

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΛΕΜΕΤΑΦΟΡΑΣ
(ΤΕΛΕΦΕΡΙΚ) ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟ
ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (ΑΜ: 5329)

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΚΑΜΠΟΥΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην μελέτη, τον σχεδιασμό και τον υπολογισμό μιας εγκατάστασης τηλεμεταφοράς (τελεφερίκ) η οποία θα είναι πλήρως ρευματοδοτούμενη από αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα.

Στην αρχή μελετάται και παρουσιάζεται το τελεφερίκ ως μέσο μεταφοράς καθώς και όλες οι απαιτήσεις που πρέπει να τηρούνται για αυτού του είδους τις τεχνικές κατασκευές και έπειτα παρουσιάζονται οι αρχές λειτουργίες και τα στοιχεία εκείνα που αποτελούν ένα φωτοβολταϊκό σύστημα. Τέλος πραγματοποιείται η μελέτη, ο υπολογισμός και ο σχεδιασμός πρώτον για το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα και δεύτερον για την εγκατάσταση του τελεφερίκ με σκοπό την δημιουργία ενός τελικού, λειτουργικού και οικολογικού μηχανικού συνόλου.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γεώργιο Καμπουρίδη ο οποίος με τίμησε με την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής εργασίας ενώ ως επιβλέπων καθηγητής μου έδωσε σημαντικές συμβουλές όταν αυτό κρίθηκε αναγκαίο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά καθώς και να αφιερώσω το παρόν έργο στους γονείς μου Αλέκο και Κούλα που δίχως αυτούς τίποτα δεν θα ήταν δυνατό.

Κωνσταντίνος Μιχαλόπουλος

Μάιος 2015

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στη Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Σπουδαστής

(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην μελέτη, τον σχεδιασμό και τον υπολογισμό μιας εγκατάστασης τηλεμεταφοράς (τελεφερίκ) η οποία θα είναι πλήρως ρευματοδοτούμενη από αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα με σκοπό την δημιουργία ενός ενιαίου τεχνικού έργου το οποίο θα είναι ταυτοχρόνως και φιλικό προς το περιβάλλον.

Η ανάπτυξη του θέματος πραγματοποιείται σε τέσσερα Κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται το τελεφερίκ ως μέσο μεταφοράς, αναφέρονται τα είδη των εγκαταστάσεων τελεφερίκ και παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας του, η ιστορική εξέλιξή του, η επίδρασή του καθώς και κάποιες εγκαταστάσεις τελεφερίκ που βρίσκονται στην Ελλάδα και αποτελούν ορόσημο για τον τόπο τους.

Στο δεύτερο Κεφάλαιο αναλύονται οι βασικές απαιτήσεις των εγκαταστάσεων τελεφερίκ που αφορούν την μελέτη, τον σχεδιασμό, την κατασκευή, την θέση σε λειτουργία καθώς και την εκμεταλλευσιμότητα και συντηρησιμότητά τους όπως αυτές ορίζονται από το Προεδρικό Διάταγμα (Αριθμός 12) του 2004 και της Ευρωπαϊκής Οδηγίας (2000/9).

Στο τρίτο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων και αναλύονται όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά τα οποία αποτελούν καθοριστικό ρόλο για την σωστή και ομαλή λειτουργία τους. Επίσης επεξηγείται η έννοια του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος και αναφέρονται τα μέρη από τα οποία αποτελείται.

Στο τέταρτο και τελευταίο Κεφάλαιο της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας πραγματοποιείται η μελέτη της εγκατάστασης του τελεφερίκ το οποίο θα είναι ρευματοδοτούμενο από αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα. Η μελέτη, ουσιαστικά θα αποτελείται από δύο μέρη εκ των οποίων στο πρώτο θα υπολογιστούν όλα τα στοιχεία ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος (φωτοβολταϊκά πάνελ, συσσωρευτές, κ.α.) ενώ στο δεύτερο θα σχεδιαστούν τα βασικότερα μηχανικά μέρη μιας εγκατάστασης τελεφερίκ όπως το σύστημα σασί-θάλαμος μεταφοράς, αντίβαρο καθώς και το φρεάτιο που θα τοποθετηθούν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ		i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ		ii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ		1
1 - ΤΕΛΕΦΕΡΙΚ		
1.1	Γενικά	2
1.2	Τύποι τελεφερίκ	2
1.3	Αρχή λειτουργίας τελεφερίκ	3
1.4	Ιστορική εξέλιξη τελεφερίκ	3
1.5	Επίδραση του τελεφερίκ	4
1.6	Τελεφερίκ στην Ελλάδα	5
2 – ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΕΛΕΦΕΡΙΚ		
2.1	Γενικά	8
2.2	Σχετικές εγκαταστάσεις	8
2.3	Υποσυστήματα εγκαταστάσεων τελεφερίκ	8
2.4	Γενικές απαιτήσεις	9
2.5	Απαιτήσεις σχετικά με τις δομικές κατασκευές	11
2.6	Απαιτήσεις συρματόσχοινων και ηλεκτρομηχανολογικών διατάξεων	12
2.7	Απαιτήσεις για τα οχήματα και τα συστήματα έλξης	14
2.8	Απαιτήσεις για τον εξοπλισμό των χρηστών	15
2.9	Εκμεταλλευσιμότητα	15
2.10	Ανάλυση ασφαλείας	16
3 – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΑΥΤΟΝΟΜΟ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑ		
3.1	Γενικά	18
3.2	Φωτοβολταϊκά συστήματα	18
3.3	Αρχές λειτουργίας, τεχνολογίες φωτοβολταϊκών	19
3.4	Χαρακτηριστικά μεγέθη φωτοβολταϊκών	21
3.5	Ενεργειακή συμπεριφορά φ/β με μεταβαλλόμενες εξωτερικές συνθήκες	23
3.6	Σύνδεση φ/β στοιχείων	26
3.7	Αυτόνομο φ/β σύστημα	28
4 – ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΛΕΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (ΤΕΛΕΦΕΡΙΚ) ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ		
4.1	Γενικά	32
4.2	Υπολογισμός ισχύος ηλεκτρικού κινητήρα	33
4.3	Προσδιορισμός χρόνου λειτουργίας ηλεκτρικού κινητήρα	34
4.3.1	Υπολογισμός απαιτούμενου χρόνου για την κάλυψη της διαδρομής	34
4.3.2	Καθορισμός δρομολογίων του τελεφερίκ και του συνολικού χρόνου λειτουργίας του ηλεκτρικού κινητήρα	34
4.4	Υπολογισμός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος	35
4.4.1	Προσδιορισμός ηλεκτρικών καταναλώσεων	35
4.4.2	Επιλογή κλίσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων	36
4.4.3	Τάση συστήματος	37

4.4.4	Η απαιτούμενη ισχύς αιχμής	38
4.4.5	Επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων	39
4.4.6	Επιλογή συσσωρευτών	40
4.4.7	Επιλογή ρυθμιστή φόρτισης	42
4.4.8	Επιλογή μετατροπέα	43
4.4.9	Επιλογή εφεδρικής πηγής ρεύματος	44
4.4.10	Υπολογισμός της έκτασης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης	45
4.4.11	Μορφή φωτοβολταϊκής εγκατάστασης	45
4.5	Υπολογισμός – σχεδιασμός εγκατάστασης τηλεμεταφοράς (τελεφερίκ)	47
4.5.1	Η εγκατάσταση του τελεφερίκ	47
4.5.2	Κατασκευαστικά δεδομένα εγκατάστασης	48
4.5.3	Υπολογισμός ηλεκτρικού κινητήρα – μειωτήρα στροφών	48
4.5.4	Επιλογή συρματόσχοινων	49
4.5.5	Τροχαλία τριβής	50
4.5.6	Σχεδιασμός μηχανοστασίου	52
4.5.7	Σχεδιασμός αντίβαρου	53
4.5.8	Σχεδιασμός σασί	55
4.5.9	Σχεδιασμός θαλάμου	57
4.5.10	Σχεδιασμός φρεατίου	58
4.5.11	Τρόπος λειτουργίας (κλίσης) θαλάμου	59
4.5.12	Διατάξεις ασφαλείας	61
4.5.13	Λοιπά σχέδια εγκατάστασης	61
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ		67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		69

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σήμερα, ένα από τα μεγάλα θέματα για το μέλλον της ανθρωπότητας είναι και το θέμα του περιβάλλοντος. Οι παρεμβάσεις του ανθρώπου, ιδιαίτερα τους τελευταίους 1 – 2 αιώνες, δημιούργησαν προβλήματα και καταστροφικές προοπτικές για την ανθρωπότητα. Μια από τις παρεμβάσεις του ανθρώπου, που δημιούργησαν τεράστια προβλήματα για το φυσικό περιβάλλον, είναι οι αναγκαίες σήμερα μεγάλες ποσότητες ενέργειας, που απαιτούνται στη σύγχρονη κοινωνία για την θέρμανση, τον ηλεκτρισμό, τις μεταφορές καθώς και για την παραγωγή αγαθών. Για να περιοριστεί η ρύπανση του φυσικού περιβάλλοντος από την παραγωγή ενέργειας, γίνονται πολλές προτάσεις, μια από τις οποίες είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Οι ΑΠΕ είναι οι εξής: Η Ηλιακή ενέργεια (η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας), η Αιολική Ενέργεια (η εκμετάλλευση της κίνησης του ανέμου), η Βιομάζα (η εκμετάλλευση καταλοίπων που προέρχονται από οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς), η Γεωθερμική Ενέργεια ή Γεωθερμία (εκμετάλλευση της φυσικής θερμικής ενέργειας της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια), η Ενέργεια Κυμάτων – Ωκεανών (εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των κυμάτων), Υδροηλεκτρική Ενέργεια (εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας του νερού κατά την κίνηση του σε χαμηλότερα υψόμετρα).

Η Ελλάδα αποτελεί ιδανικό τόπο για ευρεία χρήση των ΑΠΕ. Τα ιδιαίτερα φυσικά τοπολογικά χαρακτηριστικά της σε συνδυασμό με τα ποικιλόμορφα κλιματολογικά στοιχεία της ικανοποιούν την αναγκαία συνθήκη για την ανάπτυξη κάθε εφαρμογής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η γεωγραφική της θέση εξασφαλίζει μια εκτεταμένη περίοδο ηλιοφάνειας, προσφέροντας την δυνατότητα μιας ουσιαστικής αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) ακολουθώντας πράσινη πολιτική έχει θεσπίσει νόμους για την εκμετάλλευση των ΑΠΕ. Για να επιτευχθεί η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδα τα οποία αποτρέπουν την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρεμβολή στο κλιματικό σύστημα, η συνολική ετήσια μέση αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του πλανήτη δεν θα πρέπει να υπερβεί τους 2 °C σε σύγκριση με τα προ - βιομηχανικής εποχής επίπεδα.

Με βάση όλα τα παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η ανθρωπότητα πρέπει να αλλάξει ριζικά σκέψη, λογική και νοοτροπία και να αξιοποιήσει τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (τόσο τα διασυνδεδεμένα με τα δίκτυα κατανάλωσης όσο και τα αυτόνομα), μπορούν να αποτελέσουν λύση για τα προβλήματα ενεργειακών αναγκών μικρών και μεγάλων εγκαταστάσεων διάφορων τομέων (ηλεκτρική ενέργεια κατοικιών, μεταφορές, απομακρυσμένα μηχανικά συστήματα κ.α.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΤΕΛΕΦΕΡΙΚ

1.1 Γενικά

Με τον όρο τελεφερίκ (ονομασία που προκύπτει από την γαλλική λέξη téléferique) ορίζεται ένα σύστημα μεταφοράς (κυρίως ανθρώπων) το οποίο χρησιμοποιεί ειδικά διαμορφωμένα βαγόνια τα οποία φέρουν τροχούς στο επάνω μέρος τους και κρέμονται από ένα ή δύο σταθερά καλώδια που στηρίζονται σε πυλώνες, ενώ ένα τρίτο καλώδιο τα κινεί. Τα σταθερά καλώδια λέγονται καλώδια τροχιάς, είναι συνδεδεμένα σταθερά με τους πυλώνες και προσφέρουν στήριξη στο βαγόνι, ενώ το τρίτο καλώδιο, το οποίο είναι σταθερά συνδεδεμένο με το βαγόνι, προσφέρει την κίνηση, κινούμενο το ίδιο από έναν ηλεκτρικό κινητήρα.

1.2 Τύποι τελεφερίκ

Ανάλογα με το είδος της κατασκευής καθώς και με τον τρόπο στήριξης και κίνησης του βαγονιού, υπάρχουν διάφοροι τύποι τελεφερίκ. Οι κυριότεροι τύποι όμως είναι δύο ενώ όλοι οι άλλοι αποτελούν υποκατηγορίες αυτών.

Κρεμαστός σιδηρόδρομος

Πρόκειται για ένα τύπο τελεφερίκ κατά τον οποίο το σιδηροδρομικό όχημα (βαγόνι) κρέμεται από εναέρια τεντωμένα χαλύβδινα συρματόσχοινα (καλώδια) και σύρεται από ένα άλλο συρματόσχοινο.



Σχήμα 1.1: Κρεμαστός σιδηρόδρομος [14]

Σχοινοκίνητος σιδηρόδρομος ή σχοινοσιδηρόδρομος

Ο δεύτερος τύπος τελεφερίκ αφορά την εγκατάσταση κατά την οποία το σιδηροδρομικό όχημα (βαγόνι) κινείται με τροχίσκους επάνω σε ράγες και σύρεται από συρματόσχοινο επειδή είναι μεγάλη η κλίση του εδάφους. Για να αποφεύγονται οι κίνδυνοι, χρησιμοποιούνται ειδικά συστήματα ασφαλείας.



Σχήμα 1.2: Σχοινοκίνητος σιδηρόδρομος [14]

1.3 Αρχή λειτουργίας τελεφερίκ

Η λειτουργία του τελεφερίκ βασίζεται σε πολύ απλές αρχές. Όλο το σύστημα έχει έναν σταθμό εκκίνησης και έναν σταθμό προορισμού. Επειδή η λειτουργία είναι κυκλική, σταθμός εκκίνησης ορίζεται ο σταθμός που βρίσκεται χαμηλότερα και σταθμός προορισμού αυτός που βρίσκεται στην κορυφή της διαδρομής. Ενδιάμεσα είναι τοποθετημένοι οι πυλώνες, ανάλογα με την απόσταση και το υψόμετρο που πρέπει να καλύψει το τελεφερίκ. Στους δύο σταθμούς υπάρχουν αντίστοιχα συγχρονισμένοι ηλεκτρικοί κινητήρες οι οποίοι προωθούν το καλώδιο κίνησης. Ανάμεσα στους σταθμούς και επάνω στους πυλώνες υπάρχουν ράουλα – οδηγοί οι οποίοι φροντίζουν για τη σταθερότητα του καλωδίου κίνησης και στηρίζουν τα καλώδια τροχιάς.

1.4 Ιστορική εξέλιξη τελεφερίκ

Τα πρώτα τελεφερίκ γαφύρωναν χαράδρες ή ποταμούς κάνοντας χρήση σχοινιών πλεγμένων από φυτικές ίνες και απλών καλαθιών, και κινούνταν με τη χρήση της μυϊκής δύναμης των χεριών. Παρόμοια πρωτόγονα τελεφερίκ βρίσκονται ακόμα σε χρήση στην Ασία, την Αφρική και τη νότια Αμερική.

Κατά την διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης η χρήση ατμομηχανών σαν κινητήρια δύναμη για τα τελεφερίκ μεταφοράς υλικών στα ορυχεία, ήταν το πρώτο μεγάλο βήμα για τη δημιουργία δυνατών και μεγάλων τελεφερίκ. Η εξέλιξη των ατμομηχανών οδηγούσε για πάρα πολλά χρόνια και την εξέλιξη των τελεφερίκ. Το δεύτερο σημαντικό βήμα ήταν η δημιουργία και χρήση των πλεκτών συρματόσχοινων, τα οποία λόγω της μεγάλης τους αντοχής επέτρεψαν να γεφυρώνονται μεγάλες αποστάσεις, και έδωσαν στα τελεφερίκ τη δυνατότητα να ανυψώνουν και μεγάλα φορτία.

Το πρώτο σύγχρονο τελεφερίκ κατασκευάστηκε το 1644 από τον Adam Wiebe και χρησιμοποιούνταν για να μεταφέρει λάσπη σε αμυντικά έργα. Άλλα συστήματα κατασκευάστηκαν το 1860 από τους Hodgson και Hallidae σε ορυχεία της Αμερικής. Χρησιμοποιήθηκαν πάρα πολύ και χρησιμοποιούνται και σήμερα για να μεταφέρουν ορυκτά από ορυχεία σε δυσπρόσιτες περιοχές σε μεγάλο υψόμετρο σε σταθμούς επεξεργασίας ή σταθμούς μεταφοράς. Κατασκευάστηκαν συνολικά περισσότερα από χίλια συστήματα και κάποια λειτουργούν ακόμα. Μετά το 1920 και την άνοδο της μεσαίας τάξης τα τελεφερίκ έγιναν ιδιαίτερα δημοφιλή στα χιονοδρομικά κέντρα των Άλπεων αλλά και άλλων χωρών ανά τον πλανήτη. Σε σύγκριση με τον οδοντωτό σιδηρόδρομο, το τελεφερίκ ήταν φθηνότερο σε κατασκευή και λειτουργία και έδινε πρόσβαση σε απάτητες περιοχές. Μετά τον Β΄ παγκόσμιο πόλεμο κατασκευάστηκαν εκατοντάδες συστήματα σε όλο τον κόσμο έτσι ώστε να καλυφθούν ανάγκες μετακίνησης τροφίμων, προϊόντων, άλλων υλικών αγαθών καθώς και ανθρώπων σε σημεία που μέχρι πρότινος δεν υπήρχε δυνατότητα πρόσβασης από οδικό δίκτυο.

1.5 Επίδραση του τελεφερίκ

Το τελεφερίκ όπως και όλα τα άλλα συστήματα μεταφοράς προϊόντων και ανθρώπων, δημιουργήθηκε με σκοπό να βελτιώσει την ανάγκη για μετακίνηση, τις εμπορικές συναλλαγές καθώς και την επικοινωνία. Έτσι το τελεφερίκ έχει επίδραση στην οικονομία ενός τόπου αλλά και στο περιβάλλον.

Η οικονομική συνεισφορά του τελεφερίκ για τις μικρές ορεινές κοινότητες που χάρη σε αυτό γίνονται πόλος έλξης χιλιάδων τουριστών δημιουργώντας μια σημαντική τοπική αγορά με προϊόντα και υπηρεσίες είναι μεγάλη. Επίσης είναι σημαντική η οικονομική συνεισφορά του στη βιομηχανία εξόρυξης και υλοτομίας διότι καθιστά προσιτά σημεία τα οποία χωρίς αυτό θα ήταν απρόσιτα ή ασύμφορα για εκμετάλλευση.

Η οικολογική επιβάρυνση που προκαλεί το τελεφερίκ στα τουριστικά κέντρα είναι μεγάλη, καθώς καταστρέφει την φυσική εικόνα των βουνών και επιτρέπει τη πρόσβαση μεγάλου αριθμού ανθρώπων σε προηγουμένως απρόσιτες πλαγιές. Όμως σαν μέσο μεταφοράς είναι απόλυτα οικολογικό γιατί δεν επιβαρύνει με ρύπους το περιβάλλον και είναι εντελώς αθόρυβο.

1.6 Τελεφερίκ στην Ελλάδα

Παρακάτω παρουσιάζονται τρία από τα σπουδαιότερα τελεφερίκ της χώρας που συμβάλλουν στην τοπική κοινότητα που ανήκουν, τόσο στην οικονομία, όσο και στην ανάδειξη των φυσικών τοπίων καθώς και στην προστασία του περιβάλλοντος. Αυτά είναι:

- Το τελεφερίκ της Πάρνηθας (Funitel)
- Το τελεφερίκ του Λυκαβηττού
- Το τελεφερίκ της Σαντορίνης

i. Τελεφερίκ (Funitel) Πάρνηθας

Το έτος 2003 επιφύλασσε την σύναψη συμφωνίας για την μελέτη, κατασκευή και εγκατάσταση του μεγαλύτερου τελεφερίκ στην ιστορία της χώρας, αυτό του Funitel του Regency Casino Mont Parnes, σε συνεργασία (για δεύτερη φορά μετά τον σιδηρόδρομο του Λυκαβηττού) με την κορυφαία παγκοσμίως κατασκευάστρια εταιρία τελεφερίκ και εναέριων αναβατήρων Doppelmayr Seilbahnen GmbH. Με συνολικό κόστος που ξεπέρασε τα 12 εκατομμύρια ευρώ, αποτελεί τη μεγαλύτερη τη μεγαλύτερη επένδυση σε συγκεκριμένο έργο σε όλη την Ευρώπη κατά τα έτη 2003 και 2004. Σχεδιασμένο για 24ωρη λειτουργία, 360 ημέρες το χρόνο, με 20 καμπίνες των 20 καθήμενων επιβατών η κάθε μία, με μέγιστη μεταφορική ικανότητα 2000 επιβάτες ανά ώρα και αντοχή σε πλάγιους ανέμους μέχρι 120 χλ/ω, το συγκεκριμένο τελεφερίκ αποτελεί την κορυφή της τεχνολογίας σε παγκόσμιο επίπεδο.



Σχήμα 1.3: Τελεφερίκ (Funitel) Πάρνηθας [14]

Λόγω του δύσβατου του εδάφους και του γεγονότος ότι το δάσος της Πάρνηθας είναι εθνικός δρυμός αυστηρά προστατευόμενος από την Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία, η εγκατάσταση των πυλώνων πραγματοποιήθηκε με προσωρινό συρματομεταφορέα μεταφοράς υλικών μήκους 1.2 χλ και μεταφορικής ικανότητας 6 τόνων. Οι εργασίες εγκατάστασης διήρκησαν περίπου οκτώ μήνες και τα επίσημα εγκαίνια έγιναν στις 20 Ιουνίου 2006, ακριβώς την ίδια στιγμή που ολοκλήρωνε το τελευταίο δρομολόγιο το παλιό τελεφερίκ, κατασκευής του 1972.

Από την έναρξη της λειτουργίας του τελεφερίκ, μειώθηκε σημαντικά η οδική κυκλοφορία από και προς τον Εθνικό δρυμό. Έκτοτε, κάθε χρόνο εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα:

- 12.5 τόνοι λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- 2.2 τόνοι λιγότερο οξείδιο του αζώτου (Nox)
- 2 τόνοι λιγότεροι υδρογονάνθρακες (HC)
- 73 κιλά λιγότερα σωματίδια

Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά του τελεφερίκ, είναι:

- Κεκλιμένο μήκος: 1595 m
- Μέση κλίση: 20° (36%)
- Μέγιστη ταχύτητα: 6 m/s
- Αριθμός καμπίνων: 21 + 2 VIP + 1 συντήρησης
- Χωρητικότητα κανονικής καμπίνας: 20 επιβάτες (όλοι καθήμενοι)
- Χωρητικότητα καμπίνας VIP: 6 επιβάτες (όλοι καθήμενοι)
- Μέγιστη ικανότητα μεταφοράς στην άνοδο: 2000 επιβάτες ανά ώρα
- Αριθμός χειριστών: 2 + 1
- Ισχύς κινητήρων: 2 x 411 kw (2 x 559 PS)

ii. Τελεφερίκ Λυκαβηττού

Το τελεφερίκ Λυκαβηττού (ή σχοινιοκίνητος σιδηρόδρομος Λυκαβηττού) είναι σχοινιοκίνητο σιδηροδρομικό μέσο που εξυπηρετεί όσους θέλουν να φθάσουν στην κορυφή του ομώνυμου λόφου της Αθήνας. Κατασκευάστηκε από τον ΕΟΤ τη δεκαετία του 1960. Εγκαινιάστηκε στις 19 Απριλίου 1965, ενώ η λειτουργία του ξεκίνησε την επόμενη μέρα. Η αφετηρία του βρίσκεται στη συμβολή των οδών Πλούταρχου και Αρίστιππου και το τέρμα του στο παρεκκλήσι του Αγίου Γεωργίου (κορυφή του λόφου). Έχει δύο βαγόνια και μπορεί να μεταφέρει 34 άτομα σε κάθε βαγόνι. Η γραμμή του είναι μονή, ενώ περίπου στο μέσον της διαδρομής υπάρχει το πλάτωμα στο οποίο διασταυρώνονται το ανερχόμενο και το κατερχόμενο όχημα. Το 2002 έγινε μια σημαντική ανακαίνιση στο τροχαίο υλικό, αφού ανακατασκευάστηκαν τα δύο βαγόνια. Το μήκος της γραμμής του τελεφερίκ του Λυκαβηττού είναι 210 μέτρα και έχει κλίση 28 μοιρών.



Σχήμα 1.4: Τελεφερίκ Λυκαβηττού [14]

iii. Τελεφερίκ Σαντορίνης

Το τελεφερίκ της Σαντορίνης εξυπηρετεί συνολικά 1200 άτομα την ώρα και είναι κατασκευασμένο από την εταιρεία Doppelmayr σύμφωνα με τις Αυστριακές προδιαγραφές. Αξιοποιεί το παλιό λιμάνι των Φηρών που η δύσκολη προσπέλαση από και προς την πόλη των Φηρών το είχε καταδικάσει σε μαρασμό. Τα έσοδα του τελεφερίκ διατίθενται στις κοινότητες της Σαντορίνης και Θηρασίας για κοινωφελή έργα. Το τελεφερίκ αυτό κατασκευάστηκε για να προσφέρει στους επισκέπτες της Σαντορίνης τη δυνατότητα να απολύσουν τη μαγευτική θέα όλου του νησιού, μέσα από τα ηφαιστειακά τοπία, αλλά και για να διατηρηθεί ο παραδοσιακός τρόπος μεταφοράς.



Σχήμα 1.5: Τελεφερίκ Σαντορίνης [14]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΕΛΕΦΕΡΙΚ

2.1 Γενικά

Για την μελέτη, τον σχεδιασμό, την κατασκευή, την θέση σε λειτουργία καθώς και την εκμεταλλευσιμότητα και συντηρησιμότητα των εγκαταστάσεων με συρματόσχοινα ορίζονται οι βασικές απαιτήσεις όπως προκύπτουν από το Προεδρικό Διάταγμα (Αριθμός 12) του 2004 το οποίο είναι εναρμονισμένο στην Ευρωπαϊκή Οδηγία (2000/9).

2.2 Σχετικές εγκαταστάσεις

Οι σχετικές εγκαταστάσεις για τις οποίες πρέπει να εφαρμόζονται οι βασικές απαιτήσεις, είναι:

- Οι σιγνοσιδηρόδρομοι και άλλες εγκαταστάσεις των οποίων τα οχήματα φέρονται από τροχούς ή άλλα συστήματα ανάρτησης και έλκονται από ένα ή περισσότερα συρματόσχοινα.
- Οι καλωδιοκίνητοι εναέριοι θάλαμοι, των οποίων τα οχήματα φέρονται ή παίρνουν κίνηση από ένα ή περισσότερα συρματόσχοινα. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει και τις τηλεκαμπίνες και τα τηλεκαθίσματα.
- Τα τηλεσκή, τα οποία έλκουν με συρματόσχοινα τους χρήστες που φέρουν κατάλληλο εξοπλισμό.

2.3 Υποσυστήματα εγκατάστασης τηλεφερικό

Η εγκατάσταση ενός τηλεφερικό υποδιαιρείται στις δομικές κατασκευές και στα υποσυστήματα που παρουσιάζονται παρακάτω, όπου πρέπει να λαμβάνονται εκάστοτε υπόψη η εκμεταλλευσιμότητα και η συντηρησιμότητα:

- Συρματόσχοινα και συνδέσεις συρματόσχοινων.
- Μετάδοση κίνησης και πέδηση.
- Μηχανικά συστήματα.
- Όργανα τάνυσης των συρματόσχοινων.
- Μηχανισμοί των σταθμών.
- Μηχανικά συστήματα γραμμής.
- Οχήματα.
- Θάλαμοι, καθίσματα ή μηχανισμοί αφελκύσεως.
- Φορεία.

- Τροχαλίες.
- Συνδέσεις με το συρματόσχοινο.
- Ηλεκτροτεχνικές εγκαταστάσεις.
- Συστήματα χειρισμού, ελέγχου και ασφαλείας.
- Εγκαταστάσεις επικοινωνίας και πληροφοριών.
- Διατάξεις αλεξικέραυνου.
- Ορεινές εγκαταστάσεις.
- Σταθερές ορεινές εγκαταστάσεις.
- Κινητές ορεινές εγκαταστάσεις.

2.4 Γενικές απαιτήσεις

Ασφάλεια προσώπων

Η ασφάλεια των επιβατών, των εργαζομένων και των τρίτων είναι θεμελιώδης απαίτηση για το σχεδιασμό, την κατασκευή και την λειτουργία των εγκαταστάσεων.

Αρχές ασφαλείας

Όσον αφορά το σχεδιασμό, την κατασκευή, την εκμετάλλευση και τη συντήρηση όλων των εγκαταστάσεων, πρέπει να εφαρμόζονται οι ακόλουθες αρχές κατά την ακόλουθη τάξη:

- Εξάλειψη ή, ελλείψει, μείωση των κινδύνων, μέσω διατάξεων σχεδιασμού και κατασκευής.
- Καθορισμός και λήψη των αναγκαίων μέτρων προστασίας έναντι των κινδύνων που δεν δύναται να εξαλειφθούν μέσω των διατάξεων σχεδιασμού και κατασκευής.
- Καθορισμός και αναγγελία των προφυλάξεων που πρέπει να λαμβάνονται για την αποφυγή των κινδύνων που δεν κατέστη δυνατόν να εξαλειφθούν πλήρως, μέσω των διατάξεων και μέτρων που αναφέρονται στις παραπάνω περιπτώσεις.

Συνοπολογισμός των εξωτερικών περιορισμών

Όλες οι εγκαταστάσεις με συρματόσχοινα πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται κατά τρόπον ώστε η εκμετάλλευσή τους να μπορεί να γίνεται με ασφάλεια, λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο της εγκατάστασης, τα χαρακτηριστικά του εδάφους του περιβάλλοντος, τις ατμοσφαιρικές και μετεωρολογικές συνθήκες και τα ενδεχόμενα επίγεια και εναέρια τεχνικά έργα και εμπόδια που βρίσκονται πλησίον.

Διαστασιολόγηση

Η εγκατάσταση, τα υποσυστήματα και όλα τα κατασκευαστικά στοιχεία που αφορούν την ασφάλεια πρέπει να διαστασιολογούνται, να σχεδιάζονται και να υλοποιούνται ούτως ώστε να αντέχουν με επαρκή ασφάλεια στις καταπονήσεις που αντιστοιχούν σε όλες τις προβλέψιμες συνθήκες εκμετάλλευσης, ακόμη και εκτός εκμετάλλευσης, λαμβανομένων υπόψη, κυρίως, των εξωτερικών ενεργειών, των δυναμικών αποτελεσμάτων και των φαινομένων κόπωσης, σύμφωνα με τους κανόνες της τεχνικής, ιδίως όσον αφορά την επιλογή των υλικών.

Συναρμολόγηση

- Η εγκατάσταση, τα υποσυστήματα και όλα τα κατασκευαστικά στοιχεία ασφαλείας, πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται κατά τρόπον ώστε να εξασφαλίζεται η συναρμολόγησή τους και η εγκατάστασή τους με ασφάλεια.
- Τα κατασκευαστικά στοιχεία ασφαλείας πρέπει να σχεδιάζονται ούτως ώστε να είναι αδύνατο να γίνει λάθος κατά τη συναρμολόγηση, είτε λόγω της κατασκευής τους, είτε μέσω κατάλληλων επισημάνσεων επ' αυτών των κατασκευαστικών στοιχείων ασφαλείας.

Ακεραιότητα της εγκατάστασης

- Τα κατασκευαστικά στοιχεία ασφαλείας πρέπει να έχουν σχεδιασθεί, κατασκευασθεί και να μπορούν να χρησιμοποιούνται κατά τρόπον ώστε να διασφαλίζεται, σε κάθε περίπτωση η λειτουργική ακεραιότητά τους και η ασφάλεια της εγκατάστασης ώστε να υπάρχουν μηδαμινές πιθανότητες αστοχίας και με επαρκές περιθώριο ασφαλείας.
- Ο σχεδιασμός και η κατασκευή της εγκατάστασης πρέπει να γίνονται κατά τρόπον ώστε κατά την εκμετάλλευσή της, κάθε αστοχία ενός κατασκευαστικού στοιχείου, η οποία ενδέχεται να επηρεάσει την ασφάλεια, έστω και έμμεσα, να προκαλεί έγκαιρη εφαρμογή του κατάλληλου μέτρου.
- Οι διασφαλίσεις που αναφέρονται παραπάνω, πρέπει να εφαρμόζονται καθ' όλο το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο προγραμματισμένων επαληθεύσεων του συγκεκριμένου κατασκευαστικού στοιχείου. Τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των επαληθεύσεων των κατασκευαστικών στοιχείων ασφαλείας πρέπει να καθορίζονται σαφώς στο φυλλάδιο οδηγιών.
- Τα κατασκευαστικά στοιχεία ασφαλείας που ενσωματώνονται προς αντικατάσταση άλλων στην εγκατάσταση, πρέπει να πληρούν τις βασικές απαιτήσεις που αναφέρονται σε αυτό το κεφάλαιο, όσο και τους όρους καλής αλληλεπίδρασης με τα άλλα κατασκευαστικά στοιχεία της εγκατάστασης.
- Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια των μεταφερομένων προσώπων και του προσωπικού, λόγω των συνεπειών πυρκαγιάς στην εγκατάσταση.

- Πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα για την προστασία των εγκαταστάσεων και των προσώπων από συνέπειες κεραυνών.

Συστήματα ασφαλείας

- Κάθε ελάττωμα που εμφανίζεται στην εγκατάσταση και που ενδέχεται να συνεπάγεται αστοχία εις βάρος της ασφάλειας, πρέπει, εφόσον είναι δυνατό, να ανιχνεύεται, να επισημαίνεται και να υφίσταται επεξεργασία από διάταξη ασφαλείας. Το αυτό ισχύει για κάθε εξωτερικό γεγονός, προβλέψιμο υπό κανονικές συνθήκες, το οποίο ενδέχεται να θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια.
- Η εγκατάσταση πρέπει να σταματήσει με χειροκίνητο σύστημα ανά πάσα στιγμή.
- Μετά από στάση που έχει επιφέρει ένα σύστημα ασφαλείας, η εγκατάσταση δεν πρέπει να είναι δυνατόν να τεθεί πάλι σε λειτουργία χωρίς να έχουν ληφθεί τα ενδεδειγμένα για την κατάσταση μέτρα.

Συντηρησιμότητα

Οι εγκαταστάσεις πρέπει να είναι σχεδιασμένες και κατασκευασμένες κατά τρόπο που να επιτρέπει να εκτελούνται με ασφάλεια οι εργασίες συντήρησης και επισκευών, είτε είναι τακτικές, είτε έκτακτες.

Οχλήσεις

Η εγκατάσταση πρέπει να έχει σχεδιασθεί και κατασκευασθεί ούτως ώστε οι εσωτερικές και εξωτερικές οχλήσεις που οφείλονται σε εκπομπές αερίων ρύπων, θόρυβο ή δονήσεις, να ευρίσκονται εντός των προβλεπομένων ορίων.

2.5 Απαιτήσεις σχετικά με τις δομικές κατασκευές

Χάραξη, ταχύτητα, απόσταση των οχημάτων

- Η εγκατάσταση πρέπει να έχει σχεδιασθεί ώστε να λειτουργεί με ασφάλεια, λαμβανομένων υπόψη των χαρακτηριστικών του εδάφους και του περιβάλλοντος, των ατμοσφαιρικών και μετεωρολογικών συνθηκών και των ενδεχομένων επίγειων και εναέριων τεχνικών έργων και εμποδίων που ευρίσκονται πλησίον, κατά τρόπο ώστε να μην παρεμποδίζει ή να τα θέτει σε κίνδυνο, υπό όλες τις συνθήκες εκμετάλλευσης, συντήρησης ή εκκένωσης των προσώπων.

- Πρέπει να προβλέπεται, πλαγίως και κατακορύφως, επαρκής απόσταση μεταξύ των οχημάτων, συστημάτων ρυμούλκησης, διαδρομών κύλισης, συρματοσχοίνων κλπ και των ενδεχομένων γειτνιαζόντων επίγειων ή εναέριων τεχνικών έργων και εμποδίων, λαμβανομένων υπόψη των κατακόρυφων διαμηκών και πλάγιων μετακινήσεων των συρματοσχοίνων και των οχημάτων ή των συστημάτων ρυμούλκησης, υπό τις πλέον δυσμενείς συνθήκες εκμετάλλευσης που δύνανται να προβλεφθούν.
- Κατά τον υπολογισμό του μεγίστου ύψους των οχημάτων από το έδαφος, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη το είδος της εγκατάστασης, ο τύπος των οχημάτων και οι τρόποι διάσωσης. Πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη, στην περίπτωση των ανοικτών οχημάτων, οι κίνδυνοι πτώσης καθώς και οι ψυχολογικοί παράγοντες σε σχέση με το ύψος της διέλευσης από το έδαφος.
- Η μέγιστη ταχύτητα των οχημάτων ή των συστημάτων ρυμούλκησης, η ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους, καθώς και οι επιδόσεις ως προς την επιτάχυνση και την πέδηση, πρέπει να έχουν επιλεγεί κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια των προσώπων και της λειτουργίας της εγκατάστασης.

Σταθμοί και τεχνικά έργα γραμμής

- Οι σταθμοί και τα τεχνικά έργα γραμμής πρέπει να έχουν σχεδιασθεί, κατασκευασθεί και να είναι εξοπλισμένα, ούτως ώστε να είναι ευσταθή. Πρέπει να επιτρέπουν ασφαλή οδήγηση των συρματοσχοίνων, των οχημάτων και του εξοπλισμού ρυμούλκησης και να μπορούν να συντηρούνται με πλήρη ασφάλεια, ανεξαρτήτως των συνθηκών εκμετάλλευσης που θα ήταν δυνατόν να προκύψουν.
- Οι χώροι επιβίβασης και αποβίβασης της εγκατάστασης πρέπει να είναι διαμορφωμένοι κατά τρόπο ώστε να είναι δυνατή η ασφαλής κυκλοφορία των οχημάτων, του εξοπλισμού ρυμούλκησης και των προσώπων. Ειδικότερα, η κίνηση των οχημάτων και των εξαρτήσεων στους σταθμούς πρέπει να είναι δυνατόν να διεξάγεται χωρίς κινδύνους για πρόσωπα, λαμβάνοντας υπόψη την ενδεχόμενη ενεργή συμμετοχή τους.

2.6 Απαιτήσεις συρματόσχοινων και ηλεκτρομηχανολογικών διατάξεων

Συρματόσχοινα και στηρίγματά τους

- Πρέπει να λαμβάνεται κάθε αναγκαίο μέτρο, σύμφωνα με τις ορθές τεχνικές πρακτικές, ώστε:
 - να εμποδίζεται η θραύση των συρματόσχοινων και των σημείων στήριξής τους,
 - να διασφαλίζονται οι ελάχιστες και οι μέγιστες τιμές της καταπόνησής τους,
 - να εξασφαλίζεται η ασφάλειά τους στα στηρίγματα και να εμποδίζεται ο εκτροχιασμός τους,
 - να είναι δυνατή η επιτήρησή τους.

- Όταν δεν είναι δυνατό να αποφεύγεται οιοσδήποτε κίνδυνος εκτροχιασμού των συρματοσχοίνων, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η σύλληψη των συρματοσχοίνων και η στάση της εγκατάστασης χωρίς κίνδυνο για τα πρόσωπα σε περίπτωση εκτροχιασμού.

Μηχανικές εγκαταστάσεις

- Όσον αφορά τον μηχανισμό μετάδοσης κίνησης, η εγκατάσταση πρέπει να κινείται με κινητήρα και μηχανισμό, των οποίων οι επιδόσεις και οι δυνατότητες λειτουργίας να προσαρμόζονται στις διάφορες καταστάσεις και στους τρόπους εκμετάλλευσης.
- Όσον αφορά την εφεδροβοηθητική μετάδοση της κίνησης της εγκατάστασης, θα πρέπει να είναι με πηγή ενέργειας η οποία θα είναι ανεξάρτητη από την πηγή ενέργειας του βασικού κινητήρα, εκτός εάν η ανάλυση ασφαλείας αποδειξει ότι, για την εξασφάλιση εύκολης, γρήγορης και ασφαλούς εκκένωσης των προσώπων από την εγκατάσταση, ιδίως δε από τα οχήματα ή εξαρτήσεις, δεν απαιτείται βοηθητική μετάδοση κίνησης.
- Όσον αφορά την πέδηση της εγκατάστασης:
 - Η στάση της εγκατάστασης και των οχημάτων πρέπει, σε περίπτωση ανάγκης, να γίνεται καθ' οιαδήποτε στιγμή και υπό τις πλέον δυσμενείς συνθήκες φορτίου, καθώς και να εξασφαλίζεται η πρόσφυση στην τροχαλία κατά την διάρκεια της εκμετάλλευσης. Η απόσταση στάσης πρέπει να είναι η μικρότερη που χρειάζεται για την ασφάλεια της εγκατάστασης.
 - Οι τιμές επιβράδυνσης πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ δεόντως υπολογισμένων ορίων, κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια των προσώπων, καθώς και η καλή συμπεριφορά των οχημάτων, των συρματοσχοίνων και των άλλων μερών της εγκατάστασης.
 - Η εγκατάσταση πρέπει να διαθέτει ένα αποτελεσματικό σύστημα στάσης και ακινητοποίησης, το οποίο να προλαμβάνει κάθε άκαιρη επανεκκίνηση.

Όργανα χειρισμού

Τα συστήματα χειρισμού πρέπει να έχουν σχεδιασθεί και κατασκευασθεί ούτως ώστε να είναι ασφαλή και αξιόπιστα, να ανθίστανται στις συνήθεις καταπονήσεις λειτουργίας, στις εξωτερικές επιδράσεις, όπως η υγρασία, η ακραία θερμοκρασία και οι ηλεκτρονικές διαταραχές, και να μην δημιουργούν επικίνδυνες καταστάσεις, ακόμη και σε περίπτωση σφαλμάτων στους ελιγμούς.

Όργανα επικοινωνίας

Οι υπάλληλοι, οι εντεταλμένοι για το χειρισμό της εγκατάστασης πρέπει να δύναται να επικοινωνούν μεταξύ τους διαρκώς με ενδεδειγμένα μέσα και, σε περίπτωση ανάγκης, να ενημερώνουν τους χρήστες.

2.7 Απαιτήσεις για τα οχήματα και τα συστήματα έλξης

Οχήματα και συστήματα έλξης

Τα οχήματα και τα συστήματα έλξης πρέπει να είναι σχεδιασμένα και διαμορφωμένα κατά τρόπο ώστε, υπό προβλέψιμες συνθήκες χρήσης, κανένα πρόσωπο να μην δύναται να πέσει από αυτά και να μην διατρέχει κανέναν άλλο κίνδυνο.

Βραχίονες πρόσδεσης των οχημάτων και των συστημάτων έλξης

Οι βραχίονες πρόσδεσης των οχημάτων και των συστημάτων έλξης πρέπει να έχουν τις κατάλληλες διαστάσεις και να έχουν κατασκευασθεί κατά τρόπο ώστε, υπό τις πλέον δυσμενείς συνθήκες:

- να μην προκαλούν ζημιές στο συρματόσχοινο,
- να μην γλιστρούν, εκτός αν η ολίσθηση δεν έχει ουσιαστική επίδραση στην ασφάλεια του οχήματος, του συστήματος έλξης και της εγκατάστασης.

Θύρες των οχημάτων

Οι θύρες των οχημάτων (ανοικτοί και κλειστοί θαλαμίσκοι), πρέπει να έχουν σχεδιαστεί και κατασκευασθεί έτσι ώστε να μπορούν να κλείνουν και να μανδαλώνουν. Το δάπεδο και τα τοιχώματα των οχημάτων αυτών πρέπει να είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα ούτως ώστε να ανθίσταται στο βάρος και στην καταπόνηση από τους χρήστες, υπό οποιοσδήποτε συνθήκες.

Λοιπές απαιτήσεις οχημάτων και συστημάτων έλξης

- Εάν, για την ασφάλεια της εκμετάλλευσης, απαιτείται η παρουσία υπαλλήλου στο όχημα, το όχημα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με εξοπλισμούς που να του επιτρέπουν να επιτελεί τα καθήκοντά του.
- Τα οχήματα και τα συστήματα έλξης, και ιδίως οι αναρτήσεις τους, πρέπει να είναι σχεδιασμένα και διαμορφωμένα κατά τρόπο ώστε να υπάρχει εγγύηση της ασφάλειας των

εργαζομένων οι οποίοι επεμβαίνουν, τηρώντας τους κατάλληλους κανόνες και τις υποδείξεις.

- Στην περίπτωση οχημάτων που φέρουν αποζεύξιμους βραχίονες πρόσδεσης, πρέπει να λαμβάνεται κάθε μέτρο για τη στάση, από την αναχώρηση, χωρίς ζημιές για τους χρήστες, ενός οχήματος του οποίου η ζεύξη του βραχίονα πρόσδεσης στο συρματόσχοινο είναι εσφαλμένη και, κατά την άφιξη, ενός οχήματος του οποίου η απόζευξη του βραχίονα πρόσδεσης δεν έχει πραγματοποιηθεί.
- Τα οχήματα των σχοινοσιδηροδρόμων ή των εναέριων θαλάμων με δύο καλώδια, όπου το επιτρέπει το είδος της εγκατάστασης, πρέπει να είναι εφοδιασμένα με σύστημα αυτόματης πέδησης με επενέργεια επί της τροχαλίας, στις περιπτώσεις όπου δεν μπορεί ευλόγως να αποκλεισθεί η πιθανότητα θραύσης του καλωδίου έλξης.
- Στις περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατό να αποφευχθεί κάθε κίνδυνος εκτροχιασμού του οχήματος με τη λήψη άλλων μέτρων, το όχημα πρέπει να εφοδιάζεται με σύστημα κατά του εκτροχιασμού, που θα επιτρέπει την ακινητοποίησή του χωρίς κίνδυνο για τα πρόσωπα.

2.8 Απαιτήσεις για τον εξοπλισμό των χρηστών

Η πρόσβαση στο χώρο επιβίβασης και η αναχώρηση από το χώρο αποβίβασης, καθώς και η επιβίβαση και αποβίβαση των χρηστών, πρέπει να είναι οργανωμένες κατά τρόπο ώστε, λαμβανομένης υπόψη της κυκλοφορίας και στάθμευσης των οχημάτων, να εξασφαλίζεται η ασφάλεια των προσώπων, ιδίως σε μέρη όπου υπάρχει κίνδυνος πτώσης. Πρέπει να είναι δυνατή η ασφαλής χρησιμοποίηση των εγκαταστάσεων από παιδιά και από άτομα μειωμένης κινητικότητας, όταν η εγκατάσταση περιλαμβάνει και τη μεταφορά αυτών των προσώπων.

2.9 Εκμεταλλευσιμότητα

Ασφάλεια

- Πρέπει να λαμβάνονται οι τεχνικές ρυθμίσεις και μέτρα ώστε η εγκατάσταση να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύμφωνα με τον προορισμό και με τις τεχνικές προδιαγραφές της, καθώς και σύμφωνα με τις καθορισμένες συνθήκες χρήσης ούτως ώστε να είναι δυνατό να τηρούνται οι υποδείξεις για τη διατήρηση και την ασφάλεια της εκμετάλλευσης. Το φυλλάδιο οδηγιών και οι αντίστοιχες υποδείξεις πρέπει να συντάσσονται στην ή στις επίσημες γλώσσες της Κοινότητας (Ευρωπαϊκής), οι οποίες πρέπει να καθορίζονται σύμφωνα με τη συνθήκη, από το κράτος μέλος στο έδαφος του οποίου έχει κατασκευασθεί η εγκατάσταση.
- Τα πρόσωπα, τα οποία έχουν την ευθύνη του χειρισμού της εγκατάστασης, πρέπει να έχουν τα δέοντα προσόντα και να έχουν στη διάθεσή τους τα κατάλληλα υλικά.

Ασφάλεια για την περίπτωση στάσης της εγκατάστασης

Σε περίπτωση στάσης της εγκατάστασης, χωρίς δυνατότητα ταχείας επαναφοράς σε λειτουργία, πρέπει να προβλέπονται όλες οι τεχνικές ρυθμίσεις και μέτρα ώστε οι χρήστες να δύνανται να οδηγηθούν σε ασφαλές μέρος, εντός χρονικού διαστήματος ανάλογου με το είδος της εγκατάστασης και το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται.

Άλλα ιδιαίτερα μέτρα ασφάλειας

- Όσον αφορά τις θέσεις οδήγησης και εργασίας, τα κινητά στοιχεία, στα οποία υπό κανονικές συνθήκες υπάρχει πρόσβαση στους σταθμούς, πρέπει να είναι σχεδιασμένα, κατασκευασμένα και να λειτουργούν κατά τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι κίνδυνοι ή, εφόσον οι κίνδυνοι παραμένουν, να είναι εφοδιασμένα με προστατευτικά συστήματα, ούτως ώστε να προλαμβάνεται κάθε άμεση επαφή που θα ήταν δυνατόν να συνεπάγεται ατύχημα. Τα συστήματα αυτά δεν πρέπει να αφαιρούνται εύκολα ή να καθίστανται ανενεργά.
- Όσον αφορά τους κίνδυνους πτώσης, οι θέσεις και ζώνες εργασίας ή επέμβασης, ακόμα και περιστασιακές, καθώς και η πρόσβαση σε αυτές, πρέπει να είναι σχεδιασμένες και διαμορφωμένες κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η πτώση προσώπων που χρειάζεται να εργασθούν ή να κυκλοφορήσουν εκεί. Εάν η διαμόρφωση αυτή δεν είναι επαρκής, οι θέσεις εργασίας πρέπει να είναι επίσης εφοδιασμένες με σημεία αγκύρωσης για τους ατομικούς εξοπλισμούς προστασίας κατά την πτώση.

2.10 Ανάλυση ασφαλείας

Η ανάλυση ασφαλείας που απαιτείται για κάθε εγκατάσταση, πρέπει να λαμβάνει υπόψη κάθε προβλεπόμενο τρόπο λειτουργίας. Η ανάλυση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με μια αναγνωρισμένη ή καθιερωμένη μέθοδο και σ' αυτή να λαμβάνονται υπόψη οι κανόνες της τεχνολογίας και η περιπλοκότητα της εξεταζόμενης εγκατάστασης. Σκοπός είναι επίσης να εξασφαλιστεί ότι στο σχεδιασμό και την υλοποίηση της σκοπούμενης εγκατάστασης, θα συνυπολογίζονται οι τοπικές περιβαλλοντικές και οι πλέον αντίξοες συνθήκες προκειμένου να εξασφαλίζονται ικανοποιητικές συνθήκες ασφαλείας.

Η εν λόγω ανάλυση αφορά ιδίως τα συστήματα ασφαλείας και τα αποτελέσματά τους στην εγκατάσταση και τα συναφή υποσυστήματα που ενεργοποιούνται από αυτά, ώστε:

- να έχουν τη δυνατότητα να αντιδρούν στην πρώτη ανιχνευόμενη βλάβη ή αστοχία, ούτως ώστε να παραμένουν σε κατάσταση διατήρησης της ασφαλείας, είτε σε κατάσταση υποβαθμισμένης λειτουργίας, είτε σε στάση (fail safe), ή
- να τηρούν την αρχή της πλεοναστικότητας (redundancy) και να επιτηρούνται, ή

- να έχουν χαρακτηριστικά τέτοια ώστε η πιθανότητα αστοχίας τους να είναι δυνατό να εκτιμηθεί και το επίπεδό της να είναι συγκρίσιμο με το επίπεδο που επιτυγχάνουν τα συστήματα ασφαλείας που ανταποκρίνονται στα κριτήρια που αναφέρονται στις παραπάνω περιπτώσεις.

Η ανάλυση ασφαλείας χρησιμοποιείται για να καταρτισθεί απογραφή των κινδύνων και των επικίνδυνων καταστάσεων καθώς και για να καθοριστεί ο κατάλογος των κατασκευαστικών στοιχείων ασφαλείας. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής πρέπει να συνοψίζονται σε έκθεση ασφαλείας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

3.1 Γενικά

Δεδομένου ότι το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αφορά την μελέτη μιας εγκατάστασης τελεφερίκ το οποίο θα τροφοδοτείται πλήρως από ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα, κρίνεται αναγκαίο να παρουσιαστεί περιληπτικά η αρχή λειτουργίας ενός (αυτόνομου) φωτοβολταϊκού συστήματος, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας καθώς και τα μέρη εκείνα από τα οποία αποτελείται.

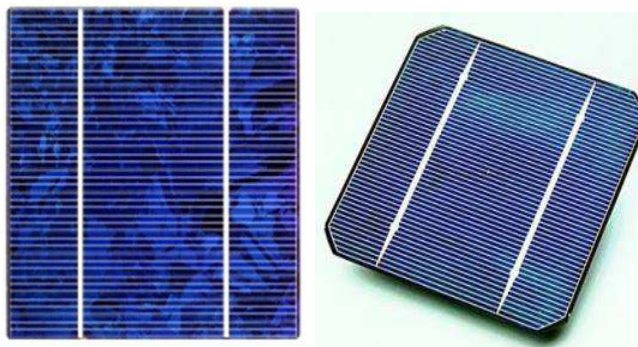
3.2 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα μετατρέπουν μέρος της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας απευθείας σε ηλεκτρισμό. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιήθηκε πρώτα στη διαστημική τεχνολογία κατά τη δεκαετία του '60 για παραγωγή ενέργειας στις διαστημικές εφαρμογές. Από τις αρχές της δεκαετίας του '70 οι εφαρμογές των Φ/Β χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορες περιοχές του κόσμου, ιδιαίτερα σε απομονωμένες περιοχές ή σε περιοχές με μικρές ανάγκες ενέργειας. Η τεχνολογία των Φ/Β έχει αποδειχτεί ότι μπορεί να λειτουργήσει με επιτυχία και σε εφαρμογές όπου απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια. [2]

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η βασική πηγή ενέργειας που ενεργοποιεί τη φωτοβολταϊκή διαδικασία αποδίδοντας ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελείται από φωτόνια που κινούνται με την ταχύτητα του φωτός (300000 km/sec). [2]

Το βασικό υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή φωτοβολταϊκών είναι το πυρίτιο. Τα φωτόνια του ηλιακού φάσματος με $h\nu \geq E_g = 1,12 \text{ eV}$, που ισούται με το ενεργειακό χάσμα για το Si (πυρίτιο), αποτελούν το 74% αυτού. Ωστόσο, τα περισσότερα από τα φωτόνια αυτά έχουν ενέργεια αρκετά μεγαλύτερη των 1,12 eV, με αποτέλεσμα το 41% αυτής της ενέργειας που υπερβαίνει την αναγκαία ($h\nu - E_g$), για να μεταφερθεί ένα e-σθένους στη ζώνη αγωγιμότητας, να μετατρέπεται σε θερμότητα. Επομένως, μόνο το $0,74 \times 0,59\% = 44\%$ της ισχύος του ηλιακού φάσματος μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Το υπόλοιπο μετατρέπεται σε θερμότητα. [1]

Η έρευνα για την βελτίωση των φ/β στοιχείων από πυρίτιο (Σχήμα 3.1) συνεχίζεται με στόχο την αύξηση της απόδοσης και εξάλειψη των μειονεκτημάτων τους, καθώς αποτελούν σήμερα την εμπορικότερη ανεπτυγμένη μορφή. Η απόδοση των φ/β στοιχείων από πυρίτιο, έχει φθάσει σήμερα, σε μετρήσεις συνθηκών εργαστηρίου, το 33%. [1]



Σχήμα 3.1: Φωτοβολταϊκές κυψέλες πυριτίου [6]

3.3 Αρχές λειτουργίας, τεχνολογίες φωτοβολταϊκών

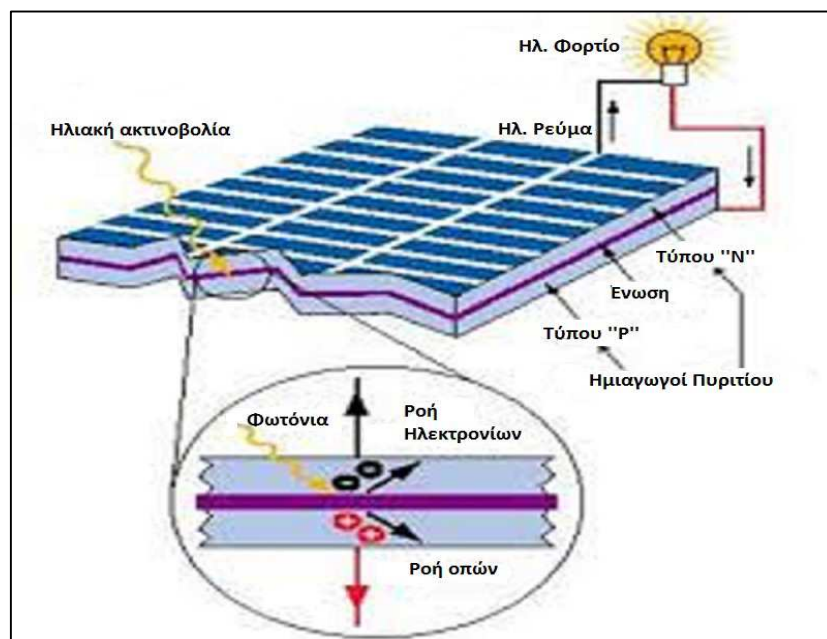
Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό στοιχείο κατασκευάζεται με την τοποθέτηση ενός λεπτού στρώματος πυριτίου ενισχυμένου με φώσφορο, σε επαφή με ένα στρώμα από πυρίτιο ενισχυμένο με βόριο. Όταν προσπίπτει ακτινοβολία πάνω στο στοιχείο, τα φωτόνια απορροφούνται και ελευθερώνονται τα ηλεκτρόνια. Πρόσθετα ηλεκτρόνια δημιουργούνται στο κομμάτι του πυριτίου-φωσφόρου, που ονομάζεται N-πυρίτιο γιατί τα ηλεκτρόνια έχουν αρνητικό φορτίο. Εάν συνδέσουμε με ένα σύρμα τα δύο στρώματα, τότε τα ηλεκτρόνια από το πάνω στρώμα θα φύγουν και θα κατευθυνθούν μέσα από το σύρμα στο κάτω στρώμα όπου και θα απορροφηθούν από το πυρίτιο-βόριο, που ονομάζεται P-πυρίτιο αφού το φορτίο του είναι θετικό. [2]

Κατά την κατασκευή του Φ/Β στοιχείου, στην επιφάνεια επαφής μεταξύ των δύο στρωμάτων μερικά από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στο "N" στρώμα διαχέονται στη μικρή απόσταση μέχρι την απέναντι επιφάνεια του "P" στρώματος, καθώς προσελκύονται από τις οπές που υπάρχουν εκεί, τις οποίες θέλουν να γεμίσουν. Αυτό αφήνει τα άτομα του φωσφόρου στο "N" στρώμα χωρίς αρκετά ηλεκτρόνια για να ισορροπήσει τα θετικά φορτία στα μόριά του, ενώ αρκετά ηλεκτρόνια βρίσκονται στο "P" στρώμα γύρω από τα άτομα του βορίου. Δημιουργείται έτσι ένα λεπτό στρώμα ηλεκτρικού φορτίου κατά μήκος της επαφής των δύο στρωμάτων. [2]

Αφού τα ηλεκτρόνια είναι φορτισμένα σωματίδια, είναι δύσκολο να περάσουν μέσα από την ζώνη στατικού ηλεκτρικού φορτίου. Γι' αυτό το λόγο, η φορτισμένη περιοχή δρα ως συνοριακή περιοχή για το στοιχείο. Όταν κατασκευάζεται το στοιχείο, το σύνορο αυτό δημιουργείται αυτόματα. Υπάρχει καθ' όλη τη ζωή του στοιχείου και ποτέ δεν εξασθενίζει. Κανένα φωτοβολταϊκό δεν μπορεί να λειτουργήσει χωρίς αυτή τη ζώνη. Μόνο τα ηλεκτρόνια με υψηλά επίπεδα ενέργειας (υψηλές ταχύτητες) μπορούν να το διαπεράσουν. Σαν αποτέλεσμα, το σύνορο αυτό λειτουργεί ως φίλτρο που αφήνει μόνο ηλεκτρόνια με υψηλές ενέργειες και σταματά ηλεκτρόνια με χαμηλά επίπεδα ενέργειας. [2]

Με βάση τα παραπάνω, η αρχή λειτουργίας μιας φωτοβολταϊκής κυψέλης (Σχήμα 3.2) παρουσιάζεται περιληπτικά στα εξής στάδια:

- Φωτόνια διεισδύουν μέσα από το λεπτό στρώμα N (N-ημιαγωγός) της κυψέλης στην περιοχή πεδίου.
 - Εκεί αναπηδούν αλληλεπιδρώντας με τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων πυριτίου και τα απελευθερώνουν από τη δεσμευτική ισχύ του πυρήνα με αποτέλεσμα τη δημιουργία ελευθέρων ηλεκτρονίων.
 - Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια έλκονται από το ηλεκτρικό πεδίο στον συγκεκριμένο τομέα (περιοχή πεδίου) προς το N στρώμα.
 - Το χαμένο αρνητικό φορτίο των ατόμων στην περιοχή πεδίου παρέχεται από τον P ημιαγωγό. Το αποτέλεσμα είναι η έλλειψη των ηλεκτρονίων στον P ημιαγωγό.
 - Το ηλεκτρικό πλεόνασμα που προκύπτει στο N στρώμα και η έλλειψη των ηλεκτρονίων στο P στρώμα με την εμφάνιση του φωτός εξισώνεται με το κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα. Τα ηλεκτρόνια ρέουν από το αρνητικό τερματικό μέσω ενός καταναλωτή στο θετικά τερματικό της κυψέλης.
 - Κατ' αυτόν τον τρόπο, μέσω της ροής ηλεκτρονίων εκπέμπεται ένα μέρος της ενέργειας που παρέχεται από το φως για τους καταναλωτές στο εξωτερικό κύκλωμα.
- [6]



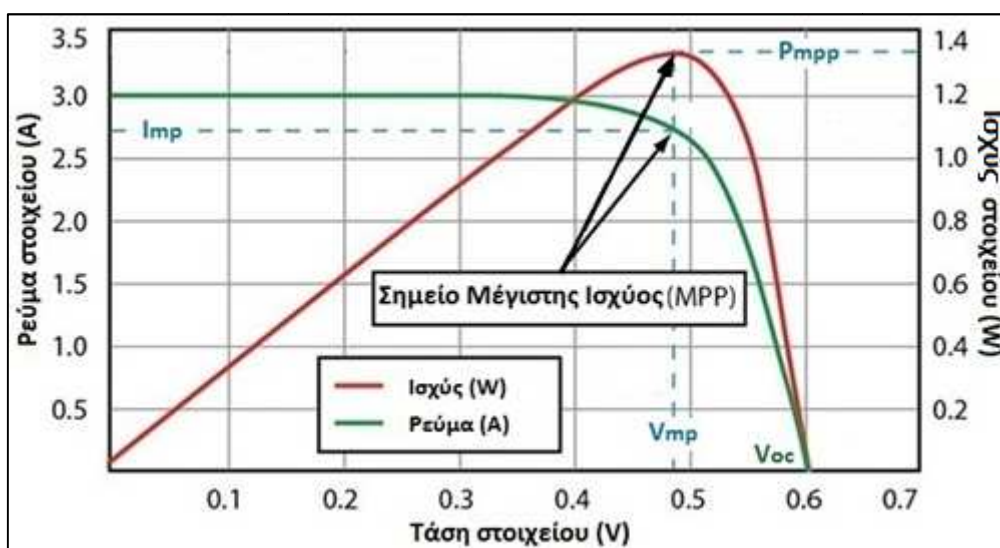
Σχήμα 3.2: Απεικόνιση λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψέλης [6]

Η ποσότητα ρεύματος που παράγει ένα φωτοβολταϊκό είναι ανάλογη της ποσότητας της ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στο στοιχείο. Γι' αυτό το λόγο, το ρεύμα αυξάνεται με την επιφάνεια του στοιχείου καθώς και με την ένταση της ακτινοβολίας. Η τάση από την άλλη, εξαρτάται από το υλικό που χρησιμοποιείται. Όλα τα στοιχεία από πυρίτιο παράγουν περίπου 0,5 Volt ανεξάρτητα από την επιφάνεια. [2]

3.4 Χαρακτηριστικά μεγέθη φωτοβολταϊκών

Καμπύλες I-V και P-V και ανάλυση των παραμέτρων τους

Συνδέοντας το Φ/Β σε κύκλωμα που παρεμβάλλεται ωμική αντίσταση, παρατηρείται μεταβολή της τάσης "V" συναρτήσει της τιμής της αντίστασης από το μηδέν έως την τιμή της τάσης ανοικτού κυκλώματος " V_{oc} ". Παράλληλα με την αύξηση της αντίστασης, η ένταση του ρεύματος παραμένει σταθερή μέχρι ενός χαρακτηριστικού σημείου, ενώ στη συνέχεια μειώνεται απότομα. Η καμπύλη (I-V) του σχήματος 3.3 αποτελεί τυπική χαρακτηριστική Φ/Β στοιχείων και προκύπτει για σταθερή τιμή της έντασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας "G" και της θερμοκρασίας του πλαισίου. [2]



Σχήμα 3.3: Χαρακτηριστικές καμπύλες I-V και P-V Φ/Β στοιχείου [2]

Προκειμένου να είναι δυνατή η σύγκριση διαφορετικών φωτοβολταϊκών πλαισίων, έχουν καθοριστεί πρότυπες συνθήκες ελέγχου (Standard Test Conditions, STC) κάτω από τις οποίες καταγράφεται η ηλεκτρική συμπεριφορά των φωτοβολταϊκών από όπου προκύπτει και η χαρακτηριστική (I-V). Οι πρότυπες συνθήκες ακολουθούν το πρότυπο IEC 60904/DIN EN 60904 σύμφωνα με το οποίο η κάθετα προσπίπτουσα ακτινοβολία είναι ίση με 1000 W/m^2 , η θερμοκρασία της Φ/Β επιφάνειας $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$), και το φάσμα ακτινοβολίας του φωτός (σύμφωνα με τη φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας αναφοράς του IEC 60904-3) μάζα αέρα $AM=1,5$. Η μάζα αέρα ορίζεται ως ο λόγος του μήκους της διαδρομής της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα προς το πάχος της ατμόσφαιρας, καθορίζοντας ουσιαστικά τη μείωση της έντασης ακτινοβολίας που προκαλείται από το μεγαλύτερο δρόμο (σε σχέση με την κατακόρυφη διαδρομή) που ακολουθούν οι ηλιακές ακτίνες μέσα στην ατμόσφαιρα. [2]

Η καμπύλη λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου χαρακτηρίζεται από το σημείο μέγιστης ισχύος όπου το φωτοβολταϊκό λειτουργεί αποδίδοντας τη μέγιστη ισχύ (P_{max}), το σημείο ρεύματος βραχυκυκλώσεως (I_{sc}) το οποίο είναι 5%-15% μεγαλύτερο από το ρεύμα μέγιστης ισχύος (I_{mp}) και το σημείο τάσης ανοιχτοκυκλώσεως (V_{oc}) το οποίο είναι περίπου $0,5\pm 0,6$ Volt στα φωτοβολταϊκά πυριτίου και $0,6\pm 0,9$ Volt στα άμορφου πυριτίου. [2]

Η διακύμανση της αποδιδόμενης ισχύος σε συνάρτηση με την τάση "V", παρουσιάζεται στο σχήμα 3.3, για σταθερή ένταση προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας "G" και σταθερή θερμοκρασία πλαισίων.

Η ισχύς "P", που αποδίδει ένα Φ/Β στοιχείο, δίνεται από την εξίσωση:

$$P = V \times I \text{ (watt)} \quad (3.1)$$

Όπως προκύπτει από το σχήμα 3.3, η μέγιστη ισχύς " P_{max} " αντιστοιχεί σε τιμή τάσης " V_{mp} ", ελαφρά μικρότερη από την τάση ανοιχτού κυκλώματος " V_{oc} ". Για ενδεικτικούς υπολογισμούς μπορεί να ληφθεί κατά προσέγγιση $V_{mp} \approx 0,9 \cdot V_{oc}$. Για μεγαλύτερη ακρίβεια απαιτείται η διερεύνηση του διαγράμματος (P-V), οπότε εντοπίζεται το σημείο της μέγιστης ισχύος του Φ/Β και καθορίζεται η ακριβής τιμή τάσης " V_{mp} " και η αντίστοιχη ένταση " I_{mp} ". [2]

Συντελεστής πλήρωσης (FF)

Χαρακτηριστικό μέγεθος το οποίο καθορίζει την ποιότητα του φωτοβολταϊκού είναι ο συντελεστής πλήρωσης (FF), ο οποίος ορίζεται από το λόγο της μέγιστης παραγόμενης ισχύος " P_{max} " προς τη μέγιστη θεωρητικά παραγόμενη ισχύ η οποία ορίζεται από το γινόμενο του ρεύματος βραχυκυκλώσεως " I_{sc} " επί την τάση ανοιχτοκυκλώματος " V_{oc} ".

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (3.2)$$

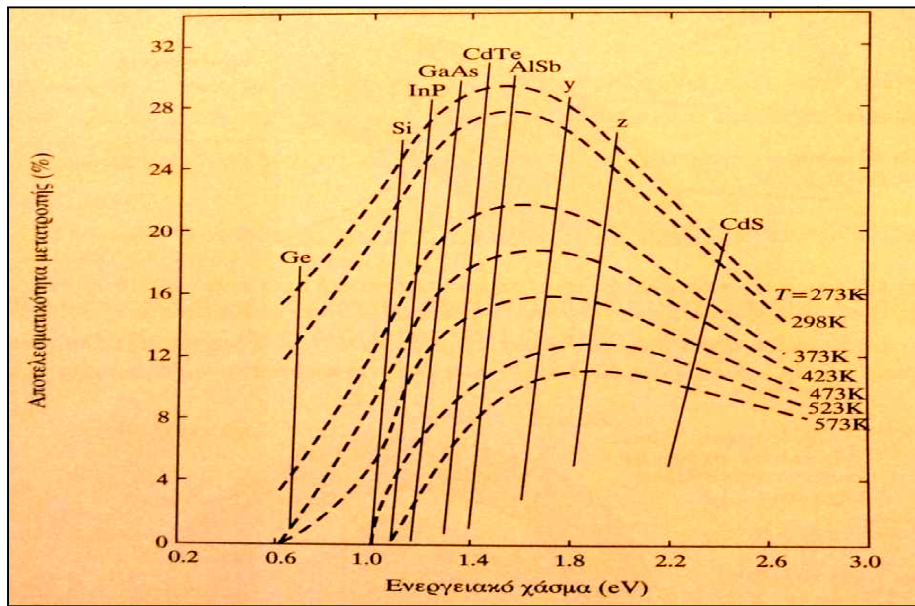
Ο συντελεστής πλήρωσης των φωτοβολταϊκών κρυσταλλικού πυριτίου είναι περίπου $0,75\pm 0,85$ και των φωτοβολταϊκών άμορφου πυριτίου $0,56-0,61$. [2]

Βαθμός απόδοσης

Ονομαστική απόδοση (σε συνθήκες S.T.C.) της φ/β κυψελίδας ή στοιχείου, η_c , ορίζουμε το πηλίκο της μέγιστης ισχύος (P_{max}), που αποδίδει, προς την προσπίπτουσα ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας επι την επιφάνεια A_c του φ/β στοιχείου. Ισχύει ότι:

$$\eta_c = \frac{P_{max}}{A_c \times I_T} = \frac{I_{sc} \times V_{OC} \times FF}{A_c \times I_T} \times 100\% \quad (3.3)$$

Το σχήμα 3.4 δείχνει τις υπολογισθείσες μέγιστες τιμές της μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική για φάσμα AM1 για τα διάφορα φ/β στοιχεία. [1]



Σχήμα 3.4: Μέγιστες τιμές φωτομετατροπής για διάφορα ημιαγώγιμα υλικά [1]

Ως μέγιστη ονομαστική ισχύ, P_{max} , του φ/β στοιχείου θεωρούμε αυτήν που λαμβάνουμε όταν η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι 1000 W/m^2 υπό τις ακόλουθες συνθήκες (S.T.C.):

- Θερμοκρασία φ/β στοιχείου, $T_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
- Φάσμα προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας: AM 1.5 (Το AM αντιστοιχεί στα αρχικά του Air Mass, δηλαδή Αέριος Μάζα - επεξήγηση σελίδα 21) [1]

3.5 Ενεργειακή συμπεριφορά Φ/Β με μεταβαλλόμενες εξωτερικές συνθήκες

Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας

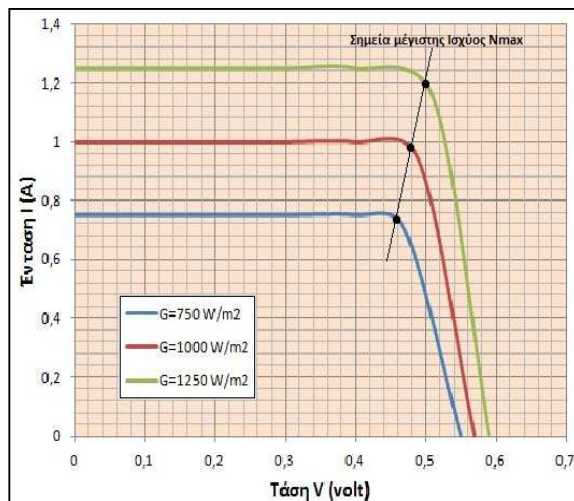
Η διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας καθορίζει την ωφέλιμη ισχύ που παράγει το Φ/Β στοιχείο. Δεδομένης της διαρκούς μεταβολής της θέσεως του ήλιου ως προς την επιφάνεια της γης, θα έπρεπε να μεταβάλλεται συνεχώς η κλίση του Φ/Β ώστε να επιτυγχάνεται κάθετη πρόσπτωση των ηλιακών ακτίνων σ' αυτό. Λόγω των σύνθετων κατασκευαστικών δυσκολιών αλλά και των αντίστοιχων οικονομικών προβλημάτων, προτιμάται συνήθως σταθερή κλίση τοποθέτησης των Φ/Β. Οι γωνίες κλίσης εξαρτώνται από την επιθυμητή χρήση και την εποχή του έτους. Κατά προσέγγιση η βέλτιστη κλίση του Φ/Β πλαισίου "β*" είναι εκείνη που επιτυγχάνει την κατά το δυνατό κάθετη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας για την υπό μελέτη χρονική περίοδο. Για τις περιοχές της χώρας μας, η προτεινόμενη κλίση των πλαισίων είναι περίπου $55^\circ \div 60^\circ$ για τη χειμερινή περίοδο. Αντίστοιχα, για την καλοκαιρινή περίοδο η προτεινόμενη κλίση των Φ/Β κυμαίνεται μεταξύ των $10^\circ \div 15^\circ$ (πίνακας 3.1). Πιο συγκεκριμένα, εάν επιθυμούμε τη μεγιστοποίηση της

ετήσιας παραγόμενης ηλιακής ακτινοβολίας επιλέγεται η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, δηλαδή " $\beta \approx \varphi - 15^\circ$ ", όπου " φ " το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Στην περίπτωση όμως αυτή, η παραγόμενη ενέργεια κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι σαφώς μικρότερη αυτής του καλοκαιριού, επειδή τόσο η ένταση της διαθέσιμης ακτινοβολίας όσο και η διάρκεια της ημέρας είναι μικρότερες. [2]

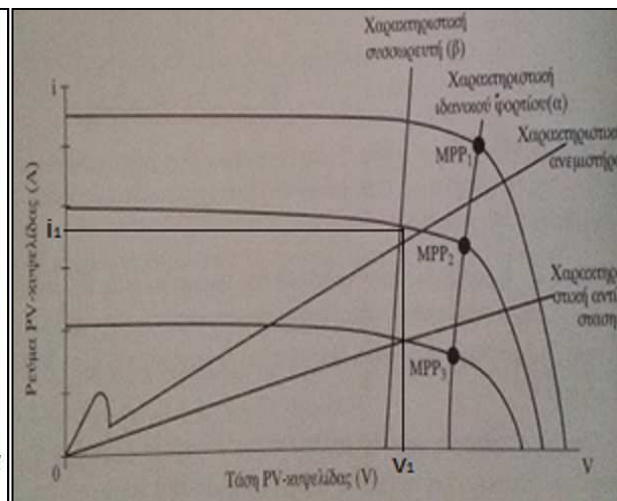
Πίνακας 3.1: Προτεινόμενη βέλτιστη κλίση Φ/B πλαισίων [2]

ΜΗΝΑΣ	ΓΩΝΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ " β "	ΜΗΝΑΣ	ΓΩΝΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ " β "
Ιανουάριος	$\varphi + 29^\circ$	Ιούλιος	$\varphi - 24^\circ$
Φεβρουάριος	$\varphi + 18^\circ$	Αυγустος	$\varphi - 10^\circ$
Μάρτιος	$\varphi + 3^\circ$	Σεπτέμβριος	$\varphi - 2^\circ$
Απρίλιος	$\varphi - 10^\circ$	Οκτώβριος	$\varphi + 10^\circ$
Μάιος	$\varphi - 22^\circ$	Νοέμβριος	$\varphi + 23^\circ$
Ιούνιος	$\varphi - 25^\circ$	Δεκέμβριος	$\varphi + 30^\circ$

Αντίθετα εάν επιθυμούμε περισσότερη ενεργειακή αυτονομία της εγκατάστασης, επιλέγεται γωνία κλίσης " $\beta \approx \varphi + 15^\circ$ ", η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση της ενεργειακής απολαβής κατά το χειμώνα και μια σχετικά καλή απόδοση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. [2]



Σχήμα 3.5α [2]



Σχήμα 3.5β [1]

Για τα παραπάνω σχήματα βλέπε την επεξήγηση στα ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ (1)

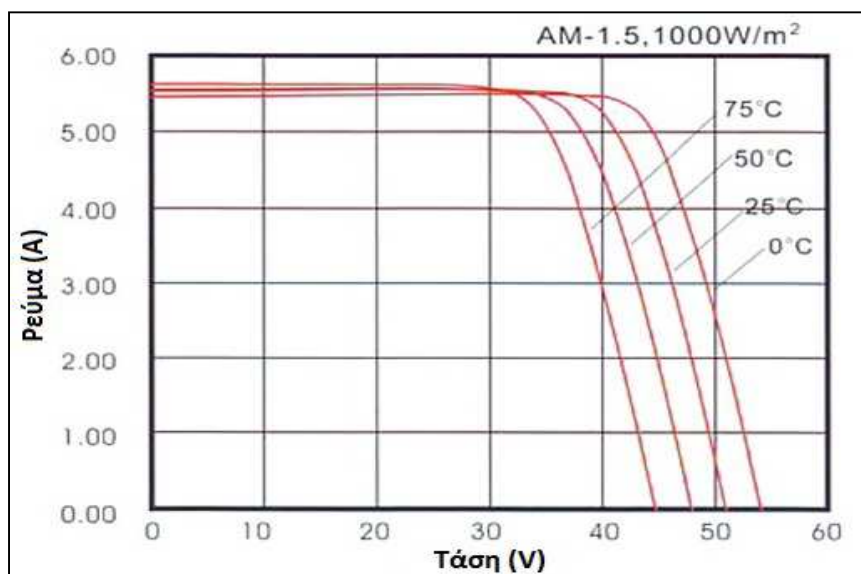
Πράγματι η μεταβολή της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, επιδρά σημαντικά στην καμπύλη λειτουργίας του Φ/B στοιχείου. Δηλαδή, η αύξηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας αυξάνει το ρεύμα βραχυκυκλώσεως μετατοπίζοντας την καμπύλη (I-V) προς τα πάνω. Αντίστοιχα, η μείωση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας μετατοπίζει την

καμπύλη (I-V) προς τα κάτω (σχήμα 3.5α). Αντίθετα, η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας δεν επηρεάζει σημαντικά την τάση ανοιχτοκυκλώσεως " V_{oc} " του Φ/B. [2]

Διερευνώντας τα δεδομένα του σχήματος 3.5α παρατηρείται ότι η καμπύλη που ενώνει τα σημεία στα οποία εμφανίζεται η μέγιστη ισχύς του Φ/B, είναι ευθεία γραμμή σχεδόν κάθετη στον άξονα της τάσης "V", με ελαφρά κλίση προς τα δεξιά. Συνεπώς, όπως έχει ήδη αναφερθεί το σημείο μέγιστης ισχύος εμφανίζεται πρακτικά για την ίδια τιμή τάσης "V", ανεξάρτητα από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. [2]

Μεταβολή της θερμοκρασίας

Οι αλλαγές της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας ή του έτους επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά των Φ/B στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της ανοιχτοκυκλώσεως " V_{oc} " με αποτέλεσμα της καμπύλης (I-V) να μετακινείται προς τα αριστερά (σχήμα 3.6). Αντίστοιχα, η μείωση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της τάσης. [2]



Σχήμα 3.6: Καμπύλες (I-V) για διάφορες τιμές της θερμοκρασίας [9]

Ο ρυθμός μείωσης της τάσης για Φ/B στοιχεία πυριτίου με " $V_{oc}=0,6 \text{ V}$ " είναι περίπου $2\text{mV}/^\circ\text{C}$. Πιο συγκεκριμένα, η τάση " V_θ " του Φ/B στοιχείου σε τυχαία θερμοκρασία πλασίου " θ ", μπορεί να προσεγγισθεί από την ακόλουθη σχέση:

$$V_\theta = V_{25} \cdot [1 - 0,002 \cdot (\theta - 25)] \quad (3.4)$$

Η παρατηρούμενη μείωση αντισταθμίζεται μερικώς από την αύξηση του ρεύματος βραχυκυκλώσεως " I_{sc} ", καθώς σύμφωνα με την εξίσωση (3.5) παρατηρείται μικρή αύξηση του ρεύματος εξόδου " I_θ " (σε mA), δηλαδή:

$$I_{\theta} = I_{25} \cdot [1 + 0,025 \cdot A \cdot (\theta - 25)] \quad (3.5)$$

όπου $A=100 \text{ cm}^2$.

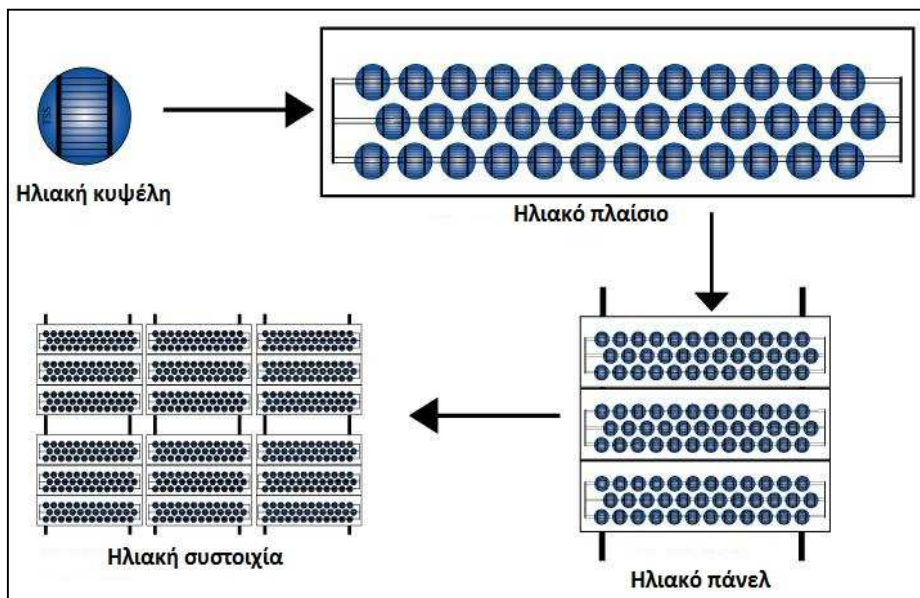
Η θερμοκρασία πλαισίου " θ " μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$\theta = \theta_a + k \cdot G \quad (3.6)$$

όπου " θ_a " η θερμοκρασία περιβάλλοντος, " G " η στιγμιαία ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και " k " θερμοκρασιακή σταθερά η οποία εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας και μετάδοσης θερμότητας του Φ/Β πλαισίου και κυμαίνεται μεταξύ $0,02^{\circ}\text{C}/(\text{W}/\text{m}^2)$ και $0,04^{\circ}\text{C}/(\text{W}/\text{m}^2)$. [2]

3.6 Σύνδεση Φ/Β στοιχείων

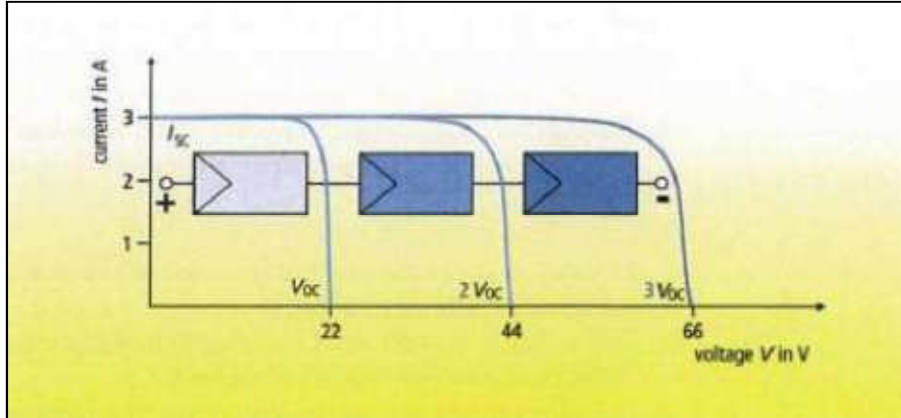
Επειδή το κάθε Φ/Β στοιχείο αποδίδει ισχύ μερικών μόνο Watt, τα οποία δεν είναι αρκετά για τις περισσότερες εφαρμογές, δημιουργούνται κατάλληλοι συνδυασμοί Φ/Β στοιχείων ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις του φορτίου όσον αφορά την απαιτούμενη τάση, ισχύ ή ένταση ρεύματος. Με κατάλληλη συνδεσμολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων τοποθετημένα σε πλαίσιο δημιουργούν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο το οποίο είναι και το τελικό προϊόν που διατίθεται προς εγκατάσταση (σχήμα 3.7). Για την επίτευξη της απαιτούμενης ισχύος μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, τα πλαίσια συνδέονται σε συνδεσμολογίες εν σειρά και εν παραλλήλω. [9]



Σχήμα 3.7: Κατασκευαστικά στάδια ομαδοποίησης των ηλιακών κυττάρων [9]

Σύνδεση Φ/Β πλαισίων σε σειρά

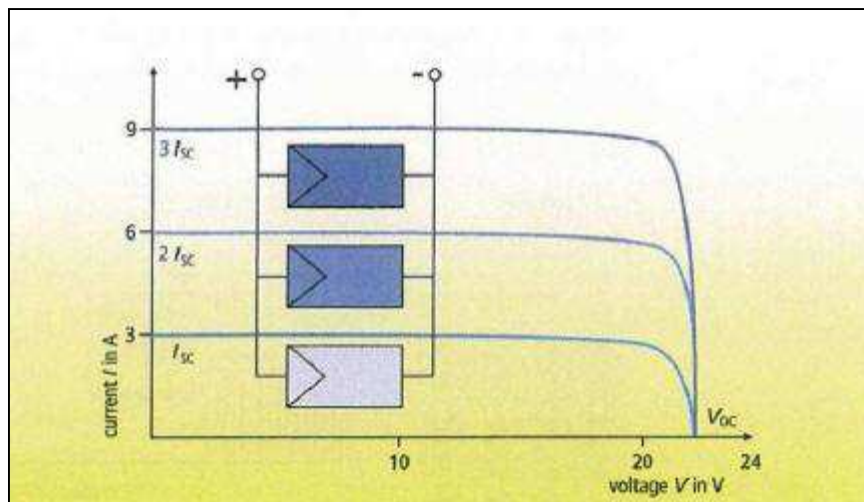
Όταν N_s πλαίσια ίδιων χαρακτηριστικών συνδέονται σε σειρά, τότε προκύπτει τάση πολλαπλάσια ($V_{oc}' = N_s \times V_{oc}$) της τάσης του ανοιχτού κυκλώματος του ενός πλαισίου, και ρεύμα βραχυκυκλώσεως ίσο με το ρεύμα ενός πλαισίου (σχήμα 3.8). [9]



Σχήμα 3.8: Χαρακτηριστική τριών πλαισίων συνδεδεμένων σε σειρά [9]

Σύνδεση Φ/Β πλαισίων παράλληλα

Όταν N_p πλαίσια ίδιων χαρακτηριστικών συνδέονται παράλληλα, τότε προκύπτει τάση ίση της τάσης ανοιχτού κυκλώματος του ενός πλαισίου, και ρεύμα βραχυκύκλωσης N_p φορές το ρεύμα βραχυκύκλωσης ενός πλαισίου ($I_{sc}' = N_p \times I_{sc}$) (σχήμα 3.9). [9]

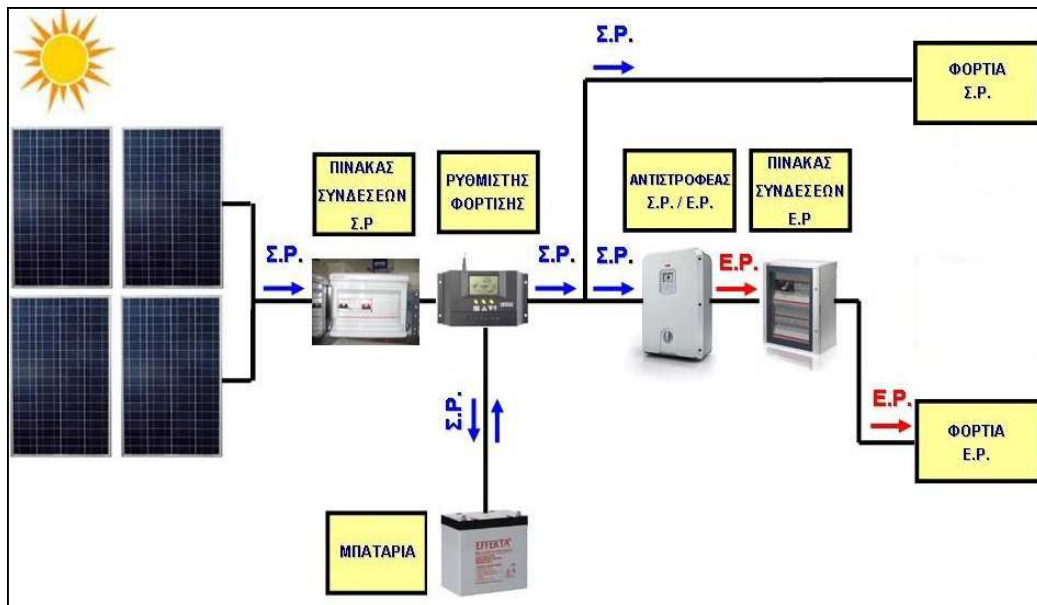


Σχήμα 3.9: Χαρακτηριστική τριών πλαισίων συνδεδεμένων παράλληλα [9]

3.7 Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό (Φ/Β) σύστημα

Ένα αυτόνομο Φ/Β σύστημα (σχήμα 3.10) δεν είναι διασυνδεδεμένο με το ηλεκτρικό δίκτυο (ΔΕΗ). Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από την Φ/Β γεννήτρια (φωτοβολταϊκό πλαίσιο ή συστοιχία) του συστήματος αποθηκεύεται σε συσσωρευτές (μπαταρίες) για να χρησιμοποιηθεί όταν απαιτηθεί. [7]

Το παραγόμενο από τη Φ/Β γεννήτρια συνεχές ρεύμα (Σ.Ρ.) τροφοδοτεί τα φορτία Σ.Ρ. της εγκατάστασης μέσω ενός ρυθμιστή φορτίου. Επίσης, ένας αναστροφέας είναι συνδεδεμένος με την Φ/Β γεννήτρια για την μετατροπή του Σ.Ρ. σε εναλλασσόμενο ρεύμα (Ε.Ρ.) και την τροφοδοσία των φορτίων Ε.Ρ. Όταν η Φ/Β γεννήτρια παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από εκείνη που απαιτείται για την τροφοδοσία των φορτίων, η περίσσια ενέργεια αποθηκεύεται στις μπαταρίες για να χρησιμοποιηθεί σε περιόδους που η Φ/Β γεννήτρια δεν παράγει (νύχτα, συννεφιά κ.α.) ή όταν υπάρχει μεγαλύτερη ζήτηση. [7]



Σχήμα 3.10: Σχεδιάγραμμα ενός αυτόνομου Φ/Β συστήματος [7]

Με βάση τα παραπάνω, κρίνεται αναγκαίο να αναφερθεί περιληπτικά η αρχή λειτουργίας κάποιων κύριων μερών ενός αυτόνομου Φ/Β συστήματος τα οποία αποτελούν καθοριστικό ρόλο για την σωστή και ομαλή λειτουργία του. Έτσι θα δοθεί ιδιαίτερη σημασία στους αναστροφείς ή αντιστροφείς, στον ρυθμιστή φόρτισης καθώς και στους συσσωρευτές (μπαταρίες).

Αναστροφείας

Η παραγόμενη από την Φ/Β γεννήτρια ηλεκτρική ενέργεια Σ.Ρ μετατρέπεται σε Ε.Ρ μέσα από ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες ονομάζονται αναστροφείς ή μετατροπείς Σ.Ρ σε Ε.Ρ. ή αντιστροφείς ή inverters (DC/AC) (σχήμα 3.11). [7]

Οι σύγχρονοι αναστροφείς έχουν ως βασική λειτουργία της αντιστροφής (μετατροπή) του Σ.Ρ. σε Ε.Ρ., αλλά και τη ρύθμιση της τιμής της τάσης εξόδου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ηλεκτρικού δικτύου. Εκτός των παραπάνω βασικών λειτουργιών τους, οι αναστροφείς έχουν την δυνατότητα επιπλέον λειτουργιών, όπως τη παρακολούθηση και τον έλεγχο διαφόρων ηλεκτρικών μεγεθών. Οι αναστροφείς διαθέτουν ένα ολοκληρωμένο ενσωματωμένο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης και ελέγχου ασφαλείας. [7]



Σχήμα 3.11: Αναστροφείας για Φ/Β σύστημα [16]

Ανάλογα με το είδος της τάσης εξόδου, οι αναστροφείς διαχωρίζονται σε:

- Μονοφασικούς αναστροφείς, με μεγέθη ισχύος έως 10-11 kW.
- Τριφασικούς αναστροφείς, με μεγέθη ισχύος από 6-7 kW έως και 1 MW. [7]

Συσσωρευτές (μπαταρίες)

Το Φ/Β φαινόμενο όπως το περιγράψαμε στο παρόν κεφάλαιο βασίζεται στην αρχή της μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια με την χρήση των Φ/Β πλαισίων. Λόγω των έντονων και συχνά γρήγορων μεταβολών στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του ενός έτους ή και μιας ημέρας σε ένα δεδομένο τόπο, δημιουργεί την ανάγκη της δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Την λύση στο πρόβλημα της ασυμφωνίας μεταξύ στην ζήτηση και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την δίνουν οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές ή μπαταρίες (σχήμα 3.12). [7]

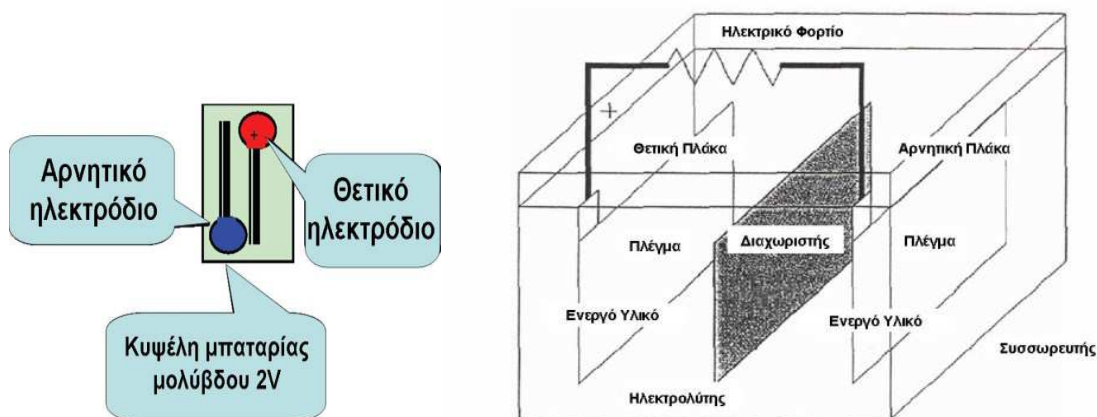


Σχήμα 3.12: Συσσωρευτής Φ/Β συστήματος [16]

Οι κύριες λειτουργίες των συσσωρευτών στα Φ/Β συστήματα, είναι:

- **Ενεργειακή αποθήκευση και αυτονομία:** Ικανότητα να αποθηκεύσουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από μια Φ/Β γεννήτρια και διοχέτευση την ενέργεια αυτής στα ηλεκτρικά φορτία όταν ζητηθεί.
- **Σταθεροποίηση της τάσης:** Ικανότητα παροχής ισχύος στα ηλεκτρικά φορτία υπό σταθερή τάση, διορθώνοντας πιθανές ανωμαλίες του Φ/Β συστήματος.
- **Τροφοδοσία υπερτασικού ρεύματος:** Ικανότητα παροχής υπερτασικού ρεύματος ή ρεύματος αιχμής στα ηλεκτρικά φορτία ή τις ηλεκτρικές συσκευές. [7]

Οι περισσότεροι συσσωρευτές αποτελούνται από μία ή περισσότερες κυψέλες (ή στοιχεία), οι οποίες συνδέονται σε σειρά για την παραγωγή μιας δεδομένης τάσης (σχήμα 3.13).



Σχήμα 3.13: Η δομή μιας κυψέλης μιας μπαταρίας [7]

Ρυθμιστής φόρτισης

Η κύρια λειτουργία ενός ρυθμιστή φόρτισης είναι να διατηρεί τις μπαταρίες σε μια όσο το δυνατό μέγιστη κατάσταση φόρτισης, προστατεύοντάς τις ταυτόχρονα από τις υπερφορτίσεις και από καταστάσεις βαθιάς εκφόρτισης. Ένας ρυθμιστής φόρτισης έχει στόχο να φορτίσει την μπαταρία μέσα στα όρια της και με αυτόν τον τρόπο να λειτουργεί η Φ/Β γεννήτρια στο σημείο ισχύς αιχμής. Ο ρυθμιστής φόρτισης αποτελείται συνήθως από επιμέρους ηλεκτρονικές συσκευές όπως οι διατάξεις προστασίας βαθιάς εκφόρτισης και υπερφόρτισης, δίοδοι αντεπιστροφής ρεύματος και οθόνες ενδείξεων.

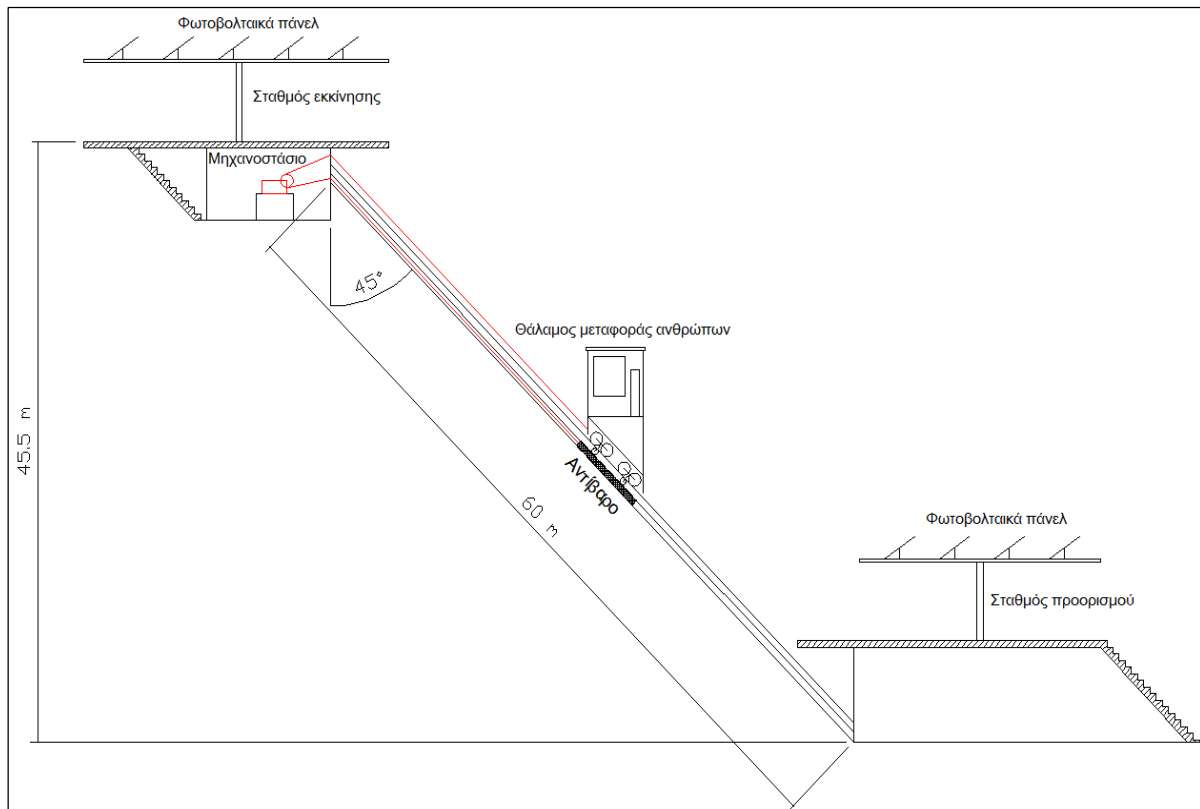
Οι κύριες λειτουργίες ενός ρυθμιστή φόρτισης, είναι:

- Προστασία της μπαταρίας από υπερφόρτιση: Ορισμός ενός ορίου υψηλής τάσης για την αποφυγή υπερφόρτισης της μπαταρίας που οδηγεί σε υδρόλυση του ηλεκτρολύτη και διάβρωση των πλακών.
- Προστασία της μπαταρίας από βαθιά εκφόρτιση: Ορισμός ενός ορίου χαμηλής τάσης για την αποφυγή βαθιάς εκφόρτισης της μπαταρίας.
- Έλεγχος λειτουργίας φόρτισης: Αυτόματη σύνδεση και αποσύνδεση της μπαταρίας με το Φ/Β σύστημα στα ενδεδειγμένα όρια τάσης ή σε καθορισμένες χρονικές στιγμές (π.χ. ανατολή και δύση ηλίου). [7]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΛΕΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (ΤΕΛΕΦΕΡΙΚ) ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

4.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η μελέτη, ο σχεδιασμός και υπολογισμός μιας εγκατάστασης (σχήμα 4.1) τηλεμεταφοράς (τελεφερίκ) η οποία θα είναι πλήρως ρευματοδοτούμενη από αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα. Η μελέτη θα αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος θα γίνει ο σχεδιασμός και υπολογισμός του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος (αφού πρώτα υπολογιστεί η ενεργειακή απαίτηση του συστήματος) και στο δεύτερο μέρος θα γίνει ο σχεδιασμός και υπολογισμός της εγκατάστασης του τελεφερίκ. Η εγκατάσταση θα γίνει σε παραλιακή περιοχή του Κατακόλου (Πύργος Ηλείας) με σκοπό την μεταφορά ανθρώπων από ξενοδοχειακή μονάδα σε παραλία στην οποία δεν υπάρχει άλλος τρόπος πρόσβασης. Το τελεφερίκ θα είναι τελεφερίκ τροχιάς (βαγόνι σε ράγες το οποίο έλκεται από ηλεκτρικό κινητήρα μέσω συρματοσχοίνων) και θα μπορεί να μεταφέρει 20 ανθρώπους. Τέλος, η κεκλιμένη απόσταση που θα διανύει το τελεφερίκ είναι 60 μέτρα.



Σχήμα 4.1: Τυπικό σχεδιάγραμμα εγκατάστασης

4.2 Υπολογισμός ισχύος ηλεκτρικού κινητήρα

Για να υπολογίσουμε την ενεργειακή απαίτηση της εγκατάστασης θα πρέπει πρώτα να υπολογιστεί η ισχύς του ηλεκτρικού κινητήρα. Έτσι, με βάση τα παρακάτω κατασκευαστικά δεδομένα (F, Q), για τον υπολογισμό της δρώσας δύναμης έχουμε:

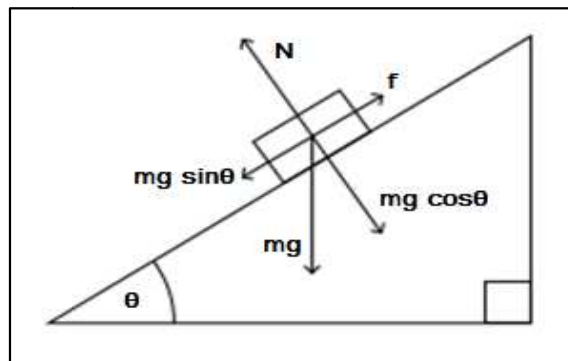
[F] – Βάρος σασί και θαλάμου: 900 kg

[Q] – Ωφέλιμο βάρος (20 άτομα x 75 kg): 1500 kg

[G] – Βάρος αντίβαρου ($G=F+Q/2$): 1650 kg

Το βάρος που θα πρέπει να ανυψώσει ο κινητήρας είναι: $B = F + Q - G = 750$ kg

Δεδομένου ότι η εγκατάσταση του τελεφερίκ λειτουργεί σε κεκλιμένο επίπεδο με κλίση 45° , έχουμε το παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 4.2: Ανάλυση βάρους σε κεκλιμένο επίπεδο

Με βάση το παραπάνω σχήμα, η δύναμη που απαιτείται για την ανύψωση του φορτίου, λόγω ισορροπίας δυνάμεων, είναι: $f = mg \times \sin\theta = 750 \times \sin 45 = 531$ kg = 5310 N

Ο υπολογισμός της ισχύος του ηλεκτρικού κινητήρα δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$N = \frac{f \times V}{76 \times \eta} \text{ (HP)}$$

όπου:

f: απαιτούμενη δύναμη για την ανύψωση του φορτίου (531 kg)

V: ταχύτητα θαλάμου (0,5 m/sec)

η: βαθμός απόδοσης συστήματος (λαμβάνεται ίσος με 0,5)

Άρα η ισχύς του ηλεκτρικού κινητήρα είναι:

$$N = \frac{531 \times 0,5}{76 \times 0,5} = 7 \text{ (HP)}$$

Για λόγους όπως η πλήρης ανάλυση της μηχανικής συμπεριφοράς κύλισης των τροχών επί ραγών χάλυβα, καθώς και για το υψηλό ρεύμα που απαιτεί ο ηλεκτρικός κινητήρας κατά την εκκίνησή του (βλέπε ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ (2)), τα οποία δεν υπολογίστηκαν παραπάνω, θα γίνει μια εκτίμηση και προσαύξηση 30% στην παραπάνω υπολογισθείσα ισχύ. Επομένως έχουμε ότι: $N = 7 + 30\% = 9,20 \text{ (HP)} \times 746 = 6900 \text{ (Watt)}$.

4.3 Προσδιορισμός χρόνου λειτουργίας του ηλεκτρικού κινητήρα

4.3.1 Υπολογισμός απαιτούμενου χρόνου για την κάλυψη της διαδρομής

Για να προσδιοριστεί ο ακριβής χρόνος λειτουργίας του ηλεκτρικού κινητήρα θα εξεταστεί το μήκος της διαδρομής καθώς και η ταχύτητα του θαλάμου. Με βάση ότι το μήκος της διαδρομής είναι 60 μέτρα διακρίνονται οι κάτωθι περιπτώσεις:

1. Από 0 έως 10 μέτρα ο θάλαμος θα ξεκινά με ταχύτητα 0,1 m/s, στη συνέχεια θα επιταχύνει με 0,25 m/s και στη συνέχεια μέχρι τα δέκα μέτρα με 0,4 m/s. Ο μέσος όρος της ταχύτητας για 0 έως 10 μέτρα είναι 0,25 m/s και με βάση ότι $U=h/t$, ο χρόνος που χρειάζεται ο θάλαμος για να διανύσει τα δέκα μέτρα είναι: **0,66 λεπτά**.
2. Από 10 έως 50 μέτρα ο θάλαμος έχει σταθερή ταχύτητα 0,5 m/s. Επομένως με βάση ότι $U=h/t$, ο χρόνος που χρειάζεται ο θάλαμος να διανύσει τα 40 μέτρα είναι: **1,33 λεπτά**.
3. Από 50 έως 60 μέτρα ισχύει ότι και στην περίπτωση 1 με την διαφορά ότι ο θάλαμος επιβραδύνει σταδιακά από 0,4 m/s μέχρι 0,1 m/s για να σταματήσει ομαλά στο τέλος της διαδρομής. Ο χρόνος που χρειάζεται για να διανύσει τα τελευταία δέκα μέτρα είναι: **0,66 λεπτά**.

Επομένως ο συνολικός χρόνος που χρειάζεται ο θάλαμος για να διανύσει τα 60 μέτρα είναι: $0,66 + 1,33 + 0,66 = 2,6$ λεπτά. Για λόγους ασφάλειας κάνουμε 15% προσαύξηση και έτσι ο συνολικός χρόνος είναι: **3 λεπτά**. Για μία κυκλική διαδρομή (δηλαδή για κατέβασμα και ανέβασμα), ο απαιτούμενος χρόνος είναι: $2,9 \times 2 = 6$ λεπτά.

4.3.2 Καθορισμός δρομολογίων του τηλεφερικό και του συνολικού χρόνου λειτουργίας του ηλεκτρικού κινητήρα

Με βάση τις ανάγκες της ξενοδοχειακής μονάδας, κρίθηκε αναγκαίο πως το τηλεφερικό θα πραγματοποιεί 12 δρομολόγια (το ένα δρομολόγιο αφορά την εκκίνηση από τον σταθμό εκκίνησης προς τον σταθμό προορισμού και αντίστροφα) την ημέρα για τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο και 15 δρομολόγια την ημέρα για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο. Τα δρομολόγια του τηλεφερικό παρουσιάζονται αναλυτικότερα στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.1: Δρομολόγια τελεφερίκ

	Μάιος - Σεπτέμβριος		Ιούνιος – Ιούλιος – Αύγουστος	
	1 → 2	2 → 1	1 → 2	2 → 1
1	10:30	10:45	10:00	10:15
2	11:00	11:30	10:30	10:45
3	12:00	12:30	11:00	11:30
4	13:30	13:45	12:00	12:15
5	14:00	14:15	12:30	12:45
6	15:00	15:15	13:00	13:15
7	15:30	15:45	13:30	13:45
8	16:00	16:15	14:00	14:30
9	16:30	16:45	15:00	15:15
10	17:00	17:15	15:30	15:45
11	17:30	17:45	16:00	16:15
12	18:00	18:30	17:00	17:15
13			18:00	18:30
14			20:00	20:30
15			21:00	21:30

1: Σταθμός εκκίνησης, **2:** Σταθμός προορισμού

Με βάση τα παραπάνω, ο χρόνος που λειτουργεί ο ηλεκτρικός κινητήρας είναι:

Μάιος και Σεπτέμβριος: Χρόνος = δρομολόγια ανά ημέρα x διάρκεια διαδρομής = 12 x 6 = 72 λεπτά = **1,2 ώρες** ανά ημέρα.

Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος: Χρόνος = 15 x 6 = 87 λεπτά = **1,5 ώρες** ανά ημέρα.

4.4 Υπολογισμός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος

4.4.1 Προσδιορισμός ηλεκτρικών καταναλώσεων

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η εγκατάσταση του τελεφερίκ έχει δύο περιόδους λειτουργίας. Η μία περίοδος αφορά τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο (12 δρομολόγια ανά ημέρα) και η άλλη αφορά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο (15 δρομολόγια ανά ημέρα). Έτσι έχουμε τους παρακάτω πίνακες με τις ηλεκτρικές καταναλώσεις για κάθε περίοδο λειτουργίας.

Πίνακας 4.2: Καταναλώσεις για τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο

Φορτία	Τεμάχια	Ισχύς (W)	Χρόνος Λειτουργίας (hr/d)	Ενέργεια (Wh/d)
Ηλεκτρ. Κινητήρας	1	6900	1,2	8280
Φωτισμός	40	400	-	-
Βοηθητικές καταναλώσεις	-	300	8	2400
Σύνολο				10680

Πίνακας 4.3: Καταναλώσεις για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο

Φορτία	Τεμάχια	Ισχύς (W)	Χρόνος Λειτουργίας (hr/d)	Ενέργεια (Wh/d)
Ηλεκτρ. Κινητήρας	1	6900	1,5	10350
Φωτισμός	40	400	2	800
Βοηθητικές καταναλώσεις	-	300	12	3600
Σύνολο				14750

Από τους παραπάνω πίνακες συμπεραίνουμε πως για τον Μάιο και τον Σεπτέμβριο απαιτούνται **11000 (Wh/d)**, ενώ για τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο απαιτούνται **15000 (Wh/d)**.

Στους παραπάνω πίνακες, οι βοηθητικές καταναλώσεις αφορούν τις καταναλώσεις που χρειάζονται τα υποσυστήματα της εγκατάστασης. Ενδεικτικά, αυτά είναι οι ηλεκτρονικές ενδείξεις που υπάρχουν στους δύο σταθμούς (εκκίνησης και προορισμού) και στον θάλαμο μεταφοράς, τα μπουτόν που καλείται ο θάλαμος καθώς και το σύστημα (PLC) που προγραμματίζει την λειτουργία της εγκατάστασης. Γίνεται εύκολα αντιληπτό πως οι βοηθητικές καταναλώσεις λειτουργούν από το πρώτο μέχρι το τελευταίο δρομολόγιο για κάθε ημέρα λειτουργίας.

4.4.2 Επιλογή κλίσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων

Η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται μια επιφάνεια με κλίση, εξαρτάται από το γεωγραφικό της πλάτος, τη γωνία κλίσης και τη χρονική περίοδο. Η βέλτιστη γωνία κλίσης, είναι η γωνία εκείνη με την οποία τοποθετούνται τα φ/β πάνελ ως προς το οριζόντιο επίπεδο, προκειμένου να δέχονται το μέγιστο της ηλιακής ακτινοβολίας και συνεπώς να έχουν τη μέγιστη δυνατή επίδοση για την χρονική περίοδο που είναι από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο.

Το μέρος που θα εγκατασταθεί το φ/β σύστημα, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι στην περιοχή του Κατάκολου (Πύργος, Ν. Ηλείας), με:

- Γεωγραφικό πλάτος: 37° 39' 50" Βόρεια
- Γεωγραφικό μήκος: 21° 18' 36" Ανατολικά
- Υψόμετρο: 50 μέτρα από το ύψος της θάλασσας

Με την βοήθεια της ιστοσελίδας Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) μπορούμε να βρούμε τη μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στα φ/β πλαίσια καθώς και την βέλτιστη γωνία τοποθέτησης των φ/β πλαισίων. Για το συγκεκριμένο τόπο όπου θα γίνει η εγκατάσταση, η βέλτιστη γωνία τοποθέτησης των φ/β πλαισίων για λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι 31° (βλέπε ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ (3)) με νότια κατεύθυνση. Η μέση ημερήσια ακτινοβολία παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.4: Μηνιαία δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας

Μήνας	H_{opt} (Wh/m²/day)
Μάιος	7000
Ιούνιος	7510
Ιούλιος	7760
Αύγουστος	7580
Σεπτέμβριος	6430
Σύνολο	36280
Μέσος Όρος	7256

όπου:

H_{opt}: Η μέση ηλιακή ακτινοβολία

4.4.3 Τάση συστήματος

Η τάση της φωτοβολταϊκής συστοιχίας πρέπει να ισούται με την τάση των συσσωρευτών, καθώς και με την τάση εισόδου του μετατροπέα. Συνήθως, προτιμούμε τάση 12V, 24V ή 48V. Όσο υψηλότερη τάση χρησιμοποιούμε στο σύστημα τόσο μικρότερο ρεύμα απαιτείται, που συνεπάγεται ελαχιστοποίηση των απωλειών στα καλώδια. Ωστόσο, για να έχουμε υψηλή τάση θα πρέπει να συνδέσουμε μεγάλο πλήθος συσσωρευτών σε σειρά και κάτι τέτοιο αυξάνει υπερβολικά το κόστος εγκατάστασης. Για αυτούς τους λόγους πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ως προς την επιλογή της τάσης του συστήματος.

Στην παρούσα μελέτη αποφασίστηκε να γίνει εγκατάσταση inverter τάσης εισόδου 24 V και συνεπώς η τάση της φ/β συστοιχίας και των συσσωρευτών θα είναι και αυτή 24 V.

4.4.4 Η απαιτούμενη ισχύς αιχμής

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ισχύος αιχμής της φωτοβολταϊκής γεννήτριας για κάθε μήνα λειτουργίας, έχουμε τον παρακάτω τύπο:

$$P_a \text{ (kW}_p\text{)} = \frac{E \left(\frac{\text{kWh}}{\text{d}} \right) \times 1 \left(\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right)}{\Pi \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{d}} \right) \times \sigma_\theta \times \sigma_\rho} \text{ (kW)}$$

Όπου:

E: Η απαιτούμενη ενέργεια του συστήματος ανά ημέρα (11 kWh/d ή 15 kWh/d ανάλογα)

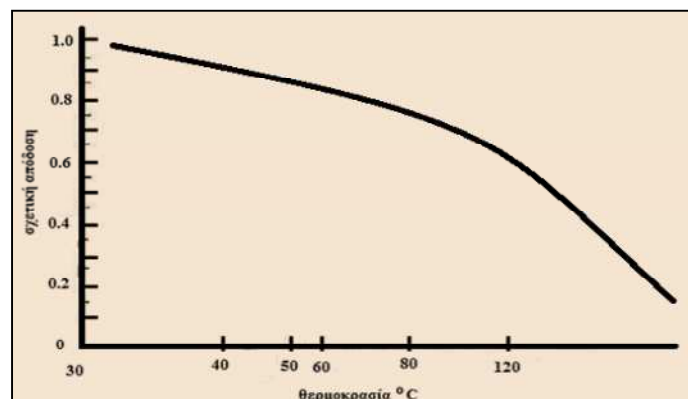
Π: Η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία (H_{opt})

σ_ρ : Συντελεστής καθαρότητας. Δεχόμαστε πως έχει τιμή ίση με 0,9

σ_θ : Συντελεστής θερμοκρασιακής διόρθωσης για τον οποίο έχουμε:

Η απόδοση των φ/β στοιχείων επηρεάζεται σημαντικά από την θερμοκρασία. Όμως, ο συντελεστής απόδοσης που δίνεται για τα ηλιακά στοιχεία ή για τα φ/β πλαίσια αντιστοιχεί σε μια συμβατική θερμοκρασία (πρότυπες συνθήκες STC με θερμοκρασία 25 °C), που στην ουσία διαφέρει αξιολογικά από την πραγματική θερμοκρασία του στοιχείου, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες. Έχει μετρηθεί ότι λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται, αλλά και λόγω των ηλεκτρικών απωλειών που πραγματοποιούνται πάνω τους, τα ηλιακά στοιχεία αποκτούν κατά τη λειτουργία τους θερμοκρασία μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος κατά 25-30 °C, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου. Ως μέσο όρο, στους υπολογισμούς μας, παίρνουμε συνήθως αύξηση της θερμοκρασίας κατά 30 °C (αναλυτικότερη προσέγγιση για την παρούσα παράγραφο γίνεται στα ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ (4)).

Για την διόρθωση του παραπάνω σφάλματος χρησιμοποιείται ένας αδιάστατος συντελεστής σ_θ . Στην συμβατική θερμοκρασία ο συντελεστής σ_θ είναι ίσος με τη μονάδα. Όμως, για κάθε βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας ο σ_θ μειώνεται κατά 0,005 για τα συνηθισμένα φ/β ηλιακά στοιχεία πυριτίου του εμπορίου. Ο συντελεστής θερμοκρασιακής διόρθωσης της απόδοσης του φ/β πλαισίου μπορεί να βρεθεί από το διάγραμμα του παρακάτω σχήματος:



Σχήμα 4.3: Εξάρτηση απόδοσης φ/β από την θερμοκρασία [2]

Για την παρούσα μελέτη η θερμοκρασία είναι: $\Theta = 25 + 30 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ και ο συντελεστής θερμοκρασιακής διόρθωσης $s\theta$, σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα είναι ίσος με 0,85.

Στη συνέχεια προχωράμε σε μια χονδρική εκτίμηση των απωλειών του συστήματος. Παίρνοντας ως συντελεστή απόδοσης 85% για τους συσσωρευτές, 85% για τον αναστροφέα DC/AC και 95% για τους αγωγούς του συστήματος, καταλήγουμε σε συνολικό συντελεστή απόδοσης:

$$\alpha = 0.85 \times 0.85 \times 0.95 = 0.69$$

Επομένως, η ελάχιστη ισχύς αιχμής της φωτοβολταϊκής γεννήτριας πρέπει να είναι:

$$P'_a = \frac{P_a}{\alpha} \quad (\text{kW})$$

Με βάση τους δύο παραπάνω τύπους υπολογίστηκε η ισχύς αιχμής (P_a) και η ελάχιστη ισχύς αιχμής (P'_a) και για τους πέντε μήνες που θα λειτουργεί η εγκατάσταση, οι τιμές των οποίων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.5: Τιμές ισχύος αιχμής και ελάχιστης ισχύος αιχμής για κάθε μήνα

	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
P_a (kW)	2,05	2,61	2,53	2,59	2,24
P'_a (kW)	2,97	3,78	3,66	3,75	3,24

Σύμφωνα με τον υπολογισμό που έγινε, η μεγαλύτερη τιμή (λόγω ενεργειακών αναγκών καθώς και της μέσης ηλιακής ακτινοβολίας) της ισχύος αιχμής βρέθηκε για τον μήνα Ιούνιο. Έτσι η διαστασιολόγηση του συστήματος θα γίνει με βάση τον μήνα Ιούνιο διότι αποτελεί την δυσμενέστερη περίπτωση και εφόσον το σύστημα θα καλύπτει τις ανάγκες του Ιουνίου, θα καλύπτει και τις ανάγκες των υπόλοιπων μηνών.

4.4.5 Επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων

Για την μελέτη της εγκατάστασης επιλέχθηκαν φωτοβολταϊκά πλαίσια πολυκρυσταλλικού τύπου κυψελών της εταιρείας Schuco (σχήμα 4.4) ονομαστικής ισχύος 180 Wp.



Σχήμα 4.4: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο της εταιρείας Schuco, ονομαστικής ισχύος 180 Wp [17]

Τα χαρακτηριστικά του μοντέλου που επιλέχθηκε παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.6: Χαρακτηριστικά φ/β πλαισίου Schuco [17]

Μοντέλο	S180-SP-4
Ονομαστική ισχύς (P_{max})	180 W _p
Μέγιστη τάση ισχύος (V_{mpp})	24,2 V
Τάση ανοιχτού κυκλώματος (V_{oc})	30,4 V
Μέγιστο ρεύμα ισχύος (I_{mpp})	7,45 A
Ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sc})	8,03 A
Απόδοση πλαισίου	13 %

Επειδή η τάση των πλαισίων συμπίπτει με την επιθυμητή τάση της φωτοβολταϊκής γεννήτριας (24V), δεν θα χρειαστεί να συνδέσουμε καθόλου πλαίσια σε σειρά. Πρέπει όμως να υπολογίσουμε τον αριθμό των πλαισίων που θα συνδέσουμε παράλληλα.

Το πλήθος των φωτοβολταϊκών πλαισίων (παράλληλης σύνδεσης) που θα χρειαστούμε, δίνεται από:

$$\frac{P'_a \text{ Ιουνίου}}{W_p \text{ Πλαισίου}} = \frac{3,78 \text{ kW}}{180 \text{ W}_p} = 21 \text{ φωτοβολταϊκά πλαίσια}$$

Τελικά, η φωτοβολταϊκή γεννήτρια θα δίνει τάση 24V και θα παράγει ισχύ 21 x 180W = 3780W = 3,78 kW.

4.4.6 Επιλογή συσσωρευτών

Με βάση τα χαρακτηριστικά των κατασκευαστών επιλέχθηκαν για το σύστημα της μελέτης συσσωρευτές Rolls (σχήμα 4.5) διότι υπερέχουν έναντι πολλών συσσωρευτών. Πιο συγκεκριμένα, έχουν μεγάλο βάθος εκφόρτισης, έως και 80%, και επίσης διάρκεια ζωής πάνω από δέκα χρόνια. Τα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων συσσωρευτών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.7: Χαρακτηριστικά συσσωρευτή Rolls [17]

Τύπος	Σειρά	Μήκος (mm)	Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	Τάση (V)	Χωρητικότητα (Ah)-C20	Βάρος με ηλεκτρολύτη
T12250	4000	391	178	365	12	200	57,50 kg



Σχήμα 4.5: Συσσωρευτής Rolls [17]

Με βάση ότι η τάση του συστήματος είναι 24V, θα πρέπει και η συστοιχία των συσσωρευτών να είναι 24V. Επομένως θα πρέπει να συνδέσουμε 2 συσσωρευτές σε σειρά για κάθε κλάδο συσσωρευτών αφού η ονομαστική τάση των συσσωρευτών Rolls είναι 12V. Συνεπώς θεωρούμε ότι το βάθος εκφόρτισης των συσσωρευτών είναι $\beta=80\%$, ο συντελεστής απόδοσής τους είναι $\alpha=85\%$ και η τάση τους 24V.

Δεδομένου ότι η εγκατάσταση θα λειτουργεί από την αρχή του μήνα Μάιου έως και το τέλος του μήνα Σεπτεμβρίου, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η εγκατάσταση θα λειτουργεί σε (σχετικά) καλοκαιρινούς μήνες και έτσι το σύστημα θα σχεδιαστεί για μί ημέρα αυτονομίας. Για οποιεσδήποτε περιπτώσεις (όπως για συνεχόμενες μέρες συννεφιάς) κατά τις οποίες το σύστημα δεν μπορεί να δώσει ενέργεια, θα χρησιμοποιηθεί γεννήτρια ντίζελ ως εφεδρική πηγή. Έτσι, η ικανότητα αποθήκευσης των συσσωρευτών (πάντα με βάση τον μήνα Ιούνιο όπου απαιτούνται 15 kWh/day) πρέπει να ισούται με:

$$E = 1 \text{ day} \times (15 \text{ kWh} / \text{day}) = 15 \text{ kWh}$$

Τέλος, το σύστημά μας θα σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να παρέχει ενέργεια ίση με 15kWh για την περίπτωση διαδοχικών ημερών συννεφιάς, γεγονός που καλύπτει όλους τους μήνες που θα λειτουργεί η εγκατάσταση. Η ονομαστική χωρητικότητα των συσσωρευτών πρέπει να είναι:

$$C_N = \frac{E}{\alpha \times \beta \times V} = \frac{15\text{kWh}}{0,85 \times 0,80 \times 24\text{V}} = 919,11 \cong 920 \text{ Ah}$$

Επομένως θα χρειαστούμε: $920 \text{ Ah} / 200 \text{ Ah} = 4,6 \approx 5$ παράλληλους κλάδους συσσωρευτών, καθένας από τους οποίους θα αποτελείται από δύο σε σειρά συνδεδεμένους συσσωρευτές. Δηλαδή, συνολικά, η συστοιχία των συσσωρευτών θα αποτελείται από δέκα μπαταρίες ονομαστικής χωρητικότητας: $5 \times 200 \text{ Ah} = 1000\text{Ah}$, είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από την ζητούμενη (αναλυτικότερη προσέγγιση περί συσσωρευτών και εφεδρικής πηγής ενέργειας γίνεται στα ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ (5 & 6)).

4.4.7 Επιλογή ρυθμιστή φόρτισης

Ο ρυθμιστής φόρτισης είναι μια απλή ηλεκτρονική συσκευή που φροντίζει για την σωστή φόρτιση των συσσωρευτών του συστήματος. Ελέγχει την διαδικασία φόρτισης και την διακόπτει όταν διαπιστωθεί ότι η μπαταρία φορτισθεί πλήρως. Εάν η φόρτιση συνεχιστεί, οι συσσωρευτές κινδυνεύουν να καταστραφούν. Επειδή οι μπαταρίες έχουν την τάση να εκφορτίζονται σταδιακά, ακόμη και όταν δεν τροφοδοτούν με ρεύμα κάποια φορτία (αυτοεκφόρτιση), ο ρυθμιστής φόρτισης ξαναρχίζει αυτόματα τη διαδικασία φόρτισης της μπαταρίας όταν διαπιστωθεί ότι η τάση της έπεσε κάτω από το επίπεδο πλήρους φόρτισης.

Στην παρούσα μελέτη, τα 21 φωτοβολταϊκά πλαίσια θα οργανωθούν σε 3 ομάδες, οι οποίες θα έχουν από 7 φ/β πλαίσια η κάθε μία. Έτσι γίνεται αντιληπτό πως για το σύστημά μας απαιτούνται 3 ρυθμιστές φόρτισης (έναν για κάθε ομάδα φ/β πλαισίων) για την σωστή λειτουργία της συστοιχίας των συσσωρευτών.

Με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνει ο κατασκευαστής για τα φ/β πλαίσια και δεδομένου ότι οι 3 ομάδες φ/β πλαισίων θα παράγουν ρεύμα ($7 \times 7,45A$) 52,15A και τάση 24V, μια καλή επιλογή είναι να χρησιμοποιηθούν ρυθμιστές φόρτισης τύπου Xantrex C60 (σχήμα 4.6) τα χαρακτηριστικά των οποίων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.8: Χαρακτηριστικά ρυθμιστή φόρτισης Xantrex C60 [17]

Τάση συστήματος	12V και 24V
Μέγιστη τάση ανοιχτού κυκλώματος	55V (DC)
Ρεύμα φόρτισης	60A
Μέγιστο ρεύμα φόρτισης	85A



Σχήμα 4.6: Ρυθμιστής φόρτισης Xantrex C60 [17]

4.4.8 Επιλογή μετατροπέα

Ο μετατροπέας (inverter) είναι η συσκευή που μετατρέπει το συνεχές (DC) ρεύμα του φ/β συστήματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC). Έτσι, από τους συσσωρευτές του συστήματος μπορούμε να τροφοδοτήσουμε όλα τα φορτία που απαιτούν τάση 220V. Γίνεται κατανοητό πως τα φορτία του συστήματος δεν πρέπει να ξεπερνούν την μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ του μετατροπέα.

Για να γίνει η επιλογή του κατάλληλου μετατροπέα για το σύστημα της εγκατάστασης θα πρέπει να μελετηθούν τα φορτία με βάση την μία ώρα λειτουργίας. Έτσι, εάν στην δυσμενέστερη περίπτωση, ο θάλαμος πραγματοποιήσει 4 δρομολόγια θα χρειαστεί 0,4 ώρες και θα καταναλώσει 2760 Wh. Επίσης εάν υποθέσουμε πως πέρα από τις βοηθητικές καταναλώσεις (που είναι 300 Wh), χρησιμοποιηθούν και οι καταναλώσεις φωτισμού της εγκατάστασης, θα χρειαστούμε άλλες 400 Wh. Επομένως συνολικά (στην δυσμενέστερη περίπτωση) στην διάρκεια της μίας ώρας θα χρειαστούμε **3460 Wh**.

Με βάση τις παραπάνω σκέψεις και με γνώμονα τα χαρακτηριστικά των κατασκευαστών, για το σύστημά μας επιλέχθηκε ένας μετατροπέας Phoenix 24/5000 (σχήμα 4.7), τα τεχνικά του οποίου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.9: Χαρακτηριστικά μετατροπέα Phoenix [17]

Μοντέλο	Phoenix Inverter 24/5000
Στοιχεία εισόδου	
Τάση εισόδου	24V (19-33V)
Στοιχεία εξόδου	
Τάση εξόδου	230V (AC)
Ισχύς εξόδου 25°C (VA)	5000VA
Ισχύς εξόδου 25°C (W)	4500W
Ισχύς εξόδου 40°C (W)	4000W
Μέγιστη ισχύς (W)	10000W
Απόδοση	94%



Σχήμα 4.7: Μετατροπέας Phoenix 24/5000 [17]

Σε αυτό το σημείο της μελέτης κρίνεται αναγκαίο να πραγματοποιηθεί ένας έλεγχος της συμβατότητας της φ/β συστοιχίας και του μετατροπέα. Έτσι έχουμε:

- Η μέγιστη τάση που μπορεί να εμφανιστεί στα άκρα της συστοιχίας βρίσκεται εντός των ορίων τάσης στα οποία ο μετατροπέας μπορεί να ψάξει το σημείο μέγιστης ισχύος MPP:

Πράγματι: $19V \leq 24.2V \leq 33V$

- Η τάση ανοιχτού κυκλώματος της συστοιχίας, που ισούται με την τάση ανοιχτού κυκλώματος του κάθε παράλληλου κλάδου, είναι μικρότερη από την τάση εισόδου του μετατροπέα:

Πράγματι: $V_{OC} = 30.4V \leq 33V$

- Ο αριθμός των εν σειρά συνδεδεμένων πλαισίων είναι μικρότερος ή ίσος από τον λόγο:

$$\frac{V_{\max, \text{inverter}}}{V_{OC, \text{πλαίσιου}}} = \frac{33.4V}{30V} = 1,1$$

Πράγματι, κάθε κλάδος της συστοιχίας αποτελείται από μόνο ένα πλαίσιο, επομένως δεν υπάρχει πρόβλημα.

- Αν ο συνολικός αριθμός των παράλληλων αλυσίδων ισούται με τον λόγο:

$$\frac{\text{Συνολικός Αριθμός Πλασίων}}{\text{Μέγιστος Αριθμός Πλασίων Αλυσίδας}} = \frac{21}{1} = 21$$

που όντως ισούται.

4.4.9 Επιλογή εφεδρικής πηγής ρεύματος

Συνήθως, το σύστημα συμπληρώνεται με μια βοηθητική πηγή ηλεκτροπαραγωγής για την αντιμετώπιση ανώμαλων καταστάσεων, όπως μια σοβαρή βλάβη του συστήματος, ένα υπερβολικά παρατεταμένο διάστημα συνεχούς συννεφιάς κλπ. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται γεννήτριες ντίζελ.

Το μέγεθος της γεννήτριας εξαρτάται από τις ανάγκες που θέλουμε να ικανοποιήσουμε σε περίπτωση που η παροχή ρεύματος από την φ/β γεννήτρια διακοπεί. Για την παρούσα μελέτη, στην δυσμενέστερη περίπτωση (όπως είδαμε παραπάνω στην επιλογή του μετατροπέα), θα χρειαστούμε 3460 W σε μια ώρα λειτουργίας.

Επομένως για τις ανάγκες της εγκατάστασής μας μια καλή επιλογή γεννήτριας είναι το μοντέλο Honda EC400 της τάξεως των 3,5 kW.

4.4.10 Υπολογισμός της έκτασης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Τα φ/β πλαίσια της εγκατάστασης θα τοποθετηθούν επάνω στα σκίαστρα των δύο στάσεων της εγκατάστασης του τελεφερίκ. Τα σκίαστρα θα έχουν επιφάνεια 75 τμ το καθένα και έτσι γίνεται κατανοητό πως δεν υπάρχει πρόβλημα στην χωροθέτηση των φ/β πλαισίων.

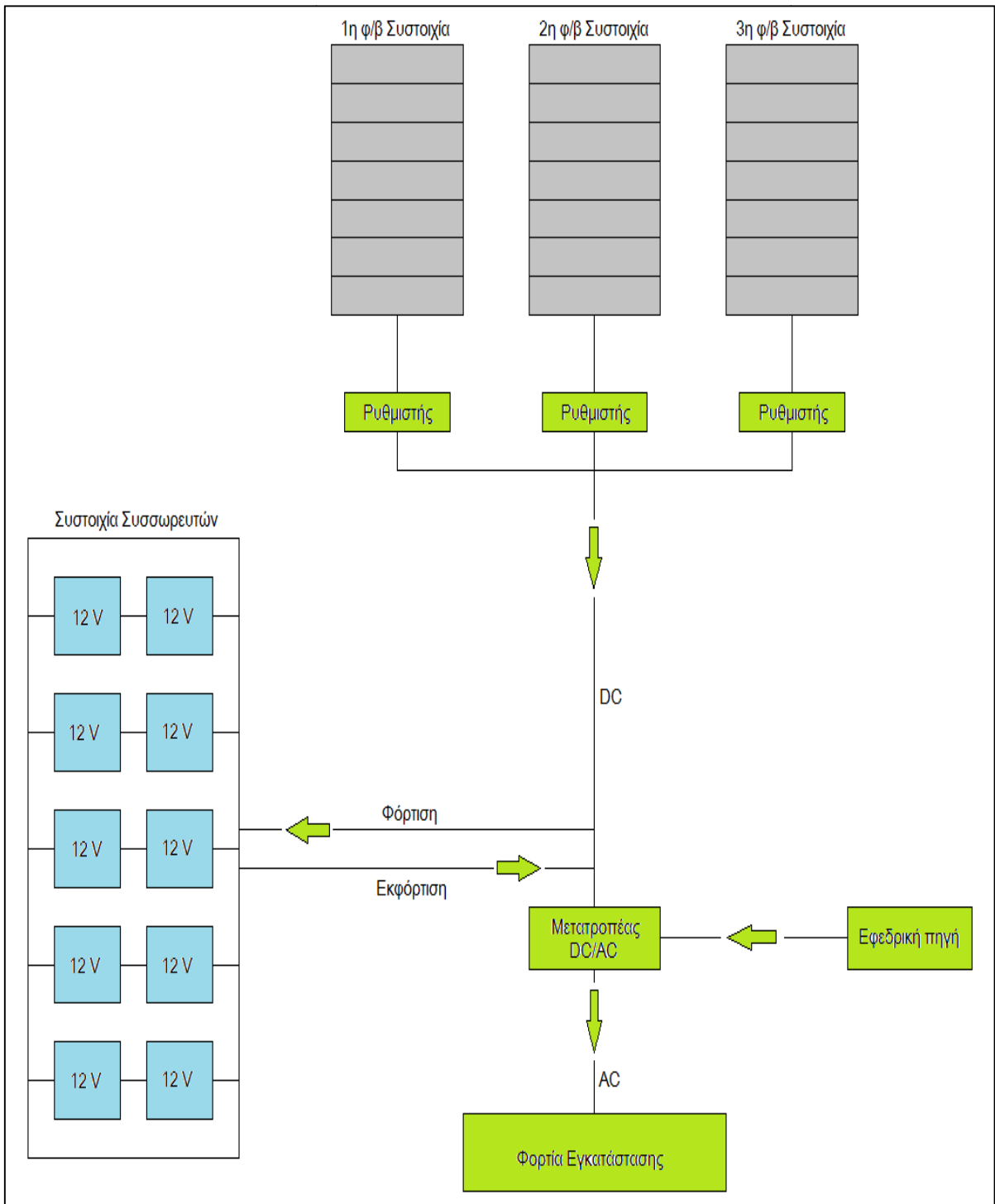
Ενδεικτικά θα προχωρήσουμε σε έναν πρόχειρο υπολογισμό για την απαιτούμενη έκταση του συστήματος. Οι διαστάσεις που δίνει ο κατασκευαστής για κάθε φ/β πλαίσιο είναι: μήκος=1,658μ και πλάτος=0,834μ. Δεδομένου ότι υπάρχουν τρεις συστοιχίες φ/β πλαισίων (δύο συστοιχίες από 7 πλαίσια και μία συστοιχία από 6 πλαίσια), έχουμε:

- 1^η συστοιχία (7 πλαίσια): Επιφάνεια = $1,658\mu \times (7 \times 0,834\mu) = 9,68 \approx 10\tau\mu$
- 2^η συστοιχία (7 πλαίσια): Επιφάνεια = $1,658\mu \times (7 \times 0,834\mu) = 9,68 \approx 10\tau\mu$
- 3^η συστοιχία (6 πλαίσια): Επιφάνεια = $1,658\mu \times (6 \times 0,834\mu) = 8,23 \approx 10\tau\mu$

Επομένως συνολικά θα χρειαστούν 30 τ.μ. για τις τρεις φ/β συστοιχίες. Στους παραπάνω υπολογισμούς θεωρήθηκε πως τα πλαίσια θα τοποθετηθούν σε οριζόντιο επίπεδο (δυσμενέστερη περίπτωση) γιατί όπως προαναφέρθηκε η δεδομένη επιφάνεια είναι αρκετά μεγάλη και έτσι δεν κρίνεται αναγκαίο να εκτιμηθεί πλήρως (συνυπολογίζοντας και την κλίση των φ/β πλαισίων) η απαιτούμενη επιφάνεια. Από τα παραπάνω προκύπτει πως οι φ/β συστοιχίες μπορούν να εγκατασταθούν στα σκίαστρα των στάσεων και μάλιστα διασφαλίζοντας και μεγάλα κενά μεταξύ των συστοιχιών για ευκολότερη συντήρηση και αποκατάσταση βλαβών. Επίσης για τις φ/β συστοιχίες θεωρείται πως δεν υπάρχει καμία περίπτωση σκίασης από όλες τις κατευθύνσεις της εγκατάστασης.

4.4.11 Μορφή φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, καταλήξαμε ότι για την συγκεκριμένη εγκατάσταση θα χρειαστούμε 21 φ/β πλαίσια οργανωμένα σε 3 φ/β συστοιχίες (3 συστοιχίες με 7 φ/β πλαίσια η κάθε μια). Τα πλαίσια της κάθε συστοιχίας θα είναι συνδεδεμένα παράλληλα και θα συνδέονται με έναν ελεγκτή φόρτισης (3 συνολικά) ο οποίος θα καταλήγει στους συσσωρευτές. Οι συσσωρευτές αποτελούνται από 5 παράλληλους κλάδους, καθένας από τους οποίους περιλαμβάνει δύο συσσωρευτές σε σειρά. Η συστοιχία των συσσωρευτών συνδέεται με έναν μετατροπέα ο οποίος παρέχει στα φορτία της εγκατάστασης το απαιτούμενο εναλλασσόμενο ρεύμα. Επίσης μια γεννήτρια ντίζελ συνδέεται με το σύστημα ως εφεδρική πηγή ενέργειας. Η μορφή της φ/β εγκατάστασης παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 4.8).

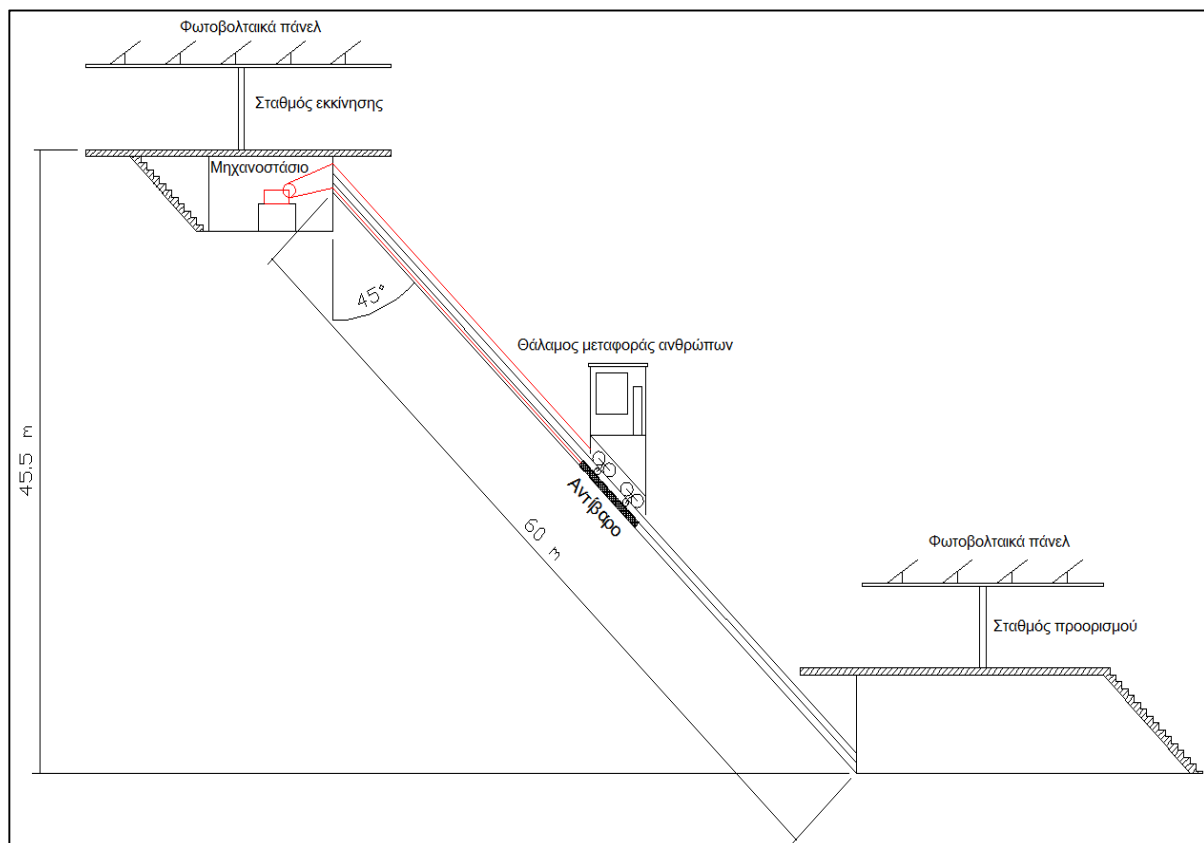


Σχήμα 4.8: Μορφή φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

4.5 Υπολογισμός – σχεδιασμός εγκατάστασης τηλεμεταφοράς (τελεφερίκ)

4.5.1 Η εγκατάσταση του τελεφερίκ

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 4.1 του κεφαλαίου αυτού θα πραγματοποιηθεί η μελέτη – σχεδιασμός μιας εγκατάστασης τελεφερίκ (σχήμα 4.9). Το τελεφερίκ (τροχιάς) αποτελεί ένα ειδικό τεχνικό έργο το οποίο μοιάζει με μια μελέτη ενός ανελκυστήρα αλλά υπάρχουν και πολλά άλλα στοιχεία που το διαφοροποιούν από αυτό. Μερικά στοιχεία από αυτά είναι πως ο θάλαμος κινείται υπό κλίση σε ειδικά διαμορφωμένο φρεάτιο, οι οδηγοί είναι τελείως διαφορετικοί και οι διατάξεις ασφαλείας (ρυθμιστής ταχύτητας, συσκευή αρπάγης κ.α.) διαφέρουν ριζικά. Με βάση τα παραπάνω γίνεται κατανοητό πως η μελέτη του τελεφερίκ θα αφορά σε μεγαλύτερο βαθμό τον σχεδιασμό της εγκατάστασης ενώ οι υπολογισμοί θα εστιαστούν σε κάποια βασικά στοιχεία. Το τελεφερίκ λειτουργεί πέντε μήνες τον χρόνο (Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο) και θα έχει την δυνατότητα να μεταφέρει 20 ανθρώπους ανά διαδρομή. Η κεκλιμένη απόσταση που θα διανύει είναι 60 μέτρα και η κλίση αυτής είναι 45 μοίρες.



Σχήμα 4.9: Μορφή της εγκατάστασης τελεφερίκ

4.5.2 Κατασκευαστικά δεδομένα εγκατάστασης

Η μελέτη της εγκατάστασης του τελεφερίκ θα πραγματοποιηθεί με τα παρακάτω κατασκευαστικά δεδομένα:

Cm: σχέση ανάρτησης = 1

P: βάρος θαλάμου (μαζί με το βάρος του σασί) = 900 kg

Q: ωφέλιμο βάρος (20 άτομα x 75 kg) = 1500 kg

G: βάρος αντίβαρου ($G=P+Q/2$) = 1650 kg

U: ταχύτητα θαλάμου = 0,5 m/s

n: αριθμός συρματόσχοινων έλξης = 4

d: διάμετρος συρματόσχοινων έλξης = 12 mm

Fg: δύναμη θραύσεως συρματόσχοινων έλξης = 8450 kg/mm²

D: διάμετρος τροχαλίας τριβής = 480 mm

α: γωνία επικάλυψης συρματόσχοινου πάνω στην τροχαλία τριβής = 2,97°

γ: γωνία αύλακος τροχαλίας τριβής = 30°

n₂: αριθμός τροχαλιών παρέκκλισης = 2

D₂: διάμετρος τροχαλιών παρέκκλισης = 300 mm

4.5.3 Υπολογισμός ηλεκτρικού κινητήρα – μειωτήρα στροφών

Η απαιτούμενη ισχύς για την εγκατάσταση υπολογίστηκε στην ενότητα 4.2 και είναι:

$$N = 9,2 \text{ HP ή } N = 6900 \text{ W}$$

Για τον υπολογισμό του μειωτήρα στροφών έχουμε:

Αν n_1 ο αριθμός περιστροφών της τροχαλίας, τότε:

$$U = n_1 \times \pi \times D \Rightarrow n_1 = U / \pi \times D = 0,5 / 3,14 \times 0,48 = 0,330 \text{ r/s} \Rightarrow n_1 = 19,20 \text{ rpm}$$

Για να περιστρέφεται η τροχαλία με 19,90 rpm επιλέγουμε μειωτήρα με σχέση 1:78 και ηλεκτρικό κινητήρα με 1500 rpm. Πράγματι, έχουμε ότι:

$$n_2 = 19,20 \times 78 = 1499 \text{ rpm}$$

Επιπλέον έχουμε πως:

$$\text{ίσχύση μετάδοσης} = n_2 / n_1 = 1499 / 19,20 = 78$$

Επομένως με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, η τεχνική λύση που προκύπτει για την μελέτη της εγκατάστασης, είναι:

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ: ΕΔΡΑΣΕΩΣ B5 / 7 KW / 1500 RPM
ΓΩΝΙΑΚΟΣ ΜΕΙΩΤΗΡΑΣ: ΤΥΠΟΥ 307 R3 / 1:78 RPM

4.5.4 Επιλογή συρματόσχοινων

Ο αριθμός των συρματόσχοινων για αυτού του είδους τις εγκαταστάσεις πρέπει να είναι πάντα μεγαλύτερος από δύο. Επίσης για πάνω από δύο συρματόσχοινα, η ελάχιστη διάμετρος ανά συρματόσχοινο θα πρέπει να είναι 12 χιλιοστά (mm). Για την μελέτη της εγκατάστασης μας επιλέχθηκαν 4 συρματόσχοινα τύπου Seale (τυποποίηση κατά DIN 657), των οποίων τα χαρακτηριστικά είναι:

Πίνακας 4.10: Χαρακτηριστικά συρματόσχοινου Seale [3]

Τύπος συρματόσχοινου	Seale (DIN 657)
Διάμετρος συρματόσχοινου	12 mm
Μεταλλική διατομή συρματόσχοινου	57,8 mm ²
Βάρος συρματόσχοινου	0,55 kg/m
Φορτίο θραύσης συρματόσχοινου	8450 kg/mm ²

Για τον παραπάνω τύπο συρματόσχοινου θα πραγματοποιηθεί υπολογισμός για τον συντελεστή ασφαλείας. Ο συντελεστής ασφαλείας δίνεται από τον κάτωθι τύπο:

$$\frac{C_m \times n \times F_g}{(P + Q)} \geq 10$$

όπου:

F_g: δύναμη θραύσεως συρματόσχοινων έλξης = 8450 kg/mm²

P: βάρος θαλάμου (μαζί με το βάρος του σασί) = 900 kg

Q: ωφέλιμο βάρος (15 άτομα x 75 kg) = 1500 kg

n: αριθμός συρματόσχοινων έλξης = 4

C_m: σχέση ανάρτησης = 1

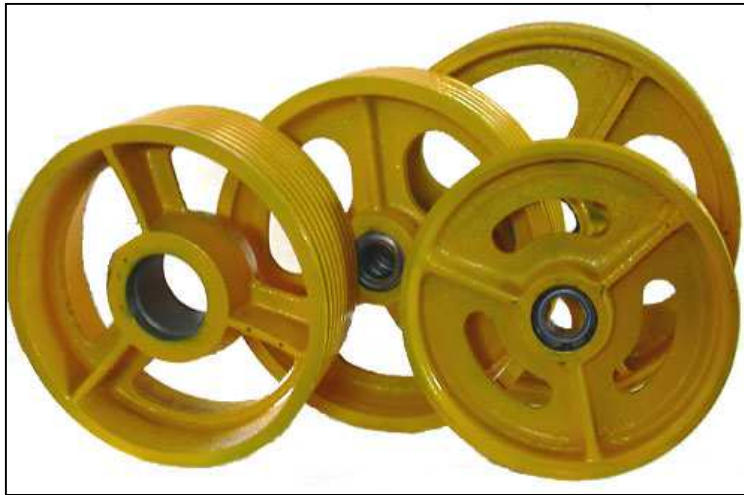
Επομένως έχουμε:

$$\frac{1 \times 4 \times 8450}{900 + 1500} = 14,08 \geq 10$$

Από τους παραπάνω υπολογισμούς αποδείχθηκε πως ο συντελεστής ασφαλείας είναι μεγαλύτερος από τον επιτρεπόμενο και επομένως τόσο ο αριθμός των συρματόσχοινων όσο και τα χαρακτηριστικά τους, αποτελούν την σωστή επιλογή για την εγκατάσταση.

4.5.5 Τροχαλία τριβής

Η τροχαλία τριβής (σχήμα 4.8) είναι ο αποδέκτης της μεταφερόμενης μηχανικής ισχύος του κινητήρα. Περιστρέφεται μαζί με την κορώνα και παρασύρει λόγω τριβής τα συρματόσχοινα και κινεί το θάλαμο. Οι τροχαλίες τριβής αποτελούνται από το κύριο σώμα και τις αυλακώσεις που είναι διαμορφωμένες στην περιφέρειά της. Κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο σε ειδικά διαμορφωμένα καλούπια. Η ιδιότητα της ταυτόχρονης κίνησης των συρματόσχοινων με την τροχαλία τριβής, ονομάζεται ικανότητα έλξης του φορτίου.



Σχήμα 4.10: Τροχαλία τριβής [3]

Για την συγκεκριμένη μελέτη θα χρησιμοποιηθεί τροχαλία τριβής διαμέτρου $D = 480 \text{ mm}$ (πρέπει: $D_{\text{τροχαλίας}} \geq 40d_{\text{συρματόσχοινου}} \Rightarrow D = 40 \times 12 = 480 \text{ mm}$) η οποία θα είναι από χυτοσίδηρο άριστης ποιότητας, με αυλάκια (4) υποδοχής των συρματόσχοινων, κατασκευασμένα με μεγάλη ακρίβεια ώστε να αποφεύγεται η ανισοταχής κίνηση των συρματόσχοινων καθώς και η υπερβολική φθορά τους.

Παρακάτω θα πραγματοποιηθεί υπολογισμός ασφάλειας έναντι ολισθήσεως των συρματόσχοινων. Πρέπει να ικανοποιείται η σχέση:

$$\frac{T_1}{T_2} \times C_1 \times C_2 \leq e^{f \times \alpha}$$

όπου:

C_1 : συντελεστής που εξαρτάται από την επιτάχυνση, την επιβράδυνση και από τις ειδικές συνθήκες της εγκατάστασης (λαμβάνεται ίσος με 1,15).

C_2 : συντελεστής που εξαρτάται από την μεταβολή της διατομής των αυλακιών της τροχαλίας τριβής εξαιτίας φθοράς (λαμβάνεται ίσος με 1,20).

➤ Για άδειο θάλαμο έχουμε ότι:

$$\frac{T_1}{T_2} \approx \frac{G}{Q} \leq e^{f \times \alpha}$$

άρα έχουμε:

$$\frac{1650}{1500} = 1,1 \leq e^{f \times \alpha}$$

➤ Για θάλαμο με υπερφόρτωση 25%, έχουμε:

$$\frac{T1}{T2} \approx \frac{(1,25 \times Q + P)}{G} \leq e^{f \times \alpha}$$

άρα έχουμε:

$$\frac{1,25 \times 1500 + 900}{1650} = 1,68 \leq e^{f \times \alpha}$$

Οπότε βάση του μεγαλύτερου T1/T2, έχουμε:

$$\frac{T1}{T2} \times C_1 \times C_2 = 1,68 \times 1,15 \times 1,20 = 2,32 \leq e^{f \times \alpha}$$

Για τον υπολογισμό του συντελεστή τριβής f μεταξύ τροχαλίας και συρματόσχοινου, έχουμε τον τύπο:

$$f = \mu \times \frac{4[\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \eta\mu\left(\frac{\beta}{2}\right)]}{\pi - \beta - \gamma - \eta\mu\beta + \eta\mu\gamma}$$

όπου:

β = γωνία υποκοπής αύλακος ή ημικυκλικής αύλακος της τροχαλίας τριβής ($\beta = 36^\circ$)

μ = συντελεστής τριβής μεταξύ των συρματόσχοινων και της τροχαλίας τριβής ($\mu = 0,09$)

Με αντικατάσταση στην παραπάνω σχέση έχουμε:

$$f = 0,09 \times \frac{4[\sigma\upsilon\nu\left(\frac{30^\circ}{2}\right) - \eta\mu\left(\frac{36^\circ}{2}\right)]}{\pi - \frac{36 \times \pi}{180} - \frac{30 \times \pi}{180} - \eta\mu 36^\circ + \eta\mu 30^\circ} = 0,29$$

άρα έχουμε ότι:

$$e^{f \times \alpha} = 2,718281^{0,29 \times 2,97} = 2,37$$

Επομένως, για τον έλεγχο έλξης, έχουμε:

$$\frac{T1}{T2} \times C_1 \times C_2 \leq e^{f \times \alpha} \Rightarrow 2,32 \leq 2,37$$

Άρα η σχέση ικανοποιείται και έτσι δεν θα υπάρξει ολίσθηση των συρματόσχοινων επί της τροχαλίας τριβής.

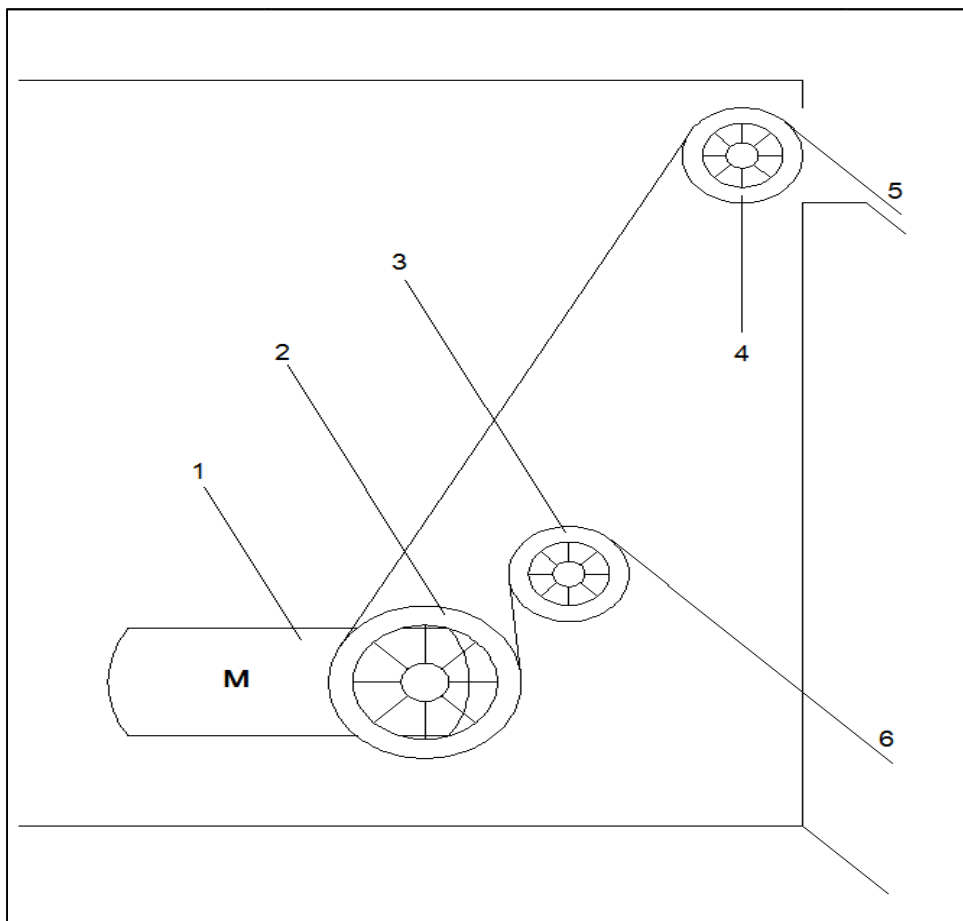
4.5.6 Σχεδιασμός μηχανοστασίου

Το μηχανοστάσιο κατασκευάζεται από μπατική τοιχοποιία και σοβαντίζεται για να μην ευνοείται η δημιουργία σκόνης και υγρασίας. Το δάπεδο του μηχανοστασίου υπολογίζεται ώστε να αντέχει στις δυναμικές καταπονήσεις κατά τη λειτουργία του κινητήριου μηχανισμού και του αναρτώμενου απ' αυτόν εξοπλισμού, και καλύπτεται με αντιολισθητικά υλικά. Σε κάθε μηχανοστάσιο είναι απαραίτητο να υπάρχουν τα εξής:

- Θύρες εισόδου – εξόδου
- Ανοίγματα αερισμού
- Λειτουργικά ανοίγματα

Για την περίπτωση της μελέτης μας, το μηχανοστάσιο εξασφαλίζει όλες τις απαιτήσεις. Οι διαστάσεις του μηχανοστασίου είναι: $M \times \Pi \times Y = 10 \times 5 \times 2,40$ μέτρα (χώρος: 50 τ.μ.). Το μηχανοστάσιο βρίσκεται στο επάνω μέρος της εγκατάστασης (σχήμα 4.9) και καλύπτει όλες τις απαιτήσεις της εγκατάστασης καθώς σε αυτό θα τοποθετηθούν τα απαιτούμενα συστήματα για την εγκατάσταση των φ/β (μπαταρίες κ.α.) αλλά και τα συστήματα της εγκατάστασης του τηλεφερίκ (κινητήρας, τροχαλίες κ.α.).

Για την μελέτη μας, κάτωθι, παρουσιάζεται τυπικό σχήμα με την απεικόνιση άποψης του μηχανοστασίου καθώς και το κινητήριο μηχανισμό.



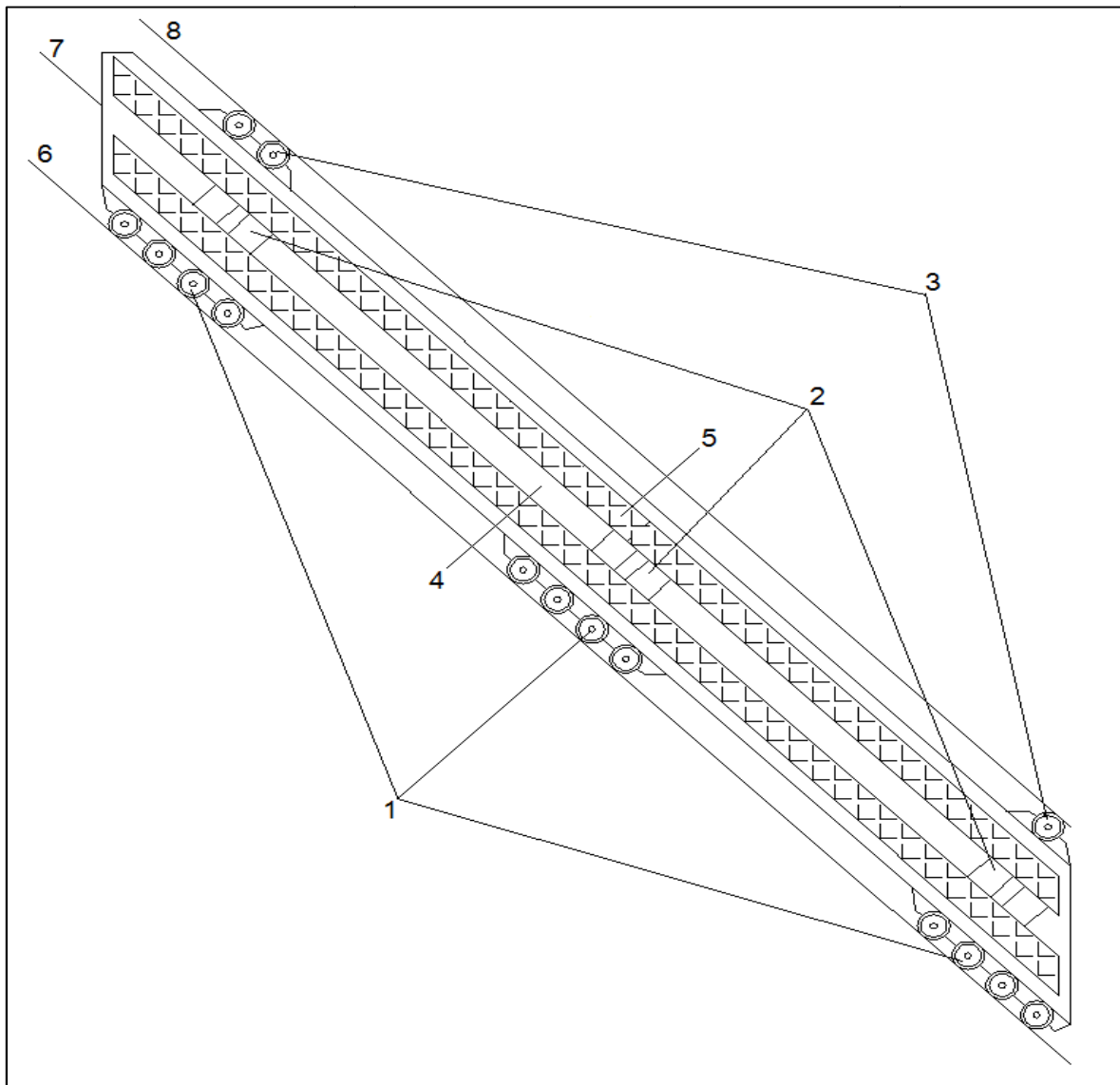
Σχήμα 4.11: Άποψη μηχανοστασίου και κινητήριου μηχανισμού

Στο σχήμα 4.11 παρουσιάζονται τα εξής:

1. Ηλεκτρικός κινητήρας, 2. Τροχαλία τριβής, 3. Τροχαλία παρέκκλισης (διαμέτρου $D = 300$ mm), 4. Τροχαλία παρέκκλισης (διαμέτρου $D = 300$ mm), 5. Συρματόσχοινο που συνδέεται με τον θάλαμο μεταφοράς, 6. Συρματόσχοινο που συνδέεται με το αντίβαρο.

4.5.7 Σχεδιασμός αντίβαρου

Ο κινητήρας της εγκατάστασης εφαρμόζει δύναμη πάνω στο σύστημα θαλάμου-αντίβαρου που είναι ίση με τη διαφορά του βάρους του θαλάμου (συν το φορτίο του) και του αντίβαρου. Αυτός είναι άλλωστε και ο σκοπός του αντίβαρου γιατί αν δεν υπήρχε αυτό, ο κινητήρας θα έπρεπε να είχε την ικανότητα να ανυψώσει ολόκληρο το βάρος του θαλάμου συν το φορτίο του. Το αντίβαρο για την μελέτη της εγκατάστασης, παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



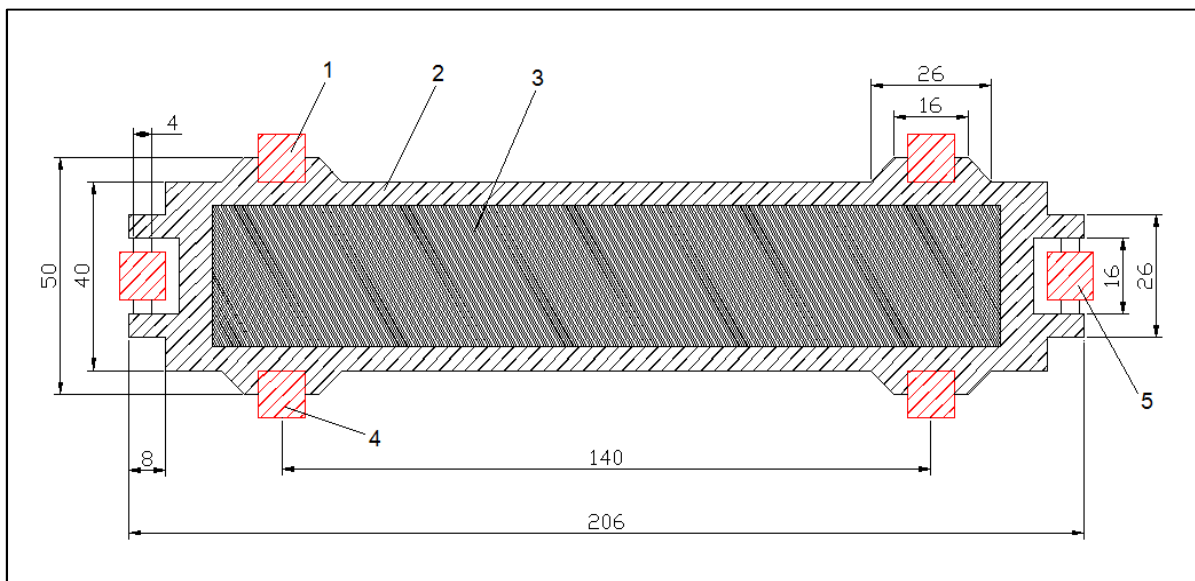
Σχήμα 4.12: Αντίβαρο της εγκατάστασης

Στο σχήμα 4.12 παρουσιάζονται τα εξής:

1. Τροχοί κύλισης του αντίβαρου (24 τροχοί συνολικά),
2. Πλάγιοι τροχοί που καθοδηγούν το αντίβαρο μέσα στο φρεάτιο και το ακινητοποιούν σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης (12 τροχοί συνολικά),
3. Τροχοί που αποτρέπουν το ανασήκωμα του αντίβαρου από την επιφάνεια κύλισής του (6 τροχοί συνολικά),
4. Σασί αντίβαρου,
5. Βάρος αντίβαρου,
7. Συρματόσχοινο που συνδέει το αντίβαρο στο σύστημα θάλαμος-τροχαλία τριβής-αντίβαρο,
8. Μεταλλική επιφάνεια που αποτρέπει το ανασήκωμα του αντίβαρου για οποιοδήποτε λόγο.

Το βάρος που απαιτείται για το αντίβαρο της εγκατάστασής μας έχει υπολογιστεί και είναι 1462,5 kg (G). Το βάρος αυτό είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο μέσα στο σασί του αντίβαρου σε μορφή παραλληλεπίπεδων πλακών χυτοσίδηρου.

Στο σχήμα 4.10, το αντίβαρο παρουσιάζεται υπό κλίση 45 μοιρών διότι έτσι θα είναι τοποθετημένο μέσα στο φρεάτιο της εγκατάστασης. Για καλύτερη κατανόηση της μορφής του αντίβαρου καθώς και των διαστάσεών του, έχουμε το παρακάτω σχήμα 4.13.



Σχήμα 4.13: Αντίβαρο σε τομή (διαστάσεις σχήματος σε εκατοστά)

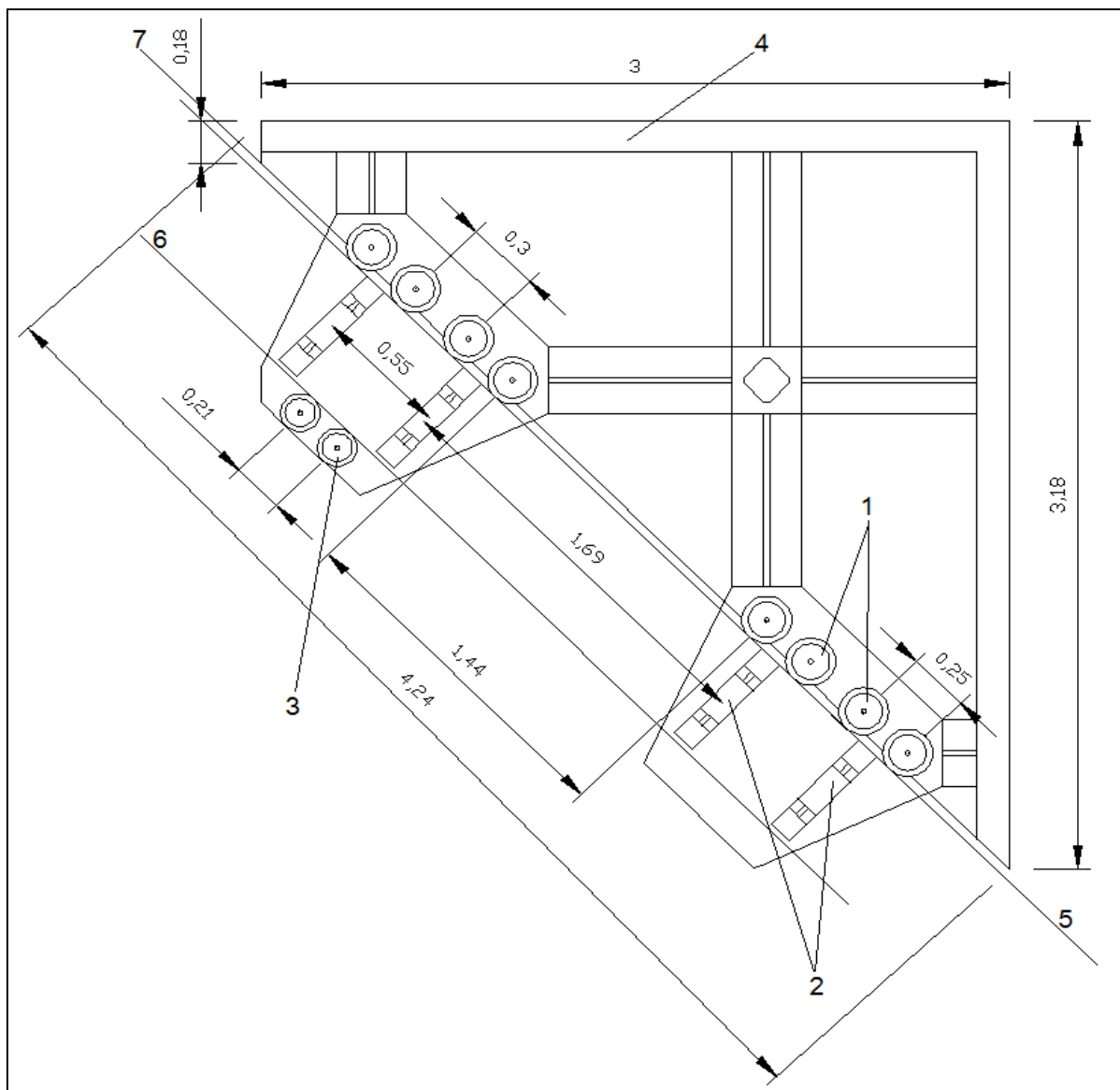
όπου:

1. Τροχοί που αποτρέπουν το ανασήκωμα του αντίβαρου από την επιφάνεια κύλισής του
2. Σασί αντίβαρου
3. Βάρος αντίβαρου (ομοιόμορφα κατανεμημένο)
4. Τροχοί κύλισης του αντίβαρου
5. Πλάγιοι τροχοί που καθοδηγούν το αντίβαρο μέσα στο φρεάτιο και το ακινητοποιούν σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης

Με βάση τα παραπάνω, το αντίβαρο της εγκατάστασης έχει διαστάσεις $M \times \Pi \times Y = 4,24 \times 2,06 \times 0,5$ μέτρα, έχει συνολικά 38 τροχούς με διάμετρο και ύψος 10 εκατοστά ο καθένας και βάρος 1462,5 kg.

4.5.8 Σχεδιασμός σασί

Το σασί είναι ένα πολύ βασικό κομμάτι της εγκατάστασης και αποτελεί την μηχανική κατασκευή η οποία φέρει τροχούς κύλισης για την κύλιση μέσα στο φρεάτιο, τροχούς για την σωστή οδήγηση μέσα στο φρεάτιο καθώς και μηχανικές και ηλεκτρονικές διατάξεις ασφαλείας. Επίσης ο πρωταρχικός σκοπός του σασί είναι να προσαρμόσει στην βάση του τον θάλαμο μεταφοράς έτσι ώστε να αποτελέσει ένα ενιαίο σύνολο για την μεταφορά των ανθρώπων. Για την μελέτη της εγκατάστασης μας θα χρησιμοποιηθεί το σασί του παρακάτω σχήματος.

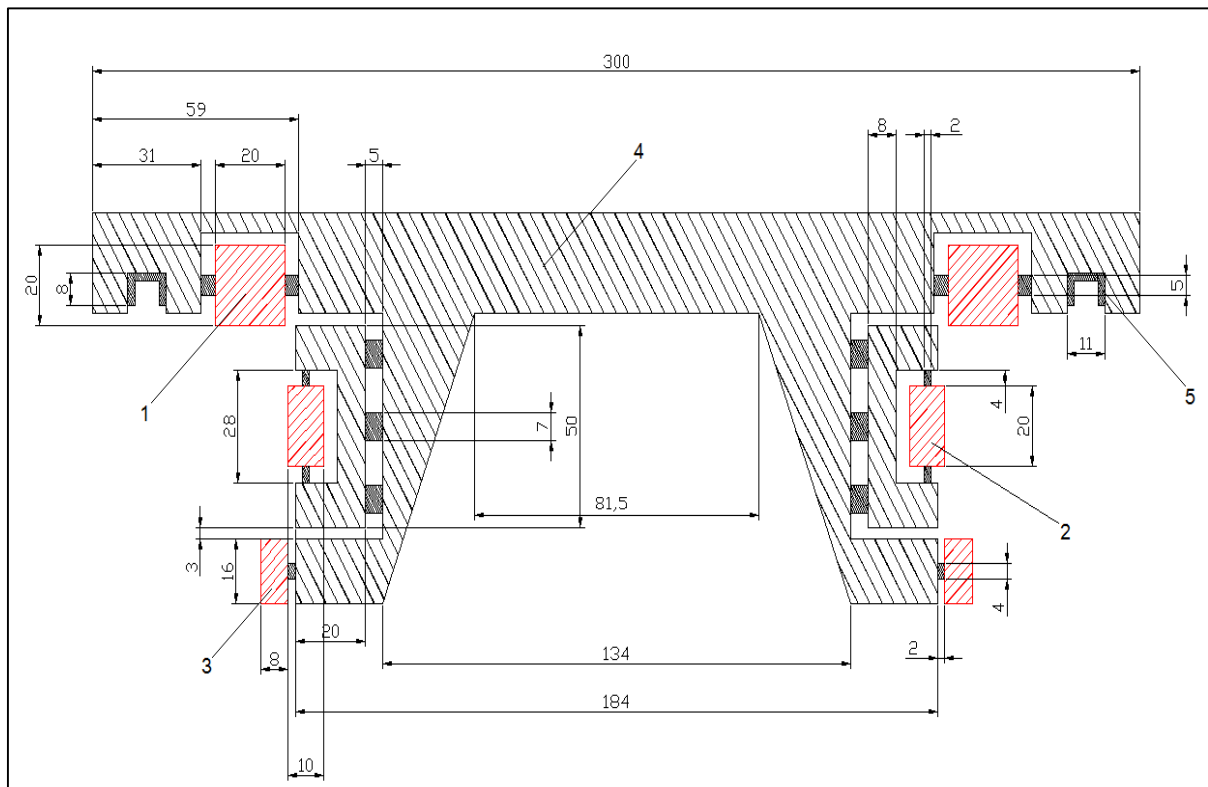


Σχήμα 4.14: Σασί της εγκατάστασης (διαστάσεις σχήματος σε μέτρα)

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται τα εξής:

1. Τροχοί κύλισης του σασί στο φρεάτιο (σύνολο 16 τροχοί με διάμετρο 20 εκατοστά και ύψος 20 εκατοστά ο καθένας)
2. Τροχοί (κατακόρυφη τοποθέτηση) οδήγησης του σασί ώστε να αποφεύγεται η απόκλιση της πορείας κατά μήκος της διαδρομής (σύνολο 8 τροχοί με διάμετρο 10 εκατοστά και ύψος 20 εκατοστά ο καθένας)
3. Τροχοί αποτροπής αναποδογυρισμού του σασί για διάφορες περιπτώσεις όπως την ακαριαία πέδηση. (σύνολο 4 τροχοί με διάμετρο 16 εκατοστά και ύψος 8 εκατοστά ο καθένας)
4. Επιφάνεια ($3 \times 3 = 9$ τ.μ.) στην οποία θα προσαρμοστεί ο θάλαμος
5. Επιφάνεια κύλισης του σασί (φρεάτιο)
6. Επιφάνεια όπου κυλούν οι τροχοί αποτροπής αναποδογυρισμού του σασί
7. Συρματόσχοινο που συνδέεται με την τροχαλία τριβής και το αντίβαρο

Για να γίνει ακόμα πιο κατανοητό το σασί (ειδικά στο κάτω μέρος όπου κυλάει μέσα στο φρεάτιο), έχουμε ένα ακόμα σχήμα όπου μας δείχνει το κάτω μέρος του σασί. Το σχήμα είναι σε τομή με όλα τα στοιχεία της κατασκευής να έχουν μεταφερθεί σε ένα επίπεδο. Έτσι έχουμε:



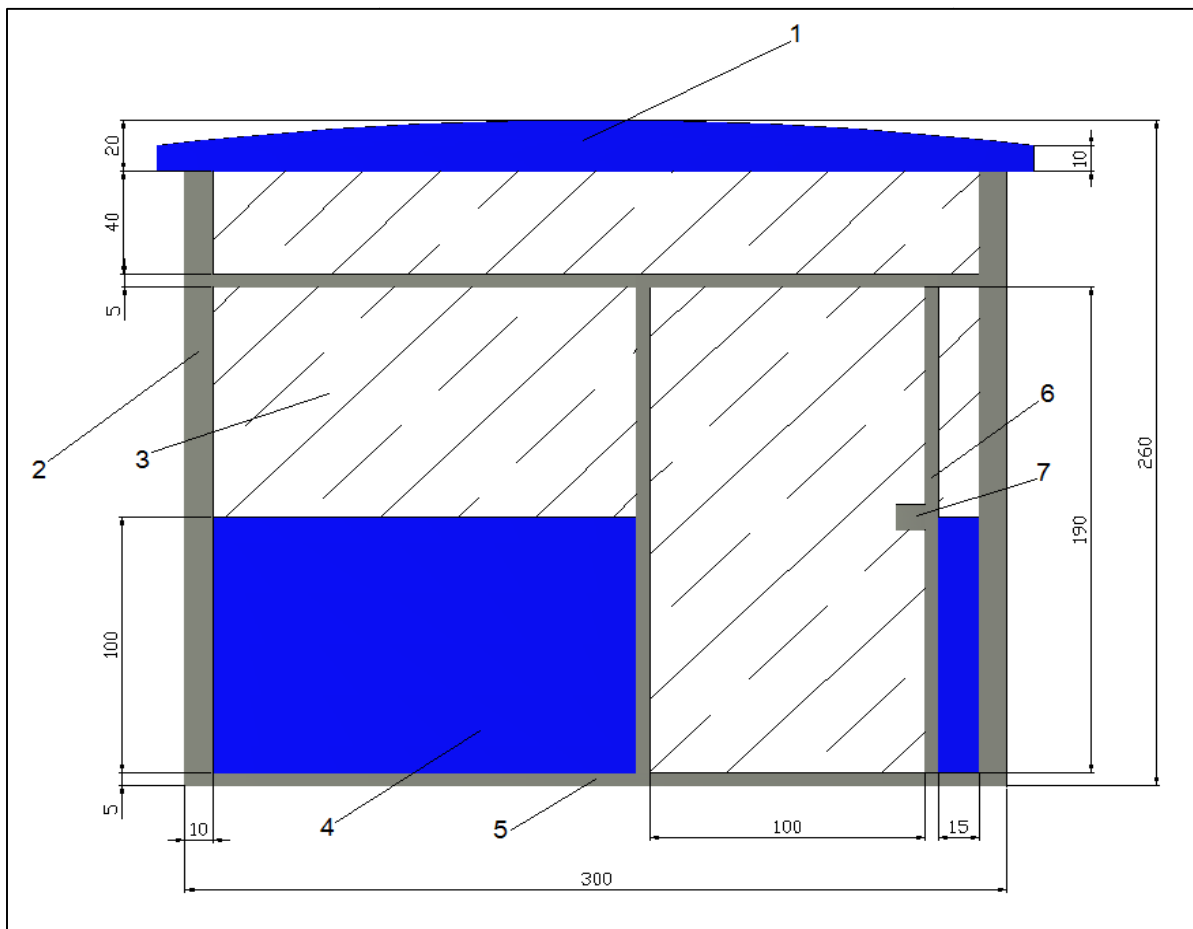
Σχήμα 4.15: Κάτω μέρος του σασί σε τομή (διαστάσεις σχήματος σε εκατοστά)

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται τα εξής:

1. Τροχοί κύλισης του σασί στο φρεάτιο, 2. Τροχοί (κατακόρυφη τοποθέτηση) οδήγησης του σασί ώστε να αποφεύγεται η απόκλιση της πορείας κατά μήκος της διαδρομής, 3. Τροχοί αποτροπής αναποδογυρισμού του σασί για διάφορες περιπτώσεις όπως την ακαριαία πέδηση,
4. Σασί, 5. Συσκευή πέδησης για περιπτώσεις ασφαλείας.

4.5.9 Σχεδιασμός θαλάμου

Ο θάλαμος θα είναι κατασκευασμένος από αλουμίνιο και θα συνδέεται με το σασί μέσω μεταλλικής πλάκας πάχους 5 εκατοστών και διαστάσεων $M \times \Pi = 3 \times 3$ μέτρα. Ο θάλαμος θα είναι τετράγωνος με εξωτερικές διαστάσεις $M \times \Pi = 3 \times 3$ μέτρα και συνολικό ύψος 2,60 μέτρα. Τα τοιχώματα του θαλάμου θα έχουν πάχος 10 εκατοστά και η εσωτερική ωφέλιμη επιφάνεια θα είναι 8,40 τ.μ. Στον θάλαμο θα υπάρχει ο απαραίτητος αερισμός (τόσο εισαγωγή όσο και εξαγωγή αέρα) ο οποίος θα διασφαλίζεται μέσω οπών που θα υπάρχουν στις επιφάνειες του θαλάμου αλλά και στην οροφή του. Ο θάλαμος θα είναι μιας θύρας η οποία θα μπορεί να ανοίγει - κλείνει και χειροκίνητα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Για την μορφή του θαλάμου έχουμε το παρακάτω σχήμα.



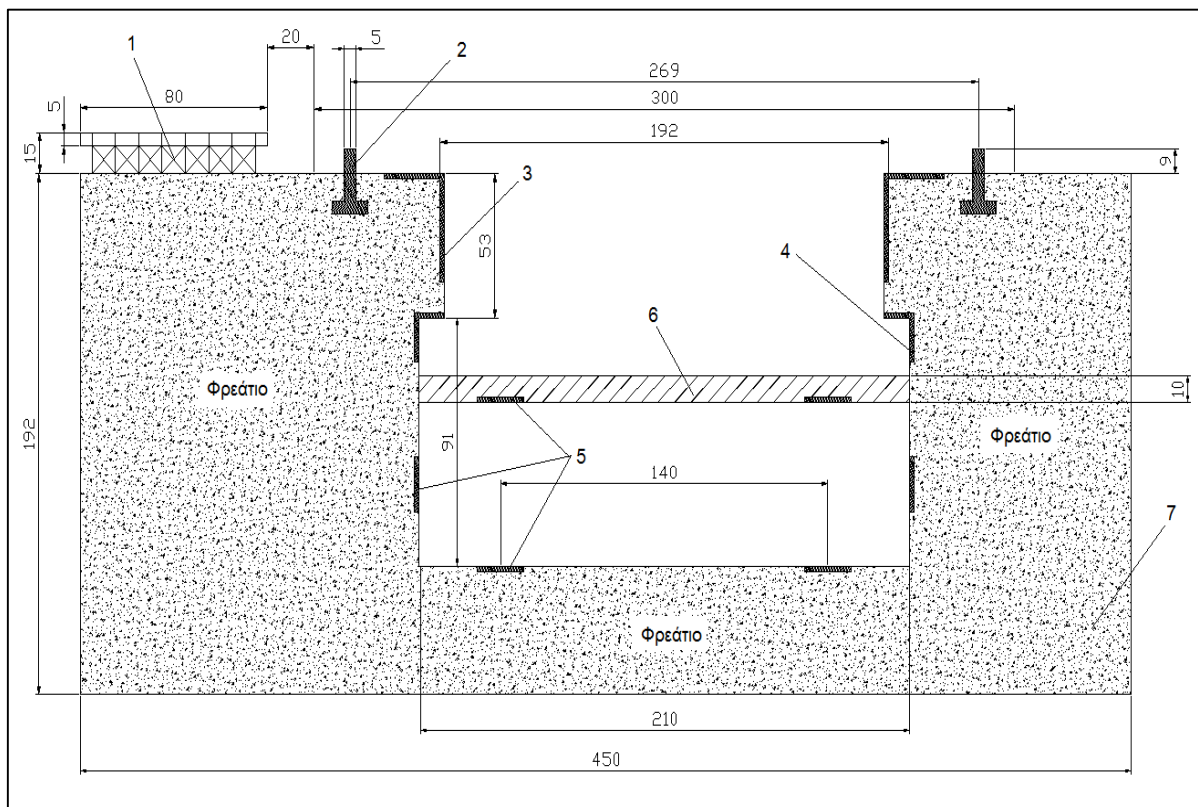
Σχήμα 4.16: Θάλαμος μεταφοράς (διαστάσεις σχήματος σε εκατοστά)

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται τα εξής:

1. Οροφή θαλάμου, 2. Κολώνες στήριξης θαλάμου, 3. Επιφάνειες με τζάμι, 4. Μεταλλική επιφάνεια, 5. Βάση σύνδεσης σασί και θαλάμου, 6. Θύρα εισόδου – εξόδου, 7. Σημείο χειροκίνητου ανοίγματος – κλεισίματος θαλάμου.

4.5.10 Σχεδιασμός φρεατίου

Το φρεάτιο είναι ο χώρος μέσα στον οποίο κινούνται ο θάλαμος και το αντίβαρο του τελεφερίκ. Το φρεάτιο είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα και παρουσιάζει την απαραίτητη αντοχή για τις καταπονήσεις που δέχεται τόσο κατά την ομαλή λειτουργία του τελεφερίκ, όσο και στις περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης π.χ. αναγκαστική λειτουργία της συσκευής πέδησης. Σύμφωνα με τις διαστάσεις, τόσο του σασί, όσο και του αντίβαρου, για την μελέτη της εγκατάστασής μας έχουμε το φρεάτιο του παρακάτω σχήματος.



Σχήμα 4.17: Φρεάτιο της εγκατάστασης τελεφερίκ (διαστάσεις σε εκατοστά)

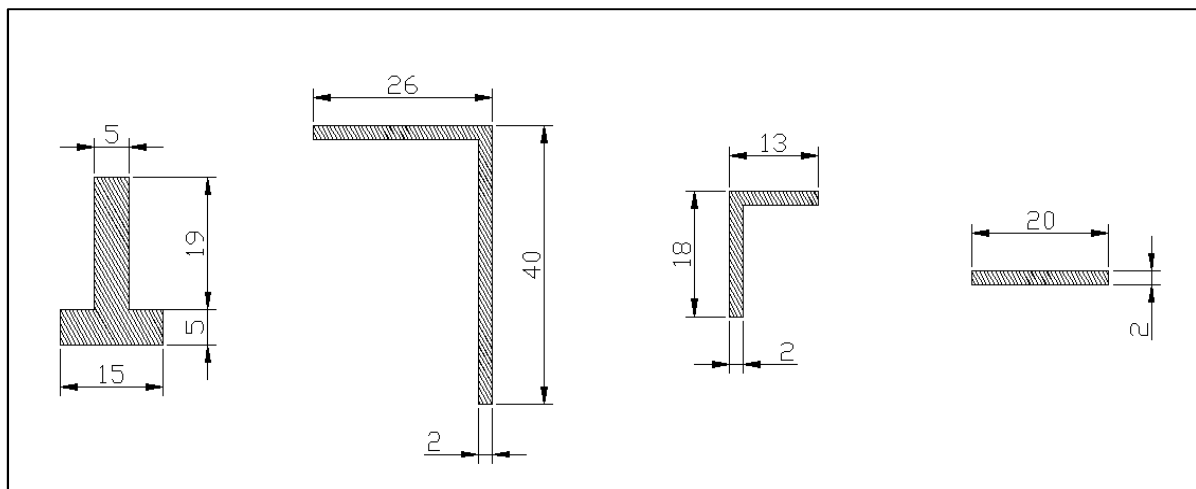
Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται τα εξής:

1. Μεταλλική βάση για τοποθέτηση σκάλας διαφυγής, 2. Ειδικά καταρτισμένο μέταλλο κατά μήκος του φρεατίου στο οποίο εφαρμόζεται η πέδηση έκτακτης ανάγκης, 3. Μέταλλο τύπου γωνίας το οποίο είναι πακτωμένο στο φρεάτιο και κυλάει πάνω σε αυτό ο θάλαμος αλλά και

οι τροχοί οδηγοί (κατακόρυφοι) του θαλάμου, 4. Μέταλλο τύπου γωνίας το οποίο είναι πακτωμένο στο φρεάτιο και κυλούν σε αυτό οι τροχοί αποτροπής αναποδογυρισμού του σασί, 5. Μεταλλικά ελάσματα στα οποία κυλούν οι τροχοί του αντίβαρου, 6. Μεταλλική πλάκα κατά μήκος όλου του φρεατίου η οποία στεγανοποιεί το θάλαμο του αντίβαρου και αποτρέπει τον ανασήκωμα του αντίβαρου από την επιφάνεια κύλισής του, 7. Σώμα φρεατίου από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Το μήκος του φρεατίου το οποίο δεν φαίνεται στο σχήμα 4.17 είναι 60 μέτρα. Επίσης σε όλο το μήκος του φρεατίου θα τοποθετηθεί σκάλα (στην βάση που φαίνεται στο σχήμα 4.17) έκτακτης ανάγκης από την πλευρά της θύρας του θαλάμου και σε απόσταση 20 εκατοστά από αυτήν. Η σκάλα θα συνδέεται με τους δύο σταθμούς, θα έχει πλάτος περίπου ένα μέτρο και κλίση 45 μοιρών (όπως και όλης της εγκατάστασης).

Στο σχήμα 4.18 παρουσιάζονται οι οδηγοί που επάνω θα πατούν – κυλούν ο θάλαμος μεταφοράς, το αντίβαρο καθώς και το σύστημα έκτακτης πέδησης. Όλοι οι οδηγοί είναι χάλυβες θερμής έλασης (St 37 / DIN 17100) με μετέπειτα επεξεργασία λείανσης της επιφάνειάς τους και είναι σε κομμάτια μήκους 6 μέτρων ο καθένας. Ανάλογα με τον εποχή που θα πραγματοποιηθεί η εγκατάστασή τους, πρέπει να ληφθεί υπόψη ο συντελεστής θερμικής διαστολής τους που έχει τιμή $\alpha = 11,7$. Οι διαστάσεις των οδηγών φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.18: Διαστάσεις οδηγών (διαστάσεις σε εκατοστά)

4.5.11 Τρόπος λειτουργίας (κλίσης) θαλάμου

Επειδή η λειτουργία της εγκατάστασης του τηλεφερικό βασίζεται αποκλειστικά στην ενέργεια που παράγει το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα, κρίνεται αναγκαίο να υπάρχει ένα αυστηρό και ηλεκτρονικά ελεγχόμενο πρόγραμμα που θα δίνει εντολές για τις κινήσεις που θα πραγματοποιεί ο θάλαμος πάντα συναρτήσει της ενέργεια που δύναται να παράγει το αυτόνομο φ/β σύστημα.

Ο θάλαμος θα είναι δυνατόν να καλείται και από τους δύο σταθμούς (εκκίνησης και προορισμού) μέσω ενός μπουτόν που θα υπάρχει σε κάθε σταθμό. Στον θάλαμο θα υπάρχουν δύο μπουτόν εκ των οποίων το ένα θα είναι για να αρχίζει η διαδρομή (πάνω ή κάτω) ενώ το άλλο για να διακόπτει την κίνηση του θαλάμου σε περίπτωση ανάγκης. Στους σταθμούς εκκίνησης και προορισμού καθώς και στο εσωτερικό του θαλάμου θα υπάρχουν οθόνες που θα εμφανίζουν πληροφορίες σχετικές με την κίνηση του θαλάμου. Ο θάλαμος θα βρίσκεται σταματημένος μέχρι το επόμενο δρομολόγιο πάντα σε ένα σταθμό προορισμού και ποτέ σε κάποιο σημείο της διαδρομής μεταξύ αυτών.

Ο θάλαμος θα επιτρέπεται να καλείται από κάποιον σταθμό πέντε λεπτά νωρίτερα από το προγραμματισμένο δρομολόγιο μέχρι και την ώρα που θα είναι προγραμματισμένο το δρομολόγιο. Εάν ο θάλαμος κληθεί μετά το προγραμματισμένο δρομολόγιο τότε δεν εκτελείται κίνηση. Ο θάλαμος επίσης, θα πραγματοποιεί μια κίνηση μόνο στην περίπτωση που το σύστημα έχει ενέργεια για μια κυκλική διαδρομή έτσι ώστε να εξασφαλίζεται πως όποιος φύγει από τον σταθμό προορισμού, θα μπορεί να ξαναεπιστρέψει σε αυτόν (και αντίστροφα). Τα δρομολόγια του θαλάμου είναι πλήρως καθορισμένα αλλά δεν εκτελείται δρομολόγιο εάν ο θάλαμος δεν κληθεί από κάποιο σταθμό έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ενέργεια για το σύστημα. Για να γίνουν κατανοητά τα παραπάνω έχουμε το εξής παράδειγμα:

- ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΕΝΟ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ: 12:00 ΠΜ
- ΣΗΜΕΙΟ ΚΛΙΣΗΣ ΘΑΛΑΜΟΥ: ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ
- ΣΗΜΕΙΟ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ Ο ΘΑΛΑΜΟΣ: ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΥ
- ΕΑΝ Ο ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΘΕΙ ΣΤΙΣ 11:54 ΤΟΤΕ ΘΑ ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΝΔΕΙΞΗ: "ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΩΡΑ ΚΛΙΣΗΣ 11:55 ΜΕ 12:00"
- ΕΑΝ Ο ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΘΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 11:55 ΜΕΧΡΙ ΚΑΙ ΤΙΣ 12:00 ΘΑ ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΝΔΕΙΞΗ "Ο ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΘΗΚΕ – ΕΝΑΡΞΗ ΑΝΟΔΟΥ 12:00"
- ΕΑΝ Ο ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΘΕΙ ΜΕΤΑ ΤΙΣ 12:00 ΤΟΤΕ ΘΑ ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΝΔΕΙΞΗ ΠΟΥ ΘΑ ΠΑΡΑΠΕΜΠΕΙ ΣΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΠΕΝΤΑΛΕΠΤΟ ΠΡΙΝ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ
- Ο ΘΑΛΑΜΟΣ ΔΕΝ ΘΑ ΑΡΧΙΖΕΙ ΚΑΠΟΙΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΕΑΝ: 1. Ο ΘΑΛΑΜΟΣ ΕΙΝΑΙ ΑΔΕΙΟΣ Η ΈΧΕΙ ΦΟΡΤΙΟ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ ΤΟΥ ΕΝΟΣ ΤΡΙΤΟΥ ΤΟΥ ΠΡΟΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟΥ, 2. Ο ΘΑΛΑΜΟΣ ΕΧΕΙ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΤΟΥ ΠΡΟΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟΥ, 3. Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΧΕΙ ΗΨΑΡΟΥΣΙΑΖΕΙ ΚΑΠΟΙΑ ΒΛΑΒΗ, 4. ΤΟ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΔΩΣΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΜΙΑ ΚΥΚΛΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ
- ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΜΑΛΗ ΚΑΙ ΑΣΚΟΠΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΝΔΕΙΚΝΥΤΑΙ ΝΑ ΥΠΑΡΧΟΥΝ 1-2 ΧΕΙΡΗΣΤΕΣ

Με βάση όλα τα παραπάνω διασφαλίζεται ότι η εγκατάσταση θα λειτουργεί ομαλά και πως δεν θα πραγματοποιούνται παραπάνω δρομολόγια από τα προκαθορισμένα (ημερησίως) με αποτέλεσμα η ενέργεια που θα παράγει το αυτόνομο φ/β σύστημα να αρκεί για την ημερήσια λειτουργία.

4.5.12 Διατάξεις ασφαλείας

Γενικά, η εγκατάσταση της παρούσας μελέτης θα σχεδιαστεί και κατασκευασθεί πληρώντας όλες τις βασικές απαιτήσεις μιας εγκατάστασης τηλεφερικών οι οποίες αναφέρονται αναλυτικά στο δεύτερο κεφάλαιο. Ειδικότερα, για το αντίβαρο και το σασί – θάλαμο, έχουμε:

ANTIBARO:

Η κύλιση του αντίβαρου θα ελέγχεται ηλεκτρονικά μέσω αισθητήρων σε όλο το μήκος της διαδρομής. Οι αισθητήρες θα ελέγχουν την ποιότητα κύλισής του για να μην παρεκκλίνει από την πορεία του, την ταχύτητά του η οποία θα είναι ίδια με του θαλάμου καθώς και οποιαδήποτε βλάβη παρουσιάσει στιγμιαία το σύστημα.

Η ποιότητα κύλισης του αντίβαρου καθορίζεται από τους πλάγιους τροχούς τους οποίους έχει (σχήμα 4.13 – στοιχείο 5 – σελ. 54) οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να μεταφέρονται αριστερά και δεξιά για την διόρθωση της πορείας σε πραγματικό χρόνο όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο. Ο αναποδογυρισμός του αντίβαρου από την επιφάνεια κύλισής του αποφεύγεται με την βοήθεια των τροχών που βρίσκονται στο επάνω μέρος του (σχήμα 4.13 – στοιχείο 1 – σελ. 54)

Σε όλους τους τροχούς του αντίβαρου υπάρχει προσαρμοσμένο σύστημα πέδησης (φρένο) το οποίο ενεργοποιείται όταν η ταχύτητα του αντίβαρου ή του θαλάμου γίνει μεγαλύτερη από 0,65 m/s. Το σύστημα επίσης ενεργοποιείται για οποιαδήποτε άλλη περίπτωση έκτακτης ανάγκης (π.χ. θραύση ενός συρματόσχοινου). Οι πλάγιοι τροχοί, για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης εκτός από την πέδησή τους, μετατοπίζονται αριστερά και δεξιά αντίστοιχα για καλύτερο αποτέλεσμα πέδησης.

ΣΑΣΙ – ΘΑΛΑΜΟΣ:

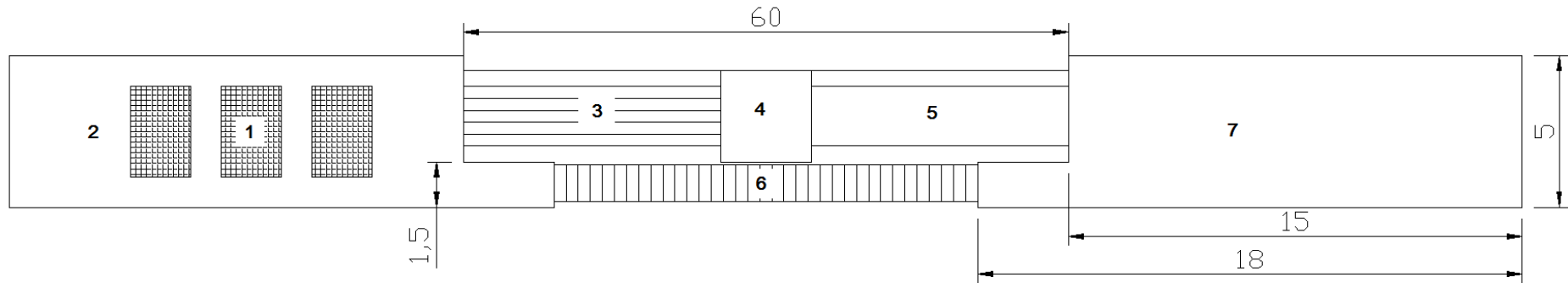
Όπως και στο αντίβαρο, έτσι και για τον θάλαμο, όλα θα ελέγχονται μέσω αισθητήρων. Η ποιότητα κύλισής του εξασφαλίζεται μέσω των τροχών οδήγησης του σασί (σχήμα 4.15 – στοιχείο 2 – σελ. 56) οι οποίοι θα έχουν τη δυνατότητα να μετακινούν το θάλαμο αριστερά ή δεξιά για να διορθώνουν την πορεία του όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο. Η πέδηση του θαλάμου θα πραγματοποιείται μέσω όλων των τροχών οι οποίοι θα έχουν προσαρμοσμένο σύστημα πέδησης καθώς και από συσκευή πέδησης του σασί επί σταθερών οδηγών (σχήμα 4.15 – στοιχείο 5 – σελ. 56). Το σύστημα πέδησης θα ενεργοποιείται όταν η ταχύτητα του θαλάμου γίνει μεγαλύτερη από 0,65 m/s καθώς και για οποιαδήποτε άλλη περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Ο αναποδογυρισμός του θαλάμου θα αποτρέπεται μέσω των κατάλληλων τροχών (σχήμα 4.15 – στοιχείο 3 – σελ. 56). Για τα τελευταία δέκα μέτρα της διαδρομής από κάθε σταθμό, η ταχύτητα του θαλάμου θα μειώνεται σταδιακά μέσω εντολής που θα δίνουν προτερματικοί αισθητήρες.

4.5.13 Λοιπά σχέδια εγκατάστασης

Στην συνέχεια παρουσιάζονται ακόμα κάποια σχέδια της εγκατάστασης του τηλεφερικού με σκοπό να γίνει πιο κατανοητή.

ΣΧΕΔΙΟ 1

Κάτοψη της εγκατάστασης τηλεφερικό (διαστάσεις σε μέτρα)



1: Συστοιχίες φ/β πάνελ

2: Σταθμός εκκίνησης

3: Συρματόσχοινα ανάρτησης θαλάμου

4: Θάλαμος μεταφοράς ανθρώπων

5: Φρεάτιο

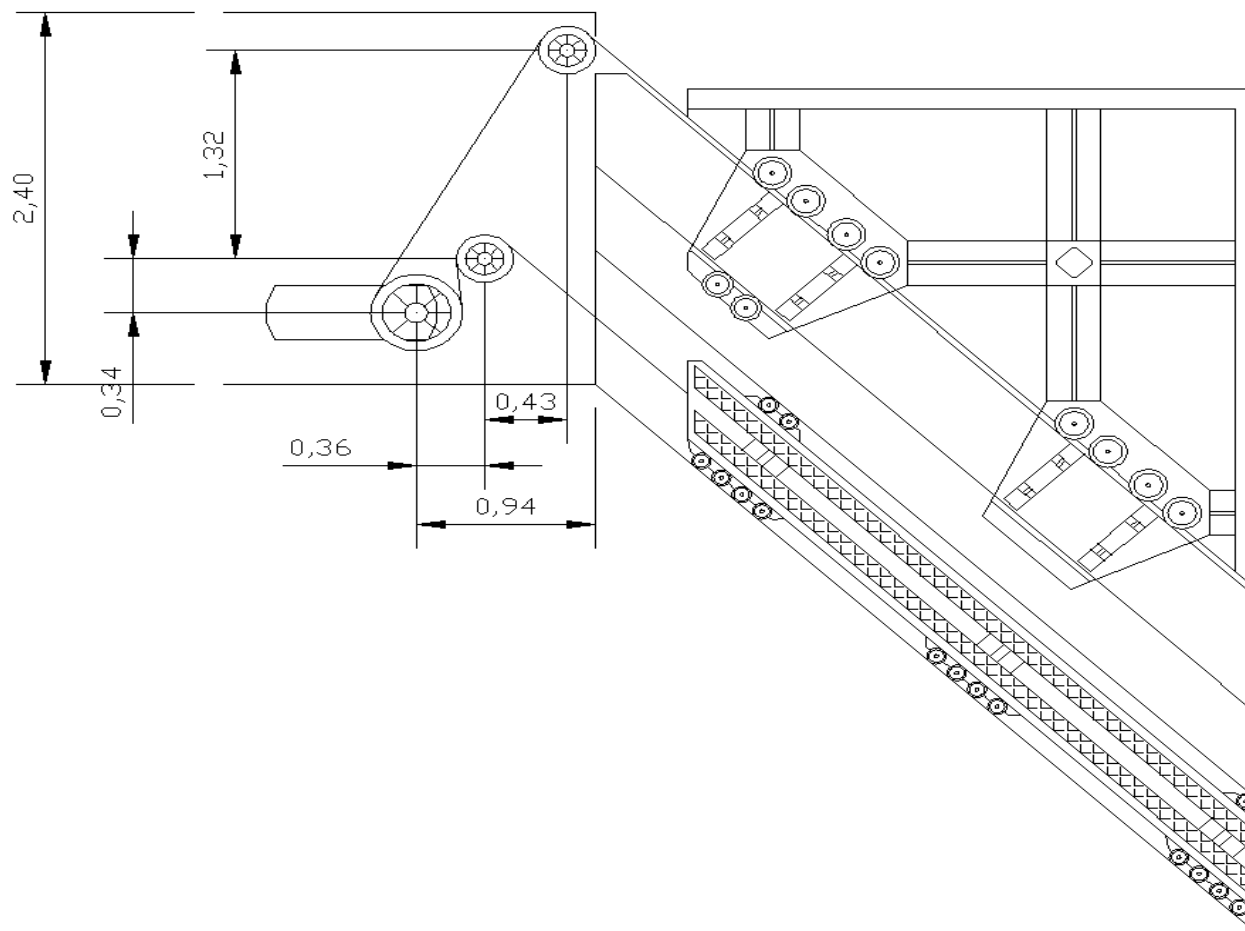
6: Σκάλα διαφυγής

7: Σταθμός προορισμού

ΣΧΕΔΙΟ 2

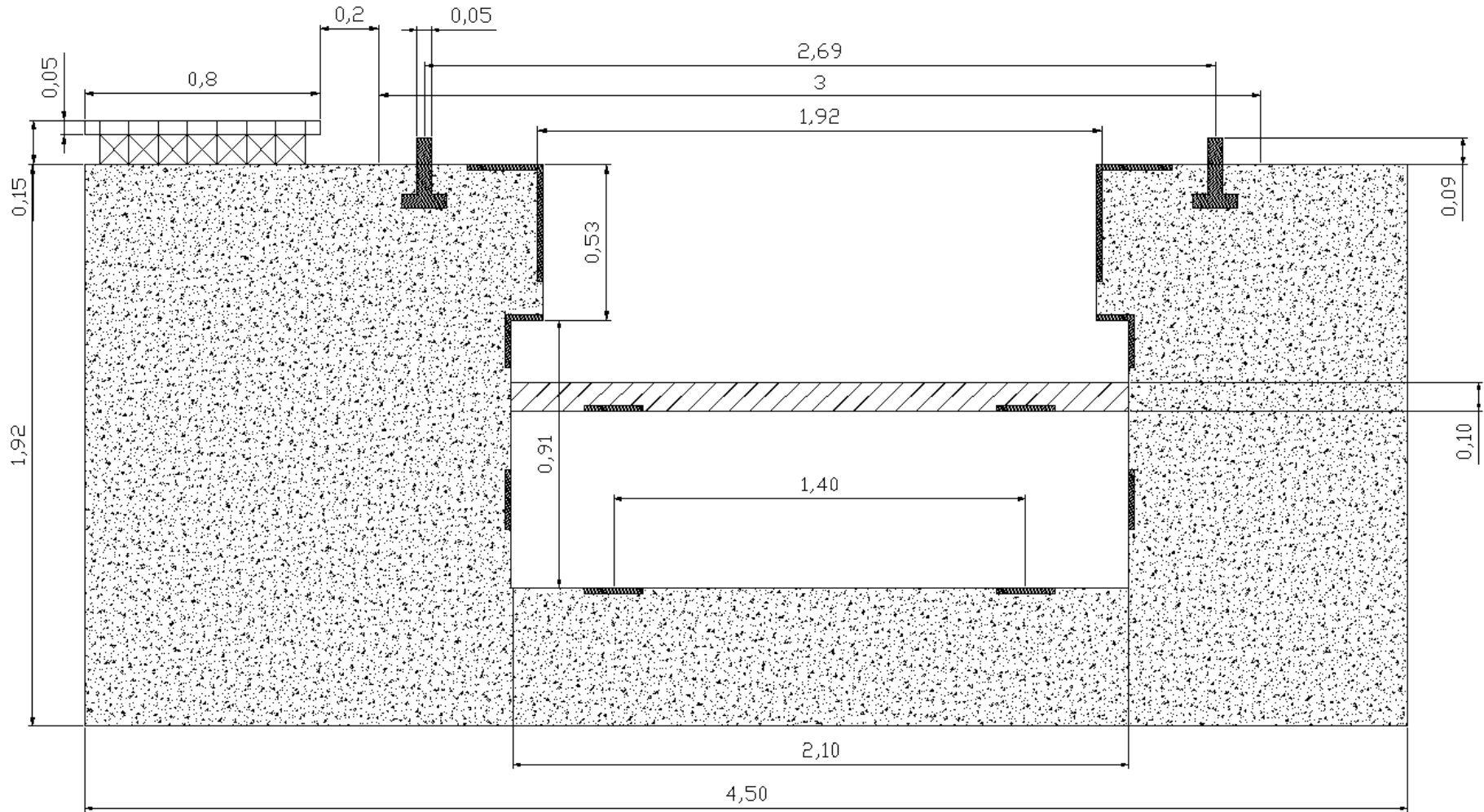
Σασί, Άποψη μηχανοστασίου με τροχαλία τριβής, τροχαλίες παρέκκλισης και ηλεκτρικός κινητήρας, Αντίβαρο

(διαστάσεις σε μέτρα)



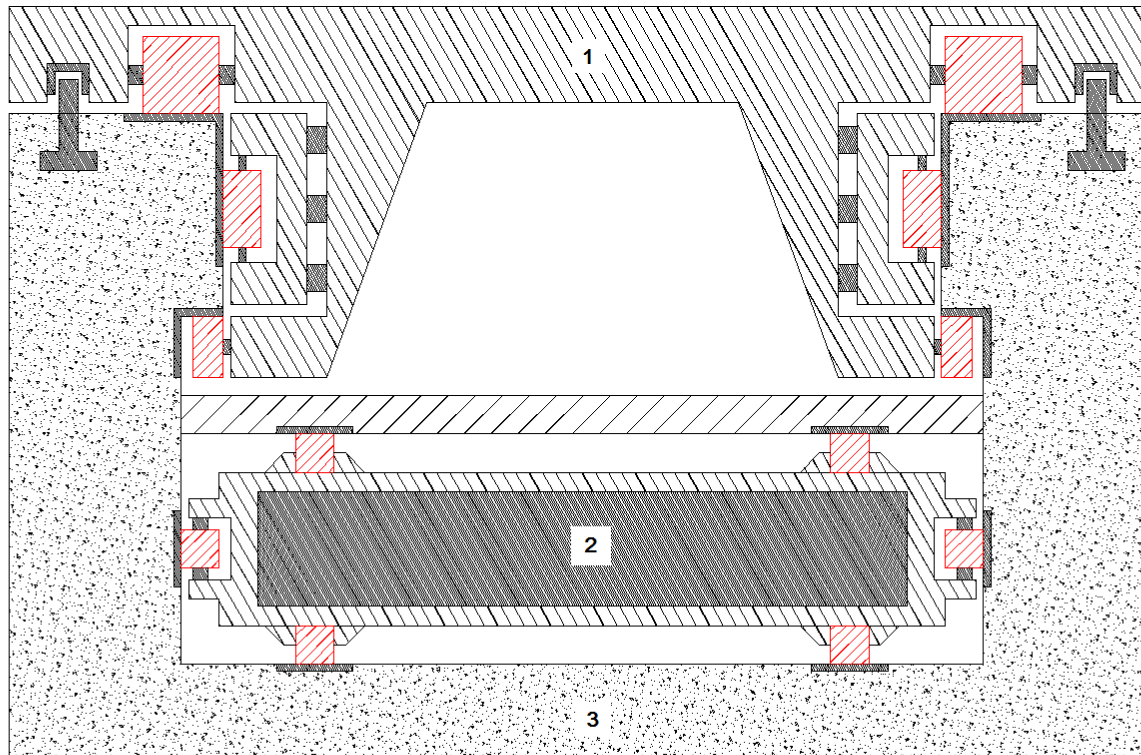
ΣΧΕΔΙΟ 3

Φρεάτιο (διαστάσεις σε μέτρα)



ΣΧΕΔΙΟ 4

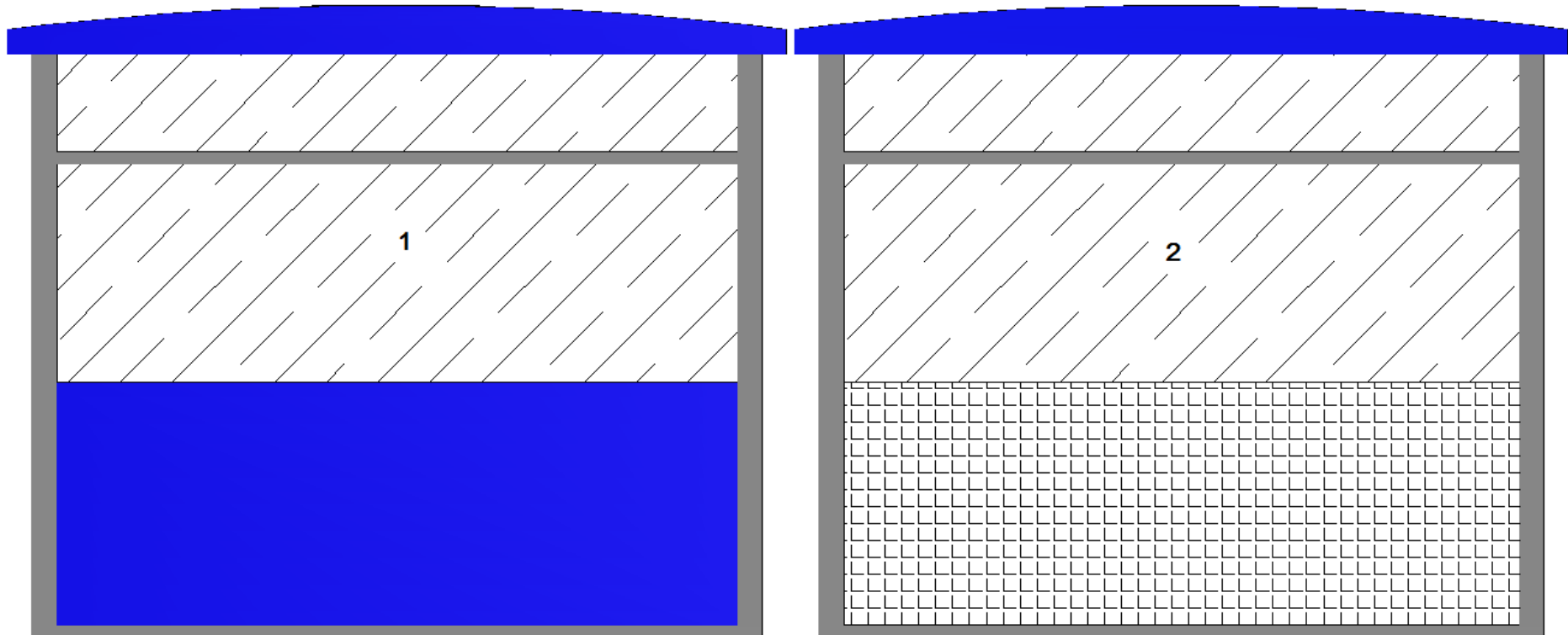
Σασί, Αντίβαρο και Φρεάτιο σε τομή



- 1: Σασί
- 2: Αντίβαρο
- 3: Φρεάτιο

ΣΧΕΔΙΟ 5

Θάλαμος μεταφοράς προσώπων



1: Απέναντι πλευρά της θύρας του θαλάμου

2: Πλευρά κάθετη στο φρεάτιο (μεταλλική επιφάνεια με οπές για την εισαγωγή – εξαγωγή αέρα)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώνοντας την μελέτη και τον σχεδιασμό της εγκατάστασης του τελεφερίκ η οποία ρευματοδοτείται από αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα συμπεραίνουμε ότι τέτοιου είδους μελέτες δεν είναι ιδιαίτερα απλές. Ειδικά για το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα, ο μηχανικός, πρέπει να λάβει υπόψη του ένα πλήθος παραγόντων πριν προχωρήσει στην επιλογή των μονάδων και το μέγεθος της εγκατάστασης με σκοπό να πετύχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα και να αποφύγει την υπερδιαστασιολόγηση. Όσον αφορά την μελέτη της εγκατάστασης του τελεφερίκ, γίνεται εύκολα αντιληπτό, πως πρόκειται για ένα ειδικό τεχνικό έργο και η μελέτη αυτή, πέρα από τον υπολογισμό κάποιων βασικών στοιχείων, επικεντρώθηκε περισσότερο στον σχεδιασμό με σκοπό να γίνει κατανοητή η αρχή λειτουργίας της εγκατάστασης καθώς και να παρουσιαστούν τα βασικότερα τμήματά της.

ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ

1. Στα σχήματα **3.5α** και **3.5β** (σελ. 24) παρουσιάζεται η χαρακτηριστική καμπύλη φ/β στοιχείων για λειτουργία με φορτίο και χωρίς φορτίο. Στο σχήμα **3.5α** παρουσιάζονται τα σημεία μέγιστης ισχύος (MPP) για διαφορετικές τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας και χωρίς να παρεμβάλλεται στη λειτουργία κάποιο φορτίο (π.χ. συσσωρευτής). Στο σχήμα **3.5β** παρουσιάζεται η χαρακτηριστική φ/β στοιχείου για διάφορα είδη φορτίων (συσσωρευτής, ανεμιστήρας, αντίσταση). Γίνεται εύκολα αντιληπτό πως για τα διάφορα είδη των φορτίων, το μέγιστο σημείο λειτουργίας (MPP) δεν είναι αυτό που δείχνει η καμπύλη (α) του σχήματος **3.5β**. Ενδεικτικά, το σημείο μέγιστης ισχύος του συσσωρευτή για δεδομένη τιμή ηλιακής ακτινοβολίας (σχήμα **3.5β**) θα είναι: $P = i_1 \times V_1$.
2. Η ανάλυση της κίνησης (σελ. 33, 34) του θαλάμου της παρούσας μελέτης επικεντρώθηκε σε εκτιμήσεις και υπολογισμούς και όχι σε περαιτέρω ανάλυση της κίνησης λόγω της δυσκολίας και της πολυπλοκότητας της μελέτης της μηχανικής συμπεριφοράς κύλισης τροχών επί σταθερών ραγών χάλυβα. Μια ορθότερη προσέγγιση της ανάλυσης θα ήταν να προσδιοριστούν τα παρακάτω μεγέθη:
 - Ρεύμα εκκίνησης του ηλεκτρικού κινητήρα
 - Ροπή εκκίνησης του θαλάμου
 - Μέγιστη επιτρεπόμενη ελκτική δύναμη
 - Ελκτική ροπή
 - Ολικός συντελεστής τριβής

3. Η επιλογή της κλίσης των φ/β πλαισίων (**σελ. 37**) για την παρούσα μελέτη είναι 31° με νότια κατεύθυνση σύμφωνα με την ιστοσελίδα Photovoltaic Geographical Information System. Ωστόσο, η κλίση αυτή αφορά εγκαταστάσεις που θα λειτουργούν καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Για την μελέτη αυτή θα ήταν ορθότερο (σύμφωνα με την παραπάνω ιστοσελίδα) να επιλεγεί κλίση τοποθέτησης των φ/β πλαισίων περί τις 20°. Εν τέλει, προτιμάται η κλίση των 31° για την περίπτωση που το σύστημά μας λειτουργήσει καθ' όλη την διάρκεια του έτους με σκοπό να καλύψει άλλες ανάγκες της ξενοδοχειακής μονάδας.
4. Για τον ακριβέστερο υπολογισμό της θερμοκρασίας ενός φ/β πλαισίου (**σελ. 38**) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω τύπος:

$$T_c = T_a + h_w \times I_T$$

όπου:

T_c : Θερμοκρασία φ/β πλαισίου

T_a : Θερμοκρασία περιβάλλοντος

h_w : Συντελεστής χαρακτηριστικών των φ/β στοιχείων

I_T : Ηλιακή ακτινοβολία

Εάν θέσουμε $T_a = 30$ (°C), $h_w = 0.03$ (m² x °K / W) και $I_T = 800$ (W/m²), έχουμε:

$$T_c = 30$$
 (°C) + 0.03 (m² x °K / W) x 800 (W/m²) = 54 °C

5. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν συσσωρευτές καθώς και μια γεννήτρια ντίζελ (**σελ. 40, 41 & 44**) έτσι ώστε να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες όταν το φ/β σύστημα δεν μπορεί να δώσει ενέργεια. Ωστόσο οι συσσωρευτές θα χρησιμοποιούνται για να καλύψουν ενεργειακές ανάγκες μικρού χρονικού διαστήματος και επιπλέον θα λειτουργούν και ως UPS για το σύστημά μας. Αντίθετα, η γεννήτρια θα αναλαμβάνει να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες όταν το φ/β σύστημα δεν μπορεί να δώσει ενέργεια για μεγάλο χρονικό διάστημα.
6. Στην παρούσα μελέτη, το αυτόνομο φ/β σύστημα διαστασιολογήθηκε για να λειτουργεί σε χρονικό διάστημα πέντε μηνών (από Μάιο έως Σεπτέμβριο). Ωστόσο μια ορθότερη προσέγγιση (από οικονομοτεχνικής σκοπιάς) θα ήταν να λειτουργεί καθ' όλη την διάρκεια του έτους για να καλύπτει άλλες ενεργειακές ανάγκες της ξενοδοχειακής μονάδας (π.χ. φωτισμό) καθώς και για να αποπληρωθεί γρηγορότερα η αξία εγκατάστασης του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ήπιες μορφές ενέργειας III, Μηχανική των φωτοβολταϊκών συστημάτων, Σ. Ν. Καπλάνης, Εκδόσεις ΙΩΝ
2. Εκπαιδευτικό υλικό του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, Τεύχος πρώτο, Εκπαιδευτικό Υλικό για το Κτίριο, ΙΕΚΕΜ ΤΕΕ, Αθήνα 2012
3. "Φ/Β τεχνολογία", Κ. Καγκαράκη, εκδόσεις Συμμετρία, 1992
4. Δούμος Ευθύμιος, Ευθυμίου Ιωάννης, Κοτζιάμπασης Μιχάλης "Ανελκυστήρες", Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια, Τομέας Ηλεκτρολογικός, 2^{ος} Κύκλος, Ειδικότητα: Εγκαταστάσεων Κτιρίων και Βιομηχανικών Χώρων, Αθήνα 2001
5. Δημητρόπουλος Βασίλειος, Βαρβατσουλάκης Μιχαήλ, Κουτουλάκος Χρήστος, Γεωργάκης Θεόδωρος, "Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις", Β' Τεύχος, Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια, Τομέας Ηλεκτρολογικός, 2^{ος} Κύκλος, Ειδικότητα: Εγκαταστάσεις Κτιρίων και Βιομηχανικών Χώρων, Αθήνα 2002
6. Δρ. Αθανάσιος Γιανναδάκης, "Εγκαταστάσεις Φωτοβολταϊκών συστημάτων", Σημειώσεις του μαθήματος Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις, Τ.Ε.Ι. – Πάτρας, Τμήμα Μηχανολογίας, 2012
7. "Οδηγίες για την Εγκατάσταση φ/β Συστημάτων σε Κτηριακές Εγκαταστάσεις", Αύγουστος 2009, Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων και Διεσπαρμένης Παραγωγής, Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Κ.Α.Π.Ε.
8. Ιωάννης Κ. Στεργίου, Κωνσταντίνος Ι. Στεργίου, "Στοιχεία Μηχανών II", Μετάδοση Κίνησης, Σύγχρονη Εκδοτική
9. Διπλωματική Εργασία της Μπουγιούκου Φανής, "Σχεδιασμός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος για την τροφοδότηση αγροικίας", Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Τομέας: Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας, Πάτρα 2010
10. Πτυχιακή Εργασία του Δουδουμόπουλου Κ. Ιωάννη, "Παραμετρική Μοντελοποίηση και Οικονομική Ανάλυση Εγκατάστασης Φ/Β σε Στέγες", Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Χανιά 2013
11. Διπλωματική Εργασία του Μιχαήλ Μ. Κάσιου, "Ανελκυστήρες Χωρίς Μηχανοστάσιο", Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας: Μηχανολογικών Κατασκευών & Αυτομάτου Ελέγχου, Αθήνα 2007
12. Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ 81.1, τροποποίηση του 1999
13. Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 12 / 2004
14. www.el.wikipedia.org/wiki/Τελεφερίκ
15. www.re.jrc.ec.europa.eu/pvgis
16. www.greenenergyparts.com
17. www.solar-systems.gr
18. www.metalleboriki.gr