγωγή μετά από επεξεργασία και κατάλληλη αξιοποίηση τους.



Διάγραμμα 2.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. (Eurostat, 2016)



Διάγραμμα 2.2 Διείσδυση Α.Π.Ε. ως ποσοστό της συνολικής παραγωγής (Eurostat, 2016)



Διάγραμμα 2.3 συνολική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα (Eurostat, 2016)

Από το διάγραμμα 2.1 μπορούμε να εξάγουμε αρκετά συμπεράσματα.

1. Η υδροηλεκτρική ενέργεια παραμένει σχεδόν σταθερή στο πέρασμα μιας δεκαετίας.
2. Η αιολική ενέργεια από ένα μικρό ποσοστό το 2004 καταφέρνει και πλησιάζει την υδροηλεκτρική.
3. Η ηλιακή ενέργεια έχει μια ραγδαία ανάπτυξη ως αποτέλεσμα αρκετών παραγόντων όπως τεχνολογική ανάπτυξη, κρατική ενίσχυση κ.α.

Στο διάγραμμα 2.2 φαίνεται η όλο και αυξανόμενη συνεισφορά των Α.Π.Ε. στην συνολική κατανάλωση ενέργειας επιτυγχάνοντας τους ενεργειακούς στόχους.

Στο διάγραμμα 2.3 είναι αρκετά φανερή η οικονομική ύφεση, καθώς η κατανάλωση ενέργειας ακολουθεί την οικονομική ανάπτυξη-ύφεση της εκάστοτε χώρας, αλλά και κάποιες προσπάθειες για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

2.4 Κατανάλωση ενέργειας σε οινοποιεία

Σε όλο τον κόσμο η εξοικονόμηση ενέργειας και οι Α.Π.Ε. έχουν μπει στις ζωές μας τα τελευταία χρόνια, με τη νομοθέτηση επιδοτήσεων τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και σε περιφερειακό, για την υιοθέτηση τέτοιων πρακτικών. Οι προσπάθειες αυτές φαίνεται ότι είναι αρκετές για να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν προκύψει σε ευρωπαϊκό επίπεδο από τη διάσκεψη του Παρισιού (2015) οι οποίοι είναι, 20 % εξοικονόμηση ενέργειας, 20 % μείωση εκπομπών CO₂ και 20 % διείσδυση Α.Π.Ε. στη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Οι στόχοι για την επόμενη δεκαετία είναι αρκετά υψηλότεροι και η επίτευξή τους προϋποθέτει επιτάχυνση αυτών των προσπαθειών.

Όσον αφορά τα οινοποιεία έχουν γίνει αρκετές ενέργειες σε ορισμένα οινοποιεία για την εκμετάλλευση του πλούσιου φυσικού πλούτου με την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών, ανεμογεννητριών, της γεωθερμίας αλλά και την εκμετάλλευση της παραγόμενης βιομάζας εντός οινοποιείου. Υπάρχουν αρκετά τέτοια παραδείγματα που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια. Όσον αφορά την χρήση και την κατανάλωση ενέργειας είναι πανομοιότυπη σε όλα τα οινοποιεία, με την παραγωγική διαδικασία να μην διαφέρει αρκετά από οινοποιείο σε οινοποιείο.

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρησιμοποιείται στο οινοποιείο σχετίζεται με τον έλεγχο της θερμοκρασίας των σταφυλιών και του γλεύκους κατά τον τρύγο, των ζυμώσεων των κρασιών, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της τρυγικής σταθεροποίησης τους πριν την εμφιάλωση.

Μια συνήθης πρακτική μέτρησης της κατανάλωσης ενέργειας, εξαιτίας του διαφορετικού μεγέθους και παραγωγής των οινοποιείων είναι η αναγωγή προς την παραγόμενη ποσότητα ή προς τις παραγόμενες φιάλες. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κατά κόρον στο εξωτερικό και βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο στην Ελλάδα.

Αυτός ο λόγος διαφέρει από οινοποιείο σε οινοποιείο. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας των διαφορετικών διαδικασιών που χρησιμοποιούνται στην οινοπαραγωγή, η διαφορά στον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό, το μέγεθος του οινοποιείου και το είδος του παραγόμενου οίνου και του χρησιμοποιούμενου σταφυλιού. Σε αυτόν τον λόγο δεν χρησιμοποιείται η απαιτούμενη ενέργεια για την αμπελοκαλλιέργεια.

Πρέπει να τονιστεί ότι μικρές παραγόμενες ποσότητες οδηγούν κατά κύριο λόγο σε μικρές καταναλώσεις ενέργειας. Αντίθετα, μεγάλα οινοποιεία με αυξημένη οινοπαραγωγή δεν τείνει σε αύξηση της κατανάλωσης επειδή χρησιμοποιεί τις οικονομίες κλίμακας.

Επίσης όσον αφορά το είδος του παραγόμενου οίνου, ο αφρώδης οίνος απαιτεί περισσότερη ενέργεια σε σχέση με τα άλλα κρασιά. Αυτό κάνει την ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας ιδιαίτερα επιβεβλημένη για οινοποιεία που η μόνη ή η κύρια παραγωγή οίνου είναι η αφρώδης.

Από έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί σε οινοποιεία του εξωτερικού έχει διαπιστωθεί ότι το μεγαλύτερο μέρος των οινοποιείων διαθέτουν χωριστά διοικητικά και παραγωγικά τμήματα. Όπως ανέδειξε η έρευνα σχεδόν το 16 % της συνολικής ετήσιας ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε από τα

οινοποιεία συνδέονταν με τις παρεπόμενες υπηρεσίες υποστήριξης, όπως γευστικές και λιανικές περιοχές ανοιχτές στο κοινό. (Teng Jia et al, 2018)

Οι ενεργειακές ανάγκες των υπηρεσιών χαρακτηρίστηκαν:

- Φωτισμός
- Θερμική άνεση
- Ανάγκες για ψύξη
- Αποστείρωση και καθαρισμός
- Διάφορα, μια ευρεία κατηγορία που περιλαμβάνει υπολογιστές και γενικό εξοπλισμό γραφείου

2.5 Αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα

2.5.1 Αξιοποίηση ηλιακής ακτινοβολίας

Στην Ελλάδα συνώνυμο της οποίας είναι ο ήλιος, η εκμετάλλευσή του είναι ιδιαίτερα επιβεβλημένη. Η αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών συστοιχιών τα τελευταία χρόνια είναι οικονομικά πιο προσιτή. Εκατοντάδες MW έχουν προστεθεί στο διασυνδεδεμένο σύστημα όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 2.1.

Η κατανάλωση ενέργειας σε ένα οινοποιείο παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Γι' αυτό το λόγο τα οινοποιεία εκμεταλλεύονται περισσότερες από μια εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα τέτοιων βιομηχανιών που καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας από συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.

Παράδειγμα αποτελεί το οινοποιείο Μπριντζίκη το οποίο είναι ενεργειακά αυτόνομο έχοντας στη στέγη του φωτοβολταϊκό σταθμό ο οποίος εξυπηρετεί τις απαιτούμενες καταναλώσεις ηλεκτρικής



ενέργειας. Έχοντας δώσει μεγάλη έμφαση στο περιβάλλον και την προστασία του, επενδύοντας στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στην καινοτομία, τον ήλιο και την γεωθερμία, το 2012, το Κτήμα Μπριντζίκη χαρακτηρίστηκε το πρώτο πράσινο οινοποιείο στην Ελλάδα. [energy press 2016]

Εικόνα 2.3 Άποψη τοποθέτησης φ/β συστοιχίας σε οινοποιείο

2.5.2 Αξιοποίηση της γεωθερμίας

Όπως είναι γνωστό, η γεωθερμική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη και καθαρή πηγή ενέργειας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς τομείς, ανάλογα με το είδος της, τη θερμοκρασία της και τις τοπικές συνθήκες. Εκτός από την πλέον συνήθη χρήση της στη θέρμανση και τον κλιματισμό, σε μεγάλα διαστήματα του χρόνου διαφόρων τύπων κτιρίων, η αβαθής γεωθερμία θα μπορούσε να είναι πολλαπλά χρήσιμη και στην παραγωγική διαδικασία του κρασιού. [Φυτίκας, 2016]

Η θερμοκρασία της ζύμωσης του κρασιού, έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει το μεταβολισμό των λιπιδίων, και εξ αυτού στα αρωματικά και γευστικά χαρακτηριστικά του, και πρέπει να είναι σταθερή στους 13-14°C. Σχετικά χαμηλή θερμοκρασία θέλουμε και κατά τη μακρόχρονη παλαίωση-συντήρηση. Η ιδανική θερμοκρασία ζύμωσης του κρασιού (13°C) δεν επιτυγχάνεται τον Αύγουστο-Σεπτέμβριο-Οκτώβριο χωρίς ψύξη και δροσισμό του χώρου. Η γλυκόζη της ψύξης για τη σταθεροποίηση φθάνει μέχρι και τους -6°C και αυτό δε γίνεται χωρίς σοβαρή κατανάλωση ενέργειας μέσω κατάλληλης ψυκτικής αντλίας. Η μακρά διαδικασία εμφιάλωσης, και η ακόμη πιο μακροχρόνια διαδικασία διατήρησης-παλαίωσης του κρασιού σε μεγάλες αποθήκες, απαιτεί κλιματιζόμενους όλο το χρόνο χώρους. [energygress, 2016]

Την αβαθή γεωθερμία χρησιμοποιεί από το 2012 με 14 γεωτρήσεις των 100 m μια ελληνική οινοποιία στο νησί της Σαντορίνης, που κάνει εξοικονόμηση ενέργειας κατά 50-60% σε σχέση με αυτήν που κατανάλωνε με τις προηγούμενες ενεργειακές εγκαταστάσεις. [Φυτίκας, 2016]

2.6 Αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εξωτερικό

Στο εξωτερικό υπάρχουν αρκετά παραδείγματα οινοποιείων τα οποία χρησιμοποιούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Οινοποιείο στο Hunt Country των ΗΠΑ χρησιμοποιούν για θέρμανση και κλιματισμό των χώρων του, οκτώ γεωτρήσεις των 120 m, με την διαφορά στις συνθήκες άνεσης να είναι ιδιαίτερα αισθητή. Επιπλέον, ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα αξιοποίησης της αβαθούς γεωθερμίας, οινοποιείο στον Καναδά εξοικονομεί συνολικά 80 % κατανάλωση ενέργειας.

Στο Grajero της Ισπανίας, οινοποιείο με 40 γεωτρήσεις των 130 m εξοικονομούνται 102 τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου το χρόνο, ελέγχοντας τη ζύμωση και διατηρώντας σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο σε όλες τις εγκαταστάσεις και κυρίως στους μεγάλους χώρους-αποθήκες παλαίωσης του κρασιού. Στη Γαλλία μια οινοποιία με 23 γεωτρήσεις των 100 m κλιματίζει και θερμαίνει συνολικούς χώρους 170.000 m³ και εξοικονομεί περίπου 30.000 ευρώ το χρόνο, κάνοντας απόσβεση των ενεργειακών εγκαταστάσεων σε έξι μόλις χρόνια. [Φυτίκας, 2016]

3. ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΝΟΠΟΕΙΟ

3.1 Περιγραφή εγκαταστάσεων

Το οινοποιείο Καρανίκα είναι ένα τριώροφο κτίριο σε μια πλαγιά στις όχθες της λίμνης Βεγορίτιδας. Ο οινολόγος του Κτήματος, είναι ο ιδρυτής και ο ιδιοκτήτης της επιχείρησης Laurens M. Hartman- Karanika. Η Annete van Kampen είναι η γυναίκα του κ. Karanika, η οποία εργάζεται στην επιχείρηση και η οποία είναι, επίσης, ιδιοκτήτρια. Στο βορειοδυτικό άκρο της Ελλάδας, στο οροπέδιο του Αμύνταιου, βρίσκονται οι αμπελώνες τους, στους οποίους καλλιεργούνται με βιολογικές μεθόδους η πολύ παλιά ποικιλία Ξινόμαυρο, η νεότερη Αγύρτικο, η Cabernet Sauvignon και η σχεδόν ξεχασμένη ποικιλία Λημνιώνα. Τα κρασιά που παράγουν είναι ο αφρώδης οίνος Karanika Brut, το ερυθρό με ποικιλιακή σύνθεση Ξινόμαυρο/ Λημνιώνα Cabernet, το Ασύρτικο, με έντονη οξύτητα, και το χυμώδες ροζέ από ποικιλία Ξινόμαυρο.



Εικόνα 3.1: Πλάγια όψη οινοποιείου

Το οινοποιείο αποτελείται από τρία επίπεδα, και στη μία πλευρά είναι προσαρτημένη η κατοικία. Στο ανώτερο πάτωμα πραγματοποιείται η συλλογή, διαλογή και αποβοστρύχωση των σταφυλιών. Χάρη σε αυτό το επίπεδο και τον σχεδιασμό του κτιρίου οι οίνοι παράγονται χωρίς τις καταστροφικές συνέπειες της άντλησης και του φιλτραρίσματος. Με τη βαρύτητα, τα σταφύλια ολισθαίνουν στο μεσαίο πάτωμα, όπου τα κρασιά ζυμώνονται σε ανοξείδωτες δεξαμενές.

Ο κύριος χώρος οινοποίησης, βρίσκεται στο δεύτερο πάτωμα του οινοποιείου, ο οποίος περιλαμβάνει χώρο γραφείων, εγκαταστάσεις βαρελιών για τη ζύμωση (ισόγειο) και αρκετά μηχανήματα απαραίτητα για την οινοπαραγωγή. Στο δεύτερο πάτωμα, βρίσκεται στον εξωτερικό χώρο του οινοποιείου, ειδικά διαμορφωμένος χώρος για την ψύξη των οίνων.

Στο πρώτο πάτωμα, βρίσκονται τα κελάρια παλαίωσης και τα μηχανήματα εμφιάλωσης. Επιπλέον, βρίσκονται δεξαμενές για την παραγωγή των ροζέ, λευκών και αφρωδών οίνων.

3.2 Διαδικασία οινοποίησης και χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός

Το οινοποιείο που θα εξετάσουμε και θα υποβάλουμε την ενεργειακή μελέτη παράγει δυο είδη κρασιών, το ροζέ και το αφρώδες. Οι διαδικασίες που ακολουθούνται για την οινοποίησή τους διαφέρουν μεταξύ τους. Η ποσότητα του ροζέ είναι ελάχιστη σε σχέση με την παραγόμενη ποσότητα αφρώδους οίνου και η μελέτη θα εστιάσει περισσότερο στην διαδικασία οινοποίησης του αφρώδους.

3.2.1 Ροζέ οίνος

Ο ροζέ οίνος είναι μια σχετικά εύκολη διαδικασία σε αντίθεση με τον αφρώδη οίνο. Τα σταφύλια τα οποία βρίσκονται σε ιδιόκτητα στρέμματα γύρω από το οινοποιείο (10 στρέμματα) μεταφέρονται στον ελάχιστο δυνατό χρόνο σε μια δεξαμενή όπου γίνεται η ζύμωση. Η δεξαμενή εξωτερικά είναι φτιαγμένη από ξύλο, ενώ εσωτερικά από ανοξείδωτο χάλυβα. Περιέχει ένα στόμιο στο κάτω μέρος, στο μέσον της, και μια στρογγυλή πόρτα στο επάνω μέρος. Εισάγεται στο στόμιο ένας πλαστικός σωλήνας και με τη βοήθεια μιας αντλίας το κρασί που υπάρχει στο κάτω μέρος ανατροφοδοτείται από την πόρτα ώστε όλες οι θρεπτικές και χρωματικές ουσίες που υπάρχουν στα στέμφυλα να διεισδύσουν στον παραγόμενο οίνο. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, από το μεσαίο στόμιο γίνονται γευστικές δοκιμές για την κατάλληλη ποιότητα που επιθυμούμε. Στη συνέχεια ο οίνος παραμένει στην δεξαμενή έως τον Δεκέμβριο, όπου μεταφέρεται σε καταψύκτη για μία εβδομάδα και ψύχεται στους -4°C . Στη συγκεκριμένη θερμοκρασία παράγονται κρύσταλλα τα οποία στη συνέχεια αφαιρούνται. Μετά το πέρας της συγκεκριμένης διαδικασίας ο οίνος είναι έτοιμος, εμφιαλώνεται και αποθηκεύεται σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο.

3.2.2 Αφρώδης οίνος

Από την άλλη μεριά, η διαδικασία για την οινοποίηση αφρώδους οίνου είναι αρκετά περίπλοκη και η ποιότητα του τελικού προϊόντος εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες. Αρχικά, τα σταφύλια μετά την συγκομιδή τους κατευθύνονται στο πιεστήριο.

Στο συγκεκριμένο μηχάνημα, μετά την συμπίεση των σταφυλιών, διαχωρίζεται ο χυμός των σταφυλιών από τα στέμφυλα.



Εικόνα 3.2 Εναλλάκτης



Εικόνα 3.3 Συμπιεστής για παραγωγή ψύξης.

Κατά την ολοκλήρωση του διαχωρισμού ο χυμός εισέρχεται σε έναν εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος φαίνεται στην εικόνα 3.2. Η θερμοκρασία του πέφτει στους 12°C από τους 17 °C. Η απαιτούμενη ενέργεια για αυτή τη διαδικασία παρέχεται από συμπιεστή παλαιάς τεχνολογίας και ο οποίος είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος (εικόνα 3.3).

Ο συμπιεστής εξαιτίας της κακής συντήρησης και της λειτουργίας έναν εκ των δυο συμπιεστών, η ενεργειακή αποδοτικότητά του διαφέρει σημαντικά από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δύσκολη κατανόηση και αποτύπωση της ενεργειακής του κατανάλωσης.



Εικόνα 3.4 Δεξαμενή τοποθέτησης γλεύκους

Ο εναλλάκτης καταλήγει σε δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα, η οποία αποτελείται από διπλό τοίχωμα για να κυκλοφορεί το ψυκτικό υγρό. Ο χυμός παραμένει για 24 ώρες στη δεξαμενή. Μετά το πέρας αυτών των ωρών γίνεται μετάγγιση και διαχωρίζεται το γλεύκος από τη λάσπη. Η δεξαμενή καθαρίζεται και το γλεύκος επιστρέφει στο εσωτερικό της για 2 εβδομάδες σε συγκεκριμένη θερμοκρασία 18°C όπου πραγματοποιείται η ζύμωση. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα από τις αρχές Σεπτεμβρίου μέχρι μέσα Οκτωβρίου. Το γλεύκος παραμένει στις δεξαμενές μέχρι τις γιορτές των Χριστουγέννων.



Εικόνα 3.5 Όψη συμπιεστή

Μετά το πέρας των εορτών των Χριστουγέννων, οι δεξαμενές μεταφέρονται εναλλάξ σε έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο για την ψύξη τους. Παραμένουν για μια ολόκληρη εβδομάδα και ψύχονται στους -3°C. Μετά το πέρας της διαδικασίας αυτής, επιστρέφουν στην προηγούμενη θέση τους. Η θερμοκρασία πρέπει να παραμείνει στους 15 °C γι' αυτό και κάποιες φορές χρησιμοποιείται ο ψύκτης για να επιτευχθεί η συγκεκριμένη θερμοκρασία. Παραμένουν σε αυτήν την κατάσταση για 24 ώρες και γίνεται προσθήκη ζάχαρης και ζυμομυκήτων. Την επόμενη μέρα γίνεται η μετάγγισή τους σε γυάλινα μπουκάλια. (εικόνα 3.6)

Τα μπουκάλια μεταφέρονται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο για να γίνει και η δεύτερη ζύμωσή τους και παραμένουν για όσο χρονικό διάστημα θεωρούμε αναγκαίο στους 15 °C. Η θερμοκρασία αυτή επιτυγχάνεται με αντλίες θερμότητας σύγχρονης τεχνολογίας, ιδιαίτερα αποδοτικές (εικόνα 3.9). Η ποιότητα του κρασιού, εξαρτάται από τη διάρκεια παραμονής του στα κελάρια και η οποία κυμαίνεται από ένα έως επτά έτη.



Εικόνα 3.6 Μηχάνημα εμφιάλωσης

Στη συνέχεια μεταφέρονται σε ειδικές κρύπτες, όπου παραμένουν σε επικλινή θέση με το καπάκι να κοιτάει προς τα κάτω.

Όταν όλη η λάσπη φτάσει στο πάνω μέρος του μπουκαλιού, λόγω βαρύτητας, μεταφέρεται σε ειδικό μηχάνημα για να ψυχθεί ο λαιμός στους -24°C για 3-4 λεπτά. Υπάρχει άλλο μηχάνημα που σπάει τον λαιμό και η παγωμένη πια λάσπη αποχωρίζεται από το υπόλοιπο κρασί.

Τελευταίο στάδιο στην όλη διαδικασία είναι η τοποθέτηση των ετικετών της επιχείρησης και των φελλών ώστε να παραμείνουν ερμητικά κλειστά για να μην διαρρεύσει το CO_2 . Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα την περίοδο του καλοκαιριού. Αυτό συμβαίνει γιατί οι εργασίες οινοποίησης έχουν παρέλθει και ο φόρτος εργασίας είναι ελάχιστος.



Εικόνα 3.7 Μηχάνημα τυποποίησης



Εικόνα 3.8 Όψη των φωτιστικών



Εικόνα 3.9 Αντλία θερμότητας



Εικόνα 3.10 Άποψη θερμάστρας

4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΕΣΩΚΛΙΜΑΤΟΣ

4.1 Πειραματικός εξοπλισμός

Διενεργήθηκε συστηματική και μακρόχρονη καμπάνια μέτρησης, την περίοδο 13/11/2018-16/4/2019, κατά την οποία διερευνήθηκαν οι τιμές των ακόλουθων παραμέτρων:

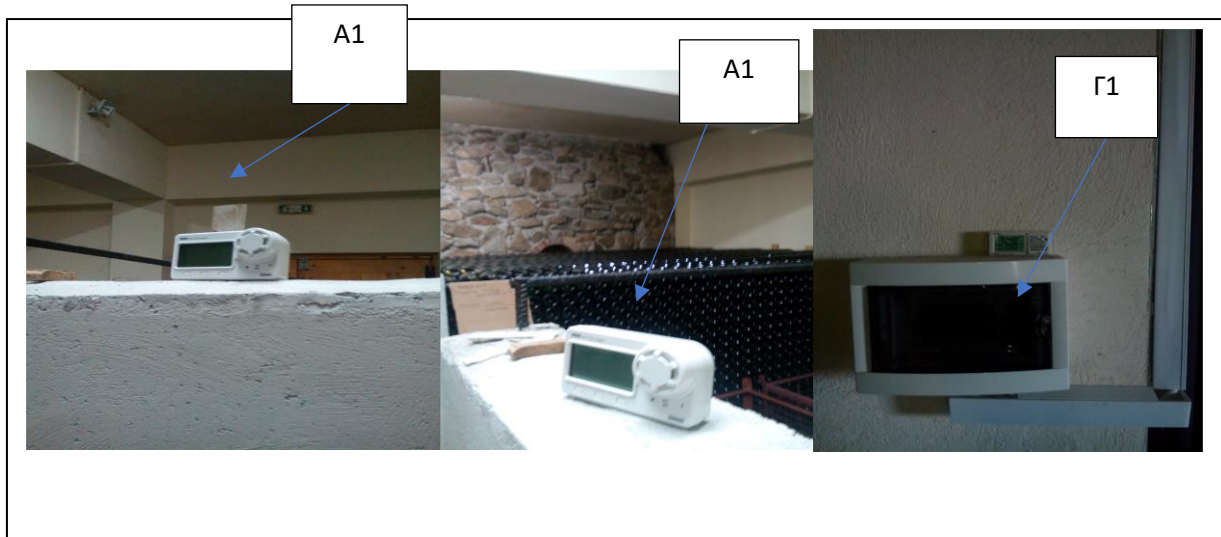
- Θερμοκρασία, υγρασία εσωτερικών χώρων και εξωτερικού περιβάλλοντος.
- Συγκέντρωση CO₂ εσωτερικών χώρων.
- Συγκέντρωση NO₂ εσωτερικών χώρων.
- Συγκέντρωση VOCs (πτητικών οργανικών ενώσεων) εσωτερικών χώρων.

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οργάνων, καθώς και κωδικοποίησή τους, σύμφωνα με τη θέση τους στον υπό μελέτη χώρο. Στις εικόνες 4.1, 4.2 απεικονίζονται οι θέσεις των οργάνων στο χώρο.

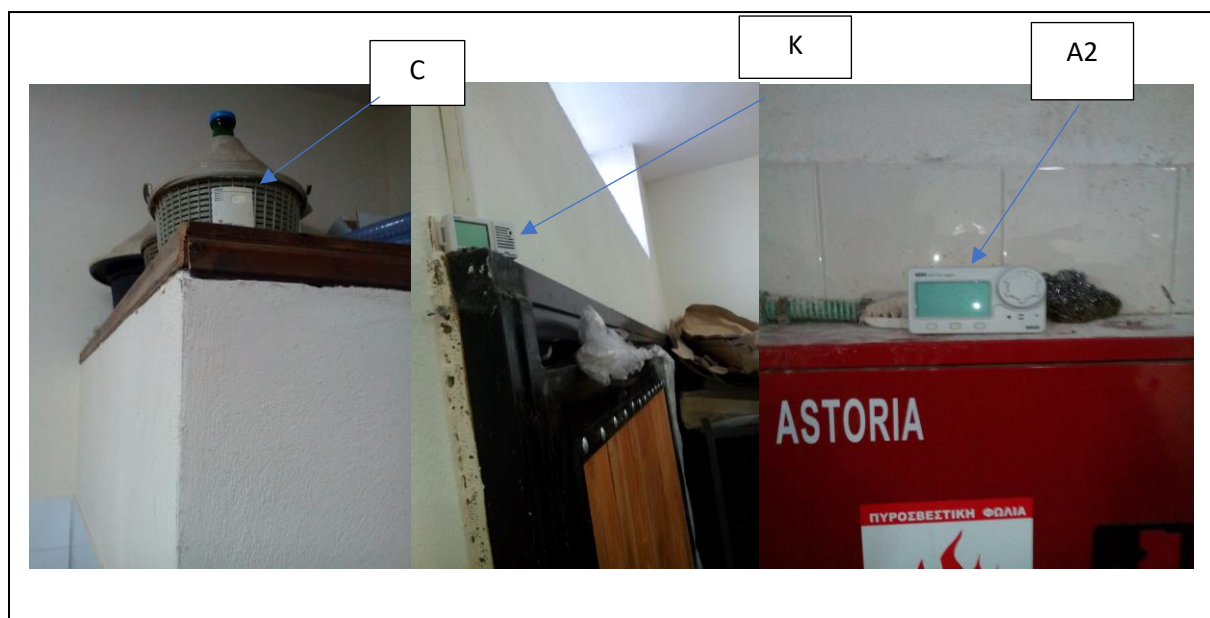
Όργανο καταγραφής	Όνομα	Χώρος καταγραφής	Χρόνος καταγραφής
HOBO(θερμοκρασία (T), υγρασία (RH), CO ₂)	A1	Αποθηκευτικός χώρος 1	13/11/2018-13/12/2019
HOBO (T , RH)	B	Υπόγειο	13/11/2018-16/04/2019
HOBO (T, RH)	A2	Γραφείο	13/11/2018-21/03/2019
TELAIRE (CO ₂)	A	Γραφείο	13/11/2018-07/03/2019
HOBO (T,RH)	K	Ισόγειο	13/11/2018-07/03/2019
HOBO (T,RH)	C	Εξωτερικός χώρος	13/11/2018-07/03/2019
HOBO (T, RH , CO ₂)	A1	Αποθηκευτικός χώρος 2	13/12/2018-18/03/2019

Πίνακας 4.1 Παρουσίαση των οργάνων

Επίσης στον πίνακα 4.1 αναγράφονται τα χρησιμοποιούμενα όργανα μέτρησης, τα αντίστοιχα μετρούμενα χαρακτηριστικά, οι αντίστοιχοι χώροι τοποθέτησής τους και τέλος ο χρόνος καταγραφής.



Εικόνα 4.1 Άποψη των οργάνων στο χώρο



Εικόνα 4.2 Άποψη των οργάνων στο χώρο



Εικόνα 4.3 Όψη μηχανημάτων για μέτρηση CO₂ και θερμοκρασίας-υγρασίας

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχουν αναπτυχθεί αρκετά μοντέλα για να προσομοιάζουν την άνεση του ανθρώπου στο περιβάλλον που ζει ή εργάζεται. Η άνεση του ανθρώπου αναφέρεται σε τέσσερις υποκατηγορίες:

1. Θερμική άνεση
2. Οπτική άνεση
3. Ακουστική άνεση
4. Τέλος στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα

Η θερμική άνεση είναι εκείνη η κατάσταση στην οποία το άτομο αισθάνεται ευχάριστα με το περιβάλλον του. Για να επιτευχθεί αυτή η άνεση δεν αρκεί μια συγκεκριμένη θερμοκρασία σε όλους τους χώρους στους οποίους ζει και εργάζεται. Η θερμοκρασία διαφέρει ανάλογα με την ασκούμενη δραστηριότητα που συμβαίνει στον χώρο εκείνο, την ένδυση, την εποχή αλλά και την ταχύτητα του εσωτερικού αέρα. Επίσης σημαντικός παράγοντας που ανήκει στη θερμική άνεση είναι η υγρασία που υπάρχει στο συγκεκριμένο χώρο. Τα επίπεδα του συγκεκριμένου παράγοντα είναι πιο καθορισμένα σε σχέση με τη θερμοκρασία που εξαρτάται από αρκετά δεδομένα και είναι στα επίπεδα 40%-60% σχετική υγρασία για την θερινή περίοδο και 30%-50% σχετική υγρασία για τη χειμερινή περίοδο. Η θερμοκρασία που έχει καθοριστεί από την οδηγία TOTEΕ 20701-1 (TEE 2010) για τον συγκεκριμένο τύπο χώρου βρίσκεται στα επίπεδα των 19 °C την χειμερινή περίοδο και 25 °C την θερινή.

Η οπτική άνεση αναφέρεται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει το φως στο χώρο. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η ένταση, η διανομή και η ποιότητα του φωτός. Η διανομή του φωτός σε ένα χώρο θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται υπερβολικές διαφορές στο φως και στη σκιά, θα πρέπει να διατηρείται επαρκής αντίθεση, ώστε να μπορεί να φανεί κάθε αντικείμενο και τέλος τα

ανοίγματα των παραθύρων και οι πηγές τεχνητού φωτός θα πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η θάμβωση.

Η ένταση του ήχου τόσο από ενδογενείς όσο και από εξωγενείς παράγοντες επηρεάζουν την ακουστική άνεση του ατόμου. Στη νομοθεσία, έχει προβλεφθεί ανώτατο όριο για την ένταση του ήχου σε χώρους συνεύρεσης γιατί μπορεί να έχει αρκετά σοβαρές συνέπειες.

Στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα έχουν πραγματοποιηθεί αλλά και πραγματοποιούνται αρκετές μελέτες με στόχο τόσο την κατανόηση της συμπεριφοράς όσο και τις συνέπειες που μπορεί να έχει στην ανθρώπινη υγεία. Με την ανεκτή ποιότητα εσωτερικού αέρα, όχι μόνο οι ένοικοι αισθάνονται άνετα, αλλά και το περιβάλλον τους είναι απαλλαγμένο από ενοχλητικές οσμές και επικίνδυνα επίπεδα συγκέντρωσης μολυσματικών στοιχείων. Τα μολυσματικά στοιχεία μπορεί να είναι CO₂, CO, ραδιενεργά υλικά, μικροοργανισμοί, ιοί, αλλεργιογόνα και άλλα στοιχεία.

Το CO₂ είναι υποπροϊόν εξαγόμενο από τον άνθρωπο. Άμεσα, δεν συνδέεται με επιπτώσεις στην υγεία του ατόμου αλλά μπορεί να προκαλέσει ιδιαίτερα έντονη δυσφορία σε υψηλές συγκεντρώσεις και μελλοντικά η συνεχής έκθεση του σε υψηλές συγκεντρώσεις εγκυμονεί κινδύνους. Από την άλλη μεριά το CO είναι προϊόν ατελής καύσης και προέρχεται είτε από καύση υδρογονανθράκων είτε από το κάπνισμα. Είναι ένα αρκετά τοξικό αέριο και πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή. Επίσης, προσοχή πρέπει να δίνεται και στις πτητικές οργανώσεις ενώσεις. Οι ενώσεις αυτές μπορούν να σχηματιστούν από την καύση, τα εντομοκτόνα, προϊόντα καθαρισμού, διαλυτικά και από τα ζώα και τα φυτά.

Το αποδεκτό επίπεδο στις συγκεντρώσεις CO₂ είναι στα 1000-1100 ppm (CEN, 2007; ANSI/ASHRAE, 2001). Για μακροχρόνια έκθεση σε χώρους εργασίας οι τιμές δεν πρέπει να προσεγγίζουν τα 5000 ppm σύμφωνα με την Υπηρεσία Ασφάλειας και Υγείας των ΗΠΑ. Έρευνες έχουν αναδείξει τις σημαντικές επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσει η έκθεση του ενοίκου ενός χώρου σε υψηλές συγκεντρώσεις και για το λόγο αυτό η έννοια του αερισμού διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην σχεδίαση και ανάπτυξη ενός καλά οργανωμένου χώρου.

Ο αερισμός του χώρου μπορεί να είναι είτε φυσικός είτε εξαναγκασμένος. Η οδηγία TOTEE 20701-1 έχει καθορίσει τα επίπεδα των απαιτήσεων αερισμού που χρειάζεται ένας χώρος ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων και την λειτουργία του χώρου. Η συγκεκριμένη οδηγία για τον υπό εξέταση χώρο απαιτεί 50 m³/h/άτομο νωπό αέρα στο ισόγειο και στο υπόγειο και 30 m³/h/άτομο νωπό αέρα στο γραφείο.

Τα συμπεράσματα μελέτης υποδεικνύουν ότι οι αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ενοίκων του κτιρίου μπορούν να μειωθούν με βελτιώσεις στο σχεδιασμό και τη συντήρηση του συστήματος αερισμού και με τη διατήρηση εξωτερικών εισροών αέρα μακριά από πιθανές πηγές ρύπων. Τα πιο συνεπή ευρήματα ήταν για καθημερινό καθαρισμό επιφανειών με διάλυμα και για καθημερινή ηλεκτρική σκούπα, τα οποία προτάθηκαν ως προστατευτικά για την υγεία. [ASHRAE Journal,1993]

4.2 Αποτελέσματα μετρήσεων παραμέτρων θερμικής άνεσης

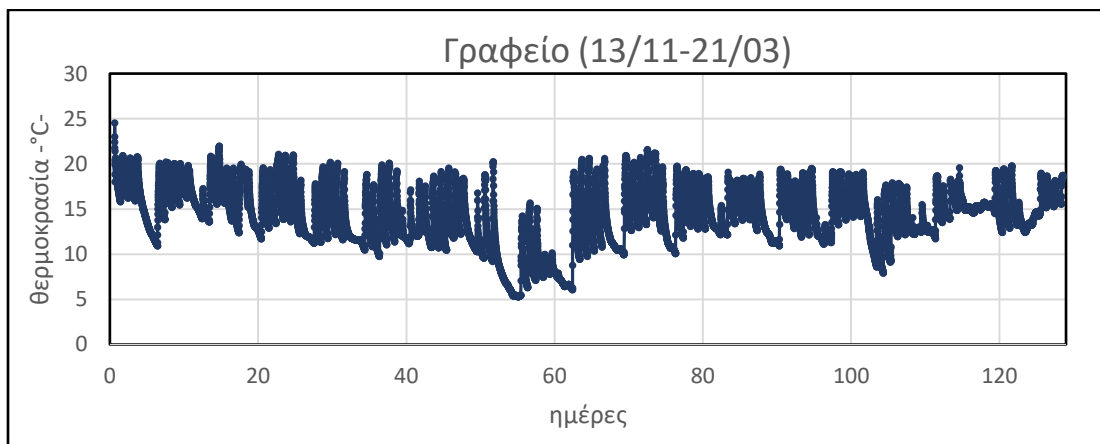
Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται η μέση τιμή, καθώς και οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές των παραμέτρων θερμικής άνεσης και εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την περίοδο μέτρησης. Οι πίνακες είναι χωρισμένοι ανάλογα με τον χώρο καταγραφής αυτών των παραμέτρων.

4.2.1 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του γραφείου

Στο χώρο του γραφείου πραγματοποιήθηκε καταγραφή της θερμοκρασίας, του CO₂ και της υγρασίας. Η γραφική απεικόνιση του CO₂ περιέχεται στην επόμενη ενότητα.

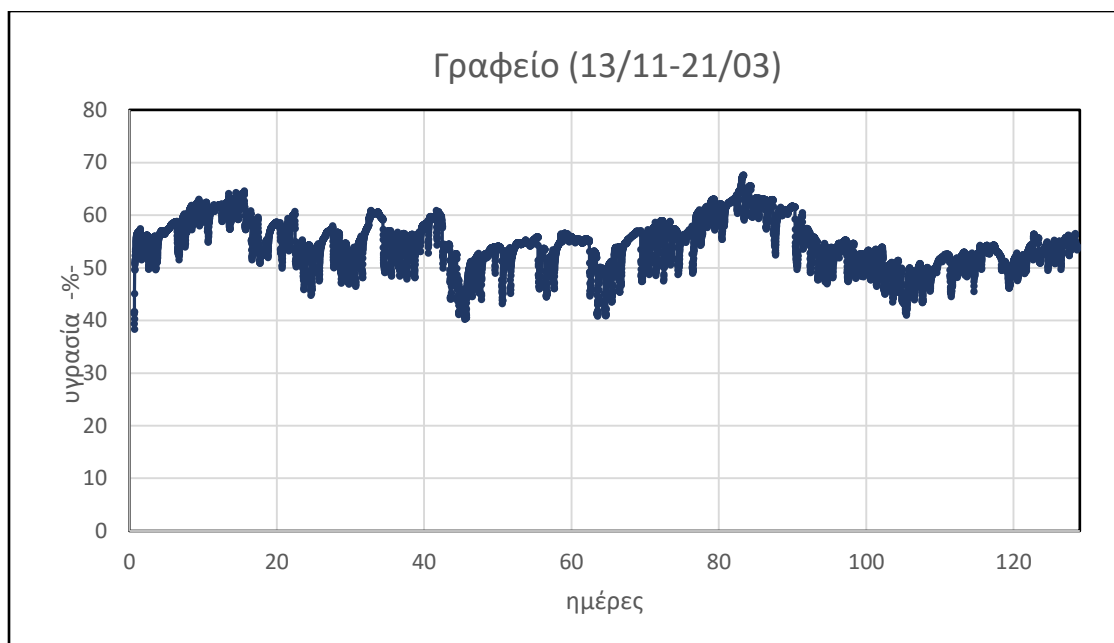
Παράμετροι	Γραφείο		
	Mean	Max	Min
T(°C)	14.24	24.56	5.31
RH (%)	54.61	67.66	34.79

Πίνακας 4.2 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για τον χώρο του γραφείου από 13/11/2018-21/03/2019



Διάγραμμα 4.1 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας στο χώρο του γραφείου από 13/11/2018-21/03/2019

Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα 4.1, η θερμοκρασία κατά το ωράριο λειτουργίας της επιχείρησης είναι σε αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα και οι συνθήκες άνεσης ως προς την θερμοκρασία ικανοποιούνται. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες την 50^η ημέρα έως την 62^η υπάρχουν εξαιτίας του περιορισμένου ωραρίου λόγω των διακοπών των Χριστουγέννων. Αναλυτικότερη προσέγγιση θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο.



Διάγραμμα 4.2 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας στο χώρο του γραφείου από 13/11/2018-21/03/2019

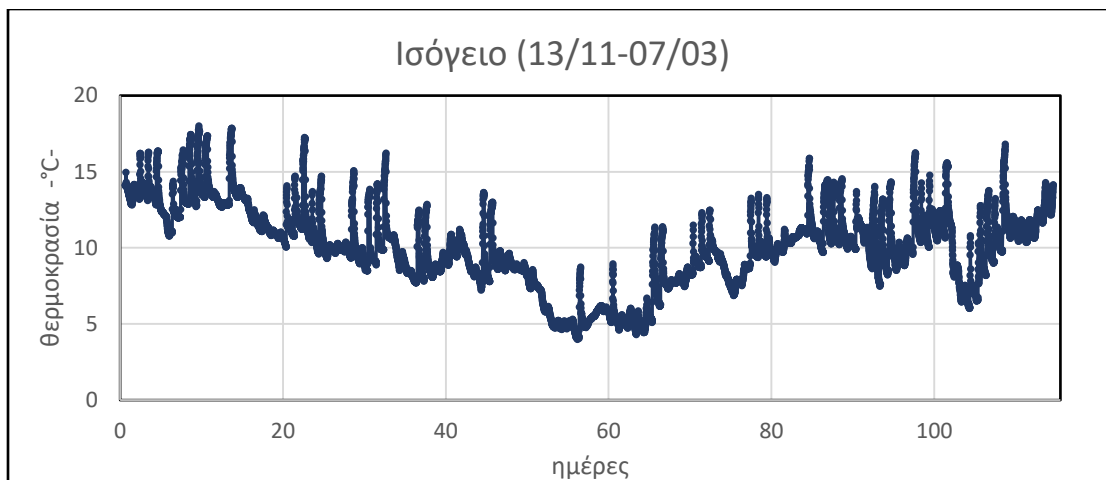
Η υγρασία όπως παρατηρείται από το διάγραμμα βρίσκεται ανάμεσα στα όρια που προτείνει η οδηγία ΤΟΤΕΕ 20701-1 (ΤΕΕ 2010) με αποτέλεσμα να ικανοποιούνται οι συνθήκες άνεσης.

4.2.2 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του ισογείου

Στο χώρο του ισογείου καταγράφηκαν η θερμοκρασία και η υγρασία.

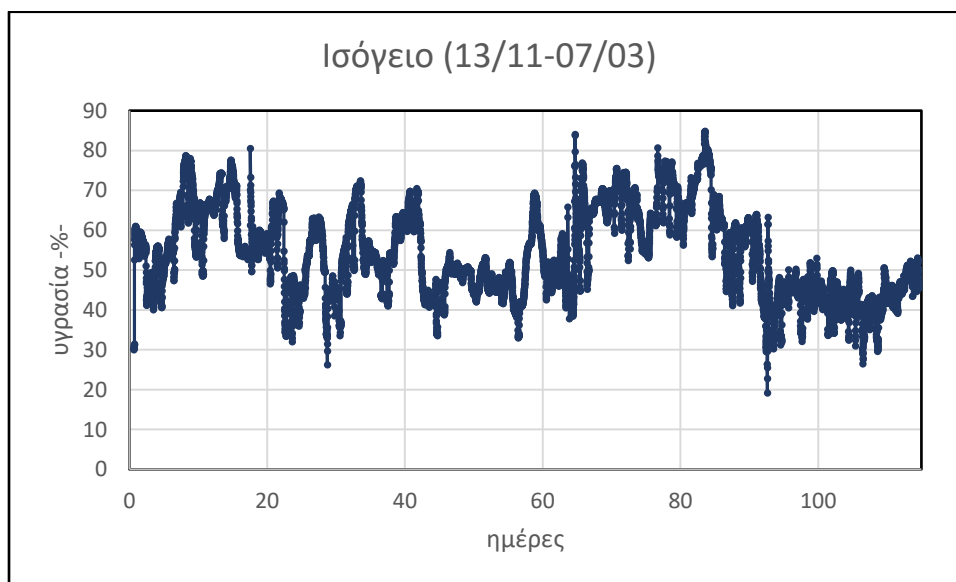
Παράμετροι	Ισόγειο		
	Mean	Max	Min
T(°C)	10.03	23.79	3.98
RH (%)	54.32	84.91	19.20

Πίνακας 4.3 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για τον χώρο του ισογείου από 13/11/2018-07/03/2019



Διάγραμμα 4.3 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας στο χώρο του ισογείου από 13/11/2018-21/03/2019

Στο ισόγειο παρατηρούνται ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες. Ας μην ξεχνάμε ότι βρισκόμαστε σε μια περιοχή όπου επικρατούσαν ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες την περίοδο πραγματοποίησης των πιο πάνω μετρήσεων. Επίσης, λόγω των συνεχών εργασιών που πραγματοποιούνται στο οιοποιείο η κεντρική πόρτα είναι αρκετές φορές ανοιχτή με αποτέλεσμα να ανανεώνεται συνεχώς ο αέρας. Τέλος, η μη ύπαρξη μεγάλης αντλίας θερμότητας διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στις επικρατούσες χαμηλές θερμοκρασίες.



Διάγραμμα 4.4 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας στο χώρο του ισογείου από 13/11/2018-21/03/2019

Η υγρασία στον παραπάνω χώρο συμβαδίζει με αυτήν της ατμόσφαιρας εξαιτίας της πόρτας που παραμένει ανοιχτή για αρκετή ώρα της ημέρας

4.2.3 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο

Η καταγραφή των δεδομένων θερμοκρασίας, CO₂ και υγρασίας πραγματοποιήθηκε για να διαπιστωθεί αν υπάρχει μετρήσιμη παραγωγή CO₂ κατά την ζύμωση, η οποία λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό των φιαλών και για το αν επιτυγχάνεται ο στόχος της εταιρίας για σταθερή θερμοκρασία.

Παράμετροι	Χώρος αποθήκευση οίνων 1		
	Mean	Max	Min
T(°C)	14.07	24.19	12.92
RH (%)	73.17	79.65	32.60

Πίνακας 4.4 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για τον πρώτο χώρο αποθήκευσης των παραγόμενων προϊόντων από 13/11/2018-13/12/2019



Διάγραμμα 4.5 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο από 13/11/2018-13/12/2019

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι ικανοποιείται ο στόχος που έχει θέσει η διοίκηση της εταιρίας για 15 °C για την καλύτερη παλαίωση των παραγόμενων οίνων. Η αύξηση της θερμοκρασίας η οποία παρατηρείται την 30^η ημέρα δικαιολογείται εξαιτίας της εμφιάλωσης που πραγματοποιήθηκε εκείνη την ημέρα και η τοποθέτησή των φιαλών σε αυτόν τον χώρο με την αύξηση της θερμοκρασίας της αντλίας θερμότητας για την ικανοποίηση των συνθηκών άνεσης των εργαζομένων.



Διάγραμμα 4.6 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο από 13/11/2018-13/12/2019

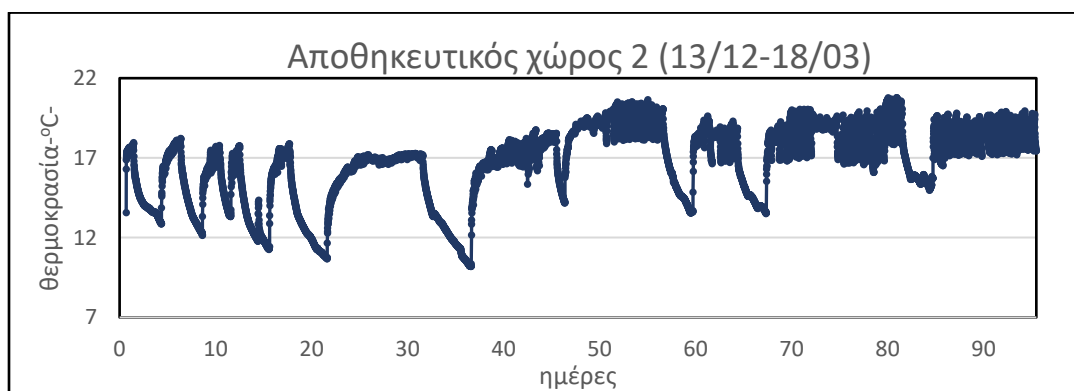
Η υγρασία βρίσκεται σε επίπεδα λίγο υψηλότερα από τα επιτρεπόμενα. Δεν συντρέχει όμως κανένας κίνδυνος τόσο για τους εργαζομένους που δεν χρειάζονται να βρίσκονται στον χώρο εκείνο όσο και για την παλαίωση των οίνων που δεν επηρεάζονται από την υγρασία.

4.2.4 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον δεύτερο αποθηκευτικό χώρο

Η καταγραφή στο δεύτερο χώρο πραγματοποιήθηκε για τους ίδιους λόγους που επισημάναμε στην προηγούμενη ενότητα.

Παράμετροι	Χώρος αποθήκευσης οίνων 2		
	Mean	Max	Min
T(°C)	16.75	20.77	10.20
RH (%)	73.75	89.69	46.34

Πίνακας 4.5 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για τον δεύτερο χώρο αποθήκευσης των παραγόμενων προϊόντων από 13/12/2018-18/03/19



Διάγραμμα 4.7 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας του δεύτερου αποθηκευτικού χώρου από 13/12/2018-18/03/2019

Στον δεύτερο αποθηκευτικό χώρο η επίτευξη του στόχου της εταιρίας φαίνεται ότι σε αρκετές περιπτώσεις δεν επιτυγχάνεται.



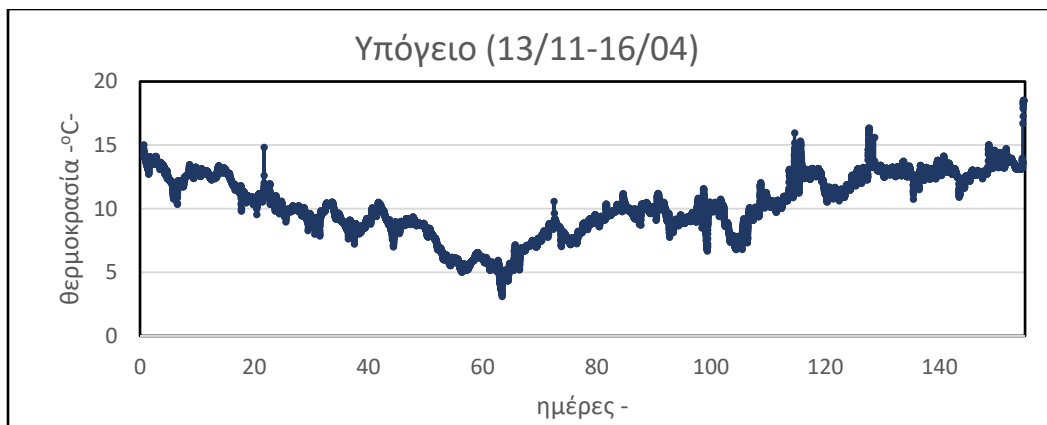
Διάγραμμα 4.8 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας του δεύτερου αποθηκευτικού χώρου από 13/12/2018-18/03/2019

Η υγρασία βρίσκεται σε επίπεδα λίγο υψηλότερα από τα επιτρεπόμενα. Δεν συντρέχει όμως κανένας κίνδυνος τόσο για τους εργαζομένους που δεν χρειάζονται να βρίσκονται στον χώρο εκείνο όσο και για την παλαίωση των οίνων που δεν επηρεάζονται από την υγρασία.

4.2.5 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του υπογείου

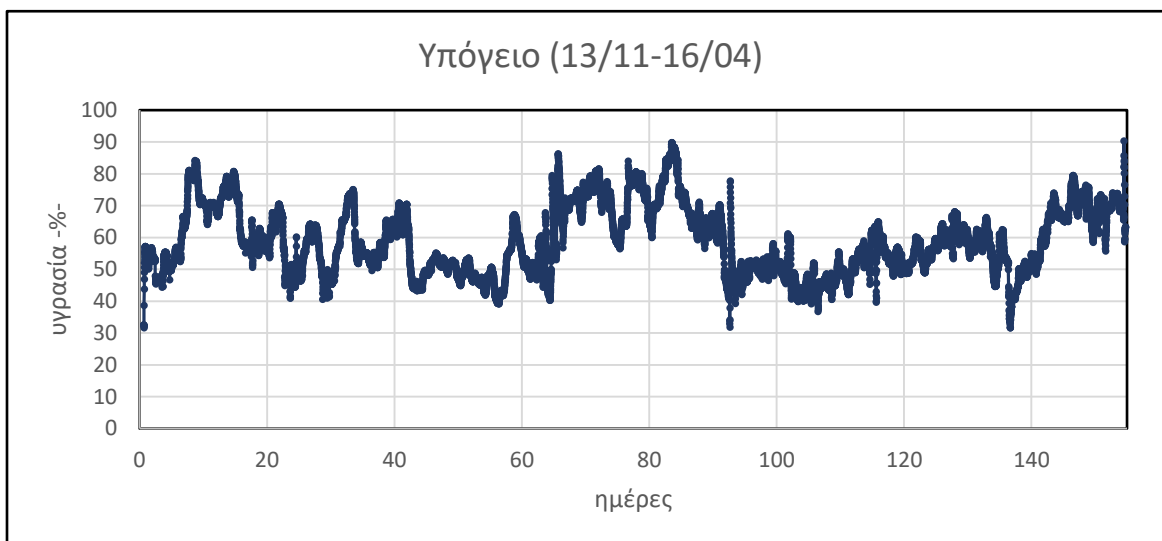
Παράμετροι	Υπόγειο		
	Mean	Max	Min
T(°C)	10.28	24.94	3.12
RH (%)	58.75	90.34	317.00

Πίνακας 4.6 Κλιματικές παράμετροι εσωκλίματος για το χώρο του υπογείου από 13/11/2018-16/04/2019



Διάγραμμα 4.9 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας στο χώρο του υπογείου από 13/11/2018-16/04/2019

Στο υπόγειο παρατηρούνται ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτό συμβαίνει λόγω της μη ύπαρξης μονάδας θέρμανσης σε αυτό το χώρο. Η ύπαρξη χαμηλών θερμοκρασιών συνδέεται με την ύπαρξη ελαφρά αυξημένων τιμών σχετικής υγρασίας.



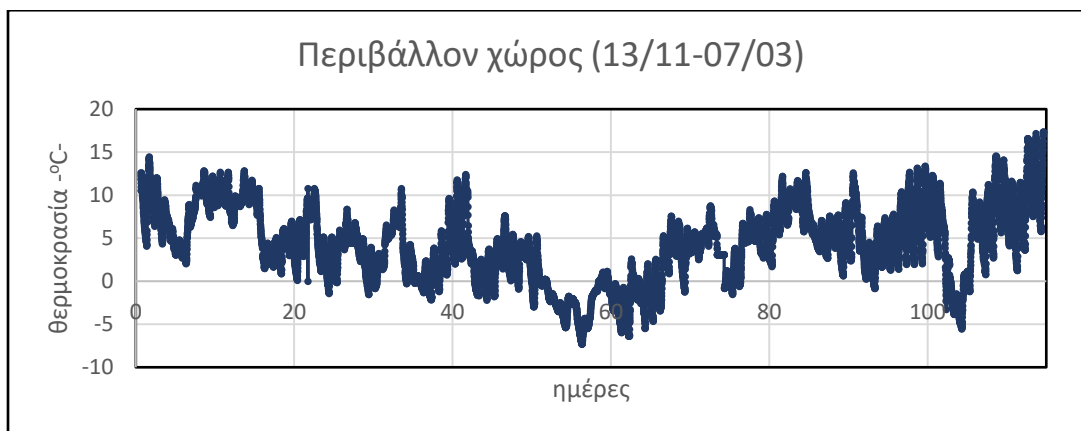
Διάγραμμα 4.10 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας στο χώρο του υπογείου από 13/11/2018-16/04/2019

4.2.6 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον περιβάλλοντα χώρο

Όπως μπορεί να διαπιστωθεί από τον πίνακα 4.8 οι επικρατούσες συνθήκες όσον αφορά την θερμοκρασία είναι ιδιαίτερα δυσοίωνες με μέση τιμή τους 4 °C, με μέγιστη τους 24 °C και ελάχιστη τους -7 °C. Από την πλευρά όμως της οινοπαραγωγής, οι επικρατούσες αυτές συνθήκες έχουν θετικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με μείωση της και μεγιστοποίηση του βαθμού απόδοσης τόσο του ψύκτη όσο και του συμπιεστή.

Παράμετροι	Εξωτερικός χώρος		
	Mean	Max	Min
T(°C)	4.15	24.28	-7.32
RH (%)	71.45	100	28.93

Πίνακας 4.8 Κλιματικές παράμετροι εξωκλίματος από 13/11/2018-07/03/19



Διάγραμμα 4.11 Απεικόνιση μεταβολής της θερμοκρασίας, του περιβάλλοντος χώρου από 13/11/2018-07/03/2019

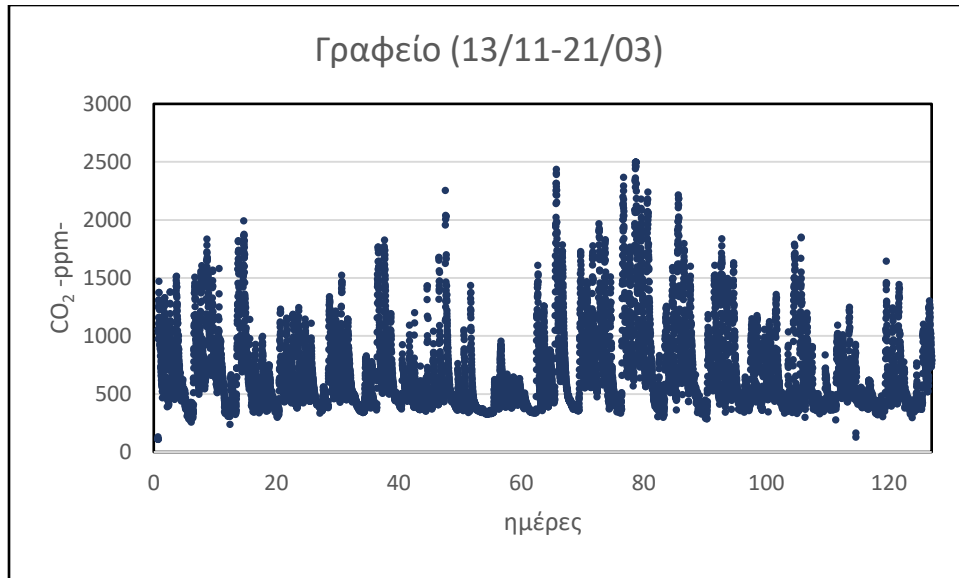
4.3 Αποτελέσματα μετρήσεων παραμέτρων της ποιότητας του αέρα

Κατά τη διάρκεια μελέτης της εργασίας έγιναν μετρήσεις για το CO₂ και NO₂ σε αρκετούς χώρους του οιοποιείου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με την μορφή πινάκων και διαγραμμάτων για τον κάθε χώρο χωριστά.

4.3.1 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του γραφείου

Παράμετροι	Γραφείο		
	Mean	Max	Min
CO ₂ (ppm)	672.22	2499.4	111.1
NO ₂ (ppm)	0.063	0.085	0.049

Πίνακας 4.9 Ρύποι στο χώρο γραφείου (13/11/2018 – 21/03/2019)



Διάγραμμα 4.12 Απεικόνιση της συγκέντρωσης CO₂ στο χώρο του γραφείου (13/11/2018 – 21/03/2019)

Στον χώρο του γραφείου πραγματοποιούνται οι κύριες συνεδριάσεις της επιχείρησης, και ο μεγαλύτερος γραφειοκρατικός φόρτος. Γι' αυτό το λόγο δικαιολογούνται οι υψηλές συγκεντρώσεις CO₂. Αυτό που πρέπει να διευκρινιστεί είναι ότι θα πρέπει να υπάρξει μέριμνα για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος με καλύτερο και πιο συχνό αερισμό του χώρου. Αν και το CO₂ δεν θεωρείται ρύπος και άμεσα επιβλαβές για την υγεία του ανθρώπου, οι τόσο υψηλές συγκεντρώσεις μπορούν να προκαλέσουν δυσφορία και ζάλη και δεν ικανοποιούν τις συνθήκες άνεσης που προτείνει η TOTTE 20701-1 (ΤΕΕ 2010).

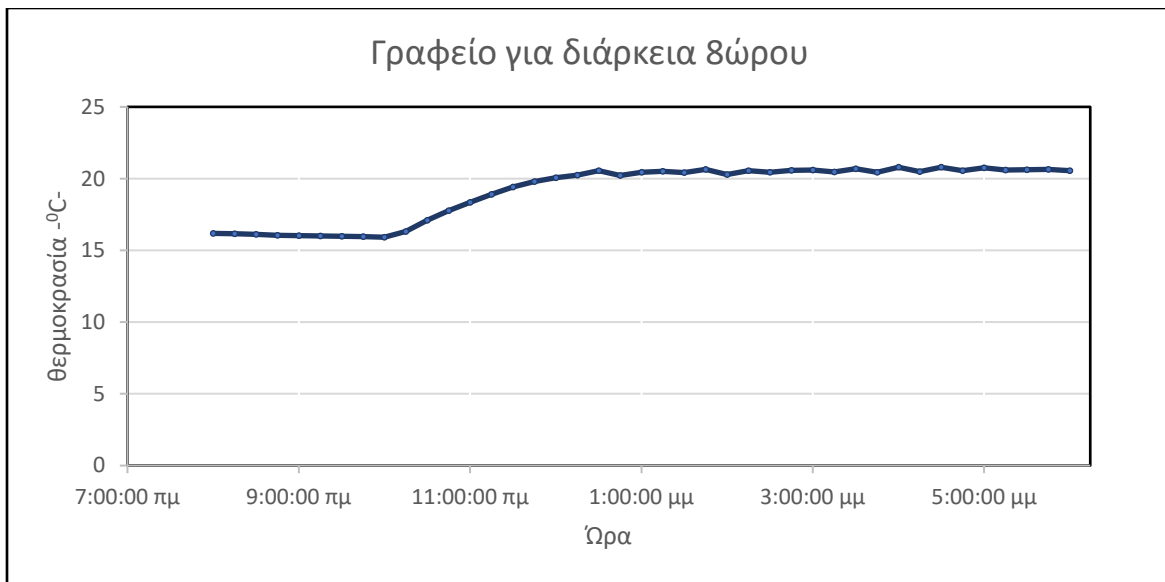


Διάγραμμα 4.13 Απεικόνιση της συγκέντρωσης NO₂ στο χώρο του γραφείου στις 13/12/2018

Για καλύτερη ανάλυση για τις συνθήκες άνεσης στο χώρο του γραφείου δημιουργήθηκε γράφημα και πίνακας για μια τυπική ημέρα κατά τη διάρκεια εργασίας. Επίσης, υπολογίστηκαν ο μέσος όρος για όλες τις παραμέτρους άνεσης που έγινε καταγραφή.

Παράμετροι	Γραφείο		
	Mean	Max	Min
CO ₂ (ppm)	940.8	1515.3	454.3
RH(%)	51.9	56.14	49.7
T(°C)	19.15	20.79	15.92

Πίνακας 4.11 Αποτελέσματα μετρήσεων για 8ώρο λειτουργίας της επιχείρησης



Διάγραμμα 4.14 Απεικόνιση της θερμοκρασίας στο χώρο του γραφείου (8:00 – 18:00)

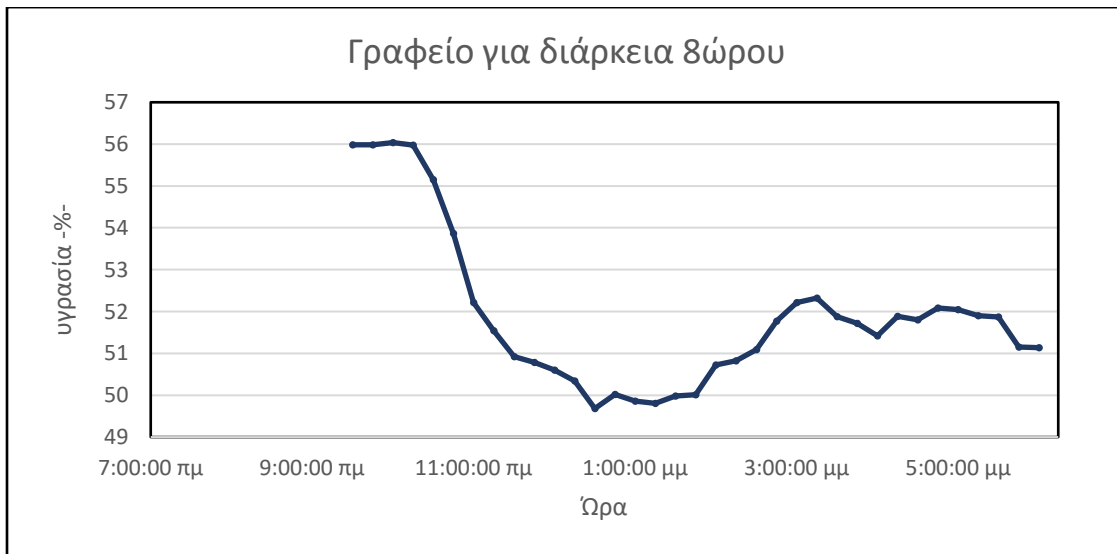
Στο χώρο του γραφείου υπάρχουν αρκετά μέσα για την θέρμανση του χώρου. Αρχικά υπάρχει μια ξυλόσομπα η οποία τα τελευταία χρόνια δεν χρησιμοποιείται αρκετά. Επίσης, υπάρχει μια ηλεκτρική σόμπα η οποία χρησιμοποιείται στην περίπτωση την οποία δεν υπάρχουν αρκετοί υπάλληλοι στο χώρο και τέλος μια αντλία θερμότητας η οποία χρησιμοποιείται και στις περισσότερες περιπτώσεις. Μέσα από το παραπάνω διάγραμμα μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι συνθήκες άνεσης ως προς την θερμοκρασία στο χώρο του γραφείου τηρούνται και ότι είναι αρκετά ικανοποιητικά.



Διάγραμμα 4.15 Απεικόνιση της συγκέντρωσης του CO₂ στο χώρο του γραφείου (8:00 – 18:00)

Η συγκέντρωση του CO₂ φαίνεται ότι προσεγγίζει τα όρια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της νύχτας, δηλαδή 400 ppm. Κατά την πορεία του 8ώρου συνεχώς αυξάνεται με ελάχιστες εξαιρέσεις. Από αυτήν την συνεχής αύξηση διαπιστώνεται ότι ο αερισμός του χώρου είναι σχεδόν ανύπαρκτος και είναι επιβεβλημένη η ανάγκη αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος.

Για την συγκεκριμένη διαδικασία και για την μη αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προτείνεται το άνοιγμα της εξωτερικής πόρτας για τον αερισμού του χώρου.



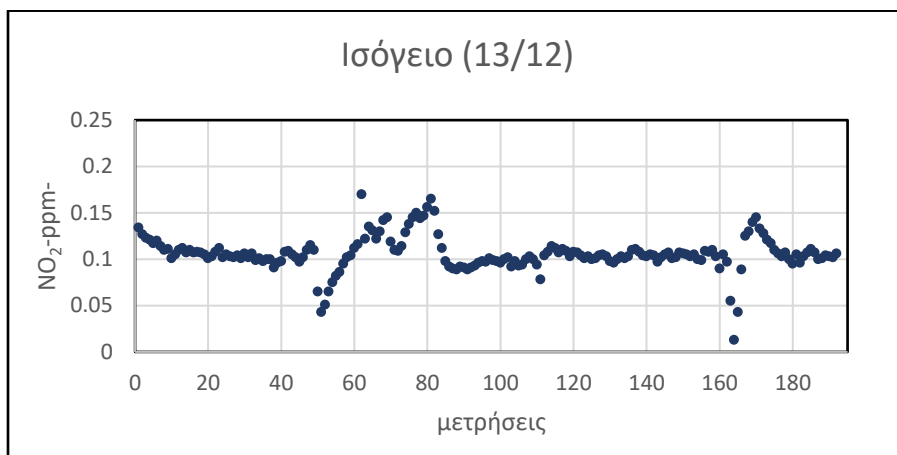
Διάγραμμα 4.16 Απεικόνιση μεταβολής της υγρασίας στο χώρο του γραφείου (8:00 – 18:00)

Η υγρασία κατά τη διάρκεια του 8ώρου φαίνεται ότι βρίσκεται στα όρια που προτείνει η ΤΟΤΕΕ 20701-1 και οι συνθήκες άνεσης επιτυγχάνονται. Η μείωση της υγρασίας ενδέχεται να οφείλεται στην λειτουργία της αντλίας θερμότητας που χρησιμοποιείται στον συγκεκριμένο χώρο.

4.3.2 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του ισογείου

Παράμετροι	Ισόγειο		
	Mean	Max	Min
NO ₂ (ppm)	0.105	0.17	0.013

Πίνακας 4.11 Ρύποι στο χώρο ισογείου



Διάγραμμα 4.17 Όψη της συγκέντρωσης του NO₂ στο χώρο του ισογείου στις 13/12/2018

Η απότομη μείωση στην 50^η μέτρηση οφείλεται στο άνοιγμα της πόρτας. Στη συνέχεια παρατηρείται μια μικρή αύξηση. Αυτό, ίσως οφείλεται στο ανυψωτικό (clark) που εισήρθε στο χώρο για 7 λεπτά για την πραγματοποίηση κάποιων εργασιών. Ύστερα από το πέρας των εργασιών και το κλείσιμο της πόρτας παρατηρείται μια σταθερή συγκέντρωση NO₂.

4.3.3 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο

Παράμετροι	Αποθηκευτικός χώρος 1		
	Mean	Max	Min
CO ₂ (ppm)	672.22	2499.4	111.1
NO ₂ (ppm)	0.021	0.034	0.002

Πίνακας 4.12 Ρύποι στον πρώτο αποθηκευτικό χώρο (13/11/2018 – 13/12/2019)



Διάγραμμα 4.18 Απεικόνιση της συγκέντρωσης CO₂ στον πρώτο αποθηκευτικό χώρο (13/11/2018 – 13/12/2019)

Μετά από συναντήσεις και συζητήσεις που πραγματοποιήθηκαν με τη διοίκηση και το προσωπικό της εταιρίας, διαπιστώθηκε ότι η αύξηση των συγκεντρώσεων που παρατηρείται στο διάγραμμα, οφείλονται στις εργασίες, οι οποίες υλοποιούνταν εκείνες τις ημέρες στο συγκεκριμένο χώρο. Οφείλονται δηλαδή στην ανθρωπογενή δραστηριότητα, και όχι στη ζύμωση που πραγματοποιείται μέσα στις φιάλες.



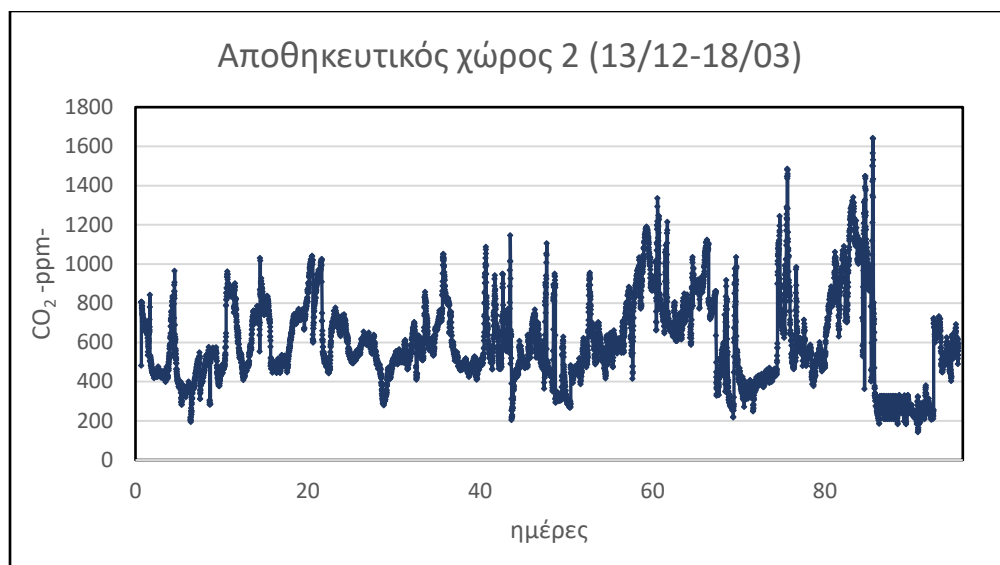
Διάγραμμα 4.19 Απεικόνιση συγκέντρωσης NO₂ για τον πρώτο αποθηκευτικό χώρο στις 13/12/2018

Οι μετρήσεις συγκέντρωσης NO₂ πραγματοποιήθηκαν στις 13/12/2018. Η καταγραφή των δεδομένων γινόταν ανά μισό λεπτό και για διάστημα 30 λεπτών. Το χρονικό διάστημα στο οποίο υλοποιήθηκαν οι μετρήσεις ήταν από τις 1:10-1:40. Ακριβώς μετά τη σταθεροποίηση παρατηρούμε ιδιαίτερα χαμηλές και σταθερές συγκεντρώσεις. Στο χώρο όπως έχει αναφερθεί, λειτουργεί αντλία θερμότητας, η οποία εκείνη τη στιγμή ήταν προγραμματισμένη στους 16 °C.

4.3.4 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον δεύτερο αποθηκευτικό χώρο

Παράμετροι	Αποθηκευτικός χώρος 2		
	Mean	Max	Min
CO ₂ (ppm)	599.79	1643	143

Πίνακας 4.13 Ρύποι στο δεύτερο αποθηκευτικό χώρο (13/12/2018 – 18/03/2019)



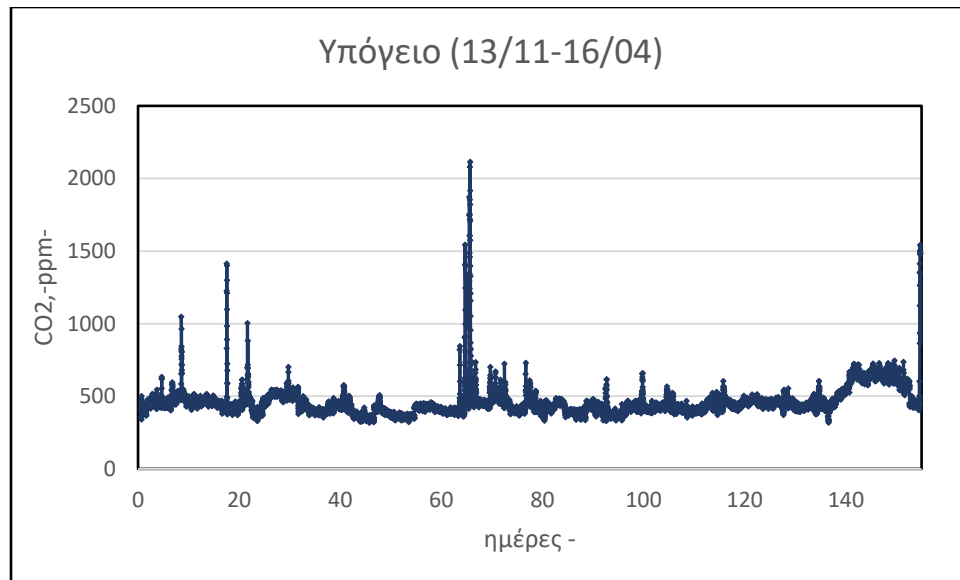
Διάγραμμα 4.20 Απεικόνιση συγκέντρωσης CO₂ στο δεύτερο αποθηκευτικό χώρο (13/12/2018 – 18/03/2019)

Στο διάγραμμα 4.17 δεν παρατηρείται σταθερή συγκέντρωση η οποία παρατηρείτο στον πρώτο αποθηκευτικό χώρο. Αυτό δικαιολογείται εν μέρει από τις καθημερινές εργασίες στο χώρο εκείνο. Πρέπει να τονιστεί ότι από την 17^η ημέρα έως την 22^η που παρατηρείται μια μέση αύξηση της συγκέντρωσης, ενδέχεται να υπάρχει, λόγω της ύπαρξης βαρελιού που περιείχε ζυμομύκητες και πραγματοποιούνταν μια μικρή σε έκταση ζύμωση.

4.3.5 Αποτελέσματα μετρήσεων για το χώρο του υπογείου

Παράμετροι	Υπόγειο		
	Mean	Max	Min
CO ₂ (ppm)	455.56	2114	317

Πίνακας 4.14 Ρύποι στο χώρο του υπογείου (13/11/2018 – 16/04/2019)



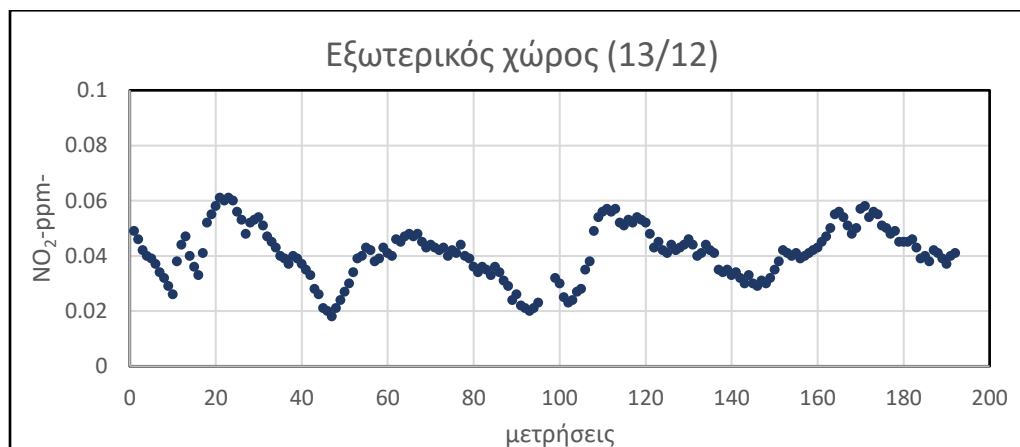
Διάγραμμα 4.21 Απεικόνιση της συγκέντρωσης CO₂ στο χώρο του υπογείου (13/11/2018 – 16/04/2019)

4.3.6 Αποτελέσματα μετρήσεων για τον περιβάλλοντα χώρο

Στις 13/12/2018 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις NO₂ και στον εξωτερικό χώρο του οινοποιείου. Η καταγραφή έγινε από τις 10:50 μέχρι τη 13:00 με ενδιάμεσο κενό στις 10:40 δέκα λεπτών. Οι συνθήκες που επικρατούσαν ήταν ιδιαίτερα δυσοίωνες. Η θερμοκρασία βρισκόταν 2-4 °C υπό το 0 και υπήρχε μικρή σε έκταση χιονόπτωση.

Παράμετροι	Εξωτερικός χώρος		
	Mean	Max	Min
NO ₂ (ppm)	0.041	0.061	0.018

Πίνακας 4.14 Συγκέντρωση NO₂ στον περιβάλλοντα χώρο



Διάγραμμα 4.15 Όψη της συγκέντρωσης του NO₂ στον περιβάλλοντα χώρο στις 13/12/2018

4.4 Μετρήσεις για πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC)

Κατά τη διάρκεια μελέτης του οινοποιείου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των πτητικών οργανικών ενώσεων σε χώρους που πραγματοποιούνται οι κύριες εργασίες οινοποίησης. Οι μετρήσεις έγιναν σε δυο χρόνους. Αρχικά, μετρήθηκαν στις 10:00 το πρωί στους χώρους του γραφείου και του ισογείου. Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 16:00 το μεσημέρι στους χώρους του γραφείου, ισογείου και αποθήκευση των φιαλών.

Αρχικά, θα παρουσιαστούν διαγράμματα σύγκρισης των εσωτερικών χώρων που μετρήθηκαν και του περιβάλλοντος χώρου. Στη συνέχεια, θα γίνει ανάλυση για την εξέλιξη που έχουν οι συγκεντρώσεις αυτών των χώρων κατά τη διάρκεια των δυο μετρήσεων. Επίσης, θα παρουσιαστούν οι μετρήσεις και με τη μορφή πίνακα για αναλυτικότερη και αποτελεσματικότερη παρουσίαση.

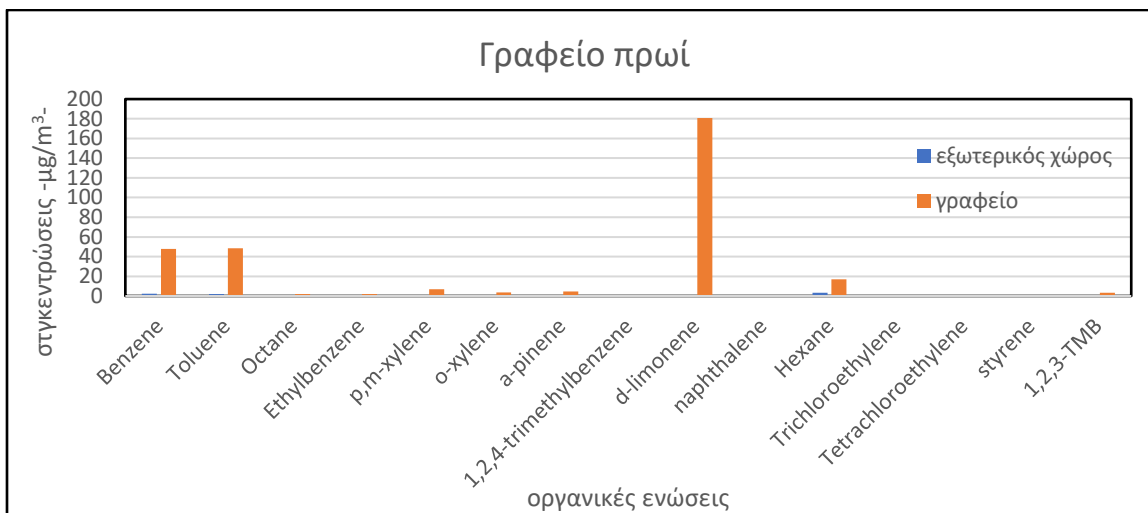
Οι χημικές ενώσεις που μελετήθηκαν είναι:

- Βενζόλιο. Το βενζόλιο είναι μια οργανική χημική ένωση, που περιέχει άνθρακα και υδρογόνο με χημικό τύπο C_6H_6 . Εφόσον το μόριό του περιέχει μόνο άτομα υδρογόνου και άνθρακα, το βενζόλιο ταξινομείται στους υδρογονάνθρακες. Το βενζόλιο είναι αρωματικός υδρογονάνθρακας. [Spreight J. G., 2002]
- Το τολουόλιο είναι οργανική χημική ένωση, που περιέχει άνθρακα και υδρογόνο, με χημικό τύπο C_7H_8 . Το καθαρό τολουόλιο, στις συνηθισμένες συνθήκες, δηλαδή σε θερμοκρασία $25\text{ }^\circ\text{C}$ και υπό πίεση 1 atm, είναι διαυγές, δυσδιάλυτο στο νερό και εύφλεκτο υγρό, με έντονη οσμή διαλυτικού μπογιάς, διαφορετική από τη γλυκιά οσμή του βενζολίου.
- Το οκτάνιο είναι ένα αλκάνιο, δηλαδή άκυκλος κορεσμένος υδρογονάνθρακας, με χημικό τύπο C_8H_{18} . [Παπαγεωργίου Β.Π., 1986]
- Το d-λιμονένιο είναι ένας άχρωμος υγρός αλειφατικός υδρογονάνθρακας ταξινομημένος ως κυκλικός μονόπτερος και αποτελεί το κύριο συστατικό του φλοιού των φλοιών εσπεριδοειδών. Το ισομερές D, το οποίο εμφανίζεται πιο συχνά στη φύση ως γεύση των πορτοκαλιών, είναι ένας παράγοντας γεύσης στην παρασκευή τροφίμων. Χρησιμοποιείται επίσης στη χημική σύνθεση ως πρόδρομος της καρβόνης και ως διαλύτης με βάση διαλύτες σε προϊόντα καθαρισμού. [Sun, Jidong, 2007]
- Το ναφθαλίνιο ή ναφθαλίνη είναι αρωματική οργανική χημική ένωση, που περιέχει άνθρακα και υδρογόνο, δηλαδή είναι αρωματικός υδρογονάνθρακας, με μοριακό τύπο $C_{10}H_8$. Ο χημικά καθαρό ναφθαλίνιο, στις κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος, δηλαδή σε θερμοκρασία $25\text{ }^\circ\text{C}$ και υπό πίεση 1 atm, είναι λευκό κρυσταλλικό στερεό, με χαρακτηριστική οσμή, ανιχνεύσιμη (από τους ανθρώπους
- Το εξάνιο είναι οργανική ένωση με μοριακό τύπο C_6H_{14} , και σε κανονικές συνθήκες είναι άχρωμο και άοσμο. Αποτελεί σημαντικό συστατικό της βενζίνης.

4.4.1 Μετρήσεις στο χώρο του γραφείου και του περιβάλλοντος

Στο χώρο του γραφείου πραγματοποιήθηκαν δυο μετρήσεις συγκέντρωσης των πτητικών οργανικών ενώσεων. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε το πρωί στην αρχή της λειτουργίας της επιχείρησης και η δεύτερη το απόγευμα λίγες ώρες πριν από την ολοκλήρωση του 8ώρου. Παρουσιάζονται διαγράμματα και πίνακες που αποτυπώνουν τις συγκεντρώσεις για τις ενώσεις που μελετήθηκαν.

Αρχικά, υπάρχουν δυο διαφορετικά διαγράμματα και πίνακες που παρουσιάζουν τις μετρήσεις ανάλογα με τον χρόνο υλοποίησης τους. Επίσης περιλαμβάνεται και ένα διάγραμμα και ένας πίνακας για να διατυπωθεί η πορεία των συγκεντρώσεων κατά τη διάρκεια λειτουργίας της επιχείρησης.

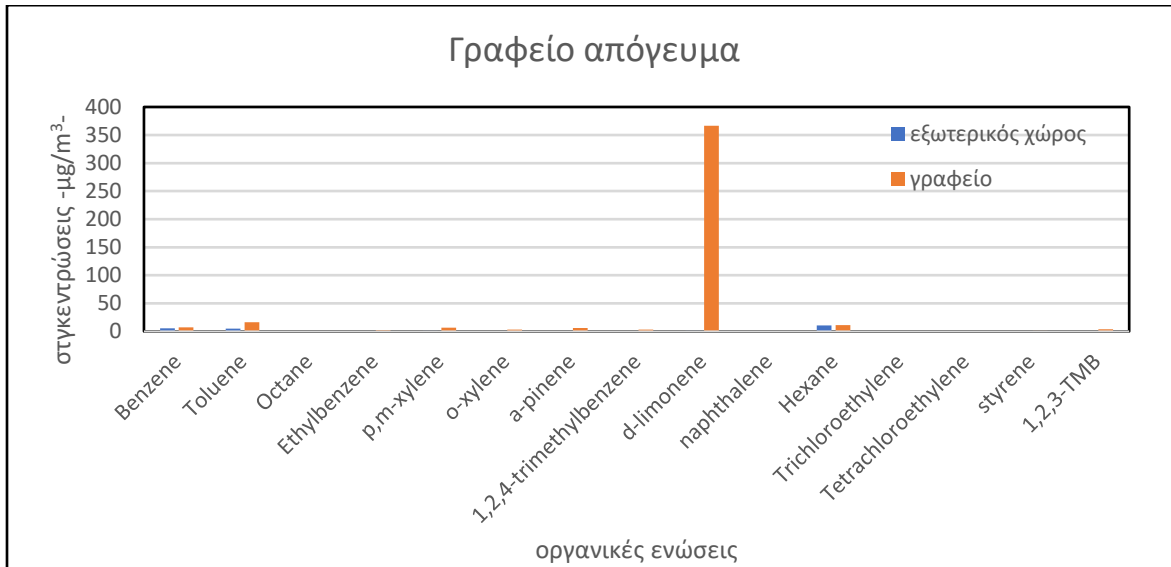


Διάγραμμα 4.23 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του γραφείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το πρωί

Ενώσεις	Εξωτερικός χώρος (μg/m³)	Γραφείο (μg/m³)	Γραφείο/εξωτερικός χώρος
Βενζόλιο	2.355	47.770	20.277
Τολουόλιο	1.868	48.404	25.906
Οκτάνιο	0.178	1.836	10.278
Αιθυλοβενζόλιο	0.162	2.117	13.031
P,m- ξυλόλιο	0.402	6.735	16.750
Ο-ξυλόλιο	0.231	3.643	15.73
a-pinene	0	4.661	0
1,2,4-τριμεθυλοβενζόλιο	0.154	0.439	2.849
d-λιμονένιο	0	180.81	0
ναφθαλίνη	0.166	0.332	1.993
Εξάνιο	3.249	16.96	5.222
Τριχλωροαιθυλένιο	0	0	0
Τετραχλωροαιθυλένιο	0	0	0
Στυρόλιο	0.134	0.914	6.820
1,2,3-TMB	0.174	3.316	18.986

Πίνακας 4.16 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων για το χώρο του γραφείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το πρωί

Στο διάγραμμα 4.14 αλλά και από τον πίνακα 4.15 γίνεται εμφανές ότι υπάρχουν αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις σε ορισμένες ενώσεις. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το βενζόλιο και το τολουόλιο είναι αρωματικές ουσίες και οι οποίες παράγονται από τα αυτοκίνητα και εξαιτίας αυτών ενδέχεται να είναι τόσο υψηλές οι συγκεντρώσεις. Επίσης, παρατηρείται ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση για το λιμονένιο που μπορεί να εξηγηθεί στις εργασίες καθαρισμού του γραφείου και στην ύπαρξη αρωματικού χώρου.



Διάγραμμα 4.24 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του γραφείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα

Ενώσεις	Εξωτερικός χώρος (μg/m³)	Γραφείο (μg/m³)	Γραφείο/εξωτερικός χώρος
Βενζόλιο	5.430	7.248	1.334
Τολουόλιο	4.870	16.44	3.376
Οκτάνιο	0.324	0.310	0.955
Αιθυλοβενζόλιο	0.259	2.207	8.493
P,m- ξυλόλιο	0.698	6.597	9.443
O-ξυλόλιο	0.418	3.497	8.359
a-pinene	0.069	6.136	88.867
1,2,4-τριμεθυλοβενζόλιο	0.199	3.186	16.011
d-λιμονένιο	0.759	366.70	482.79
ναφθαλίνη	0.077	0.608	7.878
Εξάνιο	10.63	11.41	1.073
Τριχλωροαιθυλένιο	0.292	0	0
Τετραχλωροαιθυλένιο	0.134	0	0
Στυρόλιο	0.361	0.974	2.695
1,2,3-TMB	0.243	3.742	15.358

Πίνακας 4.17 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων για στο χώρο του γραφείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα



Διάγραμμα 4.25 Διακύμανση συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του γραφείου

Ενώσεις	Υπόγειο πρωί (µg/m ³)	Υπόγειο απόγευμα (µg/m ³)	υπόγειο απόγευμα/υπόγειο πρωί
Βενζόλιο	25.073	7.391	0.294
Τολουόλιο	32.178	11.677	0.362
Οκτάνιο	1.373	0.899	0.654
Αιθυλοβενζόλιο	1.431	0.841	0.587
P,m- ξυλόλιο	5.176	2.657	0.513
Ο-ξυλόλιο	2.697	1.530	0.567
a-pinene	1.816	0.626	0.344
1,2,4-τριμεθυλοβενζόλιο	2.017	1.114	0.552
d-λιμονένιο	7.011	7.749	1.105
ναφθαλίνη	0.250	0.196	0.785
Εξάνιο	20.152	10.662	0.529
Τριχλωροαιθυλένιο	0	0	0
Τετραχλωροαιθυλένιο	0	0	0
Στυρόλιο	0.496	0.380	0.765
1,2,3-TMB	2.384	1.319	0.553

Πίνακας 4.18 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων για στο χώρο του γραφείου

Στο διάγραμμα 4.15 αλλά και από τον πίνακα 4.16 τα οποία περιλαμβάνουν τις τιμές από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το απόγευμα και στο διάγραμμα 4.16 στο οποίο παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών φαίνεται η δραστική μείωση στις συγκεντρώσεις των βενζόλιο και τολουόλιο και την αύξηση

του d-λιμονένιο. Στην αύξηση του λιμονένιου ενδέχεται να ευθύνεται η ύπαρξη των αρωματικών χώρου και η παρατεταμένη λειτουργία σε σύγκριση με τις χυντερινές ώρες που βρίσκεται εκτός λειτουργίας.

4.4.2 Μετρήσεις στο χώρο του υπογείου και του περιβάλλοντος

Στο χώρο του υπογείου πραγματοποιείται ο κύριος όγκος της οινοπαραγωγής. Κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας πραγματοποιούνταν όλες οι εργασίες οι οποίες είχαν προγραμματιστεί από την επιχείρηση.

Όπως και στο γραφείο έτσι και στο υπόγειο υλοποιήθηκαν 2 μετρήσεις. Και οι 2 μετρήσεις έγιναν παράλληλα με αυτές που υλοποιήθηκαν στο γραφείο και στον περιβάλλοντα χώρο. Παραθέτοντας τα διαγράμματα και τους πίνακες με τα αποτελέσματα μπορούν να εξαχθούν αρκετά συμπεράσματα για τη συμπεριφορά που έχουν ορισμένες εργασίες στον οινοποιείο.

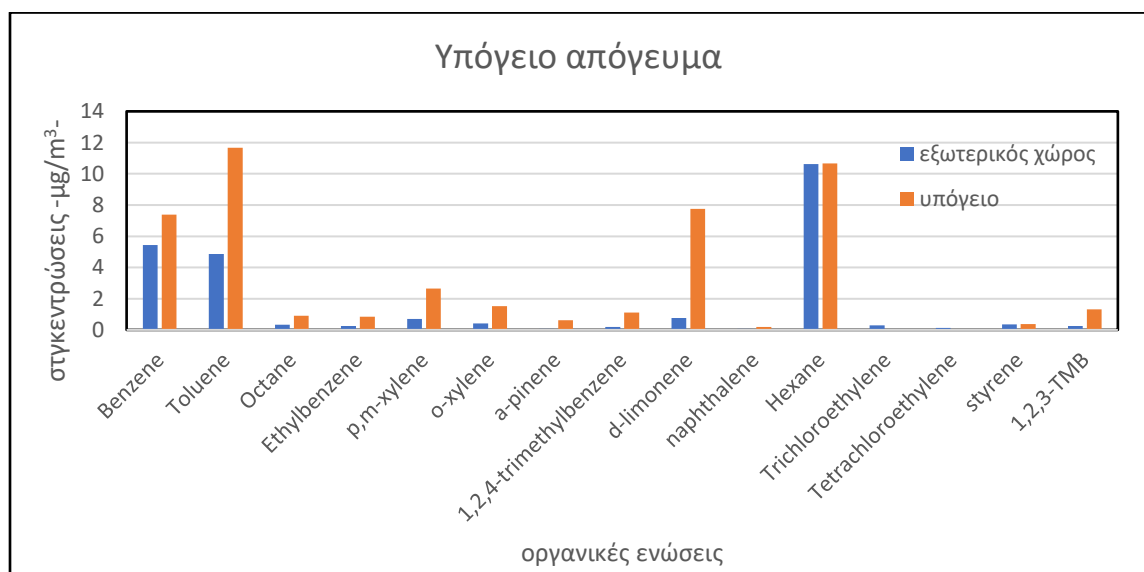


Διάγραμμα 4.26 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το πρωί

Ενώσεις	Εξωτερικός χώρος (μg/m ³)	Υπόγειο (μg/m ³)	Υπόγειο/εξωτερικός χώρος
Βενζόλιο	2.355	25.073	10.643
Τολουόλιο	1.868	32.178	17.222
Οκτάνιο	0.178	1.373	7.685
Αιθυλοβενζόλιο	0.162	1.431	8.812
P,m- ξυλόλιο	0.402	5.176	12.873
Ο-ξυλόλιο	0.231	2.697	11.653
a-pinene	0	1.816	0
1,2,4-τριμεθυλοβενζόλιο	0.154	2.017	13.073
d-λιμονένιο	0	7.011	0
ναφθαλίνη	0.166	0.250	1.504
Εξάνιο	3.249	20.152	6.201
Τριχλωροαιθυλένιο	0	0	0
Τετραχλωροαιθυλένιο	0	0	0
Στυρόλιο	0.134	0.496	3.705
1,2,3-TMB	0.174	2.384	13.654

Πίνακας 4.19 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το πρωί

Κατά τη διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας στο χώρο του υπογείου εισήλθε περνοφόρο Ανυψωτικό (CLARK) για την αποπεράτωση κάποιων εργασιών. Σε αυτό το μηχάνημα ενδέχεται να οφείλονται οι υψηλές συγκεντρώσεις τόσο του βενζολίου όσο και του τολουολίου. Επίσης τα αυτοκίνητα που βρίσκονται ακριβώς έξω από το υπόγειο ενδέχεται να επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις.

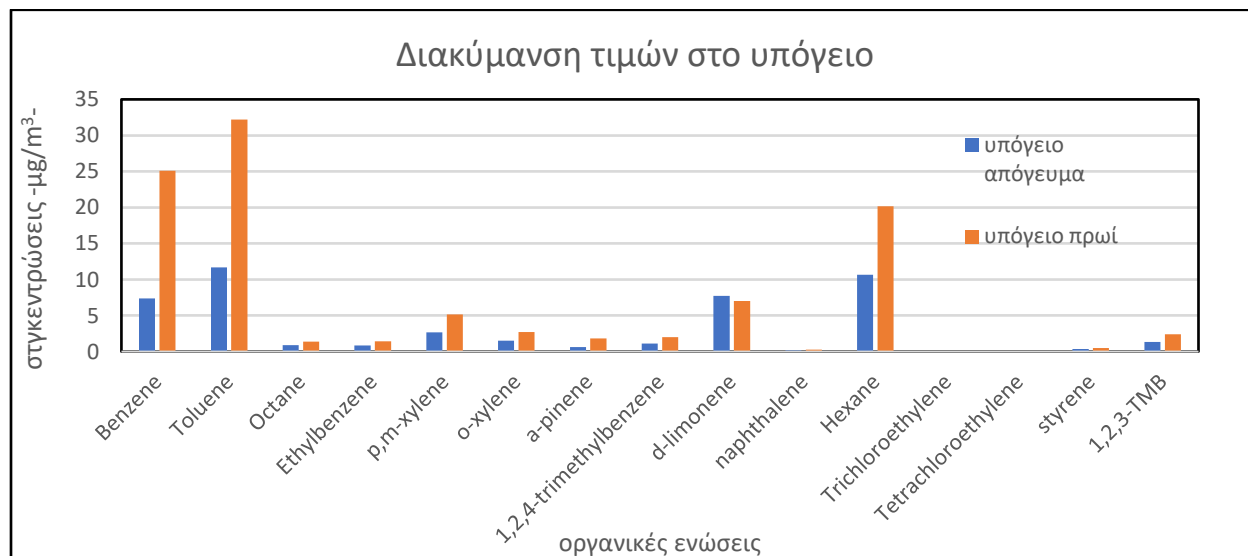


Διάγραμμα 4.27 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα

Ενώσεις	Εξωτερικός χώρος (μg/m ³)	Υπόγειο (μg/m ³)	Υπόγειο/εξωτερικός χώρος
Βενζόλιο	5.430	7.3914	1.361
Τολουόλιο	4.870	11.677	2.397
Οκτάνιο	0.324	0.899	2.767
Αιθυλοβενζόλιο	0.259	0.841	3.235
P,m- ξυλόλιο	0.698	2.657	3.804
Ο-ξυλόλιο	0.418	1.530	3.657
a-pinene	0.069	0.626	9.071
1,2,4-τριμεθυλοβενζόλιο	0.199	1.114	5.597
d-λιμονένιο	0.759	7.749	10.202
ναφθαλίνη	0.077	0.196	2.550
Εξάνιο	10.633	10.662	1.002
Τριχλωροαιθυλένιο	0.292	0	0
Τετραχλωροαιθυλένιο	0.134	0	0
Στυρόλιο	0.361	0.380	1.052
1,2,3-TMB	0.243	1.319	5.416

Πίνακας 4.20 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα οι τιμές έχουν εξισορροπηθεί με τις αντίστοιχες τιμές του περιβάλλοντα χώρου. Αυτό οφείλεται στην αποπεράτωση των προβλεπόμενων εργασιών αρκετή ώρα πριν την δεύτερη δειγματοληψία και τον αερισμό του χώρου.



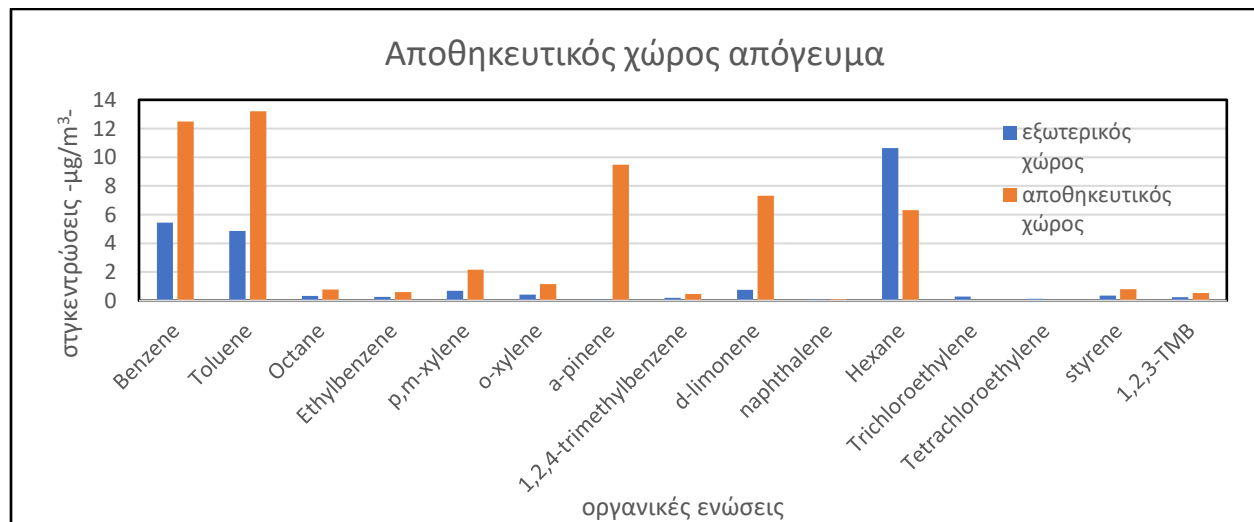
Διάγραμμα 4.28 Παρουσίαση διακύμανσης συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου

Ενώσεις	Υπόγειο πρωί ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Υπόγειο απόγευμα ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Υπόγειο απόγευμα /υπόγειο πρωί
Βενζόλιο	25.073	7.391	0.294
Τολουόλιο	32.178	11.677	0.362
Οκτάνιο	1.373	0.899	0.654
Αιθυλοβενζόλιο	1.431	0.841	0.587
P,m- ξυλόλιο	5.176	2.657	0.513
Ο-ξυλόλιο	2.697	1.530	0.567
a-pinene	1.816	0.626	0.344
1,2,4- τριμεθυλοβενζόλιο	2.017	1.114	0.552
d-λιμονένιο	7.011	7.749	1.105
ναφθαλίνη	0.250	0.196	0.785
Εξάνιο	20.152	10.662	0.529
Τριγλωροαιθυλένιο	0	0	0
Τετραγλωροαιθυλένιο	0	0	0
Στυρόλιο	0.496	0.380	0.765
1,2,3-TMB	2.384	1.319	0.553

Πίνακας 4.21 Παρουσίαση διακύμανσης συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του υπογείου

4.4.3 Μετρήσεις στον αποθηκευτικό χώρο και τον περιβάλλοντα

Στον αποθηκευτικό χώρο πραγματοποιήθηκε μια δειγματοληψία παράλληλα με τις δυο προηγούμενες στο τέλος της λειτουργίας της επιχείρησης.

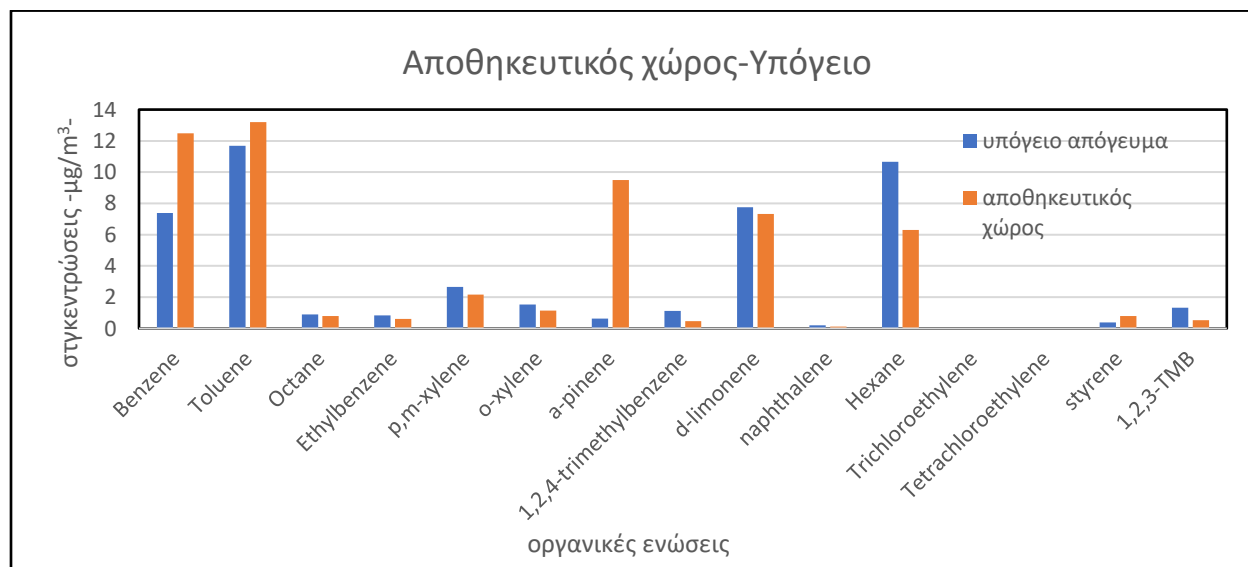


Διάγραμμα 4.29 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στο χώρο του αποθηκευτικού χώρου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα

Ενώσεις	Εξωτερικός χώρος (μg/m ³)	Αποθηκευτικός χώρος (μg/m ³)	Αποθηκευτικός χώρος/εξωτερικός χώρος
Βενζόλιο	5.430	12.491	2.300
Τολουόλιο	4.870	13.196	2.709
Οκτάνιο	0.324	0.788	2.427
Αιθυλοβενζόλιο	0.259	0.601	2.311
P,m- ξυλόλιο	0.698	2.161	3.094
Ο-ξυλόλιο	0.418	1.151	2.753
a-pinene	0.069	9.486	137.388
1,2,4-τριμεθυλοβενζόλιο	0.199	0.467	2.348
d-λιμονένιο	0.759	7.324	9.643
ναφθαλίνη	0.077	0.116	1.514
Εξάνιο	10.633	6.310	0.593
Τριχλωροαιθυλένιο	0.292	0	0
Τετραχλωροαιθυλένιο	0.134	0	0
Στυρόλιο	0.361	0.797	2.205
1,2,3-TMB	0.243	0.538	2.209

Πίνακας 4.22 Παρουσίαση δεδομένων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων για στο χώρο του αποθηκευτικού χώρου-εξωτερικού περιβάλλοντος το απόγευμα

Για την καλύτερη μελέτη του συγκεκριμένου χώρου είναι προτιμότερο να γίνει σύγκριση του κελαριού με το υπόγειο. Αυτό προκύπτει γιατί το κελάρι έρχεται σε άμεση επαφή μόνο με το υπόγειο στο οποίο πραγματοποιούνται οι εργασίες.



Διάγραμμα 4.30 Όψη συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων στον αποθηκευτικό χώρο-υπόγειο

Όπως προκύπτει και από το διάγραμμα οι συγκεντρώσεις στον αποθηκευτικό χώρο ακολουθούν αυτές στο υπόγειο το οποίο ήταν και το αναμενόμενο. Είναι λίγο υψηλότερες εξαιτίας του εγκλωβισμού των ενώσεων στο χώρο και του μη αερισμού αυτού. Η μόνη μεγάλη διαφορά στις συγκεντρώσεις παρατηρείται στην ένωση του a-pinene που είναι σε αρκετά υψηλά επίπεδα. Η ένωση αυτή παράγεται από το ξύλο, υλικό το οποίο είναι κατασκευασμένο οι φελλοί των μπουκαλιών.

5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

5.1 Θεωρητική εκτίμηση φορτίων ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης

Για την εκτίμηση των φορτίων ενεργειακής ζήτησης, αναπτύχθηκε μοντέλο ανάλυσης σε μηνιαία βάση. Το μοντέλο επιχειρεί να υπολογίσει την ενεργειακή κατανάλωση στη βάση της ισχύος της κάθε συσκευής, και των εκτιμώμενων ωρών λειτουργίας.

Ειδικότερα, αναπτύχθηκαν κατάλληλες εξισώσεις για τις εξής διεργασίες/εγκαταστάσεις:

- Δεξαμενές ψύξης (εναλλάκτης θερμότητας)
- Ψυγείο
- Μηχάνημα τυποποίησης
- Θέρμανση κελαριών
- Ηλεκτρικές καταναλώσεις (φωτισμός, κ.α.)

5.1.1. Ψύκτης

Η εκτίμηση του φορτίου του ψύκτη έγινε μετά από μέτρηση των ωρών λειτουργίας για μια τυπική μέρα, με θερμοκρασία, κοντά στη μέση θερμοκρασία για την περίοδο λειτουργίας του ψύκτη. Μετά από τέσσερις ώρες καταγραφής (240 λεπτά), διαπιστώθηκε ότι ο ψύκτης λειτουργεί 48 λεπτά με αποτέλεσμα να λειτουργεί στο 20 % των συνολικών ωρών.

Επίσης, οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας του ψύκτη είναι :

- είναι η χωρητικότητα της δεξαμενής
- ο βαθμός απόδοσης της συσκευής
- οι ώρες λειτουργίας του ψύκτη
- η ισχύς του ψύκτη
- οι απαιτούμενες ημέρες για την πραγματοποίηση της ζύμωσης

Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας, αντλήθηκε από την ΤΟΤΤΕ 20701-2 το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι σε kWh.

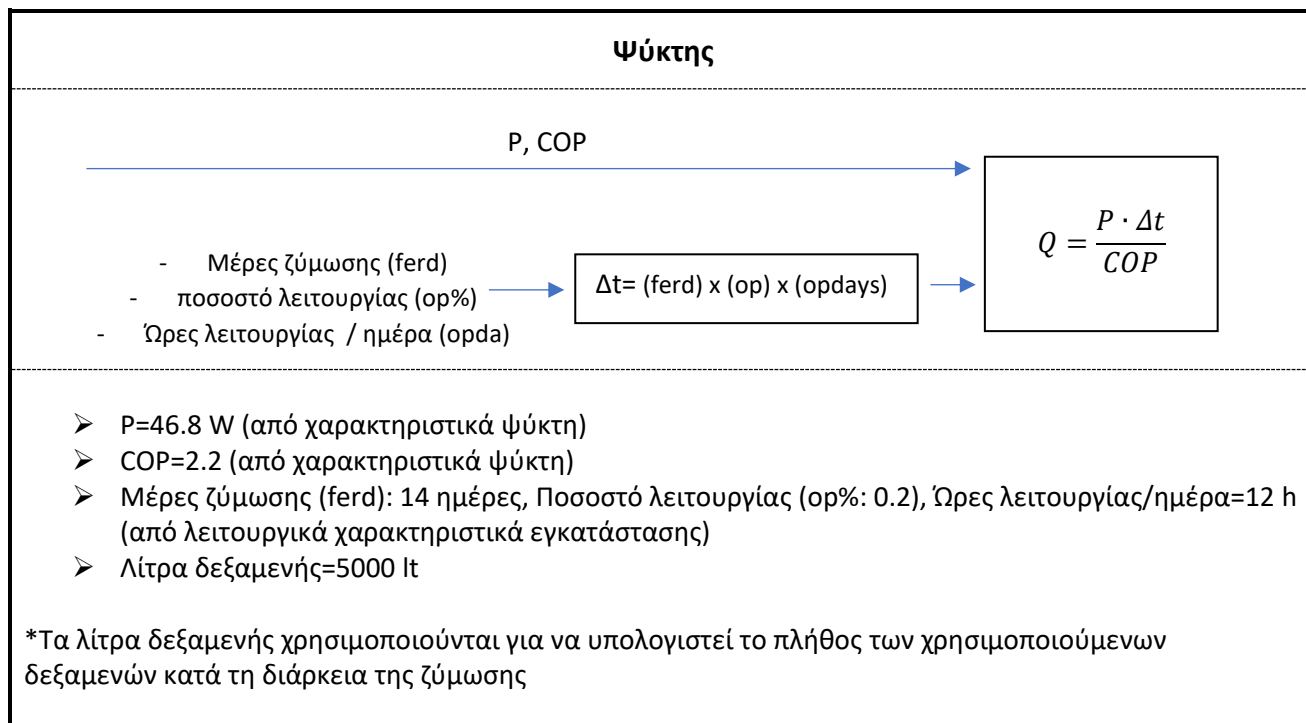
$$Q = \frac{P \cdot \Delta t}{\eta} \quad (5.1)$$

Όπου P η ισχύς του συμπιεστή, Δt ο χρόνος λειτουργίας όπως ειπώθηκε παραπάνω και τέλος η ο βαθμός απόδοσης του συμπιεστή.

Ύστερα από υπολογισμούς, προέκυψε η ενεργειακή κατανάλωση η οποία φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒΡ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ
Κατανάλωση (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	714	1786	1786	1786	1429

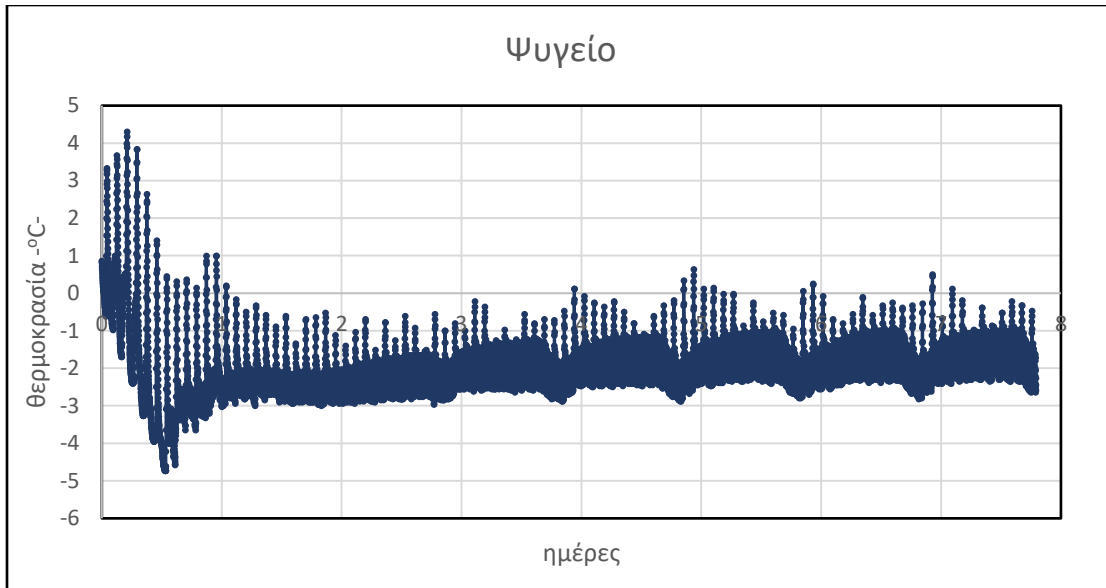
Πίνακας 5.1 Κατανάλωση ενέργειας από τον Ψύκτη



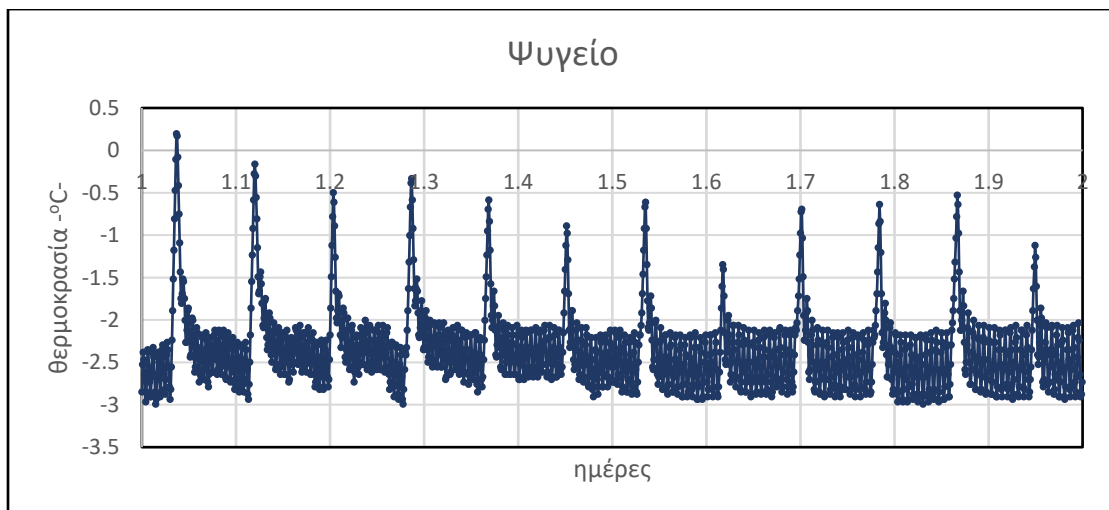
Πίνακας 5.2 Χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για τον ψύκτη

5.1.2 Ψυγείο

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα, η χρήση του ψυγείου είναι απαραίτητη για το τελικό προϊόν. Η εκτίμησή του έγινε με προσεγγιστικό τρόπο, και με την χρησιμοποίηση οργάνων καταγραφής της θερμοκρασίας. Στο διάγραμμα 5.1, παρουσιάζεται η μεταβολή της θερμοκρασίας για μια πλήρη ψύξη των δεξαμενών 8 ημερών και στο διάγραμμα 5.2 η εξέλιξη της θερμοκρασίας για ένα πλήρες 24ωρο. Διακρίνονται μικρές μεταβολές της θερμοκρασίας. Μέσα από αυτές τις μεταβολές υπολογίσθηκε και ο χρόνος λειτουργίας του συμπιεστή.



Διάγραμμα 5.1 Απεικόνιση θερμοκρασίας στο ψυγείο για 8 ημέρες



Διάγραμμα 5.2 Απεικόνιση θερμοκρασίας στο ψυγείο για ένα εικοσιτετράωρο

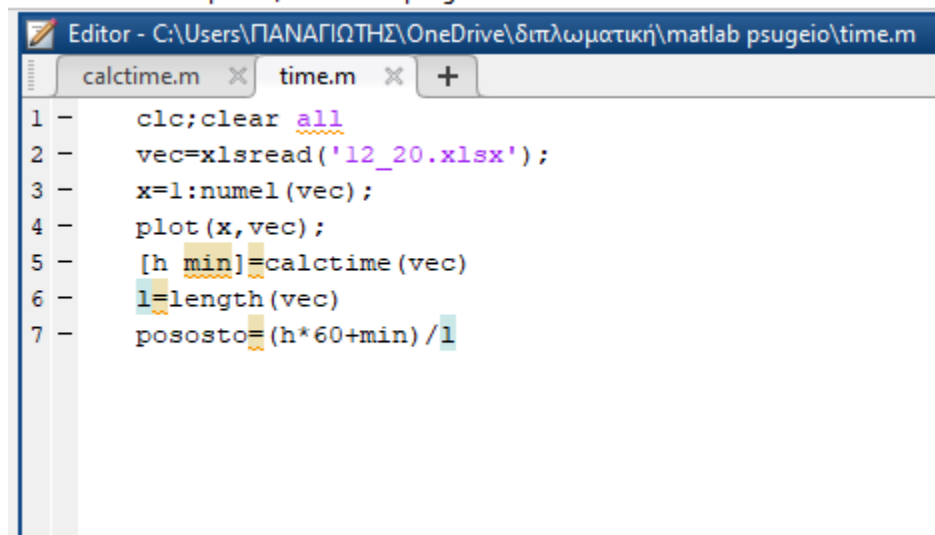
Μετά από επεξεργασία των δεδομένων αυτών στο MATLAB , διαπιστώθηκε ότι ο συμπιεστής λειτουργεί το 64 % των συνολικών ωρών τοποθέτησης της δεξαμενής. Το πρόγραμμα και η συνάρτηση που επεξεργάστηκαν τα δεδομένα φαίνεται στις παρακάτω εικόνες. Αυτό το ποσοστό δόθηκε στο μοντέλο ως παράμετρος για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίσης δόθηκαν και οι παρακάτω παράμετροι:

- η χωρητικότητα του ψυγείου
- ο βαθμός απόδοσης του συμπιεστή
- η ισχύς του συμπιεστή

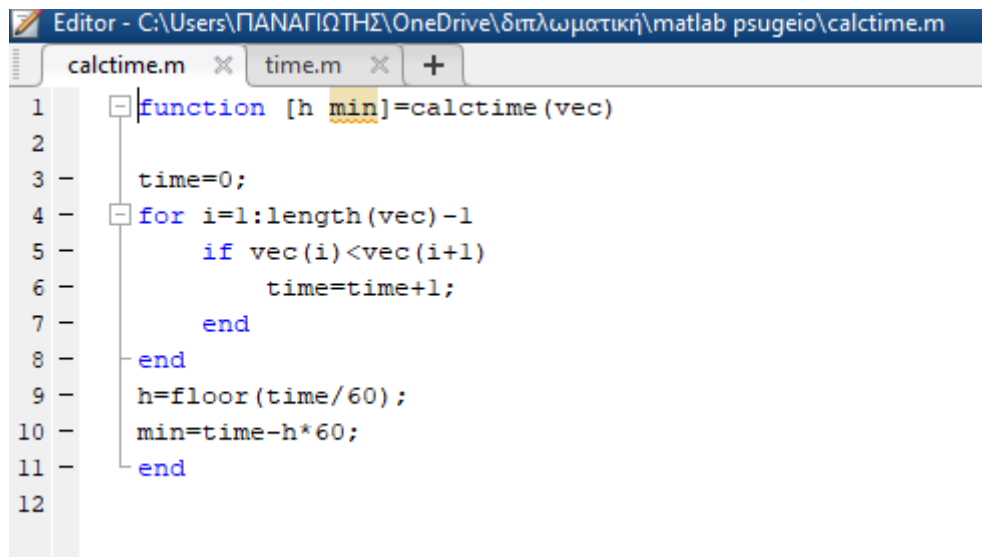
Ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης του συμπιεστή έγινε με πανομοιότυπο τρόπο που έγινε και για τον ψύκτη.

$$Q = \frac{P \cdot \Delta t}{n} \quad (5.2)$$



```
Editor - C:\Users\ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ\OneDrive\διδλωματική\matlab psugeio\time.m
calctime.m x time.m +
1 -   clc;clear all
2 -   vec=xlsread('12_20.xlsx');
3 -   x=1: numel(vec);
4 -   plot(x,vec);
5 -   [h min]=calctime(vec)
6 -   l=length(vec)
7 -   pososto=(h*60+min)/l
```

Εικόνα 5.1 Πρόγραμμα για τον υπολογισμό των ωρών λειτουργίας του συμπιεστή

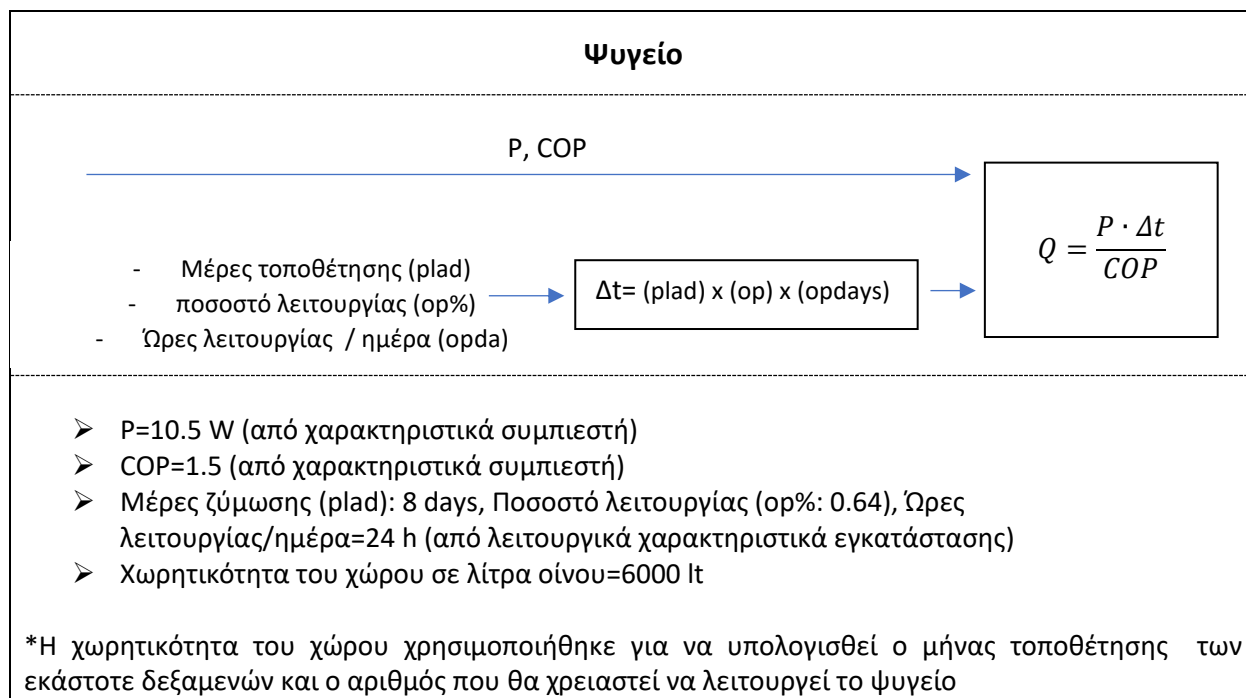


```
Editor - C:\Users\ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ\OneDrive\διδλωματική\matlab psugeio\calctime.m
calctime.m x time.m +
1 -   function [h min]=calctime(vec)
2 -
3 -   time=0;
4 -   for i=1:length(vec)-1
5 -       if vec(i)<vec(i+1)
6 -           time=time+1;
7 -       end
8 -   end
9 -   h=floor(time/60);
10 -  min=time-h*60;
11 -  end
12
```

Εικόνα 5.2 Συνάρτηση για τον υπολογισμό των ωρών λειτουργίας του συμπιεστή

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒΡ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ
Κατανάλωση (kWh)	967	1693	1693	1451	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.3 Κατανάλωση ενέργειας στο ψυγείο



Πίνακας 5.4 χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για το ψυγείο

5.1.3 Μηχάνημα τυποποίησης

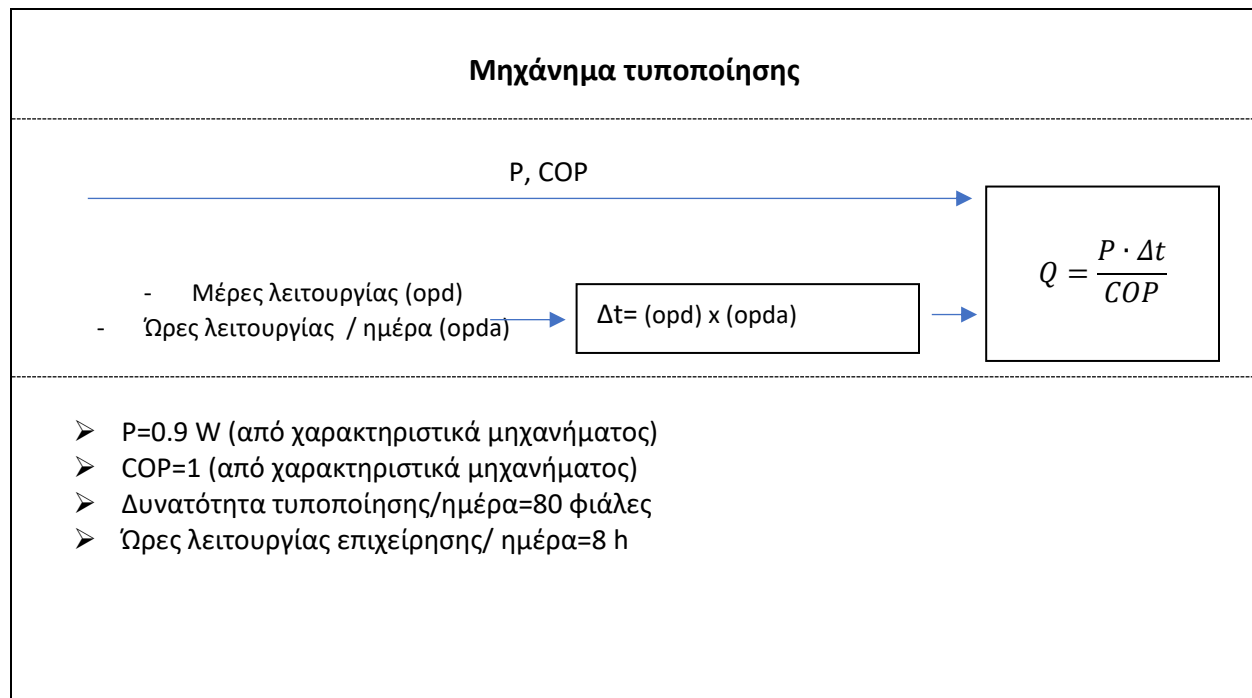
Το μηχάνημα τυποποίησης χρησιμοποιείται τους μήνες τους οποίους η οινοπαραγωγή σταματάει, δηλαδή τους θερινούς μήνες. Στο μοντέλο έγινε η εισαγωγή των στοιχείων του μηχανήματος, όπως είναι η δυνατότητα τυποποίησης φιαλών την ημέρα, ο συντελεστής απόδοσης, η ισχύς λειτουργίας και οι ώρες λειτουργίας του.

Από την συζήτηση που πραγματοποιήθηκε με τους εργαζομένους της επιχείρησης, διαπιστώθηκε ότι η δυνατότητα τυποποίησης είναι 80 φιάλες κάθε εργάσιμη ώρα κατά μέσο όρο. Επίσης, το ωράριο λειτουργίας της επιχείρησης είναι 8 ώρες και είναι ανοιχτό καθημερινές εκτός από τις δυο πρώτες εβδομάδες του Αυγούστου το οποίο παραμένει κλειστό. Το τελευταίο αυτό γεγονός δικαιολογεί και την χαμηλότερη κατανάλωση που παρατηρείται τον μήνα Αύγουστο. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της μηνιαίας κατανάλωσης είναι:

$$Q = P \cdot \Delta t \quad (5.3)$$

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒΡ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ
Κατανάλωση (kWh)	0	0	0	0	187	180	187	108	158	0	0	0

Πίνακας 5.5 Κατανάλωση ενέργειας από το μηχάνημα τυποποίησης



Πίνακας 5.6 χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για το μηχάνημα τυποποίησης

5.1.4 Θέρμανση των αποθηκευτικών χώρων

Για τον υπολογισμό της θέρμανσης των αποθηκευτικών χώρων χρειάστηκαν να γίνουν μετρήσεις ενός εκ των δυο πανομοιότυπων αποθηκευτικών χώρων. Ηλιακά κέρδη δεν υπολογίστηκαν γιατί και οι δυο χώροι βρίσκονται στο υπέδαφος. Επίσης, υπολογίστηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας, οι επιφάνειες, και από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο κελάρι και στον περιβάλλοντα χώρο χρησιμοποιήθηκαν οι θερμοκρασίες. Στον πίνακα 5.4 φαίνονται τα παραπάνω στοιχεία.

Με βάση το διεθνές πρότυπο EN ISO 13790 (ΕΛΟΤ, 2009) το οποίο έχει υιοθετηθεί και από τον ΚΕΝΑΚ το φορτίο θέρμανσης υπολογίστηκε ως το γινόμενο της επιφάνειας, του συντελεστή θερμοπερατότητας, της διαφοράς των θερμοκρασιών και της χρονικής διάρκειας. Τα δεδομένα αυτά παρέχονται στον πίνακα 5.4 και το χρονικό διάστημα υπολογίστηκε σε δευτερόλεπτα τον μήνα.

$$Q_{dem} = A * U * (T_a - T_b) * \Delta t \quad (5.4)$$

Στοιχείο	Επιφάνεια [m ²]	U [W/m ² /K]
Τοίχος	27	0,35
Τοίχος	27	0,35
Τοίχος	30	0,35
Τοίχος	30	0,35
Δάπεδο	90	0,5
Οροφή	90	0,5
Πόρτα	4	8

Πίνακας 5.7 Δεδομένα για τα δομικά στοιχεία του αποθηκευτικού χώρου

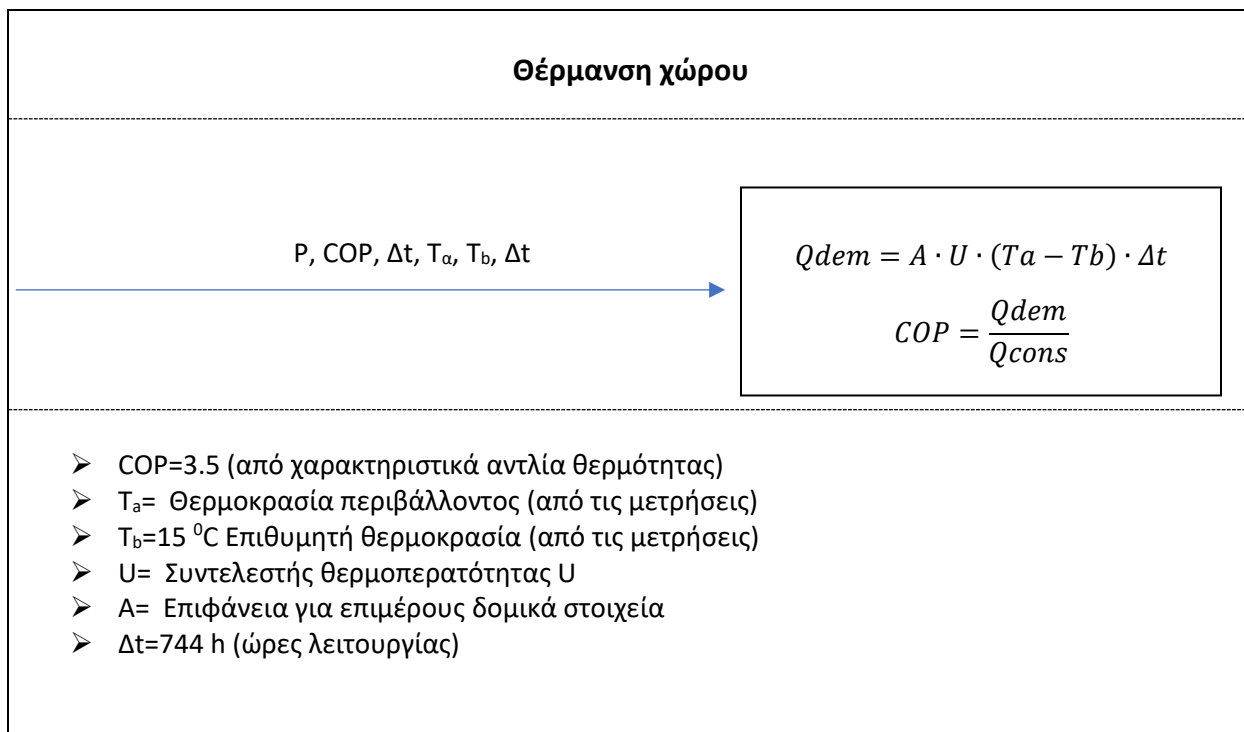
Επίσης, δόθηκε σαν όρισμα ο συντελεστής απόδοσης της αντλίας θερμότητας που βρίσκεται και στους δυο χώρους. Τέλος, στον πίνακα 5.5 φαίνονται οι καταναλώσεις που απαιτούνται για τη θέρμανση των χώρων. Οι καταναλώσεις αυτές έχουν προκύψει ύστερα από τον υπολογισμό του COP της αντλίας θερμότητας. Από το μοντέλο του KENAK υπάρχει η σχέση :

$$COP = \frac{Q_{dem}}{Q_{cons}} \quad (5.5)$$

όπου το Q_{dem} είναι το φορτίο το οποίο θέλω να καλύψω και το Q_{cons} είναι το φορτίο κατανάλωσης που απαιτείται με βάση τον βαθμό απόδοσης της αντλίας.

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒΡ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ
Κατανάλωση (kWh)	275	240	172	103	103	137	172	240	172	68	34	103

Πίνακας 5.8 Καταναλώσεις στον αποθηκευτικό χώρο



Πίνακας 5.9 χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για την θέρμανση των αποθηκευτικών χώρων

5.1.5 Καταναλώσεις συσκευών

Για τη διατύπωση των καταναλώσεων των συσκευών έγινε λεπτομερής καταγραφή όλων των συστημάτων που χρησιμοποιούνται για τις απαραίτητες εργασίες στο οινοποιείο. Όλες οι συσκευές και ο χρησιμοποιούμενος αριθμός τους φαίνονται στον πίνακα 5.10.

Σύστημα	Πλήθος
ΓΡΑΦΕΙΟ	
Λάμπες	3
Εκτυπωτές	1
Ράδιο	1
Υπολογιστές	3
Ψυγείο	1
Ηλεκτρική σόμπα	1
Αντλία θερμότητας	1
ΚΥΡΙΟΣ ΧΩΡΟΣ	
Λάμπες	10
Φωτιστικά	4
Θερμάστρες	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	
Λάμπες	8
Αντλία θερμότητας	3

Πίνακας 5.10 Υπάρχοντα συστήματα στο χώρο του οινοποιείου

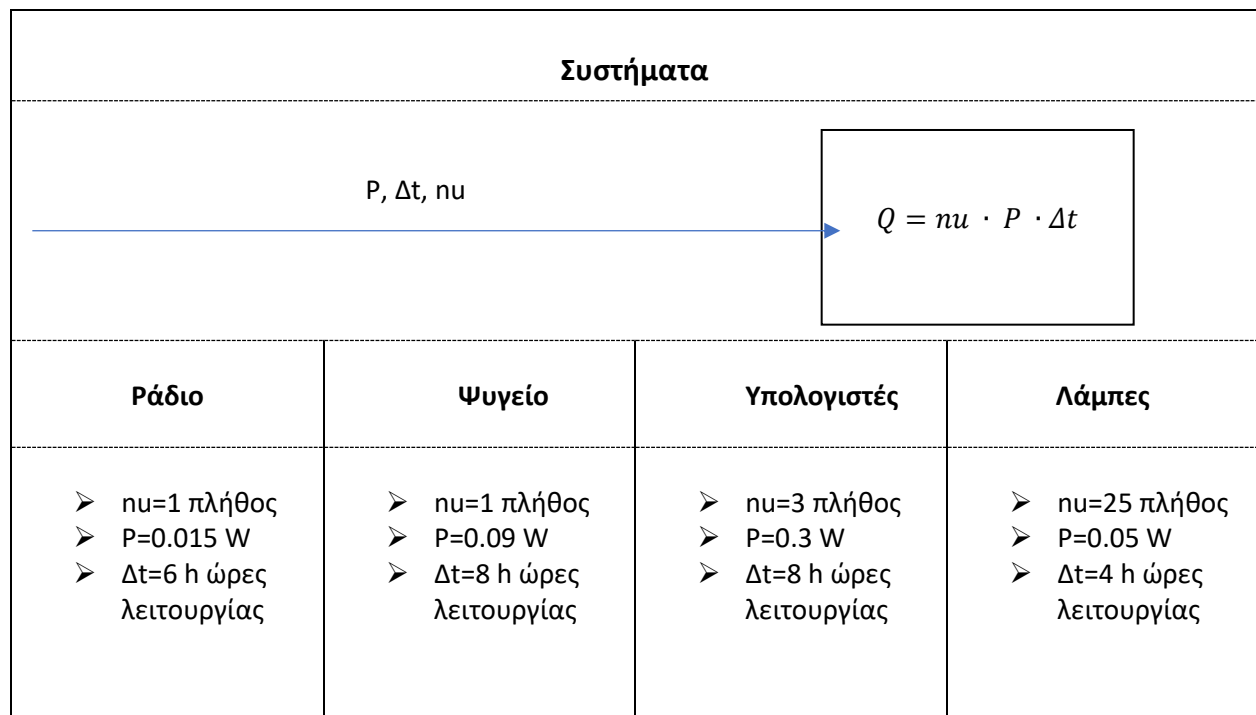
Οι καταναλώσεις των πιο πάνω συσκευών υπολογίσθηκαν με βάση τον χρόνο λειτουργίας του σύμφωνα με την διεύθυνση της επιχείρησης, την ισχύ κατανάλωσης και τον βαθμό απόδοσης της κάθε συσκευής. Τα στοιχεία για την ισχύ και τον βαθμό απόδοσης των συσκευών αντλήθηκαν από τις προδιαγραφές που παρέχουν οι κατασκευαστές. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε είναι:

$$Q = P \cdot \Delta t \quad (5.6)$$

Τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών παρουσιάζονται στον πίνακα 5.7 για κάθε μήνα του έτους.

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒΡ	ΜΑΡΤ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ
Κατανάλωση (kWh)	259	234	259	251	259	251	259	259	251	259	251	259

Πίνακας 5.11 Καταναλώσεις συστημάτων στο χώρο του οινοποιείου σε kWh



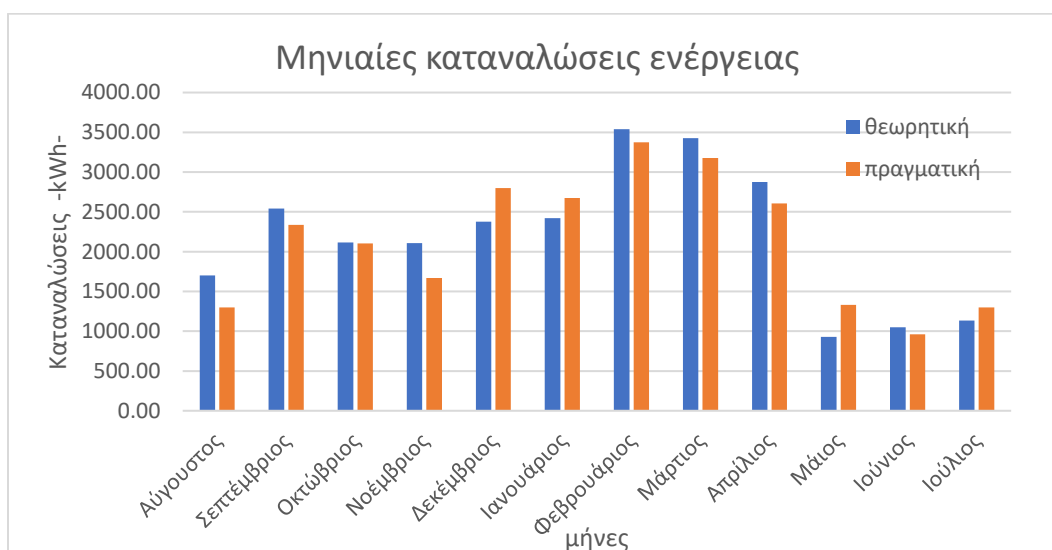
Πίνακας 5.12 Χρησιμοποιούμενα χαρακτηριστικά στο μοντέλο για τα συστήματα

5.2 Σύγκριση με πραγματικές καταναλώσεις. Διατύπωση τελικού μοντέλου

Σύμφωνα με όσα αναλύθηκαν, το μοντέλο ανάλυσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του οινοποιείου, έχει τις ακόλουθες παραμέτρους εισόδου:

- COP
- Ώρες λειτουργίας

Στο διάγραμμα 5.3 παρουσιάζεται η σύγκριση θεωρητικής πρόβλεψης και πραγματικών καταναλώσεων για την περίοδο Αύγουστος 2018 – Ιούλιος 2019 (οι 2 εναπομείναντες μήνες να είναι ίδιοι με την περίοδο 2018) η οποία και επιλέχθηκε ως έτος αναφοράς. Η επιλογή αυτή σχετίζεται με το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει διάφορες τροποποιήσεις στη διαδικασία παραγωγής με αρκετές αλλαγές τόσο στο σκέλος της διαδικασίας όσο και στο είδος των μηχανημάτων.

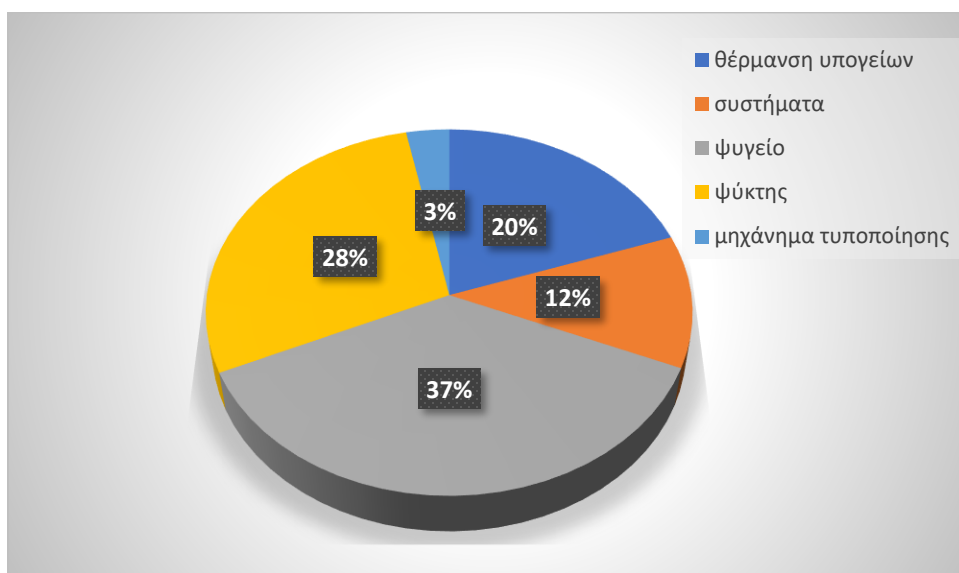


Διάγραμμα 5.3 Απεικόνιση θεωρητικής πρόβλεψης και πραγματικών καταναλώσεων

Μήνες	Θεωρητική κατανάλωση kWh	Πραγματική κατανάλωση kWh	Ποσοστό της πραγματικής - θεωρητικής
Αύγουστος	1701.71	1300	30.90
Σεπτέμβριος	2541.01	2335	8.82
Οκτώβριος	2115.21	2102	0.63
Νοέμβριος	2106.84	1670	26.16
Δεκέμβριος	2377.30	2799	15.07
Ιανουάριος	2422.92	2676	9.46
Φεβρουάριος	3538.57	3373	4.91
Μάρτιος	3426.02	3178	7.80
Απρίλιος	2876.79	2605	10.43
Μάιος	928.48	1331	30.24
Ιούνιος	1050.58	963	9.09
Ιούλιος	1134.98	1300	12.69

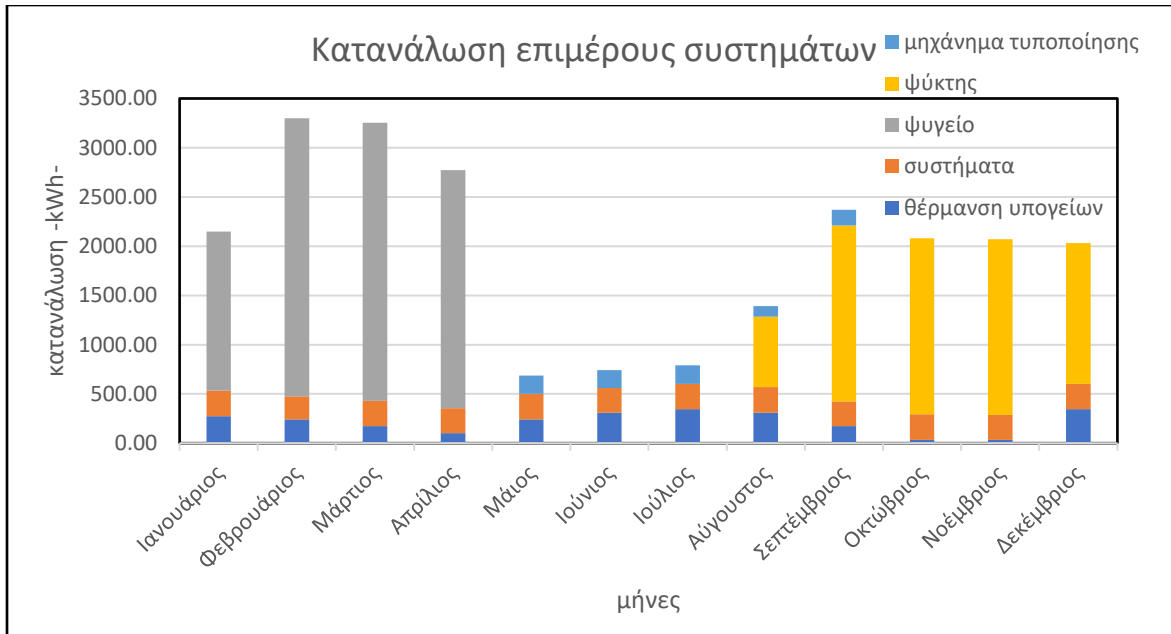
Πίνακας 5.13 Σύγκριση θεωρητικής πρόβλεψης και πραγματικών καταναλώσεων

Από τον πίνακα 5.1 αλλά και από το διάγραμμα 5.3 διαπιστώνεται ότι η απόκλιση των θεωρητικών καταναλώσεων είναι αρκετά μικρή με τις πραγματικές καταναλώσεις με εξαίρεση τον μήνα Αύγουστο, Νοέμβριο και Μάιο.



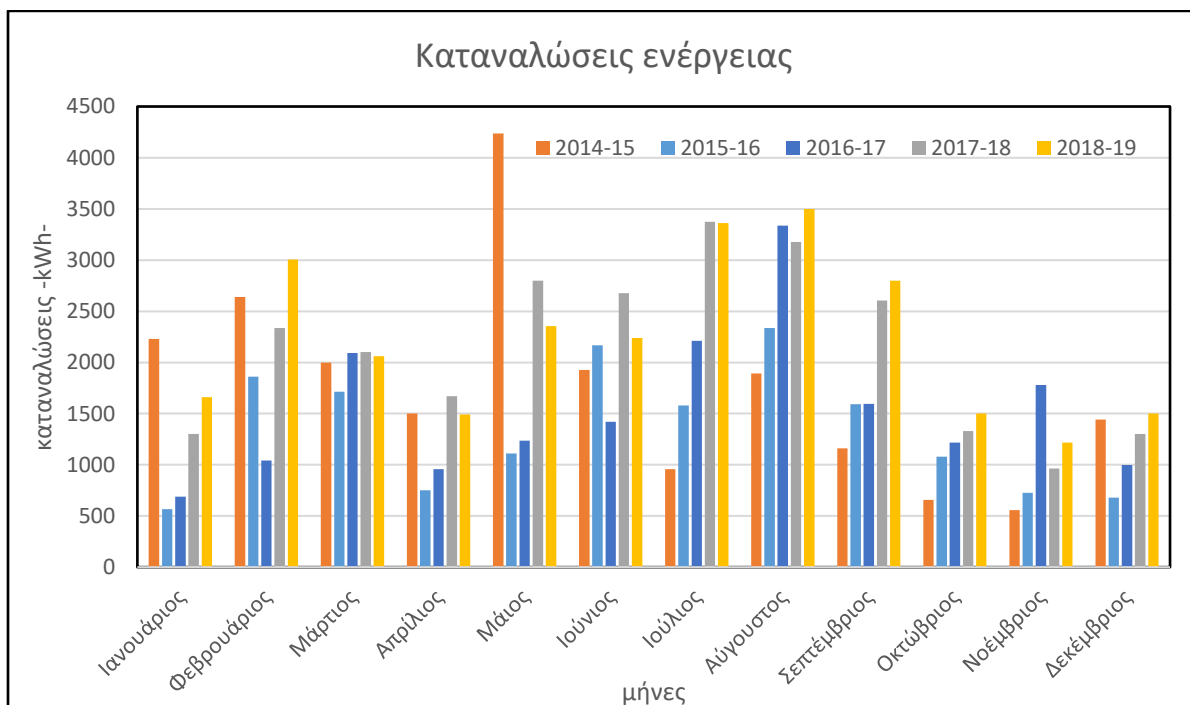
Διάγραμμα 5.4 Κατανομή καταναλώσεων ανά διεργασία σύμφωνα με το θεωρητικό μοντέλο

Στο διάγραμμα 5.4 παρουσιάζεται η κατανομή των καταναλώσεων ανά διεργασία/εγκατάσταση. Είναι προφανές ότι η ψύξη και το ψυγείο αποτελούν τις σημαντικότερες καταναλώσεις, με ποσοστά 37 και 28% αντίστοιχα, ενώ ακολουθεί η θέρμανση του υπογείου με 20% και ο ηλεκτρικός εξοπλισμός με 12%. Το μηχανήμα τυποποίησης κατέχει το χαμηλότερο μερίδιο, στο 3%.



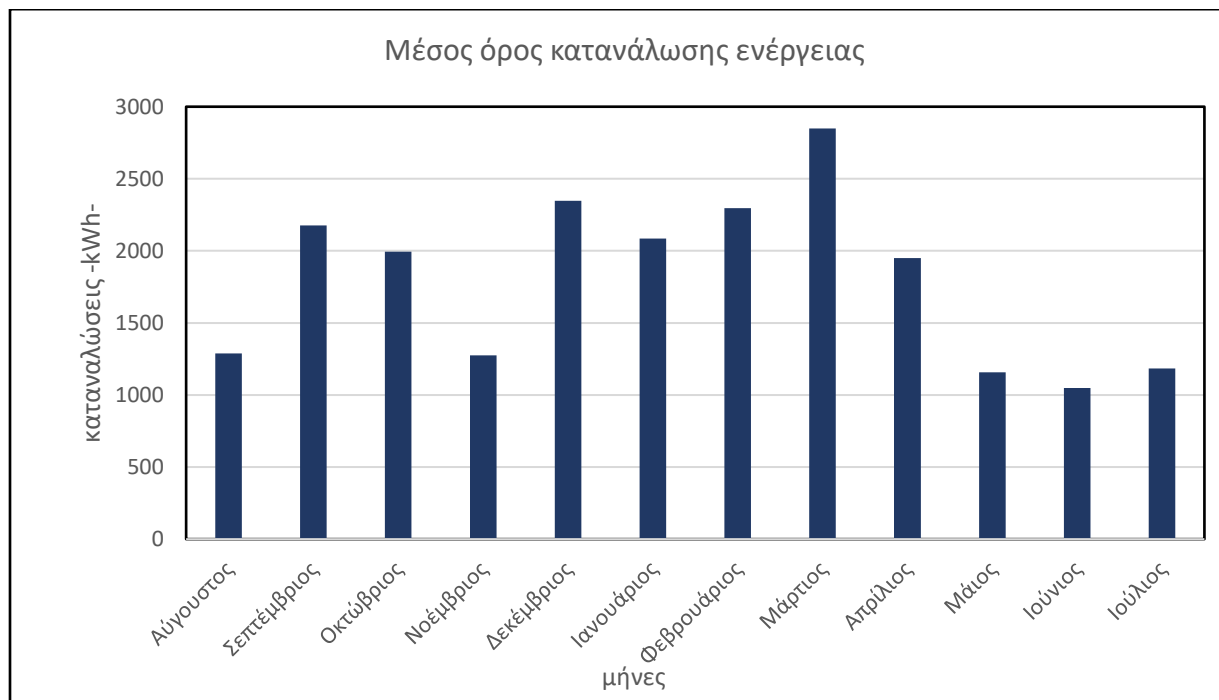
Διάγραμμα 5.5 Κατανάλωση των συστημάτων

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η συνεισφορά των στοιχείων του οινοποιείου στην συνολική κατανάλωση ενέργειας σε μηνιαία βάση. Είναι χαρακτηριστική η συνεισφορά του συμπιεστή και του ψύκτη στις αυξημένες απαιτήσεις για ενέργεια κατά τη διάρκεια της οινοπαραγωγής.



Διάγραμμα 5.6 Απεικόνιση πραγματικών καταναλώσεων

Στο παραπάνω διάγραμμα αποτυπώνονται οι πραγματικές καταναλώσεις που είχε το οινοποιείο τις 5 τελευταίες χρονιές. Παρατηρούνται, λοιπόν, μεγάλες αυξομειώσεις της κατανάλωσης ενέργειας ανάμεσα στις χρονιές οινοπαραγωγής. Αυτό οφείλεται στην αλλαγή του τρόπου οινοπαραγωγής, την αλλαγή των χρησιμοποιούμενων μηχανημάτων αλλά και την διαφορετική θερμοκρασία που επικρατούσε στον χώρο εκείνο. Η θερμοκρασία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση που έχουν τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για ψύξη του γλεύκους.



Διάγραμμα 5.7 Απεικόνιση μέσου όρου πραγματικών καταναλώσεων

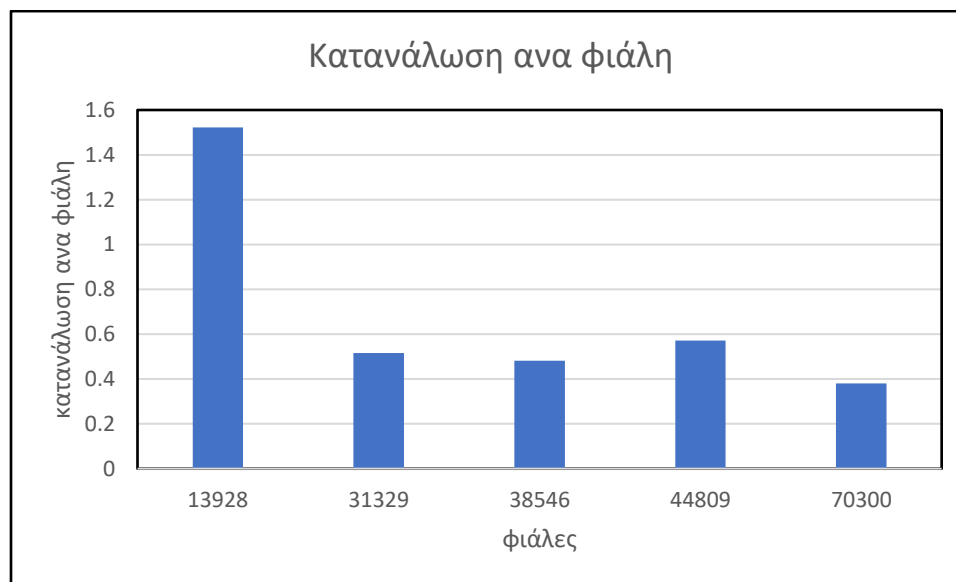
Από το ύψος της κατανάλωσης δεν μπορεί να εξαχθεί ένα αρκετά καλό συμπέρασμα γιατί στην ενεργειακή κατανάλωση επιδρούν και άλλοι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να αυξήσουν ή και να μειώσουν την κατανάλωση.

Ένας από αυτούς, όπως έχει αναφερθεί είναι η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Όσο χαμηλότερες είναι οι θερμοκρασίες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα κατά τους πρώτους μήνες του έτους τόσο χαμηλότερη είναι και η ενεργειακή κατανάλωση. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν θα χρειαστεί να λειτουργεί ο συμπιεστής που ψύχει το ψυγείο τις ίδιες ώρες με την περίπτωση που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες.

Ο πιο σημαντικός όμως παράγοντας είναι το ύψος της παραγωγής οίνου. Αύξηση της οινοπαραγωγής μεταφράζεται σε αύξηση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Βέβαια, η σχέση εξάρτησης δεν είναι γραμμική. Γι αυτό και όλες οι μελέτες που υπάρχουν στην βιβλιογραφία ανάγουν την τελική κατανάλωση ενέργειας με το ύψος της οινοπαραγωγής.

Έτος	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	Θεωρητική
Συνολική κατανάλωση ενέργειας(kWh)	21200	16162	18572	25632	26691	26220
Παραγόμενες φιάλες	13928	31329	38546	44809	70300	70300
Ενέργεια/φιάλες	1.522	0.515	0.481	0.572	0.379	0.373

Πίνακας 5.14 Ενεργειακή κατανάλωση-παραγόμενες φιάλες



Διάγραμμα 5.8 Κατανάλωση ενέργειας ανά παραγόμενη φιάλη

Στον πίνακα 5.14 παρέχονται τα δεδομένα τόσο για την πραγματική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας όσο και για την παραγωγή φιαλών που λαμβάνει χώρα στο υπό εξέταση οινοποιείο. Εδώ, πρέπει να τονιστεί, ότι δεν έχει ληφθεί υπόψη άλλο είδος ενέργειας, πέρα από την ηλεκτρική, όπως είναι η θερμική, δηλαδή το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται στο τρακτέρ για τις εργασίες στους αμπελώνες. Η τελευταία γραμμή του πίνακα είναι ο λόγος συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προς τις παραγόμενες φιάλες. [Buratti and Ricciardi, 2008]

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα η ενεργειακή κατανάλωση δεν είναι μονοδιάστατη. Η αύξηση της οινοπαραγωγής στα 4 από τα 5 έτη συνεπάγεται και αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Η μείωση από το 2014 στο 2015 οφείλεται στο γεγονός το οποίο έχει αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, δηλαδή στην αλλαγή του συμπιεστή που χρησιμοποιείται στο ψυγείο.

Στις επόμενες χρονιές, παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με την αύξηση της οινοπαραγωγής. Όπως είναι προφανές, είναι δυνατόν να επιτευχθεί οικονομία κλίμακος για καλύτερες αποδόσεις με ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης για κάθε παραγόμενη φιάλη. [Buratti and Ricciardi, 2008]

6. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ

Για την παρούσα μελέτη προτιμήθηκε η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και της παραγόμενης από φυτικά υπολείμματα βιομάζα. Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκής συστοιχίας και ο συμψηφισμός της βιομάζας που θα πωλείται σε εργοστάσιο της ΔΕΗ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα μειώσει αρκετά το συνολικό ενεργειακό κόστος.

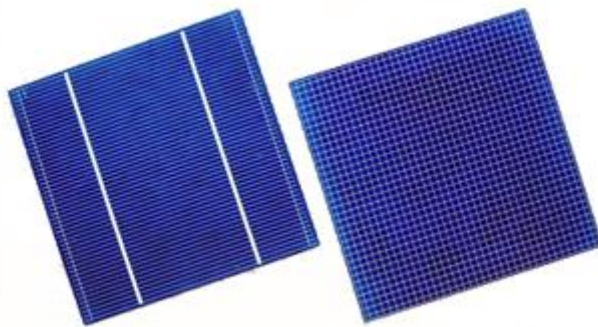
6.1 Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

6.1.1 Εισαγωγή στο φωτοβολταϊκό κελί

Καθώς το 1839 ο Becquerel έκανε πειράματα σε μια μπαταρία υγρού τύπου διαπίστωσε αύξηση της τάσης στα άκρα της μπαταρίας καθώς προσέπιπτε ηλιακό φως. Ήταν η αρχή της ανάπτυξης των φωτοβολταϊκού πλαισίου.

Το βασικό δομικό στοιχείο παραγωγής ενέργειας είναι το φωτοβολταϊκό κελί. Τα φωτοβολταϊκά κελιά διαφοροποιούνται με βάση το υλικό και τον τρόπο παραγωγής με αντίστοιχες διαφορές στο κόστος και την απόδοση. Οι τύποι των φωτοβολταϊκών που χρησιμοποιούνται είναι :

- Μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Επιτυγχάνουν απόδοση 20-21%. Είναι ακριβότερο από τους άλλους τύπους και κατά την παραγωγή του παράγεται σημαντική ποσότητα αποβλήτων
- Πολυκρυσταλλικού πυριτίου. Επιτυγχάνουν μικρότερο βαθμό απόδοσης 18% και είναι τα πιο διαδεδομένα στην αγορά
- Λεπτού υμενίου. Επιτυγχάνουν πολύ μικρό βαθμό απόδοσης της τάξης του 9 % αλλά είναι αρκετά οικονομικό



Εικόνα 6.1 Όψη φωτοβολταϊκού κελιού

Τα φωτοβολταϊκά κελιά στηρίζονται στην ικανότητα των ημιαγωγών να μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία δημιουργεί κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα στον ημιαγωγό παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα.



Εικόνα 6.2 Όψη φωτοβολταϊκού πλαισίου

Το φωτοβολταϊκό κελί αν και αποτελεί ένα στοιχείο ικανό για παραγωγή ενέργειας δεν χρησιμοποιείται μόνο του. Στις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία είναι κελιά κατάλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Για την κάλυψη των αναγκών αλλά και την επίτευξη της κατάλληλης τάσης χρησιμοποιούνται παράλληλα και σε σειρά πλαίσια



Εικόνα 6.3 Όψη φωτοβολταϊκής συστοιχίας

6.1.2 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκής συστοιχίας

Όπως έχει αναφερθεί στην παρούσα εργασία, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζει αρκετές διακυμάνσεις στο διάστημα μιας ολοκληρωμένης οινοπαραγωγής. Δυστυχώς, την περίοδο όπου η ηλιακή ενέργεια είναι στα μέγιστα επίπεδά της, οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι αρκετά χαμηλές. Αυτό όμως δεν αποτελεί ιδιαίτερα μεγάλο εμπόδιο αν αδειοδοτηθεί η σύνδεση της εγκατάστασης με το διασυνδεδεμένο σύστημα.

Η απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων εξαρτάται από το ποσοστό της αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, που προσπίπτει πάνω στην επιφάνειά τους. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη λειτουργία και την αποδοτικότητα των συστημάτων είναι η τεχνολογία του τύπου των ηλιακών πάνελ όπως αναφέρθηκε, καθώς και ο προσανατολισμός τους και η κλίση που θα έχουν ανάλογα με τη θέση του ήλιου. Η αντίστοιχη εξίσωση που προτείνεται από το μοντέλο του KENAK και χρησιμοποιείται για την διαστασιολόγηση των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι:

$$Q_{PV} = A_{PV} \cdot H_{30,S} \cdot CF_{PV} \quad (6.1)$$

Q_{PV} : η μέση παραγόμενη ενέργεια των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε kwh.

A_{PV} : η ονομαστική επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη.

CF_{PV} : ο βαθμός αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας από το πλαίσιο με βάση τον κατασκευαστή.

$H_{30,S}$: η μέση μηνιαία ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας για βέλτιστη κλίση.

Ο βαθμός απόδοσης της φωτοβολταϊκής συστοιχίας εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες. Ο βαθμός απόδοσης του κατασκευαστή αναφέρεται σε εργοστασιακές συνθήκες και διαφέρει σημαντικά από τον τελικό βαθμό αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας. Ο τελικός βαθμός απόδοσης φαίνεται στον τύπο 6.1

$$n_{\Sigma} = n_{stc} \cdot \sigma_{\gamma} \cdot \sigma_{\rho} \cdot \sigma_{\theta} \cdot \sigma_{\delta} \cdot \sigma_{\alpha} \cdot \sigma_{\kappa} \quad (6.2)$$

- σ_{γ} : συντελεστής γήρανσης
- n_{stc} : ο βαθμός απόδοσης του φωτοβολταϊκού πλαισίου σε εργοστασιακές συνθήκες
- σ_{ρ} : ρύπανση της ατμόσφαιρας
- σ_{θ} : αύξηση της ατμόσφαιρας
- σ_{δ} : δίοδος αντεπιστροφής
- σ_{α} : συντελεστής ανομοιογένειας
- σ_{κ} : συντελεστής καλωδιώσεων

Στη συγκεκριμένη περίπτωση αποφασίστηκε η τοποθέτηση μονοκρυσταλλικού πάνελ με βαθμό απόδοσης 16%. Ο βαθμός απόδοσης αυτός αντιστοιχεί σε εργοστασιακές συνθήκες. Στο μοντέλο που δημιουργήθηκε, αξιοποιήθηκε η μέθοδος Liu-Jordan για καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Η συγκεκριμένη μέθοδος μας δίνει την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε φωτοβολταϊκό πλαίσιο ανάλογα την κλίση και τον προσανατολισμό του που είναι τοποθετημένο δίνοντας ως παραμέτρους την ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο, το γεωγραφικό πλάτος και την κλίση του συλλέκτη. [Duffie and Beckman, 2013]

Επίσης από το TOTTE 20701-1, αντλήθηκαν οι μέσες θερμοκρασίες για την περιοχή του Αμυνταίου ώστε να υπολογιστεί ο συντελεστής $\sigma(\theta)$ ο οποίος παρουσιάζεται στον πίνακα 6.1

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης:

1. $\sigma_p=0.95$
2. $\sigma_\gamma=0.99$
3. $\sigma_\delta=0.99$
4. $\sigma_\alpha=0.98$
5. $\sigma_\kappa=0.98$

Η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών θα γίνει στην οροφή του οινοποιείου η οποία έχει προσανατολισμό το Νότο. Η κλίση του φωτοβολταϊκού στοιχείου θα είναι 31° με νότιο προσανατολισμό. Επιλέχτηκε η βέλτιστη κλίση να είναι τη χειμερινή περίοδο εξαιτίας της μειωμένης προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε μηνιαία βάση για καλύτερα αποτελέσματα. Το μοντέλο για επίτευξη κάλυψης του ηλεκτρικού φορτίου σε ποσοστό λιγότερο του 50% έδωσε συνολική επιφάνεια 50 m^2 .

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι της τάξεως του 45 %. Η ποσοστιαία αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας διαφέρει ανάλογα τον μήνα και τις διαδικασίες. Στον πίνακα 6.2 φαίνεται το ποσοστό κάλυψης όπως διαμορφώνεται μηνιαία.

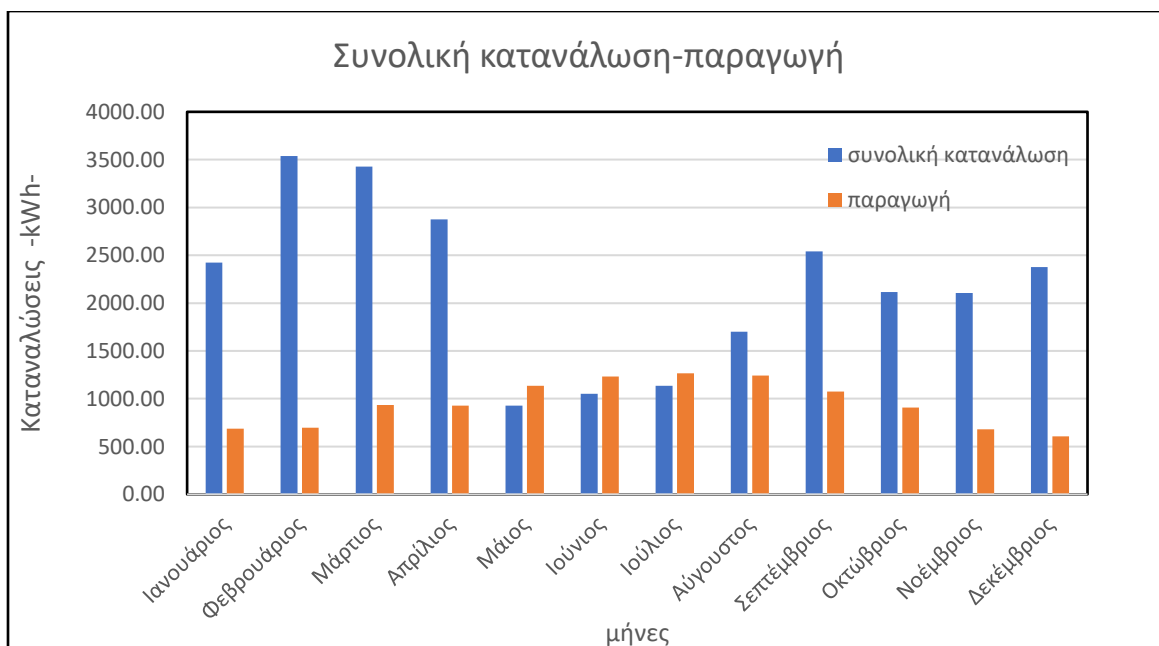
Μήνες	Θερμοκρασία (°C)	Συντελεστής $\sigma(\theta)$	Liu Jordan (kwh/m ²)	Παραγωγή ηλιακής ενέργειας (kwh)
Ιανουάριος	2.2	0.9712	94.10	687.62
Φεβρουάριος	8.09	0.94764	97.88	697.91
Μάρτιος	7.5	0.95	130.69	934.12
Απρίλιος	13.85	0.9246	133.53	928.93
Μάιος	14.83	0.92068	163.91	1135.42
Ιούνιος	21.34	0.89464	183.26	1233.59
Ιούλιος	23.48	0.88608	190.01	1266.79
Αύγουστος	22.09	0.89164	184.92	1240.55
Σεπτέμβριος	17.17	0.91132	156.79	1075.10
Οκτώβριος	12.26	0.93096	129.64	908.09
Νοέμβριος	6.4	0.9544	94.74	680.30
Δεκέμβριος	1.87	0.97252	82.69	605.06

Πίνακας 6.1 Αποτελέσματα από την μέθοδο Liu Jordan

Μήνες	Ποσοστό κάλυψης (%)
Ιανουάριος	28.38
Φεβρουάριος	19.72
Μάρτιος	27.27
Απρίλιος	32.29
Μάιος	122.29
Ιούνιος	117.42
Ιούλιος	111.61
Αύγουστος	72.90
Σεπτέμβριος	42.31
Οκτώβριος	42.93
Νοέμβριος	32.29
Δεκέμβριος	25.45

Πίνακας 6.2 Μηνιαίο Ποσοστό κάλυψης

Όπως φαίνεται στον πίνακα 6.2 και στον διάγραμμα 6.1 παρατηρείται κατακόρυφη αύξηση του ποσοστού κάλυψης του ηλεκτρικού φορτίου τους θερινούς μήνες. Αυτό έχει δυο παραμέτρους. Η πρώτη παράμετρος έχει να κάνει με την αύξηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και της μετατροπής της σε ηλεκτρικό ρεύμα. Η δεύτερη παράμετρος είναι η ελαχιστοποίηση των εργασιών όσον αφορά τις διαδικασίες για την οιοπααραγωγή.



Διάγραμμα 6.1 Πρόβλεψη κατανάλωσης -παραγωγής από φωτοβολταϊκά

6.2 Αξιοποίηση Βιομάζας για παραγωγή ενέργειας από φυτικά υπολείμματα. Μέθοδοι και Τεχνολογίες

Στον ενεργειακό χάρτη των Α.Π.Ε. της παγκόσμιας αγοράς, πέρα από τον ήλιο και τον άνεμο, υπάρχει μια τρίτη πηγή ενέργειας, η βιομάζα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση λαμβάνει συνεχώς νέα οικονομικά, κοινωνικά και πολιτικά μέτρα προώθησης της αξιοποίησης της βιομάζας. Αρχικά, να τονίσουμε ότι η βιομάζα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αφορά στα φυτικά υπολείμματα αγροτικής ή και δασικής προέλευσης και στα υπολείμματα καλλιεργειών. Τα περισσότερα από αυτά τα υπολείμματα έχουν μηδενικό σχεδόν κόστος, γεγονός που καθιστά ελκυστική την αξιοποίηση και ανάκτηση του ενεργειακού της περιεχομένου. Παρόλα αυτά, το κόστος διαχείρισης είναι αρκετά υψηλό εξαιτίας της μικρής πυκνότητας ισχύος ανά μονάδα όγκου.

Κάθε είδος βιομάζας αποτελείται από κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και λιγνίνη, συστατικά τα οποία βρίσκονται στις ίνες και τα αγγεία του φυτικού ιστού.



Εικόνα 6.4 Εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας από βιομάζα

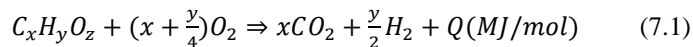
Πριν από κάθε απόφαση ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας, εκτιμάται η διαθεσιμότητά της και οι επιλογές για αποθήκευση και μεταφορά στην περιοχή που προβλέπεται να αξιοποιηθεί. Στη συνέχεια, γίνονται εργαστηριακές αναλύσεις όσον αφορά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της βιομάζας. Μέσα από αυτές τις αναλύσεις λαμβάνονται αποφάσεις για την τεχνολογία που θα αξιοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. (Skouliou et al,2017)

Οι μέθοδοι αξιοποίησης της βιομάζας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

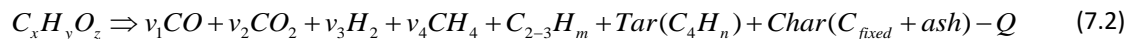
- τις θερμοχημικές (ξηρές)
- τις βιοχημικές (υγρές) διεργασίες.

Στις θερμοχημικές μεθόδους αξιοποίησης περιλαμβάνονται η καύση και η πυρόλυση.

Η καύση αποτελεί την παλαιότερη και πιο διαδεδομένη τεχνική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Χαρακτηρίζεται από την εξώθερμη χημική αντίδραση (φαίνεται παρακάτω) της πρώτης ύλης με αέρα. Εξαιτίας των μεγάλων ποσοτήτων σε CO₂ και τέφρα, αρκετοί είναι οι επιστήμονες που αντιδρούν στην χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου αξιοποίησης της τέφρας.



Η πυρόλυση της βιομάζας λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασίες 300 °C έως 600 °C και αποτελεί μια ενδόθερμη διεργασία. Τα προϊόντα αυτής της διαδικασίας είναι CO₂, H₂, CH₄ τέφρα και πίσσα.



Στην αντίθετη όχθη υπάρχει η μέθοδος της αεριοποίησης. Η αεριοποίηση της βιομάζας λαμβάνει χώρα σε υψηλότερες θερμοκρασίες έναντι της πυρόλυσης και αποτελεί και αυτή μια ενδόθερμη διεργασία. Στόχος της διεργασίας αυτής, είναι η παραγωγή ενός αερίου με ιδιαίτερα υψηλή θερμογόνο δύναμη και η αξιοποίησή του στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για βιοκαύσιμα 2^{ης} γενιάς. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται ατμοσφαιρικός αέρας αλλά παράγεται αέριο με χαμηλή θερμογόνο δύναμη, γι' αυτό και η χρήση οξυγόνου ή ατμού που αυξάνει τη θερμογόνο δύναμη φαίνεται να κερδίζει περισσότερο έδαφος.

Στο υπό μελέτη οίνοποιείο γίνεται παραγωγή βιομάζας όπως και σε κάθε άλλη γεωργική διαδικασία. Η βιομάζα παράγεται από τα κλαδέματα των αμπελοκαλλιιεργειών, των υπολειμμάτων της οίνοποιητικής διαδικασίας και των στέμφυλων.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η επένδυση σε μηχανολογικό εξοπλισμό για τη διαδικασία της αεριοποίησης της βιομάζας και της αξιοποίησής της για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθίσταται μη βιώσιμη και αποδοτικά αρνητική. Στο οίνοποιείο οι καταναλώσεις δεν είναι αρκετά μεγάλες ώστε να προϋποθέτει εγκατάσταση τέτοιου εξοπλισμού. Η μικρότερη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι 100 kW και το αντίστοιχο συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 150.000 \$ ποσό αρκετές δεκάδες χιλιάδες μεγαλύτερο του ετήσιου ενεργειακού κόστους



Εικόνα 6.5 Άποψη βιομάζας σε εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας

Αυτό που προτείνεται λοιπόν, είναι η διάθεσή της σε εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο την βιομάζα με αντίστοιχο συμψηφισμό του οικονομικού αντιτίμου. Στο Αμύνταιο της Φλώρινας, κατασκευάζεται αυτήν την περίοδο, μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από βιομάζα για τις ανάγκες του Φιλώτα. Η αποπεράτωση του έργου αναμένεται τον Ιούνιο του 2020. Τα χαρακτηριστικά της μονάδας βιομάζας που έχει σχεδιάσει η ΔΕΗ Ανανεώσιμες είναι να παράσχει 25MW ηλεκτρικής ενέργειας και 45MWth θερμότητας.

Η τροφοδοσία της μονάδας αυτής θα γίνεται κατά 50 % από φορείς της ευρύτερης κοινωνίας της Δυτικής Μακεδονίας. Το εργοστάσιο βρίσκεται σε αρκετά κοντινή απόσταση από τις εγκαταστάσεις του οινοποιείου, με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιείται το κόστος μεταφοράς της βιομάζας στη μονάδα της ΔΕΗ.

Σύμφωνα με μελέτες της Ε.Ε. 1 kg βιομάζας παράγει 5 kwh ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό που προτείνεται είναι η παράδοση της παραγόμενης βιομάζας στη μονάδα της ΔΕΗ, και ο συμψηφισμός της παραγόμενης και της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. [Ε.Σ.Π.Α. , 2014-2020]

Σύμφωνα με τη Διοίκηση του οινοποιείου η παραγωγή βιομάζας στη φετινή χρήση (δεν υπάρχουν δεδομένα για άλλες χρονιές) προσεγγίζει τον ένα τόνο. Αυτό συνεπάγεται παραγωγή 5000 kwh και αντίστοιχη μείωση του κόστους της χρησιμοποιούμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Το ποσό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα επιμεριστεί ισόποσο σε όλους τους λογαριασμούς της ΔΕΗ για να μειωθεί το πληρωτέο ποσό.

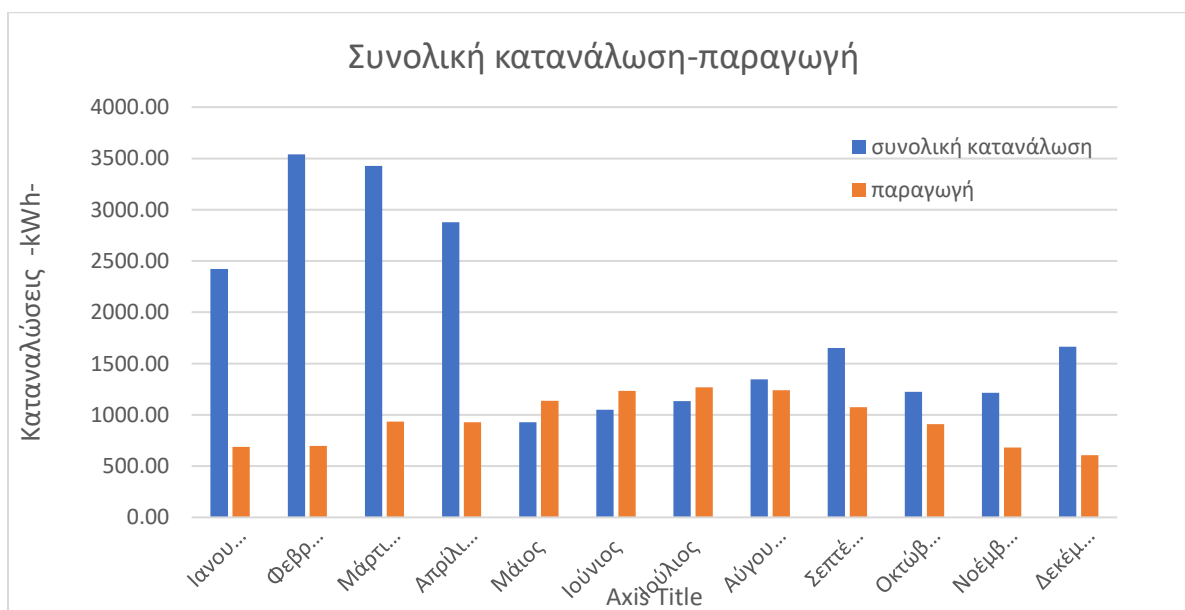
6.3 Αντικατάσταση ψύκτη

Όπως αναφέρθηκε και στο τρίτο κεφάλαιο η αντικατάσταση του ψύκτη που χρησιμοποιείται για την ψύξη των δεξαμενών ζύμωσης είναι επιβεβλημένη. Είναι ένας ψύκτης αρκετά παλαιάς τεχνολογίας, ιδιαίτερα ενεργοβόρος και επίσης η ισχύς του είναι αρκετά μεγαλύτερη από αυτήν που χρειάζεται για την συγκεκριμένη διαδικασία με αποτέλεσμα την άσκοπη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τους παραπάνω λόγους έγινε μια έρευνα για τον εντοπισμό μια οικονομικά προσιτής λύσης η οποία όμως να αποδώσει το μέγιστο όφελος στον ιδιοκτήτη. Προτείνεται, λοιπόν, η αγορά ψύκτη της εταιρίας **Technibel**, μοντέλο PEF 32 με ισχύ 32 kW και βαθμό απόδοσης λίγο πάνω από 3. Η εξοικονόμηση ενέργειας από την αντικατάσταση του ψύκτη παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Ο υπολογισμός έχει βασιστεί στο μοντέλο που αναπτύχθηκε για τη διεργασία του ψύκτη στην ενότητα 5.1.1.

Μήνες	Ενέργεια με νέο ψύκτη (kWh)	Ενέργεια με παλιό ψύκτη (kWh)	Μείωση ενέργειας (kWh)
Αύγουστος	358.4	714.7636	356.6
Σεπτέμβριος	896	1786.909	891
Οκτώβριος	896	1786.909	891
Νοέμβριος	896	1786.909	891
Δεκέμβριος	716.8	1429.527	712
Σύνολο			3741

Πίνακας 6.3 Εξοικονόμηση ενέργειας από αντικατάσταση ψύξη



Διάγραμμα 6.2 Κατανάλωση με νέο συμπιεστή και παραγωγή φ/β.

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται η νέα καταναλισκόμενη ενέργεια που προβλέπεται μέσα από το μοντέλο. Γίνεται, λοιπόν, σαφές η εξοικονόμηση ενέργειας που συντελείται με την αντικατάσταση του ψύκτη. Μέσα από την οικονομική μελέτη που ακολουθεί θα διαπιστωθεί και το όφελος που έχουν όλες οι παραπάνω ενέργειες.

6.4 Οικονομοτεχνική μελέτη

Κατά τη διάρκεια μελέτης της παρούσας εργασίας έγιναν προτάσεις για την μείωση του κόστους ενέργειας και του αποτυπώματος που έχει το οינוποιείο στο περιβάλλον. Οι προτάσεις εστίασαν τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στην παραγωγή καθαρής ενέργειας από Α.Π.Ε.

Μήνες	Συνολική κατανάλωση με παλιό ψύκτη(kWh)	Συνολική κατανάλωση με νέο ψύκτη (kWh)	Παραγωγή από φ/β (kWh)	Παραγωγή από βιομάζα (kWh)	Νέα ζήτηση για ενέργεια (kWh)
Ιανουάριος	2422.92	2422.92	687.62	416.67	1318.62
Φεβρουάριος	3538.57	3538.57	697.91	416.67	2423.99
Μάρτιος	3426.02	3426.02	934.12	416.67	2075.24
Απρίλιος	2876.79	2876.79	928.93	416.67	1531.20
Μάιος	928.48	928.48	1135.42	416.67	-623.60
Ιούνιος	1050.58	1050.58	1233.59	416.67	-599.68
Ιούλιος	1134.98	1134.98	1266.79	416.67	-548.48
Αύγουστος	1701.71	1345.35	1240.55	416.67	-311.88
Σεπτέμβριος	2541.01	1650.10	1075.10	416.67	158.34
Οκτώβριος	2115.21	1224.30	908.09	416.67	-100.45
Νοέμβριος	2106.84	1215.93	680.30	416.67	118.96
Δεκέμβριος	2377.30	1664.58	605.06	416.67	642.85
Σύνολο	26220.42	22478.60	11393.48	5000.00	6085.12

Πίνακας 6.4 Πίνακας με τις τελικές καταναλώσεις

Στον πίνακα 6.4 παρουσιάζονται οι μηνιαίες καταναλώσεις με παλιό και νέο ψύκτη, η παραγωγή από φ/β και βιομάζα. Επίσης παρουσιάζεται η τελική ζήτηση ενέργειας μετά την υλοποίηση των προτάσεων. Τέλος στην τελευταία σειρά του πίνακα υπάρχει και το ετήσιο ποσό ενέργειας για όλες τις προαναφερθείσες μορφές.

Το κόστος της φ/β συστοιχίας διαμορφώνεται από το κόστος της εγκατάστασης των φ/β πάνελ. Αυτό είναι 300 €/m². Η συνολική αρχική επένδυση πλησιάζει τις 15,000 €.

Το κόστος του ψύκτη μαζί με την μεταφορά και την εγκατάσταση είναι κοντά στις 10000 €.

Το συνολικό αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται για την επένδυση είναι 25,000 €.

Το συνολικό κόστος πριν τις προτεινόμενες παρεμβάσεις είναι 9748 € που προκύπτουν από τους λογαριασμούς της ΔΕΗ. Μια αναγωγή στην καταναλισκόμενη ενέργεια θα δώσει τις πραγματικές χρεώσεις ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι προκύπτει ότι η kWh κοστίζει 0.375 €

Το ετήσιο κόστος μετά τις παρεμβάσεις είναι 2281 €.

Το ετήσιο όφελος 7466 €

Ο χρόνος απόσβεσης θα προκύψει από τον λόγο ανάμεσα στο ύψος της αρχικής επένδυσης και του ετήσιου οικονομικού οφέλους. Ο χρόνος απόσβεσης λοιπόν είναι 3.5 χρόνια

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη των παραμέτρων εσωκλίματος σε όλους τους χώρους του οινοποιείου και η διερεύνηση για την επίτευξη των ορίων που προτείνει η TOTTE-1 των συνθηκών άνεσης με την αξιολόγηση των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε όλους τους χώρους του οινοποιείου για αρκετούς μήνες.

Μετά από πολύμηνες μετρήσεις της θερμοκρασίας και ύστερα από την σχετική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών διαπιστώθηκε ότι στους περισσότερους χώρους ικανοποιούνται οι συνθήκες άνεσης και οι στόχοι που έχει θέσει η εταιρία για τους αποθηκευτικούς χώρους. Ο χώρος του ισογείου αποτελεί την μοναδική εξαίρεση όπου η θερμοκρασία κατά την συγκεκριμένη περίοδο βρισκόταν αρκετά σκαλοπάτια χαμηλότερα από τα επιθυμητά.

Από την μεριά της υγρασίας, τα όρια του 40-70 % που προτείνονται από την τεχνική οδηγία επιτυγχάνονται σε όλους τους χώρους εργασίας. Θα περίμενε κανείς οι συγκεκριμένες μετρήσεις να βρίσκονται σε αρκετά υψηλότερα επίπεδα εξαιτίας της μικρής απόστασης ανάμεσα στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου και της λίμνη Βεγορίτιδα και του υγρού κλίματος που επικρατεί στην συγκεκριμένη περιοχή.

Σε επίπεδο CO₂ τα αποτελέσματα των μετρήσεων δεν ήταν τα αναμενόμενα σε όλους τους χώρους. Στο γραφείο είναι αρκετά υψηλά τα επίπεδα του CO₂ και οφείλονται κατά κύριο λόγο στον ανθρώπινο παράγοντα. Με τον κατάλληλο αερισμό ενδέχεται οι υψηλές συγκεντρώσεις να μειωθούν και να υπάρξει αισθητή διαφορά. Στους αποθηκευτικούς χώρους θα περίμενε να δει κανείς υψηλότερα επίπεδα εξαιτίας της ζύμωσης η οποία πραγματοποιείται μέσα στις φιάλες και στην έκλυση CO₂ που αυτή συνεπάγεται.

Ένα άλλο μεγάλο σκέλος της παρούσας εργασίας ήταν η κατανόηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του οινοποιείου. Μέσα από τις συναντήσεις που πραγματοποιούνταν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης έγινε κατανοητή η ακολουθούμενη διαδικασία οινοποίησης. Από τις πραγματικές καταναλώσεις παρατηρήθηκε μια εποχικότητα στην κατανάλωση ενέργειας. Η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας την περίοδο Σεπτέμβριος- Απρίλιος οφείλεται στην κορύφωση των εργασιών για την οινοπαραγωγή και τα ιδιαίτερα ενεργοβόρα συστήματα που χρησιμοποιούνται.

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε με τις παραμέτρους που αναλύθηκαν στο πέμπτο κεφάλαιο απέδωσε αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η μηνιαία απόκλιση που προκύπτει από τα αποτελέσματα του μοντέλου είναι αρκετά μικρή με εξαίρεση τους μήνες, Αύγουστο, Νοέμβριο και Μάιο στους οποίους η διαφορά βρίσκεται στα επίπεδα του 30 %.

Το τελευταίο κομμάτι της διπλωματικής ήταν η αξιοποίηση των Α.Π.Ε. για την μείωση του συνολικού ενεργειακού κόστους και του αποτυπώματος που αυτό έχει στο περιβάλλον. Σε έναν κόσμο ο οποίος βρίσκεται σε περιβαλλοντική κρίση αυτό το τελευταίο κομμάτι είναι και το πιο σημαντικό.

Η αντικατάσταση του ενεργοβόρου και παλαιάς τεχνολογίας ψύκτη με έναν σύγχρονο και με υψηλό βαθμό απόδοσης ψύκτη έδειξε ότι η μείωση για ζήτηση ενέργειας προσεγγίζει τα επίπεδα του 15%. Είναι ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό μείωσης της ενέργειας συναρτήσει της οικονομικής επένδυσης που χρειάζεται.

Η τοποθέτηση Φ/Β συστοιχίας στις εγκαταστάσεις του οινοποιείου με ένα όχι και τόσο μεγάλο αρχικό ποσό επένδυσης μπορεί να καλύψει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης ικανοποιώντας τους

στόχους της εταιρίας τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά. Το ποσοστό συνεισφοράς των Φ/Β στην ενέργεια μετά την αντικατάσταση του ψύκτη ανέρχεται στα επίπεδα του 51%. Μια άλλη μεγάλη τομή ήταν η αξιοποίηση της παραγόμενης από φυτικά υπολείμματα βιομάζας σε εργοστάσιο κοντινής απόστασης και ο συμψηφισμός της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με την καταναλισκόμενη.

Τέλος, η οικονομοτεχνική μελέτη έδειξε έναν αρκετά ικανοποιητικό χρόνο απόσβεσης και πιο συγκεκριμένα 3.6 χρόνια. Το αποτέλεσμα αυτό θα ήταν ακόμα μικρότερο αν μπορούσε να μετρηθεί η εξοικονόμηση της έκλυσης CO₂ και η αντιστοίχιση του σε οικονομικό όφελος που πραγματοποιείται εξαιτίας αυτών των παρεμβάσεων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ANSI/ASHRAE, «ANSI/ASHRAE Standard 62-2001, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality»
- Antonio Molino, Simeone Chianese and Dino Musmarrab « Review Biomass gasification technology: The state of the art overview», Journal of Energy Chemistry, 2016
- CEN, “EN 13779:2007 – Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems” 2007
- Buratti C., Ricciardi P., “Adaptive analysis of thermal comfort in university classrooms: Correlation between experimental data and mathematical models”, 2009
- Duffie J.A., Beckman W.A., “ Solar Engineering of Thermal Processes, Fourth Edition” , 2013
- ELOT. ELOT EN ISO E2 « Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling», 2009
- Jia T., Dai J. and Wang R., “Refining energy sources in winemaking industry by using solar energy as alternatives for fossil fuels: A review and perspective”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018
- Sansaniwala S.K., Pala K., Rosenb M.A., Tyagia S.K., « Recent advances in the development of biomass gasification technology: A comprehensive review», 2017
- Speight J. G., «Chemical and Process Design Handbook», McGraw-Hill, 2002
- Sun Jidong, «D-Limonene: safety and clinical applications», 2007
- Sieber W.K., Petersen M.R., Stayner L.T., Malkin R., Mendell M. J., Wallingford K.M., Wilcox T.G., Crandall M.S. and Reed L., “Characteristic and occupant health”, ASHRAE, 1993
- Wu W., Kawamoto K., Kuramochi H., “Hydrogen-rich synthesis gas production from waste wood via gasification and reforming technology for fuel cell application”, 2006
- Αντωνιάδου Π., Παπαδόπουλος Α., «Occupants’ thermal comfort: State of the art and the prospects of personalized assessment in office buildings», Energy and buildings, 2017.
- Ασημακόπουλος Δ., «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», εκδόσεις Σοφία, 2015
- Εγκυκλοπαίδεια «Νέα Δομή», Εκδόσεις: ΔΟΜΗ, Αθήνα, 1996.
- Πανάρας Γ., Αφεντουλίδης Α., Ενεργειακή αναβάθμιση και ορθολογική διαχείριση περιβαλλοντικών πόρων αθλητικών κέντρων Δήμου Κοζάνης, Κοζάνη, Σεπτέμβριος 2016.
- Πανάρας Γ., σημειώσεις μαθήματος «Ενεργειακός Σχεδιασμός Κτιρίων II», Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Κοζάνη, 2018.
- Πανάρας Γ., σημειώσεις μαθήματος «Ενεργειακός Σχεδιασμός Κτιρίων I», Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Κοζάνη, 2017.
- Πανάρας Γ., σημειώσεις μαθήματος «Θέρμανση, Ψύξη και Κλιματισμός », Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Κοζάνη, 2017.
- Παπαγεωργίου Β.Π., «Εφαρμοσμένη Οργανική Χημεία: Κυκλικές Ενώσεις», Εκδόσεις Παρατηρητής, 1986

Σκουλού Ν. και Ζαμπανιώτου Α., «ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ»

Σουλιώτης Ε., σημειώσεις μαθήματος «Ηλιακή τεχνική», 2018

ΤΕΕ, ΤΟΤΕΕ 20701-1 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και την έκδοση ΠΕΑ», 2010

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, ΤΟΤΕΕ 20701-1 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και την έκδοση ΠΕΑ», 2012.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, ΤΟΤΕΕ 20701-2 «Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμοφυσικής Επάρκειας των Κτιρίων», 2012.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, ΤΟΤΕΕ 20701-3 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών», 2012.

Τζώρτζη Ν., ηλεκτρονική έκδοση energypress, 2016

Τσακίρης Α., «Οινολογία από το σταφύλι στο κρασί», εκδόσεις ΨΥΧΑΛΟΥ, 2017

ΥΠΕΝ, « Εργαλειοθήκη Ανταγωνιστικότητας Μικρών και Πολύ Μικρών Επιχειρήσεων», 2019

Φυτίκας Μ., 2016