



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τηλ: 2610-369278, 2610-369277

E-mail: [mecH-secr@uop.gr](mailto:mecH-secr@uop.gr)

Fax: 2610-369198

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΥΑΛΙΟΥ»



**ΦΟΙΤΗΤΕΣ : ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Α.Μ. 7116  
ΜΑΤΣΑΓΓΟΥΡΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ Α.Μ. 7170**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ**

**ΠΑΤΡΑ, 2022**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στη «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΥΑΛΙΟΥ».

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή Καλογήρου Ιωάννη, ο οποίος με την κατάλληλη καθοδήγησή του μας βοήθησε στη διεκπεραίωση αυτής της εργασίας. Επιπλέον θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας και τους φίλους μας για την υποστήριξή τους.

**Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών:** Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουν επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές

Βασιλείου Νικόλαος

Ματσαγγούρας Ευάγγελος

.....

.....

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των ενεργειακών αναγκών σε μια βιομηχανία γυαλιού καθώς και επεμβάσεις προκειμένου να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας και ενεργειακή αυτονομία. Η συγκεκριμένη βιομηχανία μελετήθηκε στο γεωγραφικό πλάτος του Ασπροπύργου. Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί μια πρώτη επαφή με το γυαλί ως υλικό. Αναλυτικότερα γίνεται λόγος για την παραγωγή, τα γνωρίσματα και τις ιδιότητες του, τις κατηγορίες που διακρίνεται και την εφαρμογή που βρίσκει κάθε τύπος του. Αναφέρονται, επίσης, οι διάφορες οικοδομικές χρήσεις του ως βασική ύλη. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια λίστα με τις ηλεκτρικές απαιτήσεις της βιομηχανίας μας, ακόμη αναλύονται πλήρως τα στάδια και τα βήματα της παραγωγικής διαδικασίας της. Στο τρίτο κεφάλαιο με αξιοποίηση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, υπολογίζονται οι θερμικές και ηλεκτρικές ανάγκες που απαιτούνται για την εύρυθμη λειτουργία της βιομηχανίας. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλες οι επεμβάσεις που θα πραγματοποιηθούν. Αφετηρία αποτελεί η μελέτη για εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου με σκοπό την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων με τη μορφή ηλεκτρικού ρεύματος. Στη συνέχεια εστιάζουμε στην κάλυψη των θερμικών αναγκών μας φτάνοντας στην αντικατάστασή του τρόπου θέρμανσης ενώ στο τέλος προβάλλεται η ανάγκη αντικατάστασης των λαμπτήρων προκειμένου να πετύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας. Στο πέμπτο κεφάλαιο, αρχικά αναλύονται βασικές οικονομικές έννοιες και προκρίνονται τρόποι αξιολόγησης της επένδυσης που προτάθηκε. Υπολογίζονται και παρατίθενται όλα τα έξοδα της επένδυσης καθώς και οι χρόνοι απόσβεσης που θα χρειαστούν. Τέλος στο κεφάλαιο έξι παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα εργασία.

Λέξεις κλειδιά: εξοικονόμηση ενέργειας, φωτοβολταϊκά, αντλία θερμότητας, βιομηχανία



## **ABSTRACT**

The goal of this assignment is the study of the energy needs in a glass industry and the steps required to achieve energy autonomy. The specific industry researched in geographical space of Aspropyrgos. In first chapter, there is an introduction about glass as a material, how it's made, what is its characteristics. The categories which it is distinguished and where it's types are utilized. Lastly, it's variant utilities as construction material. In the second chapter a list of electrical demands of our industry are presented. Furthermore, the process of its production are being analysed. In the third chapter with the use of date collected thermal and electrical needs of the industry are calculated to function. Moving on to fourth chapter all actions which will be made are indicated. Starting with the research of photovoltaic facilities for electric needs. Moving further we have the cover of our thermal needs by substituting the way of heating. Lastly, we see the substitution of light bulb in order to achieve energy saving. In the fifth chapter the basic economical meanings are being explained and the means of evaluation we proposed are being given. The expenses of the investment along with time of its depreciation are calculated and presented. Lastly in the sixth chapter the conclusion which arose in the assignment are being presented.

Key Words: energy saving, photovoltaics, heat pump, industry





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	11
1. ΤΟ ΓΥΑΛΙ.....	11
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ .....	11
1.2 ΤΥΠΟΙ ΓΥΑΛΙΟΥ .....	12
1.3 ΚΑΤΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ.....	13
2 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΓΥΑΛΙΟΥ.....	15
2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ .....	15
2.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	15
2.3 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	16
2.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ.....	18
3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ .....	19
3.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ .....	19
3.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ .....	19
4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ .....	21
4.1 ΜΕΛΕΤΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	21
4.1.1 Net metering .....	21
4.1.2 Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκού συστήματος .....	21
4.1.3 Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκού συστήματος.....	22
4.2 ΕΥΡΕΥΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	22
4.2.1 Επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	24
4.2.2 Διαστάσεις εγκατάστασης.....	25
4.3 ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	26
4.3.1 Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας .....	26
4.3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αντλίας θερμότητας .....	27
4.3.3 Επιλογή αντλίας και θερμαντικών σωμάτων .....	28
4.4 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ.....	30
5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	30
5.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ .....	31
5.1.1 Κοστολόγηση ενεργειακών καταναλώσεων .....	31
5.1.2 Κοστολόγηση επένδυσης.....	32
5.1.3 Κοστολόγηση ενεργειακών καταναλώσεων μετά την επένδυση .....	33
5.1.4 Ανάλυση χρηματοροών .....	34
5.1.5 Έσοδα επένδυσης .....	35
5.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....	35
5.2.1 Μέθοδοι αξιολογήσεως επενδύσεων .....	35
5.2.2 Μέθοδος της περιόδου επανέσπραξης (payback period) .....	36
5.3 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	41
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	41
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43



## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 2.1: Κατανάλωση μηχανολογικού εξοπλισμού
- Πίνακας 4.1.: Σύγκριση λαμπτήρων
- Πίνακας 5.1: Σύνολο ηλεκτρικής κατανάλωσης
- Πίνακας 5.2: Σύνολο κατανάλωσης καύσιμου
- Πίνακας 5.3: Κόστος επένδυσης φωτοβολταϊκού συστήματος
- Πίνακας 5.4: Κόστος επένδυσης συστήματος θέρμανσης
- Πίνακας 5.5: Κόστος επένδυσης αντικατάστασης λαμπτήρων
- Πίνακας 5.6: Σύνολο ηλεκτρικής κατανάλωσης μετά την επένδυση
- Πίνακας 5.7: Σύνολο κατανάλωσης καύσιμου μετά την επένδυση
- Πίνακας 5.8: Υπολογισμός απόσβεσης
- Πίνακας 5.9: Μέθοδος περιόδου επανείσπραξης φωτοβολταϊκού συστήματος
- Πίνακας 5.10: Μέθοδος περιόδου επανείσπραξης συστήματος θέρμανσης
- Πίνακας 5.11: Μέθοδος περιόδου επανείσπραξης της όλης επένδυσης



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εξοικονόμηση ενέργειας χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε προσπάθεια επέμβασης με την οποία επιτυγχάνεται περιορισμός της άσκοπης χρήσης ενεργειακών αποθεμάτων. Ειδικότερα σήμερα που ο όγκος κατανάλωσης ενέργειας των βιομηχανιών τόσο σε θέματα παραγωγής όσο και σε θέματα θέρμανσης ανέρχεται σε μεγάλα ποσά. Για τη παραγωγή αυτής της ενέργειας φυσικά γίνεται εξαιρετικά μεγάλη κατανάλωση κυρίως σε καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, γαιάνθρακες και φυσικό αέριο. Τα παραπάνω βεβαίως είναι εξαντλήσιμα και διοχετεύουν μεγάλο όγκο καυσαερίων στην ατμόσφαιρα. Έτσι προκύπτει η ανάγκη για παραγωγή ενέργειας με τρόπους φιλικότερους προς το περιβάλλον και με μεγαλύτερο ενεργειακό απόθεμα.

Ουσιώδη λύση στο ζήτημα που προκύπτει παρέχουν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Μιλάμε πρακτικά για την εκμετάλλευση ανεξάντλητων πηγών όπως ήλιος, αέρας, ωκεανοί κλπ. Το προαναφερθέν υλοποιείται με την δυναμική είσοδο νέων τεχνολογιών στο χώρο, η ανάπτυξη των οποίων βρίσκεται διαρκώς σε εξέλιξη. Ενδεικτικά, τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες και έχουν ως στόχο την παραγωγή ενέργειας ενώ παράλληλα διασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος. Ακόμη, η χρήση αναπτυσσόμενων τεχνολογικά μηχανών που έχουν επιτύχει μικρότερο ποσοστό κατανάλωσης καύσιμης ύλης επιδρά θετικά στην μείωση της χρήσης των συμβατικών καυσίμων. Εξοικονόμηση ενέργειας, βέβαια, μπορούμε να επιτύχουμε σε διάφορους τομείς της καθημερινότητας μας, είτε μιλάμε για μια απλή αλλαγή λάμπας φτάνοντας ως την κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού πάρκου για την παραγωγή το ηλεκτρικού ρεύματος. Εν κατακλείδι, βασικός άξονας του συλλογισμού μας είναι ότι καταναλώνουμε καθημερινά πολύ περισσότερη ενέργεια από όση χρειαζόμαστε, μάλιστα αρκετές φορές χωρίς να το αντιλαμβανόμαστε. Το παραπάνω αποτελεί σαφή ένδειξη για τις υψηλές ενεργειακές ανάγκες που διαθέτει η σύγχρονη κοινωνία και κατ' επέκταση για την δομή της. Η αναζήτηση εναλλακτικών τρόπων παραγωγής ενέργειας καθώς και η στροφή σε μια φιλοσοφία εξοικονόμησης της κρίνεται επιτακτική.

## 1. ΤΟ ΓΥΑΛΙ

### 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Στην σημερινή εποχή ο πιο διαδεδομένος ορισμός για το γυαλί είναι ότι αποτελεί ένα ανόργανο προϊόν τήξης που ψύχθηκε απότομα, ώστε να μην προλάβει να κρυσταλλωθεί.

Το γυαλί δεν παρουσιάζει κρυσταλλική δομή και πρόκειται για ένα στερεό, άμορφο υλικό. Είναι ημιδιάφανο ή διάφανο, εύθραυστο, άκαμπτο και σκληρό. Λόγω της μη κρυσταλλικότητάς του, ο όρος «ύαλος» (γυαλί) ή «υαλώδης» έχει επεκταθεί περικλείοντας πολλά άμορφα στερεά. Ως υλικό είναι αδρανές και έχει την δυνατότητα

να ανακυκλωθεί πλήρως. Το γεγονός αυτό, το καθιστά ιδανικό για χρήση σε συσκευασίες αποθήκευσης τροφίμων και ποτών.

Το γυαλί παρασκευάζεται με σύντηξη χαλαζιακής άμμου, ενός ή περισσότερων συλλιπασμάτων και ενός ή περισσότερων σταθεροποιητών. Η χρήση σταθεροποιητή είναι απαραίτητη, γιατί χωρίς αυτόν το γυαλί γίνεται εύθρυπτο και αχρηστεύεται από το νερό. Για την κατασκευή του κοινού γυαλιού πλέον χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ένα μίγμα με μεγάλο ποσοστό διοξείδιο του πυριτίου ένα ποσοστό σόδας ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) ή οξειδίου του καλίου ( $\text{K}_2\text{O}$ ) (συλλιπάσματα) και τέλος ένα ελάχιστο ποσοστό είτε ασβέστη ( $\text{CaO}$ ) είτε οξειδίου του αργιλίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) είτε ανθρακικού μαγνησίου ( $\text{MgCO}_3$ ) (σταθεροποιητές).

Το γυαλί, αφού παρασκευαστεί ως πρώτη ύλη, μπορεί να λάβει το επιθυμητό σχήμα με τρεις διαφορετικούς τρόπους: με εμφύσηση, με τη βοήθεια καλουπιών ή με συσκευές που δημιουργούν φύλλα γυαλιού.

Γυαλί	Σύνθεση %							
	$\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{PbO}$	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Χαλαζα	99,5	-	-	-	-	-	-	-
98% $\text{SiO}_2$	96,3	<0,2	<0,2	-	-	-	2,9	0,4
Ασβεστούχου νατρίου πλάκες για	71-73	12-14	-	10-12	1-4	-	-	0,5- 1,5
Μολύβδου	63	7,6	6	0,3	0,2	21	0,2	0,6
Με ποσοστό μελόμελ μολύβδου	35	-	7,2	-	58	58	-	-
Βοριοπυριτικό (PYREX)	80,5	3,8	0,4	-	-	-	12,9	2
Άλουμινικό πυριτικό	57	1	-	5,5	12	-	4	20,5

**Σχήμα 1.1:** Σύσταση γυαλιού

## 1.2 ΤΥΠΟΙ ΓΥΑΛΙΟΥ

Το γυαλιά διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες τα βασικού τύπου γυαλιά και τα ειδικού τύπου γυαλιά.

Αναλυτικότερα, στα βασικού τύπου γυαλιά ανήκουν το κοινό γυαλί το οποίο κατασκευάζεται με λίπασμα οξειδίου του νατρίου και σταθεροποιητή οξειδίου του ασβεστίου και πρόκειται για γυαλί χαμηλού κόστους παραγωγής. Χρησιμοποιείται κυρίως σε απλές κατασκευές, όπως υαλοπίνακες και οικιακά σκευή. Το γυαλί μολύβδου παρασκευάζεται με αντικατάσταση του οξειδίου του νατρίου από οξείδιο του καλίου και του οξειδίου του ασβεστίου από οξείδιο του μολύβδου, η υψηλή ανθεκτικότητα και ο υψηλός δείκτης διάθλασης που διαθέτει το καθιστούν κατάλληλο για κατασκευή διακοσμητικών αντικειμένων. Στην κατηγορία αυτή, επίσης, υπάγεται το γυαλί βορίου το οποίο αποτελείται από οξείδιο του πυριτίου, οξείδιο του βορίου και μικρή ποσότητα ξιδιών των αλκαλίων. Ο συνδυασμός των παραπάνω οξειδίων κάνουν το γυαλί ιδιαίτερα ανθεκτικό στις απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές και το

καθιστούν κατάλληλο για την κατασκευή εργαστηριακών οργάνων, λαμπτήρων υψηλής απόδοσης και συσκευασιών φαρμακευτικών προϊόντων. Τέλος, στην ομάδα των βασικών γυαλιών ανήκει το υαλόνημα το οποίο αποτελεί γυαλί σε μορφή νήματος και οι χρήσεις του ποικίλουν. Ενδεικτικά, το συναντάμε ως μονωτικό υλικό, για ενίσχυση κατασκευών πλαστικού, σε ιατρικές χρήσεις κλπ.

Στα ειδικού τύπου γυαλιά συγκαταλέγεται και το γυαλί αργιλίου που περιέχει οξειδίο του αργιλίου, μικρά ποσοστά οξειδίων του βορίου και του μαγνησίου, αλλά πολύ μικρό ποσοστό οξειδίων των αλκαλίων. Λόγω της αντοχής του σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες χρησιμοποιείται σε όργανα μέτρησης θερμοκρασίας και λαμπτήρες αλογόνου. Έπειτα, συναντάται το γυαλί αλκανίων - βορίου το οποίο περιέχει οξειδίο του μολύβδου σε χαμηλό ποσοστό, οξειδίο του βαρίου και του στρόντιου. Η χρήση του περιορίζεται στην κατασκευή τηλεοράσεων και οθονών ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ακόμη, διαθέτουμε το κεραμικό γυαλί το οποίο περιέχει οξείδια του αργιλίου και του λιθίου. Εξαιτίας της θερμοανθεκτικότητας του χρησιμοποιείται σε θύρες κλιβάνων, τηλεσκόπια και τμήματα διαστημοπλοίων. Τέλος στα ειδικά γυαλιά συγκαταλέγονται τα οπτικά γυαλιά τα όποια δεν έχουν κάποια σταθερή σύσταση καθώς τα επιθυμητά αποτελέσματα για την χρήση τους βασίζονται σε ιδιότητες που επιλέγονται ή διαμορφώνονται ανάλογα με την περίπτωση. Τα συναντάμε κυρίως στην κατασκευή γυαλιών οράσεως, μικροσκοπία ακριβείας και φωτογραφικές μηχανές.

### **1.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ**

Η χρήση του γυαλιού σήμερα δεν καλύπτει μόνο τα κουφώματα ενός κτιρίου, αλλά χάρη στις μεγάλες δυνατότητες που προσφέρει η ποικιλομορφία του εισέρχεται δυναμικά στο προσκήνιο τόσο σε θέματα αρχιτεκτονικής όσο και σε θέματα διακόσμησης. Ο λόγος της αύξησης του ενδιαφέροντος των αρχιτεκτόνων και της επακόλουθης, όλο και πιο εκτεταμένης, επιλογής του υλικού είναι οι βελτιώσεις στην τεχνολογία του. Εξίσου σημαντικό το είναι γεγονός πως είναι διαφανές αλλά και ανθεκτικό απέναντι στη διάβρωση. Επιπλέον, το γυαλί μπορεί να βοηθήσει εξοικονόμηση ενέργειας ενός κτιρίου, ενισχύοντας την ενεργειακή απόδοσή του, συμβάλλοντας έτσι στη μικρότερη χρήση κλιματισμού. Χαρακτηριστικά του γυαλιού είναι η ακαμψία, η διαφάνεια, η δυνατότητα αντανάκλασης, η αντίσταση στις ατμοσφαιρικές μολύνσεις, η ευκολία συντήρησης, η μεγάλη διάρκεια ζωής και η αντοχή στις καιρικές συνθήκες. Με την κατάλληλη επιλογή τύπου γυαλιού μπορούμε να πετύχουμε θερμομονωτικά και ηχομονωτικά αποτελέσματα καθώς ακόμη και αντιπυρική προστασία. Μπορεί να είναι χρωματιστό ή διαφανές, ματ ή γυαλιστερό, να συνδυάζεται με μεταλλικά πλέγματα ή σχέδια, ενώ υπάρχουν και θερμοχρωμικά τζάμια που αλλάζουν χρώμα με τις αλλαγές της θερμοκρασίας .

Το γυαλί είναι το υλικό της αρχιτεκτονικής του 21ου αιώνα και υπάρχει σε κάθε σύγχρονο οικοδόμημα. Χρησιμοποιείται, λοιπόν, στην κατασκευή στοιχείων εσωτερικής και εξωτερικής αρχιτεκτονικής καθώς και για τη διακόσμηση, την διαρρύθμιση ή την οριοθέτηση των χώρων. Το γυαλί σε εξωτερικούς χώρους τοποθετείται σε φεγγίτες, βιτρίνες, προσόψεις , εισόδους και θόλους ακόμα και ως περίβλημα σε σύγχρονα κτίρια. Στην εσωτερική αρχιτεκτονική το συναντάμε σε

σκάλες, κουπαστές, χωρίσματα, σαν κύριο υλικό διακόσμησης στο μπάνιο και τη κουζίνα. Ακόμη συχνή είναι η χρήση του γυαλιού σε δάπεδα, σαν κύριο δομικό υλικό, στέγαστρα, πάτωμα της πισίνας νερού και κουρτίνες.



**Εικόνα 2.1:** Κατασκευή από γυαλί



## 2. ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΓΥΑΛΙΟΥ

### 2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

Το εργοστάσιο λειτουργεί σε 10ωρη βάρδια, 6 ημέρες την εβδομάδα και 340 μέρες το έτος. Η διαδικασία παράγωγης είναι καθετοποιημένη και χωρίζεται σε τρεις φάσεις. Η πρώτη αφορά την πρωτογενή κατεργασία των φύλλων γυαλιού. Στη συνέχεια, κατά τη δεύτερη φάση, πραγματοποιούνται δευτερογενείς κατεργασίες και μορφοποίηση του υλικού. Στην τρίτη φάση φτάνουμε πλέον στην λήψη της τελικής μορφής του προϊόντος, γεγονός που θα σημάνει την ολοκλήρωση της όλης διαδικασίας.

### 2.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζεται καταγεγραμμένος ο αριθμός των μηχανημάτων των δύο κτιρίων καθώς και το πλήθος τους και οι ενεργειακές τους καταναλώσεις.

**Πίνακας 2.1:** Κατανάλωση μηχανολογικού εξοπλισμού

A/A	Όνομασία Μηχανήματος	Ποσότητα	Ισχύς(kW)
1	Πάγκος κοπής Bottero (μικρός)	2	10.4
2	Πάγκος κοπής Bottero (μεγάλος)	1	11.44
3	Πάγκος κοπής Intemac	1	22.53
4	Ροντίερα Νο1	1	22
5	Ρούτερ Αλουμινίου Axion	1	0.75
6	Φαλτσοπρίνο Αλουμινίου Toskar	1	1.2
7	Πριόνι Βάσεων Emmegi	1	0.8
8	Γερανάκι Elephant	4	1.2
9	Γερανογέφυρα Elliniki Techniki	7	4.8
10	Τρυπάνι Κολώνα Αυτόματο	1	4.6
11	Ροντίερα Νο2	2	17.6
12	Τρυπάνι Κολώνα Χειροκίνητο	2	1.8
13	Μπιζουτέ Bottero 913T	1	30.4
14	Αμμοβολή Mistral	1	19
15	CNC επιδαπέδιο Master Bavel	1	20
16	CNC επιδαπέδιο Master 38.3	1	25
17	Πάγκος κοπής αλεξίσφαιρου	1	6.4
18	Ροντίερα Νο3	1	32.5
19	Cnc οριζόντιο	2	8
20	Φούρνος LandGlass	1	911
21	Πλυντήριο Μεταξάς	2	12
22	Πλυντήριο SagerTec	1	10
23	Ψυφιακή εκτύπωση Drust	1	4.6
24	Βαφείο GoldGlass	1	5.7
	Συνολική Ισχύς		1265.88

## 2.3 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### Πρώτη φάση

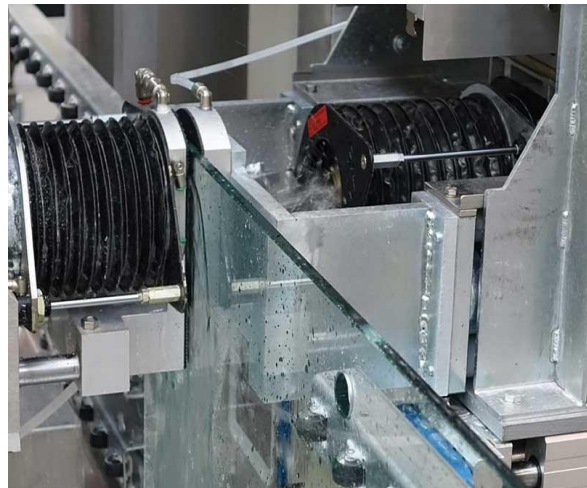
Η διαδικασία ξεκινά τοποθετώντας τα 6μετρα φύλλα γυαλιού πάνω στους πάγκους κοπής προκειμένου να δοθούν τα κατάλληλα κατασκευαστικά μεγέθη στα τεμάχια πριν προχωρήσουν στη δεύτερη φάση για περαιτέρω κατεργασίες.



**Εικόνα 2.2:** Πάγκος κοπής υαλοπινάκων

### Δεύτερη φάση

Στην συνέχεια της παραγωγικής διαδικασίας πραγματοποιούνται οι κατεργασίες διαμόρφωσης των φύλλων γυαλιού (ανάλογα το έργο). Αναφερόμαστε ουσιαστικά στις κατεργασίες διάτρησης, λείανσης, λοξότμησης, πρότερων κόπων και αμμοβολής των τεμαχίων που έχουν προηγηθεί προκειμένου να οδηγηθούμε στη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα αρχικά όλα τα τεμάχια ανεξαρτήτως τελικού αποτελέσματος λιώνονται με την χρήση μηχανών ροντέ, προκειμένου οι δύο ακμές του σκόρου του γυαλιού να μην είναι αιχμηρές. Αυτή η μέθοδος μάλιστα, έχει ως αποτέλεσμα να ενισχύεται η αντοχή του υαλοπίνακα σε ποσοστό 25%. Στην συνέχεια ακολουθούν διαδικασίες διάτρησης και εγκοπών, όπου σε μεγάλες διαστάσεις μήκους και πάχους γίνεται χρήση των κέντρων κατεργασίας CNC. Έπειτα έχουμε την επεξεργασία λοξότμησης (μπιζουτέ) κατά την οποία το τελείωμα της πλάκας τροχίζεται και λειαίνεται υπό λοξή γωνία, για να δώσει ένα καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα. Το τεμάχιο επεξεργάζεται στην επίπεδη επιφάνεια του δημιουργώντας εφέ καμπύλου ή ευθύγραμμου σχήματος στις άκρες του. Ακόμη, όπου απαιτείται γίνεται χρήση αμμοβολής στο τεμάχιο με σκοπό την δημιουργία εφέ σε διάφορα σχέδια προκειμένου να καλύψει διαφημιστικές ανάγκες ή διακοσμητικές παρουσιάσεις. Η επεξεργασία γίνεται με ρίψη άμμου και μεταλλικών στοιχείων οξειδίου του αλουμινίου, υπό πίεση πάνω στον υαλοπίνακα. Τέλος η διαδικασία ολοκληρώνεται με τον καθαρισμό τυχόν αποβλήτων της κατεργασίας σε κάθετα πλυντήρια.



**Εικόνα 2.3:** Κέντρο κατεργασίας γυαλιού

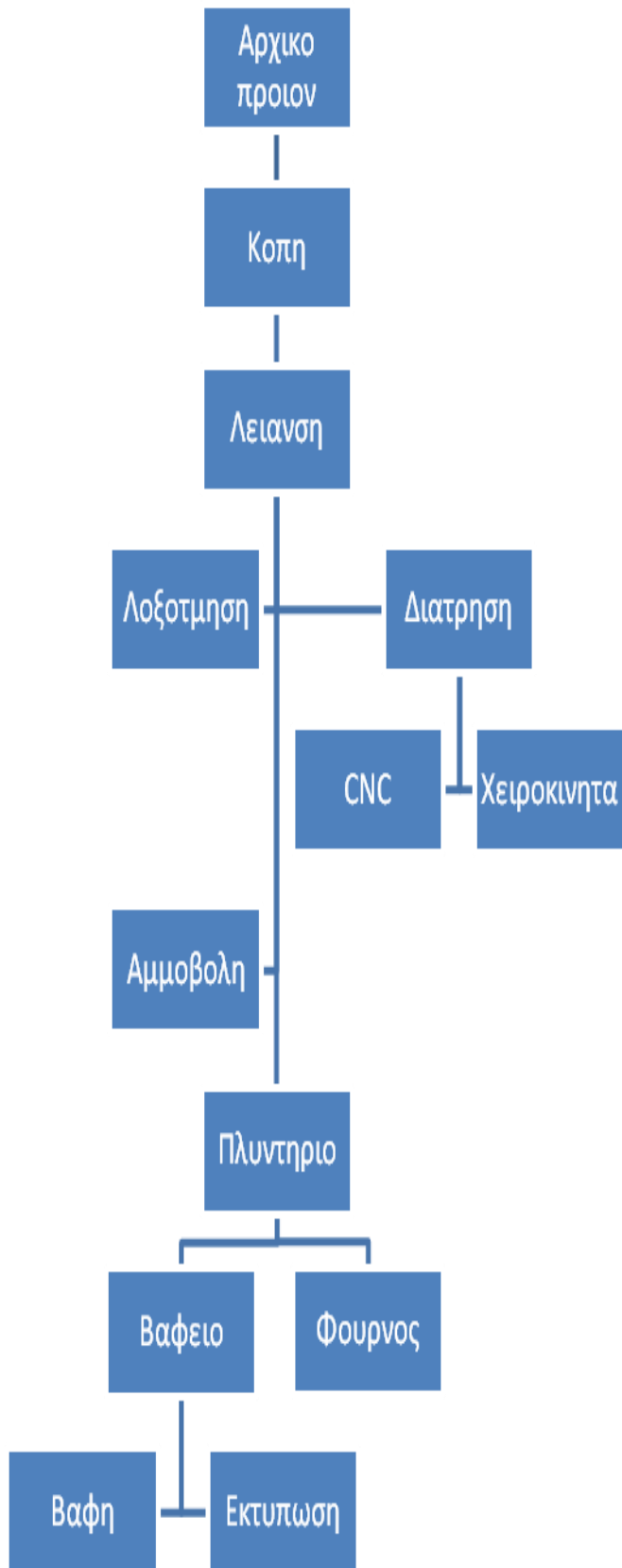
### *Τρίτη φάση*

Στο τελευταίο στάδιο της διαδικασίας έχουμε την θερμική επεξεργασία για να δώσει μεγαλύτερο βαθμό μηχανικής και θερμικής αντίστασης. Το γυαλί θερμαίνεται πρώτα σε περισσότερους από 600° C και μετά ψύχεται απότομα ή πιο αργά, και στις δύο περιπτώσεις με ακριβή και ελεγχόμενη ταχύτητα ψύξης. Αυτές οι επεξεργασίες υποβάλλουν την επιφάνεια του γυαλιού σε μόνιμη συμπιεστική τάση δίνοντας έτσι στο γυαλί ειδικά χαρακτηριστικά. Η παραπάνω διαδικασία ακολουθείται προκειμένου το τελικό προϊόν να αποτελέσει ένα γυαλί ασφάλειας. Τέλος για διαφημιστικούς σκοπούς το προϊόν μπορεί να ολοκληρωθεί είτε με την βαφή είτε με κάποια ψηφιακή εκτύπωση.



**Εικόνα 2.4:** Φούρνος θερμικής επεξεργασίας γυαλιού

## 2.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ



Σχήμα 2.2: Διάγραμμα ροής εργοστάσιου

### 3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

#### 3.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ανέρχεται στα 1265,88 kW. Χρησιμοποιώντας ως δεδομένα τον συντελεστή φορτίου 0,8 και τον συντελεστή ετεροχρονισμού 0,35 βρισκόμαστε σε θέση να υπολογίσουμε την μηνιαία απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ για την λειτουργία του εξοπλισμού.

$$E_{\eta\lambda} = P * H * \Sigma\Phi * Pm \quad (3.1)$$

Οπού:

P = ισχύς (kW)

H = χρόνος λειτουργίας (h)

$\Sigma\Phi$  = συντελεστής φορτίου

Pm = συντελεστής ετεροχρονισμού

Άρα:

$$E_{\eta\lambda} = 1265.85 * 12 * 0.8 * 0.35 = 4253.4 * 24 = 10278.2kWh$$

#### 3.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η υπάρχουσα εγκατάσταση θερμαίνεται με λέβητα ο οποίος έχει θερμική ισχύ 180000 kcal/h. Η απαιτούμενη ενέργεια θα προκύψει από την παρακάτω σχέση:

Eh= Θερμικές απαιτήσεις (kWh)

Q = σύνολο θερμικών απωλειών (kW)

BHΘ = βαθμοήμερες θέρμανσης

$\eta_{leb}$  = βαθμός απόδοσης του λέβητα

$\Delta T$  = η διαφορά θερμοκρασίας (°C)

$$Eh = (24 * Q * BH\Theta) / (\eta_{leb} * \Delta T) \quad (3.2)$$

Επομένως:

$$Eh = (24 * 206.5 * 1186) / (0.85 * 20) = 345754kWh$$

Τέλος με βάση την απαιτούμενη ενέργεια και την θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου βρίσκουμε τα απαιτούμενα λίτρα καύσιμου που χρειαζόμαστε για την θέρμανση σε ετησία βάση.

$H_o$  = θερμογόνος δύναμη πετρελαίου(kWh)

$$\text{Απαιτήσεις} = E_h / H_o \quad (3.3)$$

Άρα :

$$\text{Απαιτήσεις} = 3516.14 / 10.3 = 33568t / y$$

## **4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

### **4.1 ΜΕΛΕΤΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Η μελέτη αφορά την κατασκευή φωτοβολταϊκής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με το πρόγραμμα αυτοπαραγωγής (NetMetering). Η εγκατάσταση θα γίνει στην οροφή βιομηχανίας επεξεργασίας γυαλιού η οποία έχει γεωγραφικές συντεταγμένες 38.062106, 23.634860 Αρχικά πρέπει να υπολογιστεί το μέγεθος του πάνελ που χρειάζεται το φωτοβολταϊκό σύστημα. Για να καταφέρουμε να υπολογίσουμε τις διαστάσεις του πάνελ είναι αναγκαίο δεδομένο η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της εγκατάστασης. Το παραπάνω αποτελεί προϋπόθεση καθώς στην χώρα μας ισχύει το σύστημα συμψηφισμού ενέργειας (Netmetering) το οποίο υπολογίζεται σε ετήσια βάση.

#### **4.1.1 Net metering**

Το σύστημα συμψηφισμού ενέργειας επιτρέπει στους καταναλωτές να παράγουν ένα μέρος ή όλη τους την ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύοντάς την στο δίκτυο. Η παραγόμενη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά πάνελ αφαιρείται από την καταναλώσιμη ενέργεια μειώνοντας έτσι το κόστος του χρήστη. Σε περίπτωση πλεονάσματος ενέργειας η ελληνική νομοθεσία δεν αποζημιώνει στον παραγωγό την ενέργεια αλλά πιστώνεται σε αυτόν για τα επόμενα τρία χρόνια .

#### **4.1.2 Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκού συστήματος**

Αναγνωρίζοντας πλέον την αναγκαιότητα της αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, επιτακτική φαντάζει η παρέμβασή μας στο χώρο της βιομηχανίας. Ο ενεργός ρόλος που αναλαμβάνει μια εταιρία μπροστά στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής επακόλουθα οδηγεί στην αναβάθμιση της εικόνας της. Τεράστιο αποτελεί και το οικονομικό όφελός της αφού η μείωση του λογαριασμού ηλεκτρικής ενέργειας αγγίζει ως και 80% με την αυτοπαραγωγή. Έτσι η εταιρία είναι προστατευμένη από τις αυξομειώσεις των τιμών του εμπορίου ενέργειας. Ακόμη πρόκειται για μια επένδυση η οποία έχει μικρό χρόνο απόσβεσης καθώς και μικρό κόστος συντήρησης. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις έχουν μεγάλο χρόνο ζωής και μπορούν να εγκατασταθούν σε ήδη υπάρχοντα κτίρια. Υπάρχει, επίσης, η δυνατότητα επέκτασης σε μελλοντικό χρόνο.

### 4.1.3 Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκού συστήματος

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι άμεσα συνδεδεμένα με τις καιρικές συνθήκες, οι οποίες έχουν αντίκτυπο στην παράγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Κύριο πρόβλημα αποτελεί, συνεπώς, η απουσία ηλιοφάνειας κατά τις υπολογισμένες μέρες της μελέτης. Το υψηλό κόστος αγοράς τους μπορεί να λειτουργήσει ως ένας ακόμη αποτρεπτικός παράγοντας.

## 4.2 ΕΥΡΕΥΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Για τον υπολογισμό της ισχύος της εγκατάστασης μας προκειμένου να πετύχουμε την πλήρη ενεργειακή κάλυψη της μονάδας μας θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα PVGIS. Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα του προγράμματος καθώς και ο τρόπος λειτουργίας του.

The screenshot displays the PVGIS web application interface. On the left, a map shows a yellow highlighted area and a blue location pin. The right panel is titled "PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV" and contains various configuration options. The "GRID CONNECTED" section is active. The "TRACKING PV" section has "Solar radiation database" set to "PVGIS-SARAH" and "PV technology" set to "Crystalline silicon". The "OFF-GRID" section has "Installed peak PV power [kWp]\*" and "System loss [%]\*" fields. The "MONTHLY DATA", "DAILY DATA", and "HOURLY DATA" sections have "Fixed mounting options" with "Mounting position\*" set to "Free-standing". The "TMV" section has "PV electricity price" checked, with fields for "PV system cost (your currency)", "Interest [%/year]", and "Lifetime [years]". At the bottom, there are buttons for "Visualize results", "csv", and "json".

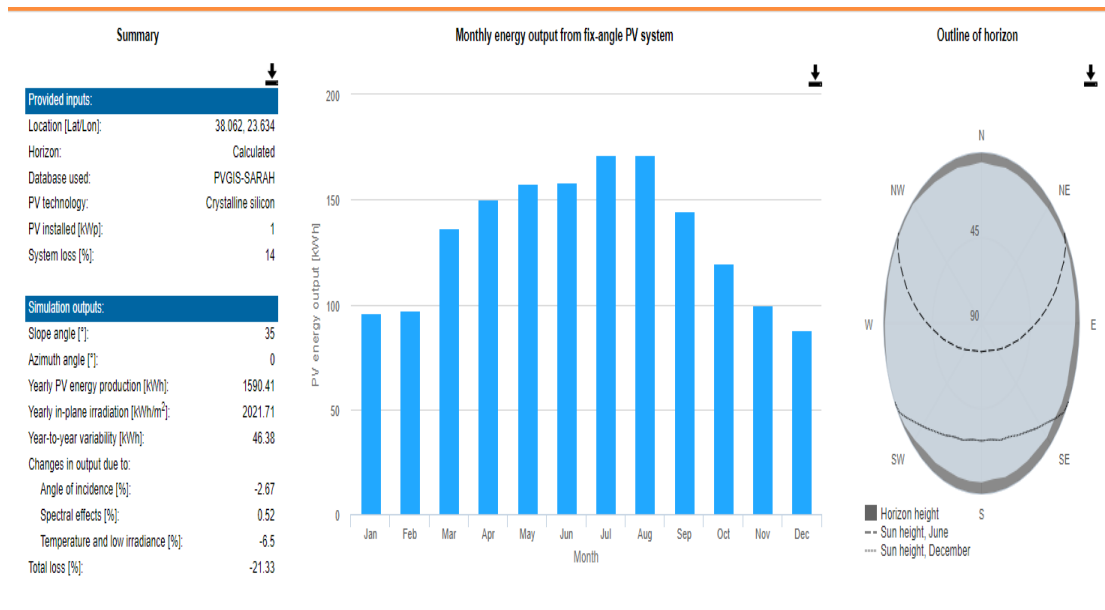
**Σχήμα 4.1:** Χρήση προγράμματος PVGIS για υπολογισμό ετήσιας παραγωγής

Το πρόγραμμα μας προσφέρει δεδομένα για την ηλιακή ακτινοβολία, τόσο σε ωριαία όσο και σε ετήσια κάλυψη με τη χρήση δορυφόρου. Επιλέγοντας, λοιπόν, ως βάση δεδομένων την Sarah, αποκτούμε πρόσβαση σε μετρήσεις για την Ευρώπη.

Τα κριτήρια που επηρεάζουν την φωτοβολταϊκή μας μονάδα παραγωγής ρεύματος είναι ακτινοβολία, η θερμοκρασία και το ηλιακό φως. Ακόμη το πρόγραμμα παρέχει τη δυνατότητα να γίνει επιλογή του τύπου του πάνελ της φωτοβολταϊκής μονάδας, οι οποίοι είναι κρυσταλλικά κύτταρα πυριτίου, CIS και CdTE. Εμείς επιλέγουμε να



χρησιμοποιήσουμε πάνελ κρυσταλλικού πυριτίου, συνεπώς, δεσμευόμαστε με μια απώλεια της τάξης του 14%. Στην συνέχεια ορίζοντας αζιμούθιο γωνία καθώς και την γωνία στην οποία θα τοποθετήσουμε τα πλαίσια μας λαμβάνουμε σαν αποτέλεσμα την ετήσια παραγωγή ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος για την περιοχή που θα στεγαστεί το πάρκο μας. Η παραγωγή αντιστοιχεί σε 1590,41 kWh/kWp.



**Σχήμα 4.2:** Υπολογισμός μηνιαίας παραγωγής ενέργειας

Τέλος προκειμένου να υπολογίσουμε την ισχύ του φωτοβολταϊκού πάρκου χεριάζεται να υπολογίσουμε την ετήσια κατανάλωση της μονάδας μας η οποία είναι ίση με 1224938.4 kWh, οπότε:

$P$  = Ισχύς φωτοβολταϊκού πάρκου (kW)  
 $P_n$  = Απαιτούμενη ισχύς (kWh)  
 $P_p$  = Παραγόμενη ισχύς (kWh/kWp)

$$P = P_n / P_p \quad (4.1)$$

$$P = (102078.2 * 12) / 1590.41 = 770.2 \text{ kW}$$

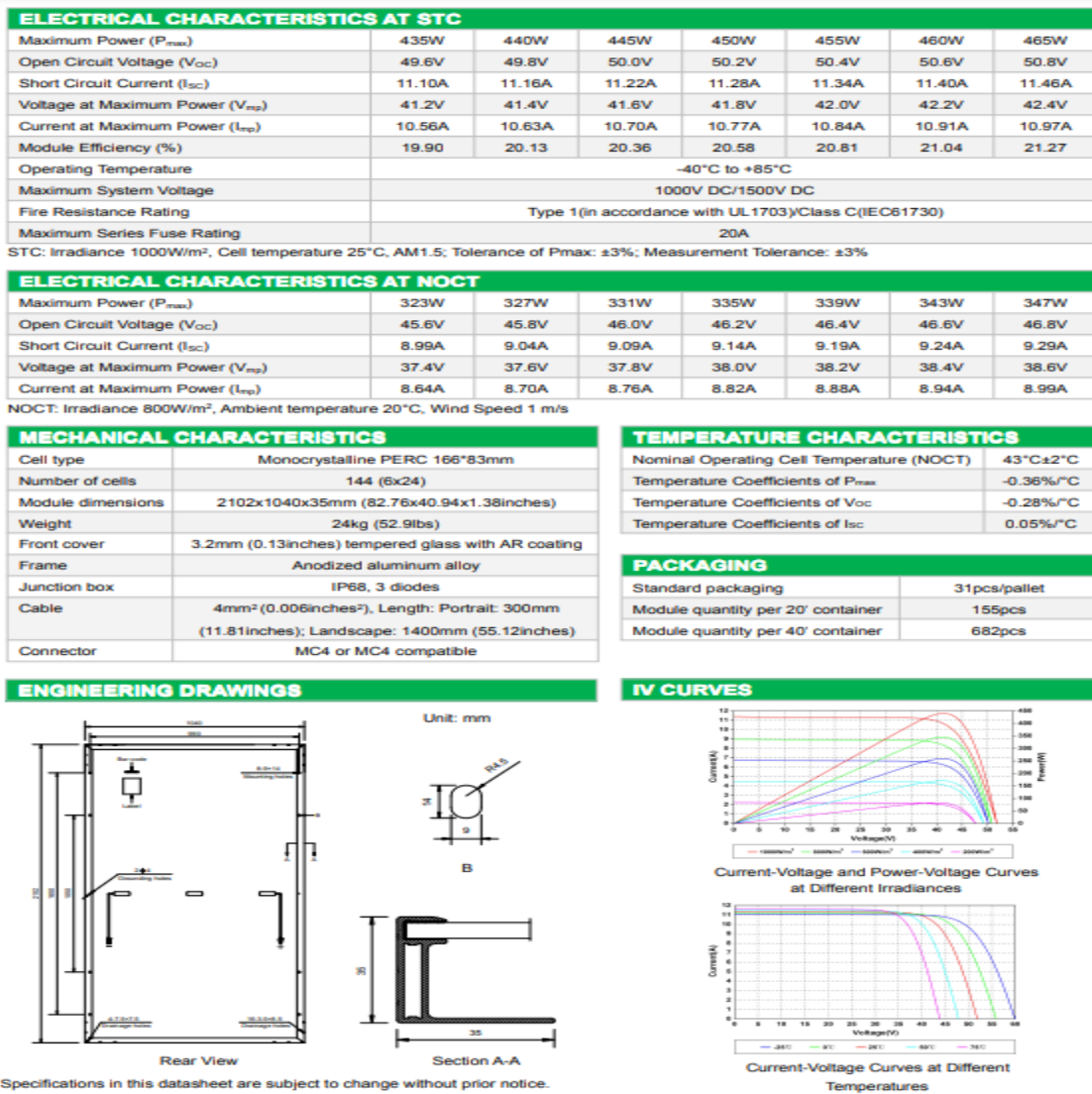
Επομένως για να καλύψουμε πλήρως τις ενεργειακές ανάγκες μας το πάρκο θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 770,2 kW.

#### 4.2.1 Επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων

Η επιλογή φωτοβολταϊκού πλαισίου αποτελεί ένα πολυσύνθετο ζήτημα. Αυτό οφείλεται τόσο στο εύρος των τεχνολογιών κατασκευής των πλαισίων όσο και στην μεγάλη πληθώρα κατασκευαστών. Αρχικά πρέπει να επιλέξουμε την τεχνολογία κατασκευής του πάνελ, αυτές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: Τεχνολογία λεπτών υμενίων -η οποία ονομάζεται έτσι επειδή το πάχος των στοιχείων είναι της τάξης των μm-, άλλες τεχνολογίες που σκοπό έχουν να γίνει λιγότερο ενεργοβόρα η παραγωγή του καθαρού πυριτίου, περιορίζοντας τις απώλειες σε ακριβό καθαρό πυρίτιο και τέλος τεχνολογία παραγωγής ημιαγώγιμων υλικών με κρυσταλλική δομή. Με βάση τα χαρακτηριστικά των παραπάνω τεχνολογιών θα καταλήξουμε στην επιλογή πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου ή πολυκρυσταλλικού καθώς ο βαθμός απόδοσης τους είναι πολύ μεγαλύτερος από των υπολοίπων.

Στη συνέχεια η επιλογή των πλαισίων πραγματοποιήθηκε κατόπιν έρευνας και σύγκρισης διαφόρων πάνελ. Πέρα από το κόστος λάβαμε υπόψη μας και παράγοντες όπως το μέγεθος του πάνελ, την ονομαστική ισχύ του, τα ονομαστικά ρεύματα κ.α. Έτσι, καταλήξαμε ότι στο φωτοβολταϊκό πάρκο για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική θα τοποθετηθούν πλαίσια μονοκρυσταλλικό πυριτίου της κατασκευαστικής εταιρίας Amerisolarg τύπου AS-6M-HC.

Τα πλαίσια διαθέτουν ονομαστική ισχύ 450Wp, διαθέτει 144 κελιά (6\*24) τα οποία έχουν διαστάσεις 166\*83 mm. Οι εξωτερικές διαστάσεις του πλαισίου είναι 2102\*1040\*35 mm και έχει βάρος 24 kg. Ακόμη η τάση λειτουργίας του είναι 50,2V, το κουτί σύνδεσης του που βρίσκεται στο πίσω μέρος αποτελείται από στεγανοποιημένα καλώδια και έχει βαθμό προστασίας IP 68.



Σχήμα 4.3: Τεχνικό φυλλάδιο φωτοβολταϊκών πάνελ

#### 4.2.2 Διαστάσεις εγκατάστασης

Για να υπολογιστεί ο αριθμός των πλαισίων που απαιτούνται για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος θα διαιρέσουμε την εγκατεστημένη ισχύ της εγκατάστασης μας με την ονομαστική ισχύ του πάνελ.

Όπου:

P<sub>max</sub>= Ονομαστική ισχύς πλαισίου (W)

P= Ισχύς φωτοβολταϊκού πάρκου (W)

N = Αριθμός πλαισίων

$$N = P/P_{max} = 770200/450 = 1712 \quad (4.1)$$

Στην συνέχεια υπολογίζοντας το εμβαδό του πλαισίου και πολλαπλασιάζοντας με τα πλαίσια που διαθέτουμε, προκύπτει η απαιτούμενη έκταση που θα καλύψουν τα πλαίσια.

Όπου :

D= εμβαδό πλαισίου (m<sup>2</sup>)  
N= αριθμός πλαισίων  
A= Έκταση (m<sup>2</sup>)

$$A = D * N = 2.186 * 1712 = 3743m^2 \quad (4.2)$$

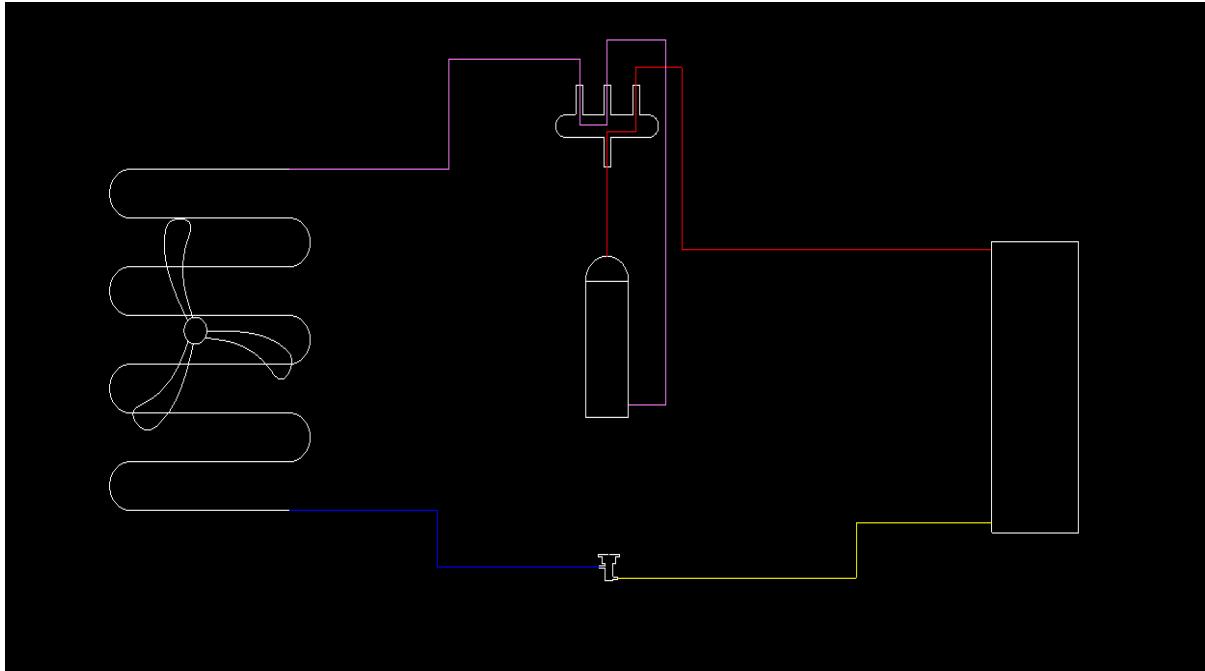
### **4.3 ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Η βιομηχανία διαθέτει μια παρακείμενη έκθεση των πρωινών της, η έκθεση έχει έκταση 900m<sup>2</sup> και θερμαίνεται από έναν λέβητα πετρελαίου. Ο λέβητας θα αντικατασταθεί με αντλία θερμότητας για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης του χώρου μας.

#### **4.3.1 Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας**

Η αντλία θερμότητας λειτουργεί με βάση την ενέργεια που υπάρχει στο περιβάλλον και πιο συγκεκριμένα στον αέρα. Για να γίνει πιο κατανοητό αυτό πρέπει να δούμε πιο διεξοδικά την αρχή λειτουργίας της αντλίας. Αρχικά, η αντλία θερμότητας αποτελείται από έναν εξωτερικό εναλλάκτη ενός ή δυο ανεμιστήρων και περιβάλλεται από στοιχειό αλουμινίου, έναν συμπιεστή που αποτελεί την καρδιά του συστήματος, μια τετραόδη βαλβίδα κατεύθυνσης, έναν εσωτερικό εναλλάκτη και τέλος την βαλβίδα εκτόνωσης. Μέσα στην αντλία θερμότητας κυκλοφορεί ψυκτικό μέσο (φρέον). Αυτό ξεκινά την διαδρομή του από τον συμπιεστή φεύγοντας με υψηλή θερμοκρασία και πίεση προς της τετραόδη βαλβίδα σε αέρια μορφή και έπειτα οδηγείται στον εσωτερικό εναλλάκτη όπου και θερμαίνει το νερό κυκλοφορίας, το φρέον καθώς χάνει μέρος της θερμότητας του μετατρέπεται σε υγρό και κατευθύνεται στην βαλβίδα εκτόνωσης, όπου εκεί μειώνεται και η πίεση του. Από αυτό το σημείο πλέον, το φρέον με χαμηλή θερμοκρασία και πίεση μεταφέρεται προς τον εξωτερικό εναλλάκτη, όπου αντλεί θερμότητα από το περιβάλλον. Καθώς η θερμοκρασία του βρίσκεται πολύ κάτω του μηδενός μπορεί να λάβει θερμότητα ακόμη και αν το περιβάλλον είναι κρύο. Εφόσον γνωρίζουμε ότι η μεταφορά θερμότητας γίνεται από την υψηλότερη προς χαμηλότερη θερμοκρασία (φρένο -70 αέρας -10) και σε συνδυασμό με την ιδιότητα του φρέον να φτάνει σε σημείο βρασμού σε χαμηλές θερμοκρασίες υπάρχει μεταφορά ενέργειας μέσω αυτού του υπέρθερμου αερίου. Τέλος το φρέον

κατευθύνεται προς την τετραόδη βαλβίδα και έπειτα στον συμπιεστή για να ξεκινήσει ο κύκλος από την αρχή.



**Σχήμα 4.4:** Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας

#### **4.3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αντλίας θερμότητας**

Στα πλεονεκτήματα της αντλίας θερμότητας μπορούν να συμπεριληφθούν η εξοικονόμηση ενέργειας, αφού μια αντλία θερμότητας προσφέρει μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης από την θέρμανση με ορυκτό καύσιμο και η περιβαλλοντική συνεισφορά καθώς δεν υπάρχει παράγωση καυσαερίων στο περιβάλλον.

Εκμεταλλευόμαστε, λοιπόν, την ανεργία του για παράγωση θέρμανσης. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας είναι ευκολία εγκατάστασης της καθώς δεν προϋποθέτει την ύπαρξη ιδιαίτερου χώρου π.χ. λεβητοστάσιο. Τέλος, το κόστος συντήρησης τους είναι αρκετά μικρό εφόσον δεν πραγματοποιείται καύση. Συνεπώς δεν χρειάζονται ετήσιες συντηρήσεις, όπως οι λέβητες ορυκτών καυσίμων. Από την άλλη το μεγάλο της μειονέκτημα είναι το αρχικό κόστος αγοράς το οποίο κυμαίνεται σε αρκετά υψηλές τιμές.

### 4.3.3 Επιλογή αντλίας και θερμαντικών σωμάτων

Ο χώρος της έκθεσης θερμαίνεται από τον λέβητα. Θα προβούμε στην αντικατάσταση του με μια αντλία θερμότητας που θα καταλήγει σε νέα θερμαντικά σώματα που θα αντικαταστήσουν τα ήδη υπάρχοντα. Η έκθεση έχει απώλειες 180000 kcal/h τα όποια αντιστοιχούν σε 210 kW, με βάση αυτό επιλεγούμε μια αντλία θερμότητας του οίκου Carrier και συγκεκριμένα το μοντέλο 30RQM 230. Στη συνέχεια με βάση το COP της αντλίας και τις απώλειες μας, υπολογίζουμε τις ανάγκες κατανάλωσης της αντλίας, οι οποίες ανέρχονται στις 74 kW. Τα υπάρχοντα θερμαντικά σώματα θα αντικατασταθούν με σώματα του οίκου Buderus και μοντέλο VC-Plan τα όποια είναι τρίστηλα σώματα θερμικής απόδοσης 10916 Kcal/h.

#### PHYSICAL DATA. SIZES 160 TO 520

30RQM				160	180	210	230	240	270	310	330	380	430	470	520
<b>Heating</b>															
<b>Standard unit Full load performances*</b>	HA1	Nominal capacity	kW	181	198	240	216	272	294	342	359	415	474	457	436
		COP	kW/kW	3,75	3,79	3,81	3,56	3,86	3,75	3,74	3,82	3,72	3,72	3,62	3,57
	HA2	Nominal capacity	kW	174	191	232	245	262	282	329	345	399	456	498	537
		COP	kW/kW	2,99	3,05	3,04	2,91	3,11	2,96	2,98	3,04	2,95	2,97	2,95	2,94
<b>Standard unit Seasonal energy efficiency**</b>	HA1	SCOP <sub>30/35°C</sub>	kWh/kWh	<b>3,20</b>	<b>3,21</b>	<b>3,23</b>	<b>3,21</b>	<b>3,20</b>	<b>3,22</b>	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>	<b>3,30</b>	<b>3,35</b>	<b>3,35</b>	<b>3,32</b>
		η <sub>s heat</sub> <sub>30/35°C</sub>	%	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>129</b>	<b>131</b>	<b>131</b>	<b>130</b>
		P <sub>rated</sub>	kW	121	134	159	169	159	194	211	231	268	305	339	356
<b>Cooling</b>															
<b>Standard unit Full load performances*</b>	CA1	Nominal capacity	kW	154	168	201	225	232	264	297	322	372	424	458	510
		EER	kW/kW	2,76	2,87	2,73	2,74	2,89	2,86	2,86	2,87	2,87	2,90	2,75	2,74
		Eurovent class		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C
<b>Standard unit Seasonal energy efficiency**</b>		SEER <sub>12/7°C</sub> Comfort low temp.	kWh/kWh	3,89	3,89	3,93	3,99	3,95	4,03	4,06	4,00	4,04	4,11	4,09	4,04
		SEPR <sub>12/7°C</sub> Process high temp.	kWh/kWh	4,40	4,31	4,41	4,12	4,64	4,77	4,72	5,09	5,03	4,86	4,78	4,58
<b>Sound levels</b>															
<b>Standard unit</b>															
Sound power level <sup>(1)</sup>		dB(A)	90	91	91	91	92	92	93	93	94	94	94	94	94
Sound pressure level at 10 m <sup>(2)</sup>		dB(A)	58	59	59	59	60	60	61	61	62	62	62	62	62
<b>Standard unit + option 15<sup>(3)</sup></b>															
Sound power level <sup>(1)</sup>		dB(A)	89	90	90	90	91	91	91	92	92	93	93	93	93
Sound pressure level at 10 m <sup>(2)</sup>		dB(A)	57	58	58	58	59	59	59	60	60	61	61	61	61
<b>Dimensions</b>															
Length		mm	2410	2410	2410	2410	3604	3604	3604	3604	4797	4797	4797	4797	
Width		mm	2322	2322	2322	2322	2322	2322	2322	2322	2322	2322	2322	2322	
Height		mm	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	
<b>Operating weight<sup>(4)</sup></b>															
Standard unit		kg	1415	1490	1618	1641	2049	2197	2318	2548	3013	3274	3286	3327	
Standard unit + option 15/15LS		kg	1497	1572	1726	1749	2157	2323	2444	2693	3175	3454	3466	3507	
Standard unit + option 15/15LS + option 116W <sup>(3)</sup>		kg	1637	1712	1878	1900	2318	2531	2662	2897	3380	3700	3748	3788	
Unit + option 15 + option 116W + Water buffer tank option		kg	2585	2656	2821	2844	3257	3471	3598	3833	4312	4643	4692	4732	
<b>Compressors</b>															
Hermetic Scroll 48,3 r/s															
Circuit A			1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4
Circuit B			2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	
No. of control stages			3	3	4	4	4	5	5	6	7	8	8	8	

Σχήμα 4.5: Τεχνικό φυλλάδιο αντλίας θερμότητας

Υπολογισμός:

- Κατανάλωσης ενέργειας αντλίας

Όπου:

$C$  = κατανάλωση ενέργειας αντλίας (kW)

$W$  = ενεργειακές απαιτήσεις = 210 (kW)

$COP = 3.56$

$$C = W / COP \quad (4.3)$$

$$C = 210 / 3.56 = 60 \text{ kW}$$

- Ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας

Όπου:

$C_d$  = ημερήσια κατανάλωση ενέργειας

$H$  = ώρες λειτουργίας

$$C_d = C * H \quad (4.4)$$

$$C_d = 60 * 8 = 480 \text{ kWh}$$

- Αριθμός σωμάτων

Όπου:

$n$  = αριθμός σωμάτων

$n_{\text{panel}}$  = θερμική απόδοση σωμάτων (kcal/h)

$Q$  = Θερμικές απαιτήσεις (kcal/h)

$$n = Q / n_{\text{panel}} \quad (4.5)$$

$$n = 180000 / 10.916 = 18$$

#### 4.4 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

Η βιομηχανία μας χρησιμοποιεί έναν μεγάλο αριθμό λαμπτήρων πυρακτώσεως για το φωτισμό της εγκατάστασης. Η χρήση των λαμπών πυρακτώσεως αποτελεί μια ξεπερασμένη μορφή φωτισμού καθώς οι λαμπτήρες αυτής της τεχνολογίας απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Το φως παράγεται με την θέρμανση ενός μεταλλικού νήματος έχοντας όμως ως αποτέλεσμα το 15% της ενέργειας να μετατρέπεται σε φως και το υπόλοιπο 85% να γίνεται θερμότητα. Ακόμη έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, ωστόσο τόσο η αντικατάσταση όσο και η συντήρησή τους έχουν χαμηλό κόστος. Θα προβούμε, έτσι, σε αντικατάσταση των ήδη υπαρχόντων λαμπτήρων με λαμπτήρες led. Οι λαμπτήρες led έχουν σαφώς μεγαλύτερο κόστος καθώς χρησιμοποιούν σύγχρονη τεχνολογία και η κατασκευή τους είναι αρκετά σύνθετη. Ωστόσο το παραπάνω αρχικό κόστος καλύπτεται σύντομα λόγω των μειωμένων εξόδων για ηλεκτρικό ρεύμα. Σε αντίθεση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, σχεδόν όλη η ενέργεια που καταναλώνουν τα led μετατρέπεται σε φως. Χρειάζονται, ακόμη, πολύ μικρή ποσότητα ρεύματος για να παράγουν φως και ο χρόνος ζωής τους είναι ασύγκριτα μεγαλύτερος. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι κύριες διαφορές των δυο λαμπτήρων.

**Πίνακας 4.1.: Σύγκριση λαμπτήρων**

	Λάμπα Πυρακτώσεως(25W)	Λάμπα LED(economic 3W)
Ισχύς λάμπας (W)	25	3
Διάρκεια ζωής λαμπάς (y)	1	25
Μέση τιμή λαμπάς (€)	0,75	25
Δαπάνες αντικατάστασης λαμπάς /έτος (€)	0,75	1
Κατανάλωση ενεργείας/έτος (€)	25	3
Δαπάνες ενεργείας/έτος (€)	5	0,6
Συνολικές δαπάνες/έτος (€)	5,75	1,6
Εκπομπές CO2/ετος (kg)	10,5	1,26



## 5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### 5.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

#### 5.1.1 Κοστολόγηση ενεργειακών καταναλώσεων

Οι ενεργειακές καταναλώσεις χωρίζονται σε δυο κλάδους, οι οποίοι προκύπτουν από την παραπάνω καταγραφή των ηλεκτρικών απαιτήσεων του μηχανολογικού εξοπλισμού του τμήματος παραγωγής. Αναφερόμαστε στον ετήσιο βαθμό και τις θερμικές απαιτήσεις, για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης για ορισμένο χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται η τιμολόγηση των ηλεκτρικών και θερμικών καταναλώσεων και η αναφορά των συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων σε περίοδο ενός έτους λειτουργίας της βιομηχανίας με βάση τις εκάστοτε τιμές της αγοράς. Από τους παρακάτω πίνακες παρατηρούμε ότι οι ετήσιες καταναλώσεις είναι ιδιαίτερα κοστοβόρες για την λειτουργία της βιομηχανίας.

**Πίνακας 5.1:** Σύνολο ηλεκτρικής κατανάλωσης

Ηλεκτρική κατανάλωση		
Τιμή kWh (€/kWh)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Κόστος ετήσιας κατανάλωσης (€)
0,16	1.224.938,40	195.990,14 €

**Πίνακας 5.2:** Σύνολο κατανάλωσης καύσιμου

Κατανάλωση καυσίμου		
Τιμή lt (€/lt)	Ετήσια κατανάλωση (lt)	Κόστος ετήσιας κατανάλωσης (€)
1,54	33.568	51.694,72 €

### 5.1.2 Κοστολόγηση επένδυσης

Όλες οι εργασίες που αφορούν την κατασκευή του φωτοβολταϊκού συστήματος Net metering και της αντικατάστασης του συστήματος θέρμανσης της έκθεσης περιγράφηκαν αναλυτικά στις προηγούμενες ενότητες. Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται και καταγράφεται το κόστος υλικών και εξαρτημάτων, καθώς και το κόστος της κάθε εργασίας που απαρτίζει το τελικό κόστος κατασκευής, όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 5.3:** Κόστος επένδυσης φωτοβολταϊκού συστήματος

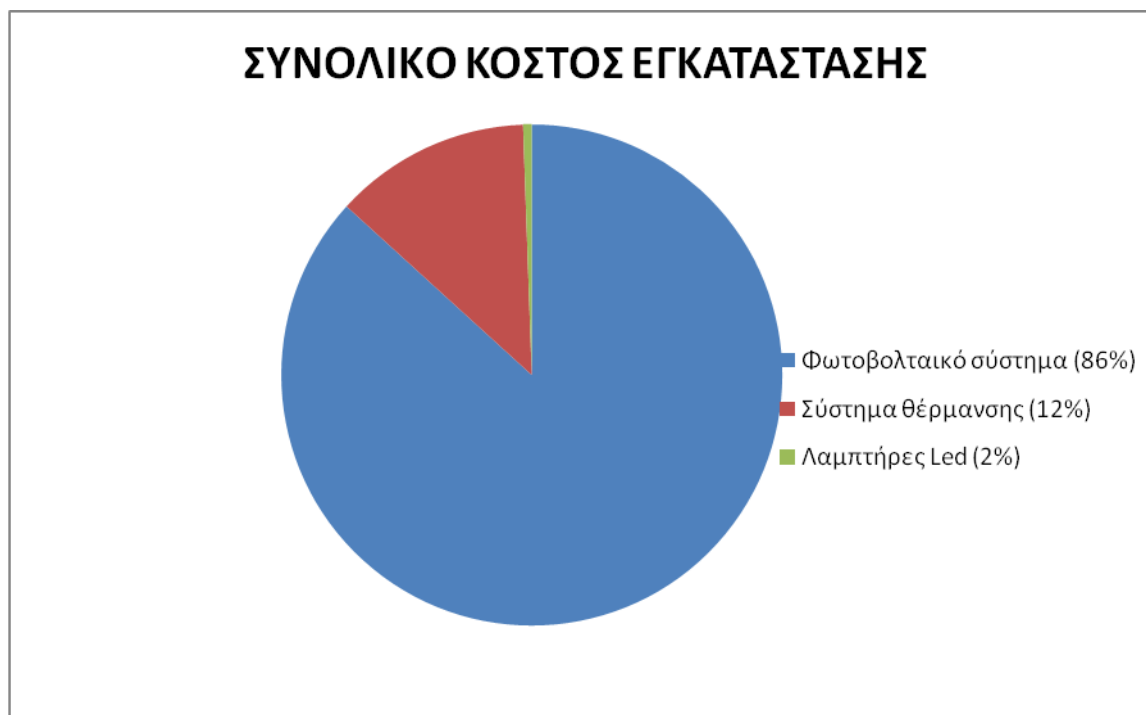
Φωτοβολταϊκό σύστημα 770,2 kW			
Περιγραφή	Τεμάχια	Τιμή	Κόστος
Πάνελ AS-6M-HC.	1712	249 €	426.288 €
Inverters	4	11.000 €	44.000 €
Βάσεις στήριξης	571	199 €	113.629 €
Υποσταθμός Μεσαίας Τάσης	1	40.000 €	40.000 €
Καλώδια AC	1	5.400 €	5.400 €
Καλώδια DC	1	10.070 €	10.070 €
Καλώδια MT	1	6.300 €	6.300 €
Πίνακες – Ηλεκτρολογικό υλικό	1	18.900 €	18.900 €
Αλεξικέραυνο	1	3.040 €	3.040 €
Εγκατάσταση – ηλεκτρολογική εργασία	1	10.000 €	10.000 €
Μεταφορικά	1	3.500 €	3.500 €
Ασφάλιστρα Έργου	1	1.120 €	1.120 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>682.247 €</b>

**Πίνακας 5.4:** Κόστος επένδυσης συστήματος θέρμανσης

Σύστημα θέρμανσης			
Περιγραφή	Τεμάχια	Τιμή	Κόστος
Αντλία θερμότητας	1	80.000 €	80.000 €
Εξαρτήματα	4	120 €	480 €
Θερμαντικά Σώματα	18	1.000 €	18.000 €
Εγκατάσταση	-	1.500 €	1.500 €
<b>Σύνολο</b>			<b>99.980 €</b>

**Πίνακας 5.5:** Κόστος επένδυσης αντικατάστασης λαμπτήρων

Λαμπτήρες			
Περιγραφή	Τεμάχια	Τιμή	Κόστος
Λαμπτήρες Led	175	25 €	4.375 €
Σύνολο			4.375 €



**Σχήμα 5.1:** Συνολικό κόστος επένδυσης της νέας εγκατάστασης

### 5.1.3 Κοστολόγηση ενεργειακών καταναλώσεων μετά την επένδυση

Οι ενεργειακές καταναλώσεις στους δυο κλάδους που έχουμε καθορίσει μετά την επένδυση προκύπτουν από την παραπάνω καταγραφή των ηλεκτρικών απαιτήσεων του μηχανολογικού εξοπλισμού του τμήματος παραγωγής και τις θερμικές ανάγκες του χώρου μας. Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιείται η τιμολόγηση των ηλεκτρικών και θερμικών καταναλώσεων και η αναφορά των συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων σε περίοδο ενός έτους λειτουργίας της βιομηχανίας με βάση τις εκάστοτε τιμές της αγοράς. Από τους παρακάτω πίνακες παρατηρούμε ότι οι ετήσιες καταναλώσεις είναι ιδιαίτερα κοστοβόρες για την λειτουργία της βιομηχανίας.

**Πίνακας 5.6:** Σύνολο ηλεκτρικής κατανάλωσης μετά την επένδυση

Ηλεκτρική κατανάλωση		
Τιμή kWh (€/kWh)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Κόστος ετήσιας κατανάλωσης (€)
0,16	1.224.938,40	0 €

**Πίνακας 5.7:** Σύνολο κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση μετά την επένδυση

Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση		
Τιμή kWh (€/kWh)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Κόστος ετήσιας κατανάλωσης (€)
0,16	79.200	12.672€

#### 5.1.4 Ανάλυση χρηματοροών

Για την σωστή αξιολόγηση μιας επενδυτικής κίνησης βασικό σημείο θεωρείται η εκτίμηση των χρηματοροών που την αφορούν. Η πρόβλεψη των χρηματοροών είναι μια διαδικασία απαιτητική και διέπεται αβεβαιότητα. Τις χρηματοροές που πραγματοποιούνται σε ένα επενδυτικό σχέδιο θα μπορούσαμε να τις διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες, τις επενδυτικές χρηματοροές και τις λειτουργικές χρηματοροές.

Οι λειτουργικές χρηματοροές δημιουργούνται κατά την λειτουργία του έργου και περιλαμβάνουν τις λειτουργικές χρηματικές εισροές και εκροές. Οι λειτουργικές χρηματικές εισροές μπορεί να αφορούν τα έσοδα από πωλήσεις ή τις εξοικονομήσεις στο κόστος λειτουργίας της επιχείρησης που μπορούν προκύψουν από μία επένδυση σε νέο εξοπλισμό ή αντικατάσταση παλιότερου με νέο. Για να προσδιοριστούν οι εισπράξεις από τις πωλήσεις χρειάζεται μια έρευνα αγοράς, ώστε να γίνει εκτίμηση της αναμενόμενης ζήτησης και της τιμής πώλησης του προϊόντος. Επιπλέον οι λειτουργικές χρηματικές εκροές περιλαμβάνουν το κόστος πρώτων υλών για την επίτευξη του προϊόντος, τις δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης της παραγωγής, ενώ οι τυχόν αποσβέσεις και οι τόκοι από δάνεια δεν συγκαταλέγονται στις χρηματικές εκροές. Σαν αποτέλεσμα η διαφορά μεταξύ των λειτουργικών χρηματικών εισροών και λειτουργικών χρηματικών εκροών μας δίνει την καθαρή χρηματοροή ανά περίοδο.

Οι επενδυτικές χρηματοροές αφορούν την πραγματοποίηση της επένδυσης, δηλαδή την κατασκευή και ολοκλήρωση του έργου και συχνά προηγούνται των λειτουργικών χρηματοροών. Ωστόσο, η διάρκεια μεταξύ της έναρξης και της λήξης της κατασκευής του έργου μπορεί να είναι σε μία ή σε περισσότερες χρονικές περιόδους. Για παράδειγμα, οι επενδυτικές χρηματοροές που μπορεί να γίνονται σε χρόνους μεταγενέστερους από την ολοκλήρωση και την έναρξη λειτουργίας του έργου μπορεί να αφορούν σε επενδύσεις με σκοπό την αντικατάσταση ενός μέρους του εξοπλισμού του έργου.

### **5.1.5 Έσοδα επένδυσης**

Για την εύρεση των εσόδων που θα εισπράττει ο επενδυτής θα θεωρηθούν έσοδα οι λειτουργικές χρηματικές εισροές που προκύπτουν από εξοικονομήσεις στο κόστος λειτουργίας της επιχείρησης. Δηλαδή 195.990,14 € από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και 39.022,72 € από την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης, άρα συνολικά θα εξοικονομούνται 235.012,86 € μετά το πέρας της περιόδου αποπληρωμής.

## **5.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ**

Με τον όρο απόδοση της επένδυσης εννοούμε την επιστροφή κεφαλαίου που επιτυγχάνεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο από μια επένδυση. Οι επενδυτικές αποφάσεις κατέχουν σημαντικό ρόλο στην ευημερία και ανάπτυξη των οικονομικών μονάδων, λόγω των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων τους σε σύνολο του οργανισμού και του ύψους κεφαλαίου που απαιτεί η υλοποίησή τους. Οι εν λόγω αποφάσεις λαμβάνονται συνήθως, βάσει αξιολόγησης των σχετικών με αυτές εναλλακτικών επιλογών. Κάθε επενδυτικό σχέδιο λοιπόν, αποτελεί πρόταση αξιολόγησης συγκεκριμένων εναλλακτικών σχετικά με πάγια στοιχεία, (ή λειτουργικά σύνολά τους), στην προοπτική σχετικής επενδυτικής απόφασης.

### **5.2.1 Μέθοδοι αξιολογήσεως επενδύσεων**

Για να προσδιορίσουν με προσοχή οι επιχειρήσεις τις χρηματοροές μιας επένδυσης πρέπει να χρησιμοποιούν συγκεκριμένους κανόνες για την λήψη μιας ορθής επενδυτικής απόφασης. Στην διαδικασία αυτή θα χρησιμοποιήσουν διάφορες μεθόδους αξιολόγησης της επένδυσης με σκοπό ένα διαιρημένο αποτέλεσμα όσο αφορά την επενδυτική κίνηση. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες είναι οι παρακάτω μέθοδοι:

1. Τη μέθοδο της περιόδου επανείσπραξης ( Payback period )
2. Τη μέθοδο του εσωτερικού βαθμού αποδόσεως (Internal rate of return)
3. Τη μέθοδο του επιτοκίου αποδόσεως επί της λογιστικής αξίας της επενδύσεως (Return on investment, ROI)
4. Τη μέθοδο της καθαρής παρούσας αξίας (Net present value)
5. Τη μέθοδο του δείκτη κερδοφορίας (Profitability index)

Οι δύο βασικοί παράγοντες αξιολόγησης που θα πρέπει να περιλαμβάνει μια μέθοδος για να θεωρηθεί ολοκληρωμένη είναι να υπολογίζει όλες τις ετήσιες καθαρές χρηματοροές κατά τη διάρκεια ζωής της επένδυσης και να λαμβάνει υπόψη την χρονική αξία των ετήσιων καθαρών χρηματοροών. Από τις παραπάνω μεθόδους, θα γίνει χρήση των δύο πρώτων στην αξιολόγηση της επένδυσης, διότι όπως είναι αναμενόμενο η κάθε μέθοδος έχει κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα.

Με κάποια από αυτά να διαδραματίζουν σημαντικό ρολό στην σωστή εκτίμηση, για αυτόν το λόγο συνήθως γίνεται χρήση περισσότερων από μία μεθόδους για στην αξιολόγηση μιας επένδυσης.

### 5.2.2 Μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης (payback period)

Η περίοδος επανείσπραξης η αλλιώς ο ορός απόσβεση που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, αναφέρεται στον χρόνο που απαιτείται προκειμένου τα συσσωρευμένα κέρδη, δηλαδή τα ακαθάριστα από αποσβέσεις, να ισοφαρίσουν το κόστος της αντίστοιχης επένδυσης. Γνωρίζοντας τον χρόνο που κάθε επένδυση θα μας αποφέρει πίσω το απαιτούμενο από αυτήν ποσό, επιλέγουμε από αυτές με το συντομότερο χρόνο επιστροφής κεφαλαίων.

Χρόνος απόσβεσης = κόστος επένδυσης / κέρδος

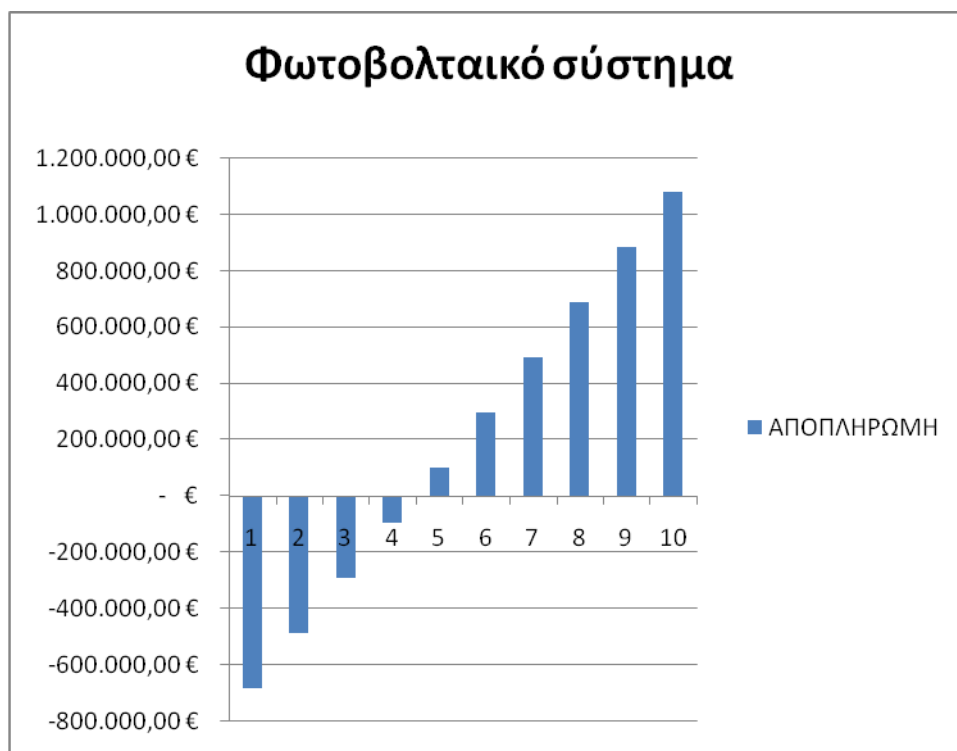
**Πινάκας 5.8:** Υπολογισμός απόσβεσης

ΑΠΟΣΒΕΣΗ	
Σύστημα	Έτη
Φωτοβολταϊκό σύστημα	3,5
Σύστημα θέρμανσης	2,6
Λαμπτήρες Led	6,0

Παρακάτω αναφέρονται τα έτη απόσβεσης και αθροιστικά τα κέρδη σε 9 έτη από την επένδυση:

**Πίνακας 5.9:** Μέθοδος περιόδου επανείσπραξης φωτοβολταϊκού συστήματος

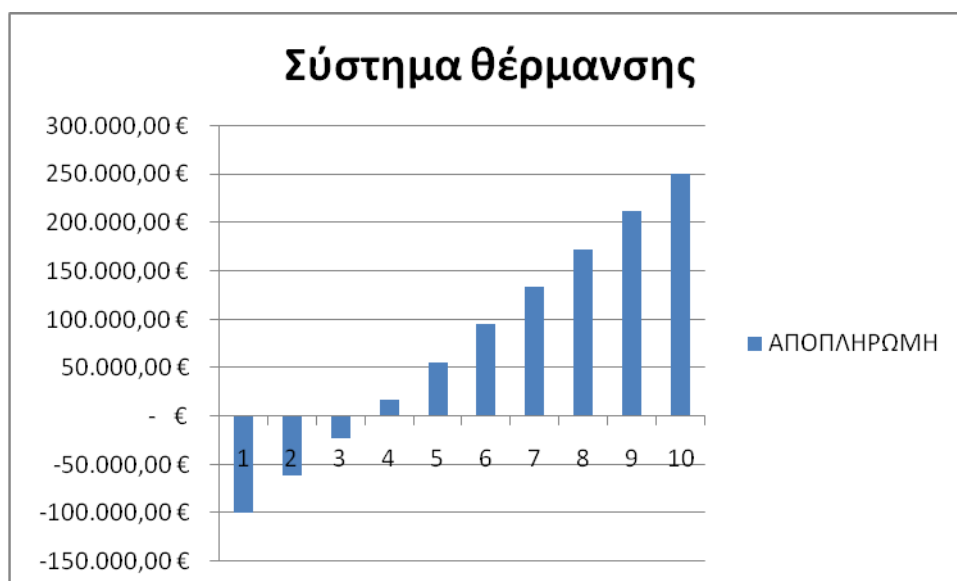
Φωτοβολταϊκό σύστημα		
ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΔΗ		
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ		ΕΤΟΣ
-	682.247,00 €	0
-	486.256,86 €	1
-	290.266,71 €	2
-	94.276,57 €	3
	101.713,58 €	4
	297.703,72 €	5
	493.693,86 €	6
	689.684,01 €	7
	885.674,15 €	8
	1.081.664,30 €	9



**Σχήμα 5.2:** Ετήσια κέρδη και περίοδος απόσβεσης φωτοβολταϊκού συστήματος

**Πίνακας 5.10:** Μέθοδος περιόδου επανείσπραξης συστήματος θέρμανσης

Σύστημα θέρμανσης		
ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΔΗ		
	ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ	ΕΤΟΣ
-	99.980,00 €	0
-	60.957,28 €	1
-	21.934,56 €	2
	17.088,16 €	3
	56.110,88 €	4
	95.133,60 €	5
	134.156,32 €	6
	173.179,04 €	7
	212.201,76 €	8
	251.224,48 €	9

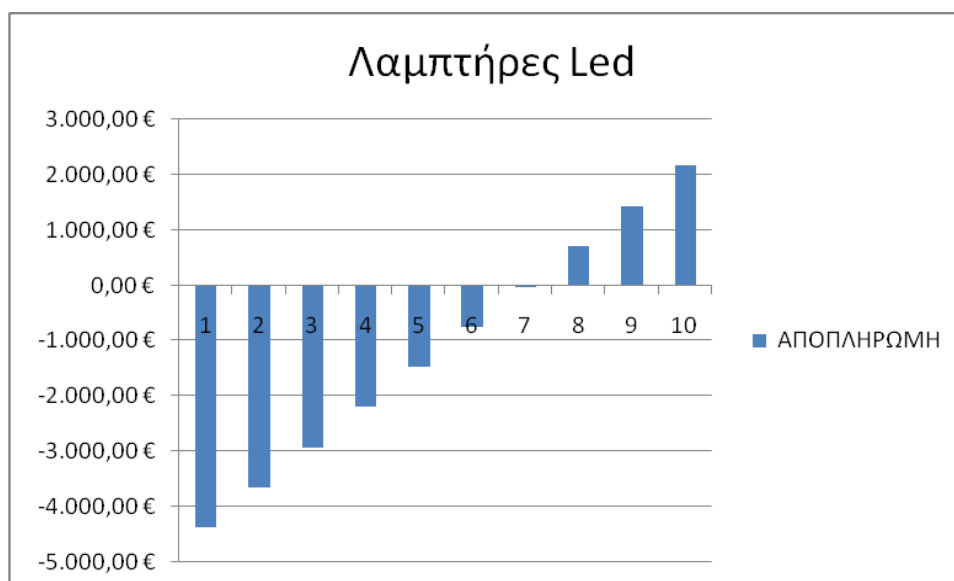


**Σχήμα 5.3:** Ετήσια κέρδη και περίοδος απόσβεσης συστήματος θέρμανσης



**Πίνακας 5.11:** Μέθοδος περιόδου επανείσπραξης λαμπτήρων Led

Λαμπτήρες Led	
ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΔΗ	
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ	ΕΤΟΣ
-4.375,00 €	0
-3.648,75 €	1
-2.922,50 €	2
-2.196,25 €	3
-1.470,00 €	4
-743,75 €	5
-17,50 €	6
708,75 €	7
1.435,00 €	8
2.161,25 €	9



**Σχήμα 5.4:** Ετήσια κέρδη και περίοδος απόσβεσης λαμπτήρων Led

**Πινάκας 5.12:** Μέθοδος περιόδου επανείσπραξης της όλης επένδυσης

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΔΗ	
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ	ΕΤΟΣ
- 786.602,00 €	0
- 550.862,89 €	1
- 315.123,77 €	2
- 79.384,66 €	3
156.354,46 €	4
392.093,57 €	5
627.832,68 €	6
863.571,80 €	7
1.099.310,91 €	8
1.335.050,03 €	9



**Σχήμα 5.5:** Ετήσια κέρδη και περίοδος απόσβεσης όλης της επένδυσης

### 5.3 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα είναι εμφανής η βιωσιμότητα του έργου παρόλο το αρχικό μεγάλο κόστος του. Με κάθε επέμβαση επιτυγχάνεται απόσβεση σε σύντομο χρονικό διάστημα ενώ εξίσου τάχιστα επέρχεται η εισροή κερδών. Τα παραπάνω στοιχεία που φανερώνουν τη δυναμική των επεμβάσεων και την επακόλουθη θετική επίδραση τους.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα τελευταία έτη που διανύουμε αναγκαία κρίνεται η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στόχος αποτελεί η άμβλυση του φαινομένου του θερμοκηπίου όσο και η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Σε κάθε περίπτωση, ωστόσο, γεννάται το ερώτημα, ποσό εφικτή είναι αυτή η στροφή.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών μας έναντι των συμβατικών καυσίμων. Συμβάλλουν καταλυτικά στην μείωση των εκπομπών ρίπων στην ατμόσφαιρα και στην ενεργειακή μας απεξάρτηση από τις εξαντλήσιμες πηγές, οι οποίες παρουσιάζουν μεταβλητό δείκτη τιμής (ορυκτά καύσιμα). Η παραπάνω μελέτη μας δίνει τη δυνατότητα να προσεγγίσουμε το ουσιώδες αυτό ζήτημα και να διαμορφώσουμε μια ευκρινέστερη εικόνα. Γίνεται, λοιπόν, έκδηλο πως μέσω της εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών και της αξιοποίησης νέων τεχνολογιών, οι οποίες έχουν ως στόχο την μέριμνα για το περιβάλλον, επιτυγχάνουμε και οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη. Μια τομή στο εύρος των παραπάνω τεχνολογιών αποτελούν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία παρουσιάστηκαν και διεξοδικότερα.

Η παρούσα μελέτη αφορά την εγκατάσταση ενός φ/β συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των 770,02 kWp, το οποίο κατατάσσει το έργο σε εκείνα της μεσαίας κλίμακας. Το τεχνικό μέρος της μελέτης απαρτίζεται από την παραγωγική διαδικασία της βιομηχανίας, της καταγραφής του εξοπλισμού, καθώς και του υπολογισμού των ενεργειακών αναγκών του. Η σημαντικότερη παράμετρος για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι μέσω του προγράμματος PVGIS, το οποίο χρησιμοποιεί την γεωγραφική θέση της εγκατάστασής μας προκειμένου να συλλέξει δεδομένα για συγκεκριμένες παραμέτρους (αζιμούθιο γωνία, κλίση πάνελ κλπ.), έγινε η επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων. Στόχο αποτέλεσε η μεγιστοποίηση της προσλαμβανόμενης ηλιακής ακτινοβολίας σε ετήσια βάση. Ακολουθώντας, για την θερμική ενέργεια πραγματοποιήθηκε μελέτη αντικατάστασης του υπάρχοντος λέβητα πετρελαίου με αντλία θερμότητας, αλλά και αντικατάσταση των παλιών θερμαντικών σωμάτων με νέα, σύγχρονα σώματα. Έπειτα επιλέγεται η αντικατάσταση των ήδη υπάρχοντων λαμπτήρων, με συγχρόνους λαμπτήρες LED για την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση των εξόδων ηλεκτρικής ενέργειας συντήρησης.

Στο τελευταίο μέρος της μελέτης εκτείνεται μια πλήρης οικονομική ανάλυση όλων των επεμβάσεων στη βιομηχανία γυαλιού, με στόχο τον καθορισμό του χρόνου απόσβεσης όσο και των μελλοντικών κερδών της βιομηχανίας σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα, από την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πάνελ. Αναμφίβολα, η δόμηση ενός στρατηγικού σχεδιασμού ενός τεχνικού έργου αποτελεί ένα σύνθετο και περίπλοκο ζήτημα. Βασική προϋπόθεση για όλα τα τεχνικά έργα υποδομής είναι αξιολόγηση των προτεινόμενων λύσεων (στην περίπτωση μας για τα φωτοβολταϊκά συστήματα) πρέπει να γίνει σε βάθος χρόνου και όχι στιγμιαία, διότι το τελευταίο μπορεί να επιφέρει την απερίσκεπτη τελική επιλογή υλικών και μεγεθών.

Ανακεφαλαιώνοντας, σύμφωνα με τις παραπάνω αναφορές οδηγούμαστε στο συμπέρασμα, ότι τα πολλαπλά οφέλη που αποκομίζουμε, εξασφαλίζουν την οικονομική βιωσιμότητα της βιομηχανίας, ακόμη και μετά από μια τέτοιου είδους κοστοβόρα επένδυση. Μέσω της παραπάνω μελέτης επιβεβαιώνεται ότι η επένδυση αυτή είναι κερδοφόρα. Διασφαλίζεται, επίσης, η προστασία του περιβάλλοντος, εφόσον είναι επιστημονικά διαπιστωμένα τα περιβαλλοντικά οφέλη της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η αξιοποίηση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας ταυτίζεται με τη μέγιστη αξιοποίηση των φυσικών πόρων. Αποτελεί έτσι, τον πιο σύγχρονο τρόπο για την αειφόρο διαχείριση του περιβάλλοντος, με τις μελλοντικές ενεργειακές τάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας να είναι πιο ελπιδοφόρες τόσο για το φύση όσο και για τον άνθρωπο.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την τωρινή κατάσταση της Ελλάδας, διαπιστώνεται ότι μέχρι και σήμερα η βιωσιμότητα των φ/β επενδύσεων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κρατική παρέμβαση. Ουσιαστικά αυτό την καθιστά και ελάχιστα επικερδή για τον επενδυτή χωρίς τα αναγκαία οικονομικά μέτρα στήριξης, συχνά υπό την μορφή επιδοτήσεων.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ, κ.ά., ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΔΥΝΑΜΙΚΟ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, σοφία, 2015.

ΕΥΘΥΜΟΓΛΟΥ Π., ΘΕΜΑΤΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ – ΤΕΥΧΟΣ Β: ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ., 1996.

ΚΑΠΛΑΝΗΣ Σ., ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, 1ΩΝ, 2003.

ΔΕΔΔΗΕ, "deddie.gr," 2022. [Online]. Available: <https://deddie.gr/Documents2/Fotovoltaika/FV%20net%20metering/%CE%A3%CF%85%CF%87%CE%BD%CE%AD%CF%82%20%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%84%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20-%20%CE%B1%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%20%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%20%CF%83%CF%85%CE%BC%CF%88%CE%B7%CF%86%CE%B9%CF%83%CE%B%CF%8C%2023.06.2017.pdf>

BIO\_05\_ΥΑΛΟΥΡΓΙΑ\_Iliopoulos\_2014.ppt, 2022. [Online]. Available: [https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/MSCI602/%CE%A5%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F%20%CE%A0%CE%91%CE%A1%CE%91%CE%94%CE%9F%CE%A3%CE%95%CE%A9%CE%9D/BIO\\_05\\_ΥΑ%CE%9B%CE%9F%CE%A5%CE%A1%CE%93%CE%99%CE%91\\_2014.pdf](https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/MSCI602/%CE%A5%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F%20%CE%A0%CE%91%CE%A1%CE%91%CE%94%CE%9F%CE%A3%CE%95%CE%A9%CE%9D/BIO_05_ΥΑ%CE%9B%CE%9F%CE%A5%CE%A1%CE%93%CE%99%CE%91_2014.pdf)

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, 2022. [Online]. Available: <https://www.rae.gr/>

ΓΥΑΛΙ, 2022, [Online]. Available: [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4923/2/02\\_chapter\\_3.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4923/2/02_chapter_3.pdf)

ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ, 2022, [Online]. Available: [https://helapco.gr/pdf/PV\\_Guide\\_Aug\\_2013.pdf?fbclid=IwAR2SuXCgMGxBqxAzTQnz9PNOy3f-hiWYoA-ra-4sqtujdtZavLsG7orcTQ](https://helapco.gr/pdf/PV_Guide_Aug_2013.pdf?fbclid=IwAR2SuXCgMGxBqxAzTQnz9PNOy3f-hiWYoA-ra-4sqtujdtZavLsG7orcTQ)

ΟΔΗΓΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΈΡΓΩΝ, 2022, [Online]. Available: [http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/fwtovoltaika\\_ergwn.pdf](http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/fwtovoltaika_ergwn.pdf)

Η ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ, 2022, [Online]. Available: <https://www.greelane.com/el/%ce%b5%cf%80%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%ae%ce%bc%ce%b7-%cf%84%ce%b5%cf%87%ce%bd%ce%bf%ce%bb%ce%bf%ce%b3%ce%af%ce%b1-%ce%bc%ce%b1%ce%b8%ce%b7%ce%bc%ce%b1%cf%84%ce%b9%ce%ba%ce%ac/%ce%b5%cf%80%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%ae%ce%bc%ce%b7/glass-composition-and-properties-608351/>

ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ, 2022, [Online]. Available: <https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/DT133/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B4%CF%8C%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD/5.%20%CE%92%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%9C%CE%AD%CE%B8%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%B9%20%CE%91%CE%BE%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82%20%CE%95%CF%80%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CF%8D%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD.pdf>

ΤΟΛΗΣ Α., ΤΟ ΓΥΑΛΙ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ , [Online]. Available: [https://www.diolkos-eng.gr/uploads/file/Technical-papers/A%20Tolis%20-%20Structural%20glass%20\(GR\).pdf](https://www.diolkos-eng.gr/uploads/file/Technical-papers/A%20Tolis%20-%20Structural%20glass%20(GR).pdf)