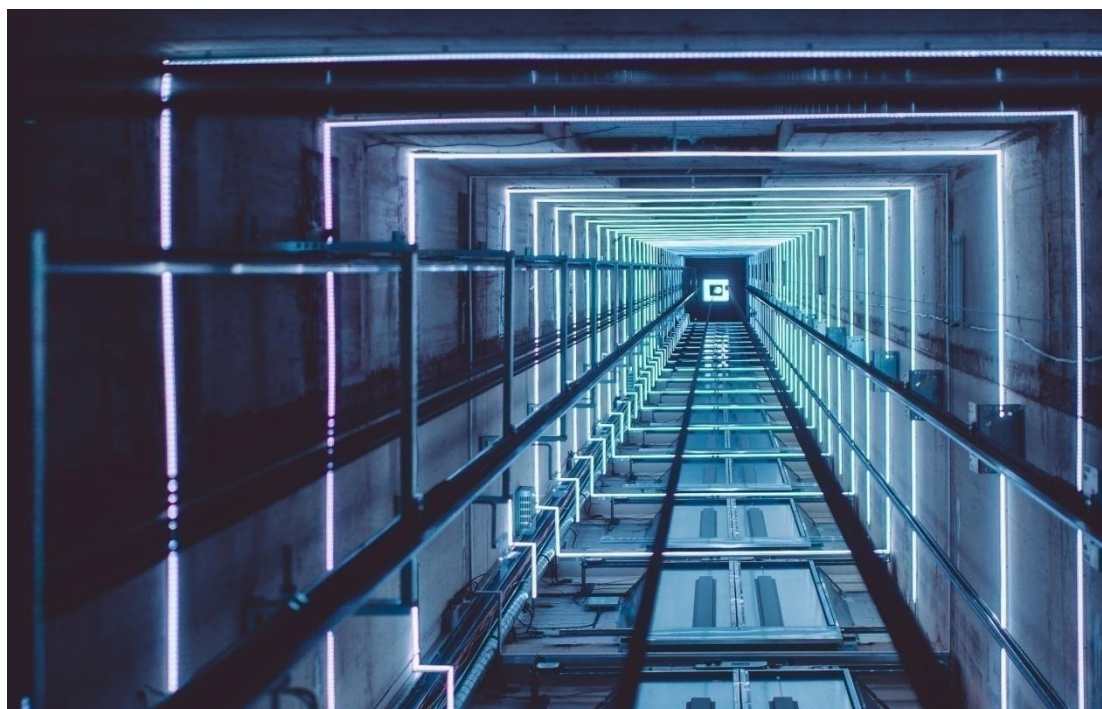




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ



ΤΣΩΛΗΣ ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ Α.Μ 6612

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΑΔΑΚΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

**ΠΑΤΡΑ
2022**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

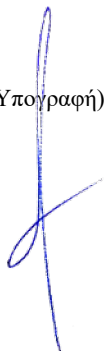
Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακήεργασία που εκπονήθηκε στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελλοπονήσου. Το θέμα που πραγματεύεται είναι η πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα.Οι ανελκυστήρες είναι ίσως η πιο ορατή μορφή υπηρεσιών κτιρίων.Με τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του υφιστάμενου και του νέου εξοπλισμού, οι ανελκυστήρες μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη των σημερινών ενεργειακών και κλιματικών στόχων παγκοσμίως.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Θανάση Γιανναδάκη για την πολύτιμη βοήθεια του και τη καθοδήγηση του καθ'όλη τη διάρκεια της Διπλωματικής εργασίας καθώς και όλους τους καθηγητές της σχολής μου που συνέβαλαν στην απόκτηση των απαραίτητων γνώσεων για την επιτυχή φοίτηση μου.

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

Ο Φοιτητής
ΤΣΩΛΗΣ ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ
ΑΝΔΡΕΑΣ

(Υπογραφή)



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ολοένα και περισσότερος κόσμος, δείχνει ενδιαφέρον για τη μελέτη της ενεργειακής κατανάλωσης και της μείωσης του ενεργειακού αποτυπώματος. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας, είναι η καταγραφή πειραματικά, της κατανάλωσης ενός ανελκυστήρα και η ενημέρωση για τις βελτιώσεις που μπορεί να λάβει ο τομέας.

Στο **πρώτο** κεφάλαιο, γίνεται μία ιστορική αναδρομή στους ανελκυστήρες, παρουσιάζονται κάποιοι βασικοί ορισμοί του θέματος και έπειτα αναπτύσσονται τα είδη ανελκυστήρων που υπάρχουν σήμερα .

Στο **δεύτερο** κεφάλαιο, παρουσιάζονται όλα τα συστήματα μετάδοσης των ανελκυστήρων .

Το **τρίτο** κεφάλαιο, περιέχει πληροφορίες για το χειρισμό και τη διαχείριση της κυκλοφορίας των ανελκυστήρων μέσω του πίνακα τους.

Στο **τέταρτο** κεφάλαιο, αναλύονται οι νέες τεχνολογίες που έχουν δημιουργηθεί σε σχέση με τους κινητήρες των ανελκυστήρων.

Το **πέμπτο** κεφάλαιο, αφορά τα φορτία ενεργειακής κατανάλωσης του ανελκυστήρα λόγω αυτού, αλλά και επιμέρους στοιχείων.

Στο **έκτο** κεφάλαιο, γίνεται μία ανάλυση των ενεργειακών απαιτήσεων των ανελκυστήρων στο ευρωπαϊκό σκέλος.

Το **έβδομο** κεφάλαιο, περιέχει τις όποιες νομοθεσίες και πρότυπα ενεργειακής κατανάλωσης υπάρχουν έως και σήμερα.

Στο **όγδοο** κεφάλαιο, αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά, η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα του πειράματος.

Τέλος, το κεφάλαιο των συμπερασμάτων, αναφέρεται στα συμπεράσματα και στις προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής κατανάλωσης, στο τομέα του ανελκυστήρα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ	4
1.1 ΠΑΡΕΛΘΟΝ ΚΑΙ ΠΑΡΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ.....	4
1.1.1 Ορισμοί.....	4
1.1.2 Ιστορικό της εξέλιξης των ανελκυστήρων.....	6
1.2 Ανελκυστήρες έλξης.....	9
1.3 Ανελκυστήρες με γρανάζια	10
1.4 Ανελκυστήρες χωρίς γρανάζια	11
1.5 Ανελκυστήρες χωρίς μηχανοστάσιο	11
1.6 Υδραυλικοί ανελκυστήρες.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ.....	15
2.1 Είδη μετάδοσης	15
2.1.1 Οδοντωτός τροχός και ατέρμονας κοιλίας.....	15
2.1.2 Ελικοειδή και πλανητικά γρανάζια.....	15
2.1.3 Συρματόσχοινα, ιμάντες και τροχαλίες	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	21
3.1 Πίνακας ανελκυστήρα	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ	29
4.1 Κινητήρες	29
4.1.1 Επαγωγικοί κινητήρες υψηλής απόδοσης.....	31
4.1.2 Γραμμικοί κινητήρες.....	34
4.1.3 Προηγμένοι κινητήρες και αναγέννηση	36
4.1.4 Κινητήρες μόνιμων μαγνητών	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΦΟΡΤΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ	48
5.1 Φορτία λόγω αναμονής	48
5.2 Φωτισμός.....	50
5.3 Εξαερισμός και ανεμιστήρες	51
5.4 Απώλειες λόγω χαμηλής ενεργειακής κλάσης κτιρίου και κακής συντήρησης ανελκυστήρα	52
5.5 Απώλειες σε υδραυλικό ανελκυστήρα και τρόποι εξάλιψης.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ISO	62
7.1 Γερμανικό πρότυπο VDI 4707 και διεθνή συστήματα αξιολόγησης κτιρίων ...	62
7.2 Πρότυπο ISO25745-2.....	64
7.3 Μέθοδος υπολογισμού ISO25745-2.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ	72
8.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά ανελκυστήρα	72
8.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας.....	80
8.3 Διαδικασία και αποτελέσματα πειράματος	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	93

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

1.1 ΠΑΡΕΛΘΟΝ ΚΑΙ ΠΑΡΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

1.1.1 Ορισμοί

Ανελκυστήρας ή **ανυψωτήρας**, ονομάζεται κάθε εγκατάσταση που χρησιμοποιείται για την ανύψωση βαρών, προσώπων ή πραγμάτων. Είναι ένας τύπος μηχανής με καλώδιο, υδραυλικό κύλινδρο ή μηχανή με τροχούς που μεταφέρει κάθετα ανθρώπους ή εμπορεύματα μεταξύ ορόφων, επιπέδων ή καταστροφωμάτων ενός κτιρίου, πλοίου ή άλλης κατασκευής. Τροφοδοτούνται συνήθως από ηλεκτροκινητήρες που κινούν καλώδια έλξης και συστήματα αντίβαρου, όπως ένας ανελκυστήρας, αν και ορισμένα αντλούν υδραυλικό υγρό για να ανυψώσουν ένα κυλινδρικό έμβολο, όπως ένας γρύλος. Ορισμένοι ανελκυστήρες, μπορούν επίσης να κινούνται οριζόντια, εκτός από τη συνήθη κατακόρυφη κίνηση.

Σήμερα, έχει επικρατήσει ο γαλλικός όρος ασανσέρ για τον ανελκυστήρα ή ανυψωτήρα που χρησιμοποιείται στα πολυώροφα κτίρια.

Το **μηχανοστάσιο**, είναι ο χώρος μέσα στον οποίο είναι εγκατεστημένος, οπίνακασκίνησης και φωτισμού, ο πίνακας χειρισμού και ο κινητήριος μηχανισμός του ανελκυστήρα, ο ρυθμιστής ταχύτητας και σε παλαιότερες κατασκευές ο μηχανισμός οροφοδιαλογέα. Συνήθως, η είσοδος στα μηχανοστάσια των ανελκυστήρων βρίσκεται εκτός δημόσιου διαδρόμου, συνήθως σε ρετιρέ του κτιρίου ή μέσω χώρου μηχανολογικού εξοπλισμού. Εάν βρίσκονται σε δωμάτιο ή χώρο που περιέχει άλλα μηχανήματα και εξοπλισμό απαραίτητο για τη λειτουργία του κτιρίου, πρέπει να διαχωρίζονται από τα άλλα μηχανήματα ή τον εξοπλισμό με ένα σημαντικό μεταλλικό περίβλημα από σχάρα.

Τα μηχανοστάσια των ανελκυστήρων έλξης βρίσκονται συνήθως ακριβώς πάνω από τον δρόμο ανύψωσης του ανελκυστήρα που εξυπηρετείται από τον εν λόγω εξοπλισμό, για τους τύπους έλξης με κίνηση από κάτω, το μηχανοστάσιο βρίσκεται συνήθως δίπλα στην τράπεζα του ανελκυστήρα ή στο κάτω μέρος του φρεατίου. Σε παλαιότερες εγκαταστάσεις όπου ο χώρος είναι περιορισμένος, ιδίως σε πολυώροφα κτίρια, το μηχανοστάσιο χωρίζεται μερικές φορές σε δύο επίπεδα για να στεγάσει τον εξοπλισμό έλξης, τα σύνολα κινητήρα-γεννήτριας (MG) και τους ελεγκτές ρελέ. Συνήθως, μια αναβάθμιση σε ελεγκτή στερεάς κατάστασης και μονάδα μεταβλητής συχνότητας μπορεί να απελευθερώσει αυτόν τον χώρο για άλλες χρήσεις.

Τα μηχανοστάσια υδραυλικών ανελκυστήρων, βρίσκονται σχεδόν πάντα στο ισόγειο ή στο υπόγειο, συνήθως κοντά στους ανελκυστήρες. Ωστόσο, είναι δυνατόν το υδραυλικό μηχανοστάσιο να βρίσκεται πάνω από το φρεάτιο.

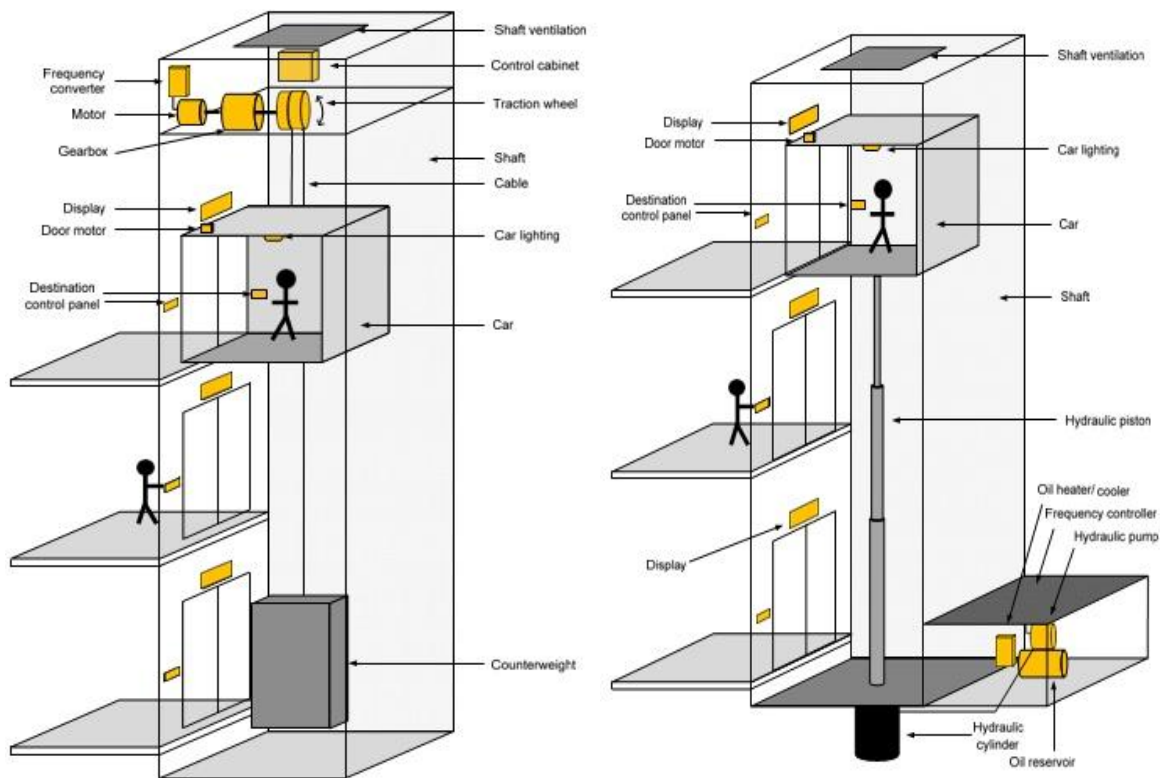
Οι ανελκυστήρες στα κτίρια, συνήθως περικλείονται πλήρως από ένα **φρεάτιο** (τετράγωνο ή ορθογώνιο) που ανεβαίνει κάθετα μέσα στο κτίριο και συχνά καταλήγει πάνω από το επίπεδο της οροφής. Τα φρεάτια των ανελκυστήρων εκτείνονται επίσης, κάτω από το έδαφος, εάν πρέπει να εξυπηρετήσουν ένα ή περισσότερα υπόγεια επίπεδα ή να στεγάσουν τον εξοπλισμό λειτουργίας. Συνήθως συναντώνται σε εμπορικά, δημόσια και άλλα είδη πολυώροφων κτιρίων.

Τα φρεάτια ανελκυστήρων έχουν διάφορες σημαντικές λειτουργίες:

- Παρέχουν στους θαλάμους ανελκυστήρων καθαρή, ανεμπόδιστη κίνηση μεταξύ των ορόφων

- Η πυράντοχη κατασκευή τους έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να διασφαλίζει ότι η λειτουργία του ανελκυστήρα δεν επηρεάζεται από πυρκαγιά, που εκδηλώνεται σε οποιονδήποτε όροφο του κτιρίου. Ως εκ τούτου, αποτελούν προστατευμένα κτίσματα. Εάν δεν είχαν πυράντοχη κατασκευή, θα μπορούσαν να σχηματίσουν ανοίγματα που μοιάζουν με καπνοδόχους και θα επέτρεπαν την εξάπλωση της πυρκαγιάς μέσω ρευμάτων συναγωγής και πυρκαγιάς.
- Μπορούν να παρέχουν μια ζώνη για την τοποθέτηση του μηχανισμού του ανελκυστήρα, αν και μερικές φορές ο μηχανισμός του ανελκυστήρα βρίσκεται σε χώρους που βρίσκονται εκτός του φρεατίου.
- Η κατασκευή τους συνήθως παρέχει στους χρήστες των χώρων που βρίσκονται αμέσως γύρω από το φρεάτιο, ένα βαθμό διαχωρισμού του θορύβου, από τα μηχανήματα λειτουργίας του ανελκυστήρα.
- Η εξωτερική τους όψη, μπορεί να χρησιμοποιείται σε κάθε όροφο ως δείκτης κατεύθυνσης.
- Μπορούν να αποτελούν μέρος του δομικού πυρήνα που σταθεροποιεί τα κτίρια.

Ο **θάλαμος**, είναι το μέρος του ανελκυστήρα που δέχεται τα προς μεταφορά άτομα ή φορτία. Αποτελείται από τον κυρίως θάλαμο και το πλαίσιο του (σασί). Ο κυρίως θάλαμος (καμπίνα), αποτελείται από άφλεκτα αδιάτρητα τοιχώματα, δάπεδο και οροφή. Επιτρεπόμενα ανοίγματα στο θάλαμο είναι η θυρίδα έκτακτης ανάγκης, τα ανοίγματα αερισμού και η είσοδος θαλάμου. Ο θάλαμος εσωτερικά επενδύεται με διάφορα υλικά (αλουμίνιο, ξύλο, γυαλί), η εσωτερική επένδυσή του έχει σχέση με την αισθητική. Το δάπεδο του θαλάμου, επενδύεται με διάφορα υλικά (πλαστικό, πλακάκι). Στην οροφή του θαλάμου, είναι τοποθετημένα τα φωτιστικά για το φωτισμό του θαλάμου και για την περίπτωση διακοπής της ηλεκτρικής παροχής, πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη, για αυτόματη ενεργοποίηση διάταξης παροχής φωτισμού έκτακτης ανάγκης.



Εικόνα 1.1: Απλοποιημένη αναπαράσταση μιας τυπικής συμβατικής εγκατάστασης ανελκυστήρα έλξης (πηγή: FraunhoferISI).

Εικόνα 1.2: Απλοποιημένη αναπαράσταση μιας τυπικής συμβατικής εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα (πηγή: FraunhoferISI).

1.1.2 Ιστορικό της εξέλιξης των ανελκυστήρων

Τα μέσα κατακόρυφης μεταφοράς, τόσο ανθρώπων όσο και άλλων φορτίων, χρησιμοποιούνται από την ανθρωπότητα, από την αρχαιότητα. Στις πρώιμες γεωργικές κοινωνίες, οι συσκευές αυτές, βασιζόνταν στη δύναμη των ανθρώπων, των ζώων ή του νερού για την ανύψωση του φορτίου. Για τη στήριξη και τη μετακίνηση του απαιτούμενου βάρους, χρησιμοποιούνταν στοιχειώδεις διατάξεις σχοινιών και τροχαλιών και χρησιμοποιούνταν ήδη από τον 3ο αιώνα π.Χ..

Ο Έλληνας επιστήμονας και εφευρέτης Αρχιμήδης (287 π.Χ. - περ. 212 π.Χ.), δημιούργησε τον πρώτο ανελκυστήρα, που βασιζόταν σε τροχαλίες και βαρούλκα γύρω στο 236 π.Χ.. Τύλιξε το σχοινί γύρω από τον τροχό και προσάρμοσε δύο βάρη στις άκρες του. Αν το ένα από τα βάρη ήταν ελαφρύτερο από το άλλο, τότε μπορούσε εύκολα να ανυψωθεί στην κορυφή. Για να σταματήσει ο ανελκυστήρας πιο εύκολα, οι Έλληνες χρησιμοποιούσαν συχνά πλατφόρμες με ίσα βάρη και ανθρώπινοι εργάτες χειρίζονταν τον τροχό στην κορυφή. Αυτός ο σχεδιασμός αποδείχθηκε αρκετά δημοφιλής στην Αρχαία Ελλάδα και η χρήση του ήταν ευρέως διαδεδομένη.

Το πιο πολύπλοκο σύστημα ανελκυστήρα της αρχαιότητας κατασκευάστηκε στη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, στην αρένα του Κολοσσαίου, που ολοκληρώθηκε το 80 μ.Χ..

Διέθετε 24 ανελκυστήρες, που χρησιμοποιούνταν για την ανύψωση ζώων στο δάπεδο. Κάθε ανελκυστήρας, μπορούσε να μεταφέρει περίπου 600 λίβρες (270 κιλά) (περίπου το βάρος δύο

λιονταριών), 23 πόδια (7,0 μ.) ψηλά, όταν κινούνταν από πέντε έως και οκτώ άνδρες. Ομάδες των 8 δούλων, εργάζονταν σε ένα μόνο βαρούλκο (ένα από τα 24), οι οποίοι έδιναν στη συνέχεια κίνηση στο περίπλοκο σύστημα των τροχαλιών, λεβιέδων και των σχοινιών που τελικά παρέδιδαν το θανατηφόρο φορτίο τους, στο δάπεδο της αρένας. Σε στιγμές μέγιστης χρήσης, και τα 24 κλουβιά μπορούσαν να ανεβοκατεβούν από το δάπεδο στα υπόγεια, μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.

Πριν από την Ελλάδα και τη Ρώμη, μια απλή και ακατέργαστη μορφή μεταφοράς με ανελκυστήρα, υπήρχε στην Αρχαία Αίγυπτο. Η μεγαλύτερη ανάγκη των Αιγυπτίων γεωργών, ήταν η μεταφορά του σημαντικού νερού του Νείλου, στα αγροκτήματά τους. Για τον σκοπό αυτό, επινόησαν μια απλή λύση, στην οποία το νερό συγκεντρώνονταν σε πηλίνα δοχεία που τραβούσαν με σχοινί κάνναβης. Μελέτες δείχνουν, ότι αρκετές χιλιάδες δούλοι, εργάζονταν σε αυτούς τους κάδους κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων. Η έλλειψη ανάπτυξης του μηχανολογικού εξοπλισμού της Αιγύπτου, τους εμπόδισε να δημιουργήσουν πιο αποτελεσματικούς τρόπους μεταφοράς του νερού μέσω ανελκυστήρων.

Κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα στην Ευρώπη, ανελκυστήρες με σχέδια παρόμοια με των Ελλήνων και των Ρωμαίων, χρησιμοποιούνταν σε ορισμένες τοποθεσίες. Τειχισμένα κάστρα και απομονωμένα ορεινά μοναστήρια, χρησιμοποιούσαν το σύστημα βαρούλκου για να ανυψώνουν ανθρώπους και αγαθά στις δυσπρόσιτες εισόδους τους. Η εποχή των αρχαίων ανελκυστήρων, έφτασε στο τέλος της μεταξύ του τέλους του 18ου και των μέσων του 19ου αιώνα, με την ανακάλυψη των βιδωτών μηχανισμών, των διατάξεων ασφαλείας που απέτρεπαν την πτώση, της υδραυλικής και της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το 1000, το Βιβλίο των Μυστικών του IbnKhalafal-Muradi στην ισλαμική Ισπανία, περιέγραψε τη χρήση μιας ανυψωτικής συσκευής που έμοιαζε με ασανσέρ, για την ανύψωση ενός μεγάλου πολιορκητικού κριού, για την καταστροφή ενός φρουρίου.

Τον 17ο αιώνα, πρωτότυπα ανελκυστήρων, εγκαταστάθηκαν στα κτίρια των ανακτόρων της Αγγλίας και της Γαλλίας. Ο Λουδοβίκος XV της Γαλλίας, κατασκεύασε τη λεγόμενη "ιπτάμενη καρέκλα" για μία από τις ερωμένες του στο Chateau de Versailles, το 1743.

Οι αρχαίοι και μεσαιωνικοί ανελκυστήρες, χρησιμοποιούσαν συστήματα κίνησης βασισμένα σε ανελκυστήρες και ανεμόμυλους. Η εφεύρεση ενός συστήματος βασισμένου στη βιδωτή κίνηση, ήταν ίσως το σημαντικότερο βήμα στην τεχνολογία των ανελκυστήρων από την αρχαιότητα, οδηγώντας στη δημιουργία των σύγχρονων ανελκυστήρων επιβατών. Ο πρώτος ανελκυστήρας με βιδωτή κίνηση, κατασκευάστηκε από τον Ivan Kulibin και εγκαταστάθηκε στα Χειμερινά Ανάκτορα το 1793, αν και ενδέχεται να υπήρχε ένα προγενέστερο σχέδιο του Leonard da Vinci. Αρκετά χρόνια αργότερα, ένας άλλος ανελκυστήρας του Kulibin, εγκαταστάθηκε στο Arkhangelskoye, κοντά στη Μόσχα.

Στην ανάπτυξη των ανελκυστήρων, οδήγησε η ανάγκη μεταφοράς πρώτων υλών, όπως ο άνθρακας και η ξυλεία, από τις πλαγιές των λόφων. Η τεχνολογία που αναπτύχθηκε από αυτές τις βιομηχανίες και η εισαγωγή της κατασκευής χαλύβδινων δοκών, συνεργάστηκαν για να παρέχουν τους ανελκυστήρες επιβατών και εμπορευμάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Ξεκινώντας από τα ανθρακωρυχεία, οι ανελκυστήρες στα μέσα του 19ου αιώνα, λειτούργησαν με ατμομηχανή και χρησιμοποιήθηκαν για τη μετακίνηση αγαθών χύμα σε ορυχεία και εργοστάσια. Αυτές οι συσκευές, σύντομα εφαρμόστηκαν σε ένα ευρύ φάσμα σκοπών.

Το 1823, οι Μπέρτον και Χόμερ, δύο αρχιτέκτονες στο Λονδίνο, κατασκεύασαν και λειτούργησαν ένα πρωτότυπο τουριστικό αξιοθέατο, το οποίο ονόμασαν "δωμάτιο

ανύψωσης", το οποίο ανέβαζε τους πελάτες σε σημαντικό ύψος στο κέντρο του Λονδίνου, παρέχοντας πανοραμική θέα.

Οι πρώιμοι, ακατέργαστοι ατμοκίνητοι ανελκυστήρες τελειοποιήθηκαν την επόμενη δεκαετία. Το 1835, ένας καινοτόμος ανελκυστήρας, ο Teagle, αναπτύχθηκε από την εταιρεία FrostandStutt, στην Αγγλία. Ήταν ιμνιοκίνητος και χρησιμοποιούσε αντίβαρο για επιπλέον ισχύ. Το 1845, ο Ναπολιτάνος αρχιτέκτονας GaetanoGenovese, εγκατέστησε στο βασιλικό παλάτι της Caserta την "Ιπτάμενη Καρέκλα", έναν ανελκυστήρα μπροστά από την εποχή του, που ήταν καλυμμένος εξωτερικά με ξύλο καστανιάς και εσωτερικά με ξύλο σφενδάμου. Περιελάμβανε φως, δύο πάγκους και χειροκίνητο σήμα και μπορούσε να ενεργοποιηθεί από έξω, χωρίς καμία προσπάθεια από τους επιβαίνοντες. Η έλξη ελεγχόταν από έναν μηχανικό κινητήρα που χρησιμοποιούσε ένα σύστημα οδοντωτών τροχών. Σχεδιάστηκε ένα σύστημα ασφαλείας, που επενεργούσε σε περίπτωση που έσπαγαν τα σχοινιά, αποτελούμενο από μια δοκό που ωθούταν προς τα έξω από ένα χαλύβδινο ελατήριο.

Ο υδραυλικός γερανός, εφευρέθηκε από τον SirWilliamArmstrong το 1846, κυρίως για χρήση στις αποβάθρες του Tyneside για τη φόρτωση φορτίων. Γρήγορα, αντικατέστησαν τους προηγούμενους ανελκυστήρες που κινούνταν με ατμό, εκμεταλλευόμενοι τον νόμο του Pascal για να παρέχουν πολύ μεγαλύτερη δύναμη. Μια αντλία νερού, παρείχε ένα μεταβλητό επίπεδο πίεσης νερού, σε ένα έμβολο που περιβαλλόταν μέσα σε έναν κατακόρυφο κύλινδρο, επιτρέποντας την ανύψωση και τη μείωση της πλατφόρμας, που μετέφερε βαρύ φορτίο. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης, αντίβαρα και ζυγαριές για την αύξηση της ανυψωτικής δύναμης. Ο HenryWaterman, από τη Νέα Υόρκη, πιστώνεται με την εφεύρεση του "μόνιμου ελέγχου σχοινιού" για ανελκυστήρα, το 1850.

Το 1852, ο ElishaOtis, εισήγαγε τον ανελκυστήρα ασφαλείας, ο οποίος απέτρεπε την πτώση του θαλάμου αν έσπαγε το καλώδιο. Το επέδειξε στην έκθεση της Νέας Υόρκης, στο CrystalPalace, σε μια δραματική, θανάσιμη παρουσίαση το 1854 και ο πρώτος τέτοιος ανελκυστήρας επιβατών, εγκαταστάθηκε στο 488 Μπρόντγουεϊ της Νέας Υόρκης, στις 23 Μαρτίου 1857.

Το πρώτο φρεάτιο ανελκυστήρα, προηγήθηκε του πρώτου ανελκυστήρα κατά τέσσερα χρόνια. Η κατασκευή του κτιρίου του Ιδρύματος CooperUnion του PeterCooper στη Νέα Υόρκη, ξεκίνησε το 1853. Ένα φρεάτιο ανελκυστήρα, συμπεριλήφθηκε στο σχέδιο, επειδή ο Cooper ήταν βέβαιος ότι σύντομα θα εφευρεθεί ένας ασφαλής ανελκυστήρας επιβατών. Το φρεάτιο ήταν κυλινδρικό, επειδή ο Cooper πίστευε ότι ήταν ο πιο αποδοτικός σχεδιασμός. ΗOtis σχεδίασε αργότερα έναν ειδικό ανελκυστήρα, για το κτίριο.

Ο PeterEllis, ένας Άγγλος αρχιτέκτονας, εγκατέστησε τους πρώτους ανελκυστήρες που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως ανελκυστήρες πατέντα, στο OrielChambers στο Λίβερπουλ το 1868.

Το EquitableLifeBuilding, που ολοκληρώθηκε το 1870 στη Νέα Υόρκη, θεωρείται ότι ήταν το πρώτο κτίριο γραφείων με ανελκυστήρες επιβατών.

Το 1872, ο Τζέιμς Γουέιλαντ στην κομητεία Χάντσον, ένας Αμερικανός εφευρέτης, κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μια νέα μέθοδο ασφάλισης φρεατίων ανελκυστήρων, με πόρτες που ανοίγουν και κλείνουν αυτόματα, καθώς ο θάλαμος του ανελκυστήρα πλησιάζει και φεύγει από αυτούς.

Το 1874, ο J. W. Meaker, κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, μια μέθοδο που επέτρεπε στις πόρτες των ανελκυστήρων να ανοίγουν και να κλείνουν με ασφάλεια.

Ο πρώτος ηλεκτρικός ανελκυστήρας, κατασκευάστηκε από τον WernervonSiemens, το 1880 στη Γερμανία. Ο εφευρέτης AntonFreissler, ανέπτυξε περαιτέρω τις ιδέες του vonSiemens και δημιούργησε μια επιτυχημένη επιχείρηση ανελκυστήρων στην Αυστροουγγαρία. Η ασφάλεια και η ταχύτητα των ηλεκτρικών ανελκυστήρων βελτιώθηκαν σημαντικά από τον FrankSprague, ο οποίος προσέθεσε έλεγχο ορόφων, αυτόματα λειτουργία,

έλεγχο επιτάχυνσης και περαιτέρω διατάξεις ασφαλείας. Ο ανελκυστήρας του λειτουργούσε ταχύτερα και με μεγαλύτερα φορτία από τους υδραυλικούς ή ατμοκίνητους ανελκυστήρες. Οι

584 ανελκυστήρες του Sprague, εγκαταστάθηκαν πριν πουλήσει την εταιρεία του στην Otis Elevator Company, το 1895. Ο Sprague, ανέπτυξε επίσης την ιδέα και την τεχνολογία για πολλαπλούς ανελκυστήρες σε ένα φρεάτιο.

Το 1882, όταν η υδραυλική ενέργεια ήταν μια καθιερωμένη τεχνολογία, δημιουργήθηκε μια εταιρεία που αργότερα ονομάστηκε London Hydraulic Power Company, από τον Edward B. Ellington και άλλους. Κατασκεύασε ένα δίκτυο αγωγών υψηλής πίεσης και στις δύο πλευρές του Τάμεση, το οποίο τελικά εκτεινόταν σε 184 μίλια (296 χλμ.) και τροφοδοτούσε περίπου 8.000 μηχανήματα, κυρίως ανελκυστήρες και γερανούς.

Ο Schuyler Wheeler, κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το σχέδιο του ηλεκτρικού ανελκυστήρα το 1883.

Το 1884, ο Αμερικανός εφευρέτης D. Humphreys, από το Νόρφολκ της Βιρτζίνια, κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας έναν ανελκυστήρα με αυτόματες πόρτες, που έκλειναν το φρεάτιο του ανελκυστήρα όταν ο θάλαμος δεν βρισκόταν εκεί.

Το 1887, ο Αμερικανός εφευρέτης Alexander Miles, από το Ντουλούθ της Μινεσότα κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, έναν ανελκυστήρα με αυτόματες πόρτες που έκλειναν το φρεάτιο του ανελκυστήρα, όταν ο θάλαμος δεν βρισκόταν εκεί.

Το 1891, οι Αμερικανοί εφευρέτες Joseph Kelly και William L. Woods, κατοχύρωσαν από κοινού έναν νέο τρόπο για την προστασία των φρεατίων των ανελκυστήρων από ατυχήματα, μέσω καταπακτών που άνοιγαν και έκλειναν αυτόματα, καθώς ο θάλαμος περνούσε μέσα από αυτές.

Ο πρώτος ανελκυστήρας στην Ινδία εγκαταστάθηκε στο Raj Bhavan στην Καλκούτα (σημερινή Καλκούτα) από την Otis, το 1892.

Μέχρι το 1900, υπήρχαν πλήρως αυτοματοποιημένοι ανελκυστήρες, αλλά οι επιβάτες ήταν απρόθυμοι να τους χρησιμοποιήσουν. Στην υιοθέτησή τους, βοήθησε η απεργία των χειριστών ανελκυστήρων το 1945 στη Νέα Υόρκη και η προσθήκη ενός κουμπιού διακοπής έκτακτης ανάγκης, ενός τηλεφώνου έκτακτης ανάγκης και μιας καταπραϋντικής επεξηγηματικής αυτοματοποιημένης φωνής. Πολλές αλλαγές στο σχεδιασμό και την εγκατάσταση ανελκυστήρων, έγιναν από τις μεγάλες προόδους στα ηλεκτρονικά συστήματα, κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου.

Ο ανελκυστήρας, συγκαταλέγεται ανάμεσα σε ελάχιστες εφευρέσεις που βοήθησαν τις πόλεις να αναπτυχθούν ανοδικά. Στην πραγματικότητα, οι ανελκυστήρες επέτρεψαν το αστικό περιβάλλον που γνωρίζουμε και αγαπάμε σήμερα. Πρόκειται για ένα συχνά παραγνωρισμένο μέσο μεταφοράς, που βοήθησε στην οικοδόμηση των πόλεων, μεταμόρφωσε τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι ζουν και εργάζονται και έφερε επανάσταση στην ίδια την αρχιτεκτονική. Σήμερα, τα σύγχρονα εμπορικά κτίρια διαθέτουν συνήθως πολλαπλούς ανελκυστήρες, με ενιαίο σύστημα ελέγχου. Επιπλέον, όλοι οι σύγχρονοι ανελκυστήρες, διαθέτουν ειδικά χειριστήρια παράκαμψης (ώστε οι ανελκυστήρες να πηγαίνουν απευθείας σε έναν συγκεκριμένο όροφο, χωρίς ενδιάμεσες στάσεις).

1.2 Ανελκυστήρες έλξης

Οι ηλεκτρικοί ανελκυστήρες έλξης, μπορούν σήμερα να χρησιμοποιηθούν σχεδόν σε όλες τις εφαρμογές, χωρίς σημαντικούς περιορισμούς όσον αφορά το ύψος κίνησης, την ταχύτητα ή το φορτίο. Διατίθεται ένα ευρύ φάσμα ταχυτήτων (από 0,25 m/s έως 17 m/s), καθώς και φορτίων (ορισμένοι ανελκυστήρες εμπορευμάτων μπορούν να έχουν ονομαστικά φορτία άνω των 10.000 kg, αν και συνήθως με πολύ χαμηλές ταχύτητες).

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

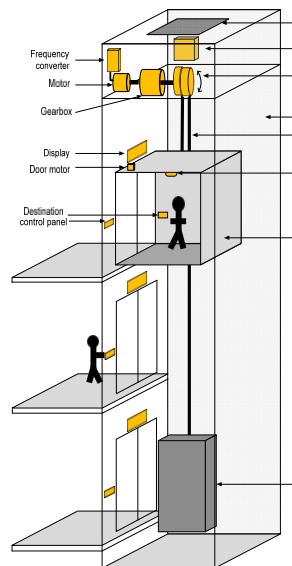
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

Στους ανελκυστήρες έλξης (μηχανικοί), ο θάλαμος αναρτάται με σχοινιά τυλιγμένα γύρω από έναν τροχό που κινείται από έναν ηλεκτροκινητήρα. Το βάρος του θαλάμου,

συνήθως εξισορροπείται από ένα αντίβαρο, που ισούται με τη μάζα του θαλάμου συν 45% έως 50% του ονομαστικού φορτίου. Ο σκοπός του αντίβαρου είναι να διασφαλίζει ότι διατηρείται επαρκής τάση στο σύστημα ανάρτησης, ώστε να εξασφαλίζεται η ανάπτυξη επαρκούς έλξης μεταξύ των σχοινιών ή ιμάντων και του κινητήριου τροχού. Επιπλέον, διατηρεί ένα σχεδόν σταθερό επίπεδο δυναμικής ενέργειας στο σύστημα στο σύνολό του, μειώνοντας σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας.

Παραδοσιακά, οι ηλεκτρικοί ανελκυστήρες έλξης ήταν εξοπλισμένοι με κινητήρες συνεχούς ρεύματος λόγω της εύκολης δυνατότητας ελέγχου τους, αλλά η ανάπτυξη των μεταβλητών συχνοτήτων, οδήγησε στην εισαγωγή των επικρατούντων πλέον κινητήρων επαγωγής εναλλασσόμενου ρεύματος ή κινητήρων συνεχούς ρεύματος με μόνιμο μαγνήτη. Οι εν λόγω κινητήρες, παρέχουν άριστες συνθήκες οδήγησης, με ομαλή επιτάχυνση και επιβράδυνση και υψηλή ακρίβεια στάθμισης.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ανελκυστήρων έλξης: οι ανελκυστήρες με γρανάζια και οι ανελκυστήρες χωρίς γρανάζια. Οι ανελκυστήρες με γρανάζια, χρησιμοποιούν ένα μειωτήρα, για να μειώσουν την ταχύτητα του θαλάμου, ενώ στους ανελκυστήρες χωρίς γρανάζια, ο τροχός είναι απευθείας συνδεδεμένος με τον κινητήρα.



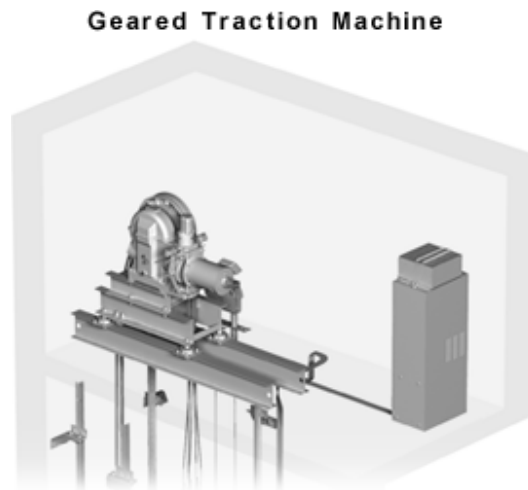
Εικόνα 1.3: Απλοποιημένη αναπαράσταση μιας τυπικής συμβατικής εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα (πηγή: Fraunhofer ISI).

1.3 Ανελκυστήρες με γρανάζια

Οι οδοντωτοί ανελκυστήρες, χρησιμοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές μεσαίων ορόφων (7 έως 20 όροφοι), όπου η υψηλή ταχύτητα δεν αποτελεί σημαντικό πρόβλημα (οι τυπικές ταχύτητες κυμαίνονται από 0,1 m/s έως 2,5 m/s). Ο μειωτήρας, επιτρέπει τη χρήση μικρότερων, λιγότερο δαπανηρών κινητήρων, που μπορούν έτσι να λειτουργούν σε υψηλότερες ταχύτητες, παράγοντας την επιθυμητή ροπή.

Η μηχανή, αποτελείται συνήθως από τον κινητήρα, το φρένο, το κιβώτιο ταχυτήτων και τον τροχίσκο έλξης. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος μειωτήρας, εξακολουθεί να είναι τύπου ατέρμονα κοχλία, αποτελούμενος από ένανατέρμονα και έναν κοχλία. Ο λόγος

μείωσης του γραναζιού δίνεται από τη διαίρεση του αριθμού των δοντιών του τροχού με τον αριθμό των εκκινήσεων του κοχλία. Αυτά τα γρανάζια είναι σχετικά αναποτελεσματικά και σε ορισμένες λίγες περιπτώσεις, αντικαθίστανται από ελικοειδή γρανάζια.



Εικόνα 1.4: Διαμόρφωση μηχανοστασίου ανελκυστήρα έλξης με γρανάζια (πηγή: Mitsubishi).

1.4 Ανελκυστήρες χωρίς γρανάζια

Στους ανελκυστήρες χωρίς γρανάζια, ο τροχός κινείται απευθείας από τον κινητήρα, εξαλείφοντας έτσι τις απώλειες στην αλυσίδα ταχυτήτων. Αυτός ο τύπος ανελκυστήρα, χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές υψηλών ορόφων με ονομαστικές ταχύτητες, μεταξύ 2,5 m/s και 10 m/s. Ωστόσο, οι πρόσφατες εξελίξεις, τον κατέστησαν διαθέσιμο για χρήση σε κτίρια χαμηλής στάθμης και για ταχύτητες χαμηλότερες από 2,5 m/s.

Η μηχανή στους ανελκυστήρες χωρίς γρανάζια, αποτελείται από κινητήρα, τροχαλία έλξης και φρένο. Δεδομένου ότι ο κινητήρας είναι απευθείας συνδεδεμένος με την τροχαλία έλξης, δεν υπάρχουν απώλειες μετάδοσης και περιστρέφονται και οι δύο με την ίδια ταχύτητα. Επομένως, ο κινητήρας πρέπει να περιστρέφεται με πολύ χαμηλή ταχύτητα, η ταχύτητα του σχοινιού είναι ίση με την περιφέρεια του τροχού πολλαπλασιασμένη επί την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Για παράδειγμα, για ονομαστική ταχύτητα 5 m/s και διάμετρο τροχαλίας 750 mm, η απαιτούμενη ταχύτητα του κινητήρα είναι μόνο 128 στροφές ανά λεπτό.

1.5 Ανελκυστήρες χωρίς μηχανοστάσιο

Η εξοικονόμηση του πολύτιμου χώρου κατασκευής, αποτελούσε ανέκαθεν μέλημα των σχεδιαστών ανελκυστήρων και αποτέλεσε την κινητήρια δύναμη για τη δημιουργία εξαιρετικά καινοτόμων τεχνολογικών λύσεων. Συμβατικά, όλοι οι ανελκυστήρες,

είτε ελκτικής ή υδραυλικής κίνησης, απαιτούσαν ένα μηχανοστάσιο όπου αποθηκεύονταν ο κινητήρας και η αντλία, στην περίπτωση των υδραυλικών ανελκυστήρων, και ένα ερμάριο

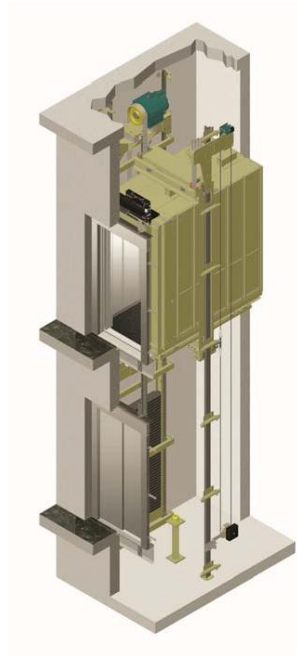
ελέγχου λόγω του μεγέθους του εξοπλισμού. Αυτό το μηχανοστάσιο, βρισκόταν συνήθως πάνω από το φρεάτιο του ανελκυστήρα για ανελκυστήρες έλξης (ή κάτω από αυτόν για υδραυλικούς ανελκυστήρες).

Η εξέλιξη στην τεχνολογία των κινητήρων μόνιμων μαγνητών και των κινητήριων μονάδων, επέτρεψε τη σημαντική μείωση του μεγέθους και του σχήματος αυτών των εξαρτημάτων, γεγονός που με τη σειρά του κατέστησε δυνατή την τοποθέτηση όλου του εξοπλισμού απευθείας στο φρεάτιο του ανελκυστήρα (οι ανελκυστήρες αυτοί είναι συνήθως εξοπλισμένοι με κινητήρες μόνιμων μαγνητών, χωρίς γρανάζια υψηλής απόδοσης).

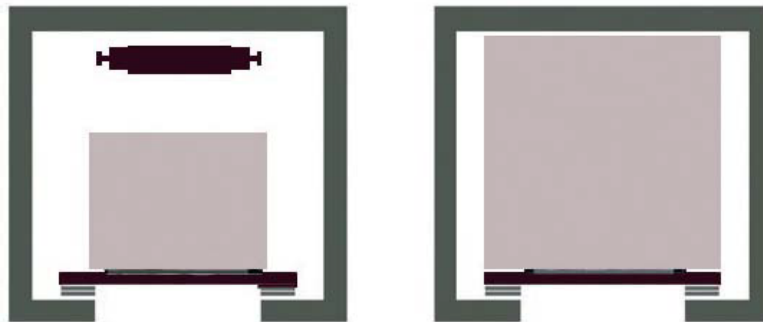
Επίσης, το μέγεθος του κινητήρα μειώνεται από το σύστημα σχοινιών που χρησιμοποιείται. Τα άκρα των συρματόσχοινων είναι στερεωμένα στη δομή στήριξης και οι τροχαλίες ανάρτησης, προβλέπονται πάνω (ή κάτω) από τον θάλαμο και το αντίβαρο, δημιουργώντας ένα σύστημα σύνθετων τροχαλιών που πολλαπλασιάζει τη δύναμη.

Με σχοινί 2:1 ή 4:1, η ταχύτητα του θαλάμου μειώνεται στο 1/2 ή 1/4 αντίστοιχα, της ταχύτητας του σχοινιού και το φορτίο στο σχοινί μειώνεται επίσης στο 1/2 ή 1/4, συνεπώς η διάμετρος και ο αριθμός των σχοινιών μπορούν να μειωθούν και να χρησιμοποιηθεί μικρότερος κινητήρας.

Ορισμένοι κατασκευαστές έχουν προχωρήσει ακόμη περισσότερο, παρουσιάζοντας λύσεις με συστήματα σχοινιών 10:1, αποφεύγοντας την ανάγκη για αντίβαρο και, ως εκ τούτου, απελευθερώνοντας χώρο για ένα μεγαλύτερο θάλαμο. Το προϊόν αυτό, απευθύνεται σε ανακαινίσεις, καθώς είναι σε θέση να αντικαταστήσει παλαιότερους και πιο περιορισμένους θαλάμους με μεγαλύτερους που μπορούν να φιλοξενήσουν καλύτερα, αναπηρικά αμαξίδια ή καροτσάκια μωρών. Οι ανελκυστήρες χωρίς μηχανοστάσιο (MRL), περιορίζονταν αρχικά από παράγοντες, όπως το ύψος κίνησης, η ταχύτητα και η χωρητικότητα, αλλά σήμερα, μπορούν να παρέχονται με αποστάσεις κίνησης έως και 80 m, χωρητικότητα από οκτώ (630 kg) έως 21 άτομα (1.600 kg) και ταχύτητες σύμβασης έως και 2,5 m/s. Ένα άλλο πλεονέκτημα των ανελκυστήρων MRL, είναι ότι οι υψηλές αποδόσεις των σύγχρονων μηχανημάτων έλξης χωρίς γρανάζια που χρησιμοποιούνται σπάνια, απαιτούν πρόσθετο εξοπλισμό. Οι ανελκυστήρες MRL, προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις, χωρίς τους περιορισμούς στην ταχύτητα και την άνοδο που μπορεί να ισχύουν για μια υδραυλική εγκατάσταση και σε ανταγωνιστικές τιμές. Το μερίδιο αγοράς τους αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς και αναμένεται να αποτελεί το 90% των νέων παραγγελιών ανελκυστήρων.



Εικόνα 1.5:Τυπική διαμόρφωση ανελκυστήρα χωρίς μηχανοστάσιο (πηγή: Wittur).



Εικόνα 1.6:Εξοικονόμηση χώρου με την αποφυγή του αντίβαρου (πηγή: KONE).

1.6 Υδραυλικοί ανελκυστήρες

Οι υδραυλικοί ανελκυστήρες, είναι μακράν ο συνηθέστερος τύπος ανελκυστήρα που εγκαθίσταται σε εφαρμογές χαμηλής ανύψωσης (έως 6 ή 7 ορόφους). Ένας από τους κύριους λόγους για την ευρεία αποδοχή τους σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, είναι το σχετικά χαμηλό αρχικό κόστος τους. Αυτός ο τύπος ανελκυστήρα, χρησιμοποιεί έναν υδραυλικό κύλινδρο για τη μετακίνηση του θαλάμου. Ένας ηλεκτροκινητήρας, κινεί μια αντλία η οποία ωθεί ένα υγρό στον κύλινδρο. Οι βαλβίδες ελέγχουν τη ροή του υγρού για μια ήπια κάθοδο, επιτρέποντας στο υδραυλικό υγρό (συνήθως λάδι) να επιστρέψει στη δεξαμενή. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο κύλινδρος τοποθετείται σε μια τρύπα στο έδαφος. Στην αγορά υπάρχουν ορισμένοι τύποι υδραυλικών ανελκυστήρων χωρίς τρύπα, για εφαρμογές χαμηλής στάθμης, οι οποίοι μειώνουν σημαντικά τον κίνδυνο μόλυνσης των υπόγειων υδάτων. Λόγω των περιοριστικών νόμων στις ευρωπαϊκές χώρες, οι υδραυλικοί ανελκυστήρες, ανήκουν συνήθως στους τύπους με τηλεσκοπικό κύλινδρο ή με συρματόσχοινο.

Δεδομένου ότι οι υδραυλικοί ανελκυστήρες συνήθως δεν διαθέτουν αντίβαρο, οι συμβατικοί υδραυλικοί ανελκυστήρες είναι οι πλέον αναποτελεσματικοί, καθώς μερικές φορές καταναλώνουν τρεις φορές περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από τους ανελκυστήρες έλξης. Η ενέργεια, διαχέεται ως θερμότητα, καθώς ο θάλαμος ταξιδεύει προς τα κάτω.

Οι υδραυλικοί ανελκυστήρες κινούνται με χαμηλές ταχύτητες, συνήθως κάτω από 1 m/s. Η μέγιστη απόσταση διαδρομής για αυτόν τον τύπο ανελκυστήρων, είναι περίπου 20 m. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι καθώς αυξάνεται το ύψος διαδρομής, πρέπει να χρησιμοποιούνται έμβολα μεγαλύτερης διαμέτρου, για να αντισταθούν στις μεγαλύτερες δυνάμεις λυγισμού. Αυτό αυξάνει το κόστος του εξοπλισμού, γεγονός που καθιστά τη χρήση υδραυλικών ανελκυστήρων λιγότερο ελκυστική, όταν υπάρχουν καλύτερες εναλλακτικές λύσεις. Εκτός από το χαμηλό αρχικό κόστος, οι υδραυλικοί ανελκυστήρες παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι των ανελκυστήρων έλξης. Πιο συγκεκριμένα:

- Η εγκατάσταση είναι πολύ απλή και γρήγορη.
 - Ο χώρος που καταλαμβάνεται από τον εξοπλισμό, όπως τα χειριστήρια, ο κινητήρας και η αντλία είναι μικρός και, επομένως, το υπερυψωμένο μηχανοστάσιο καθίσταται περιττό. Τα μέρη αυτά τοποθετούνται συνήθως σε χώρους χαμηλού κόστους του κτιρίου, όπως υπόγεια ή κάτω από σκάλες.
 - Οι συμβατικές υδραυλικές μονάδες δεν διαθέτουν αντίβαρο, γεγονός που επιτρέπει στενότερους άξονες. Η απουσία αντίβαρων, μειώνει επίσης το φορτίο στη δομή του κτιρίου.
 - Το φορτίο μεταφέρεται στο έδαφος και όχι στη δομή του κτιρίου, γεγονός που μεταφράζεται σε χαμηλότερες κατασκευαστικές απαιτήσεις και κόστος.
 - Οι διαδικασίες έκτακτης ανάγκης στους υδραυλικούς ανελκυστήρες είναι σχετικά απλές. Ο θάλαμος, μπορεί να κατέβει μέσω μιας χειροκίνητης βαλβίδας έκτακτης ανάγκης. Ομοίως, μια χειροκίνητη αντλία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανύψωση του θαλάμου σε περίπτωση διακοπής ρεύματος ή βλάβης του εξοπλισμού ελέγχου.
- Ορισμένα από τα μειονεκτήματα των συμβατικών υδραυλικών ανελκυστήρων είναι:
- Υψηλή κατανάλωση ενέργειας, δεδομένου ότι πρέπει να ανυψωθεί ολόκληρο το βάρος του θαλάμου.
 - Υψηλή απαίτηση στην παροχή ρεύματος κατά την κίνηση προς τα πάνω.
 - Περιορισμένη άνοδος, ταχύτητα λειτουργίας και αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα.
 - Επειδή το ιξώδες του λαδιού αλλάζει με τη θερμοκρασία, απαιτείται μερικές φορές ψύξη ή θέρμανση του λαδιού για να διατηρηθεί η ποιότητα και η απόδοση της οδήγησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

2.1 Είδη μετάδοσης

2.1.1 Οδοντωτός τροχός και ατέρμονας κοχλίας

Στην αγορά των ανελκυστήρων έλξης χαμηλής και μεσαίας ταχύτητας ($< 2,5$ m/s), εξακολουθούν να κυριαρχούν σε μεγάλο βαθμό οι μονάδες με γρανάζια. Σε αυτούς τους ανελκυστήρες, ένα κιβώτιο ταχυτήτων χρησιμοποιείται για τη μείωση της ταχύτητας του άξονα και την παραγωγή της απαιτούμενης ροπής για την έναρξη της κίνησης του θαλάμου ανελκυστήρα. Η μετάδοση επιτρέπει τη χρήση μικρότερων, λιγότερο δαπανηρών κινητήρων. Ωστόσο, η ενέργεια διαχέεται ως θερμότητα που προκαλείται από την τριβή μεταξύ των δοντιών του γραναζιού και από τις απώλειες στο λιπαντικό.



Εικόνα 2.1: Ατέρμονας κοχλίας.

Συνήθως, ο ατέρμονας κοχλίας ήταν η επικρατέστερη επιλογή για τη μείωση της ταχύτητας, δεδομένου ότι παρέχουν καλή απορρόφηση κραδασμών, αθόρυβη λειτουργία και υψηλή αντοχή στην αντίστροφη περιστροφή του άξονα. Ωστόσο, η απόδοσή τους είναι σχετικά χαμηλή (τυπικά 60% - 70%) και η απόδοση στην αντίστροφη περιστροφή είναι σημαντικά χαμηλότερη από ό,τι στην εμπρόσθια κατεύθυνση. Ο βαθμός απόδοσης της οδοντωτής αλυσίδας, εξαρτάται από τη γωνία πρόωσης των οδοντωτών τροχών και τον συντελεστή τριβής των υλικών των οδοντωτών τροχών. Ο βαθμός απόδοσης εξαρτάται επίσης, από τις παραμέτρους λειτουργίας του συστήματος οδοντωτών τροχών. Συνήθως, οι μικρότερες σχέσεις αναγωγής, οι υψηλότερες ταχύτητες εισόδου στο σκουλήκι και τα μεγαλύτερα μεγέθη, οδηγούν σε υψηλότερη απόδοση.

2.1.2 Ελικοειδή και πλανητικά γρανάζια

Τα ελικοειδή γρανάζια, έχουν υψηλότερη απόδοση από τον ατέρμονα-κοχλία, συνήθως πάνω από 98% ανά στάδιο, και χρησιμοποιούνται σε ορισμένα από τα πιο πρόσφατα συστήματα ανύψωσης. Δεδομένου ότι υπάρχει λιγότερη ολίσθηση μεταξύ των δοντιών του γραναζιού, παρουσιάζουν βελτιωμένη απόδοση. Σύμφωνα με πληροφορίες που παρέχουν οι κατασκευαστές, η απόδοση μετάδοσης των ελικοειδών γραναζιών είναι περίπου 20 - 30%

υψηλότερη από εκείνη του ατέρμονα-κοχλίου, βελτιώνοντας έτσι τη συνολική μηχανική απόδοση του εξοπλισμού ανύψωσης. Ωστόσο, τα ελικοειδή γρανάζια μπορεί να είναι πιο θορυβώδη και να έχουν υψηλότερο αρχικό κόστος.

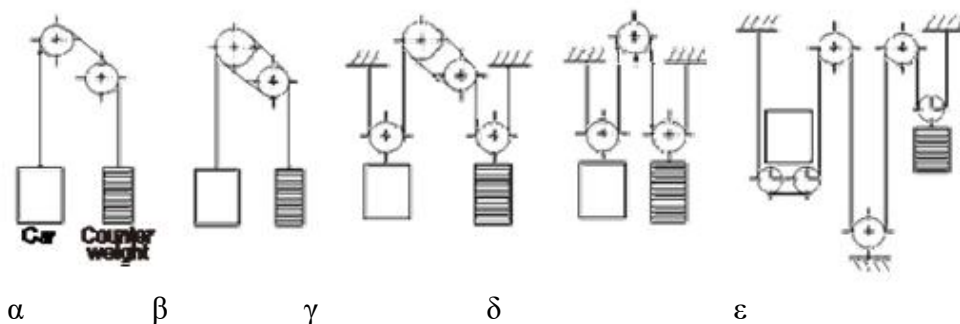


Εικόνα 2.2: Ελικοειδές γρανάζι.

Τα πλανητικά γρανάζια, χρησιμοποιούνται επίσης από ορισμένους κατασκευαστές εξοπλισμού για την αντικατάσταση των ατέρμονα, κοχλίου, χαμηλής απόδοσης. Έχουν το πρόσθετο πλεονέκτημα, σε σχέση με τα ελικοειδή γρανάζια, ότι καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο.

2.1.3 Συρματόσχοινα, μάντες και τροχαλίες

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα συστήματα σχοινιού, ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε εγκατάστασης (π.χ. τοποθέτηση του μηχανήματος, ονομαστικό φορτίο και ταχύτητα, διαθέσιμος χώρος κ.λπ.). Παραδείγματα των συνήθων χρησιμοποιούμενων συστημάτων σχοινίσματος παρουσιάζονται στο **Σχήμα 2.1**.



Σχήμα 2.1: Συνήθη χρησιμοποιούμενα συστήματα πρόσδεσης (πηγή: Mitsubishi).

- α 1:1 Ενιαία περιτύλιξη Ανελκυστήρες μέσης, χαμηλής ταχύτητας,
- β 1:1 Διπλή περιτύλιξη Ανελκυστήρες υψηλής ταχύτητας,
- γ 2:1 Διπλή περιτύλιξη Ανελκυστήρες υψηλής ταχύτητας,

δ 2:1 Μονή περιτύλιξη Ανελκυστήρες φορτίου, ανελκυστήρες χωρίς μηχανοστάσιο,
ε 2:1 Μονό περιτύλιγμα Ανελκυστήρες χωρίς μηχανοστάσιο.

Στους ανελκυστήρες που χρησιμοποιούν σχοινιά 1:1, ο θάλαμος διανύει απόσταση ίση με την περίμετρο του τροχού, για κάθε περιστροφή. Στην Ευρώπη ωστόσο, οι περισσότεροι ανελκυστήρες έχουν σχοινί 2:1, πράγμα που σημαίνει ότι ο τροχός πρέπει να περιστραφεί δύο φορές περισσότερο για να διανύσει ο θάλαμος την ίδια απόσταση με τον ανελκυστήρα με σχοινί 1:1. Με το σύστημα σχοινιού 2:1 ωστόσο, ο κινητήρας απαιτείται να παράγει μόνο το μισό της ροπής του συστήματος 1:1. Το σύστημα 2:1 σχοινιού επομένως, απαιτεί έναν μικρότερο κινητήρα για να παράγει τη ροπή που απαιτείται για την κίνηση του θαλάμου και επιτρέπει την κατάργηση του κιβωτίου ταχυτήτων.

Υπό συνήθεις συνθήκες, θεωρείται ότι όσο απλούστερη είναι η διάταξη σχοινιών, τόσο πιο αποδοτικό είναι το σύστημα. Όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των απαιτούμενων τροχαλιών, τόσο μικρότερες θα είναι οι απώλειες. Επομένως, είναι πιο αποδοτικό να τοποθετείται η τροχαλία έλξης ακριβώς πάνω ή μέσα στον άξονα, παρά να εκτρέπεται το σχοινί από το μηχανοστάσιο στον ανελκυστήρα χρησιμοποιώντας πρόσθετες τροχαλίες. Επίσης, για τις τροχαλίες, τα κυλινδρικά ρουλεμάν θα πρέπει να προτιμώνται από τα ρουλεμάν τριβής. Αναμένονται απώλειες της τάξης του 10% για κάθε περιτύλιγμα αποπολλαπλασιασμού.

Οι εσωτερικές απώλειες τριβής εντός του σχοινιού, αυξάνονται με το πάχος (τα λεπτότερα σχοινιά έχουν λιγότερες απώλειες) και μειώνονται καθώς αυξάνονται οι διάμετροι των τροχαλιών έλξης και των τροχαλιών σχοινιού. Επιπλέον, η λίπανση του σχοινιού δεν πρέπει να παραμελείται.

Οι εξωτερικές απώλειες τριβής από το σχοινί, μπορούν επίσης να μειωθούν. Θα πρέπει να δίνεται προσοχή, έτσι ώστε να μην εμφανίζεται ούτε ολίσθηση ούτε υπερβολική ελκτική δύναμη.

Το βάρος του τροχού και των τροχαλιών επηρεάζει επίσης την κατανάλωση ενέργειας των ανελκυστήρων. Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα, ο τροχός έλξης και οι τροχαλίες του σχοινιού περιστρέφονται επίσης ταχύτερα, ώστε να έχουν ολοένα και μεγαλύτερη επίδραση στην ισχύ εκκίνησης. Οι διάμετροι του τροχού έλξης και των τροχαλιών του σχοινιού δεν μπορούν να μειωθούν απεριόριστα, αλλά είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί πολυαμίδιο αντί για χυτοσίδηρο για τις τροχαλίες του σχοινιού, μειώνοντας έτσι τη ροπή αδράνειας σε αναλογία περίπου 1:5.



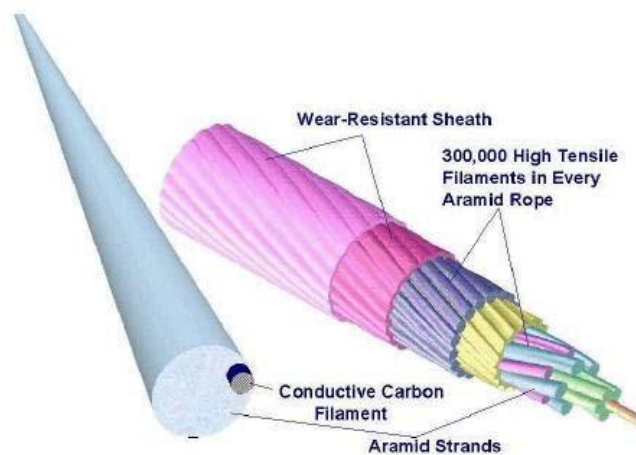
Εικόνα 2.3: Ανυψωτικός τροχός από πολυαμίδιο.

Η μείωση της διαμέτρου του τροχού, περιορίζεται επίσης από την ακτίνα κάμψης των σχοινιών. Η χρήση προηγμένων υλικών και καινοτόμων διαμορφώσεων στην κατασκευή των

σχοινιών, έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση του μεγέθους του κυλίνδρου και του βάρους των σχοινιών.

Το πρώτο βήμα, έγινε με την εισαγωγή των σχοινιών αραμιδίου το 2000. Αυτά τα σχοινιά αραμιδίου, είναι τέσσερις φορές ελαφρύτερα από τα συμβατικά χαλύβδινα σχοινιά, για την ίδια αντοχή θραύσης. Το συνθετικό σχοινί, έχει υψηλότερη αντοχή σε κόπωση υπό αντίστροφη τάση κάμψης από τα χαλύβδινα σχοινιά, γεγονός που επιτρέπει να έχουν μικρότερη ακτίνα κάμψης. Επιπλέον, δεν απαιτούν λίπανση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους, γεγονός που αποτελεί σημαντικό οικολογικό πλεονέκτημα, εκτός από την εξοικονόμηση κόστους συντήρησης.

Το βάρος των σχοινιών γίνεται όλο και πιο σημαντικό ζήτημα, καθώς τα ύψη των κτιρίων αυξάνονται με γρήγορους ρυθμούς. Το βάρος των σχοινιών, αυξάνεται μάλλον εκθετικά με το ύψος και μπορεί να φτάσει τους 50 έως 70 τόνους, για τη μετακίνηση λίγων μόνο επιβατών σε ένα πολώροφο κτίριο.



Εικόνα 2.4: Διατομή των σχοινιών SchindlerAramid (πηγή: Schindler).

Τα σχοινιά αραμιδίου, είναι πολύ δαπανηρά και ορισμένοι κατασκευαστές έχουν πλέον αρχίσει να χρησιμοποιούν μάντες έλξης, αντί για σχοινιά. Οι ζώνες αυτές, αποτελούνται από μια ζώνη εξαιρετικά λεπτών χαλύβδινων καλωδίων, που είναι ενσωματωμένα σε περίβλημα πολυουρεθάνης. Αυτές οι νέες ζώνες είναι περίπου 20% ισχυρότερες, δεν απαιτούν λίπανση συντήρησης και μπορούν να επιτύχουν διπλάσια διάρκεια ζωής από τα συνήθη χαλύβδινα σχοινιά.



Εικόνα 2.5: Επίπεδος μάντας πολυουρεθάνης Otis GEN2 (Πηγή: Otis).

Οι μεγαλύτερες δυνατότητες κάμψης τόσο των σχοινιών αραμιδίου, όσο και των ιμάντων πολυουρεθάνης, καθιστούν δυνατή τη χρήση μικρότερου τροχού έλξης, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη απαίτηση ροπής και τη χρήση μικρότερου κινητήρα.

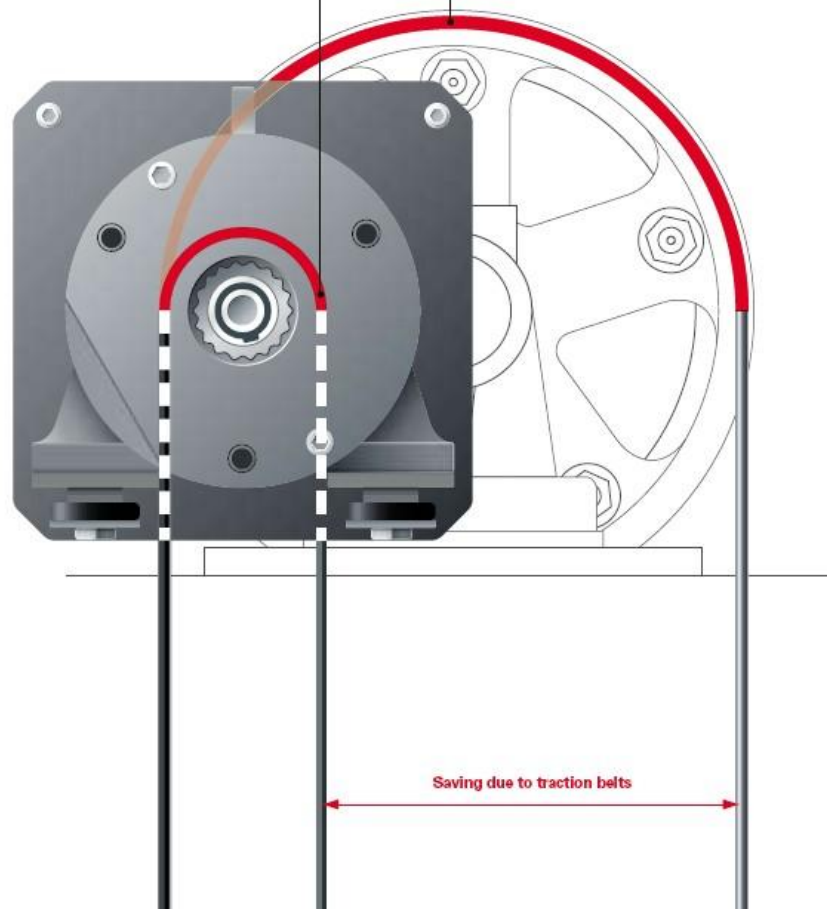
Για παράδειγμα, οι επίπεδοι ιμάντες επιτρέπουν τη χρήση ενός τροχού διαμέτρου 100 mm αντί του συνήθως χρησιμοποιούμενου τροχού διαμέτρου 720 mm. Με αυτόν τον τρόπο, σε δεδομένη ταχύτητα ανύψωσης, ο μικρότερος τροχός περιστρέφεται 7,5 φορές πιο γρήγορα από μια τροχαλία 720 mm, οπότε ένας μικρότερος κινητήρας μπορεί να αποδώσει μεγαλύτερη ροπή στο φορτίο. Επιπλέον, αποφεύγεται η χρήση κιβωτίου ταχυτήτων, γεγονός που οδηγεί σε πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας.

Previously: Steel cables

Steel cables are relatively inelastic. They need a driving pulley diameter of at least 320 mm to handle the cable diameters required for elevators. The complete conventional motor including drive gears must be large enough to match. A system that requires space.

New: Traction Belts

Traction belts are flexible. They use a much smaller driving pulley diameter than steel cables, only 85 mm, requiring a much smaller motor. A design that saves space.



Εικόνα 2.6: Ιμάντες έλξης έναντι χαλύβδινων καλωδίων (πηγή: Schindler).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

3.1 Πίνακας ανελκυστήρα

Στην αρχή, οι ανελκυστήρες ελέγχονταν από χειριστές, μέσα στον θάλαμο, οι οποίοι χειροκίνητα χειρίζονταν τις πόρτες, μετακινούσαν και σταματούσαν τον θάλαμο στην επιθυμητή στάση. Τα πρώτα συστήματα ομαδικού ελέγχου βασίζονταν επίσης, σε ανθρώπινους αποστολείς, που κατεύθυναν την κυκλοφορία των ανελκυστήρων από την κύρια προσγείωση.

Μετά την εισαγωγή των αυτόματων ελέγχων με λογική ρελέ, τη δεκαετία του 1950, η ανθρώπινη παρέμβαση καταργήθηκε. Σύντομα οι ανελκυστήρες ελέγχονταν ηλεκτρονικά και, σήμερα, οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC) και τα συστήματα που βασίζονται σε μικροεπεξεργαστές, βρίσκονται στις περισσότερες εφαρμογές. Αυτοί οι έλεγχοι, διασφαλίζουν ότι οι ανελκυστήρες αποστέλλονται σωστά, ότι οι πόρτες ανοίγουν και κλείνουν τη σωστή στιγμή κλπ.

Υπάρχουν 3 βασικά είδη πίνακα ανελκυστήρα:

Πίνακας με ρελέ (ηλεκτρομηχανική εναλλαγή). Το ρελέ, είναι μια πολύ αξιόπιστη συσκευή που αποτελείται από έναν ηλεκτρομαγνήτη που ανοίγει και κλείνει επαφές, δρομολογώντας τη λογική σε διάφορα κυκλώματα. Ένας απλός ανελκυστήρας με λίγες στάσεις και χειροκίνητη λειτουργία θυρών, μπορεί να εξυπηρετηθεί καλά από έναν ελεγκτή ρελέ. Οι ηλεκτρονόμοι (ρελέ), μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για πιο σύνθετους ανελκυστήρες, και μάλιστα χρησιμοποιούνταν μέχρι τη δεκαετία του 1980. Ωστόσο, ο αριθμός των απαιτούμενων ρελέ, μπορεί να δυσχεράνει την αντιμετώπιση προβλημάτων σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα.

Οι ακόλουθες εφαρμογές, μπορούν να προταθούν ως κατάλληλες για ελεγκτές που χρησιμοποιούν τεχνολογία ηλεκτρομαγνητικών ρελέ: μόνο μεμονωμένοι ανελκυστήρες, ταχύτητα κίνησης έως 1 m/s, ανελκυστήρες επιβατών σε περιπτώσεις χαμηλής κίνησης και χρήσης σε κτίρια χαμηλής στάθμης, δηλαδή όχι πάνω από τρεις ορόφους (π.χ. κτίρια κατοικιών, πολύ μικρά ξενοδοχεία, γηροκομεία), ανελκυστήρες εμπορευμάτων, σε εμπορικά κτίρια χαμηλού ύψους (π.χ. γραφεία, ξενοδοχεία, νοσοκομεία).



Εικόνα 3.1: Πίνακας με ρελέ (ηλεκτρομηχανική εναλλαγή).

Ηλεκτρονικός πίνακας (Solid State Technology). Περιλαμβάνει τόσο κυκλώματα με διακριτά τρανζίστορ, όσο και ολοκληρωμένα κυκλώματα. Παρέχει βελτιωμένη αξιοπιστία, χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και εύκολη διάγνωση σφαλμάτων σε σχέση με την τεχνολογία ηλεκτρομαγνητικών ρελέ.

Οι ακόλουθες εφαρμογές συνιστώνται ως κατάλληλες, για ηλεκτρονικούς πίνακες: μονόκλινοι ανελκυστήρες και ομάδες διπλής όδευσης, ταχύτητα κίνησης έως 2 m/s, ανελκυστήρες επιβατών σε περιπτώσεις χαμηλής κίνησης σε κτίρια μεσαίας στάθμης, δηλαδή έως 12 ορόφους (π.χ. κτίρια κατοικιών και μικρά ξενοδοχεία), ανελκυστήρες εμπορευμάτων σε εμπορικά κτίρια χαμηλού ύψους (π.χ. γραφεία, ξενοδοχεία, νοσοκομεία).



Εικόνα 3.2: Ηλεκτρονικός Πίνακας (SolidStateTechnology).

Πίνακας PLC (τεχνολογία βασισμένη σε υπολογιστή). Η έλευση των προσωπικών υπολογιστών, έκανε την τεχνολογία των μικροεπεξεργαστών προσιτή σε πολλούς άλλους τομείς. Χρησιμοποιείται ένας ειδικός τύπος βιομηχανικού υπολογιστή, που ονομάζεται προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής PLC για τον έλεγχο της λογικής πιο σύνθετων εργασιών. Είναι πολύ αξιόπιστοι, συμπαγείς και απλοί στην αντιμετώπιση προβλημάτων.

Οι ελεγκτές που βασίζονται σε υπολογιστή είναι κατάλληλοι για τα εξής: όλους τους τύπους ανελκυστήρων, όλες τις ταχύτητες κίνησης (δηλ. από 0,5 m/s έως 10 m/s), ομάδες ανελκυστήρων όλων των μεγεθών.



Εικόνα 3.3: Πίνακας PLC (τεχνολογία βασισμένη σε υπολογιστή).

Οι πίνακες ανελκυστήρων έχουν δύο κύριους στόχους:

- 1) να δίνουν εντολή στον θάλαμο να κινηθεί προς τα πάνω ή προς τα κάτω και να σταματήσει στις κατάλληλες στάσεις,
- 2) να εξυπηρετούν αποτελεσματικά τις απαιτήσεις των επιβατών και, σε μια ομάδα ανελκυστήρων, να συντονίζουν τη λειτουργία των επιμέρους θαλάμων προκειμένου να γίνεται αποτελεσματική χρήση της ομάδας ανελκυστήρων.

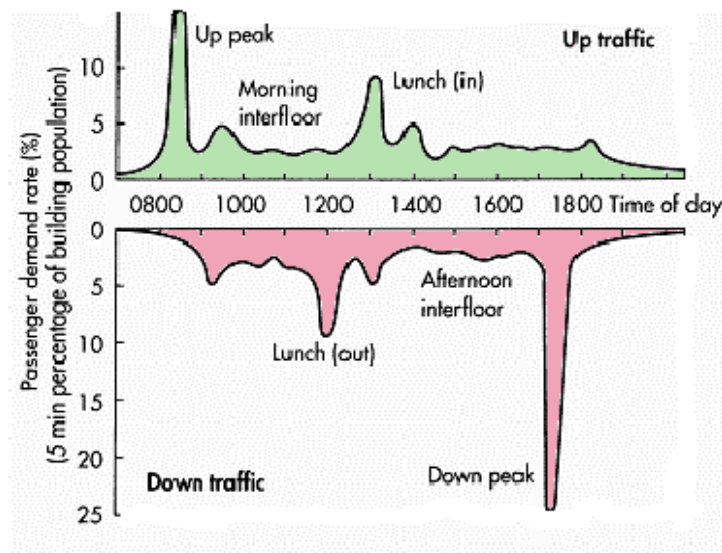
Για την επίτευξη του πρώτου στόχου, οι τιμές της ταχύτητας, της επιτάχυνσης και του τραβήγματος, καθορίζονται με βάση μια σειρά σημάτων ανάδρασης που υποδεικνύουν τη θέση του ανελκυστήρα εντός του φρέατος. Οι τιμές αυτές επιλέγονται συνήθως από τον σχεδιασμό της κυκλοφορίας και τις απαιτήσεις ποιότητας της διαδρομής, αλλά η κατανάλωση ενέργειας του ανελκυστήρα μπορεί επίσης να επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό, από το προφίλ της ταχύτητάς του. Μια αποδοτική λειτουργία, επιτυγχάνεται με την επιλογή των βέλτιστων τιμών ταχύτητας και επιτάχυνσης για την κίνηση μεταξύ των στάσεων. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια περιόδων με μικρότερη κίνηση, η ταχύτητα του ανελκυστήρα μπορεί να βελτιστοποιηθεί για εξοικονόμηση ενέργειας, χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα χειρισμού. Άλλα συστήματα ελέγχου είναι σε θέση να βελτιστοποιήσουν την ενέργεια που χρησιμοποιείται για την επόμενη διαδρομή, λαμβάνοντας υπόψη το φορτίο του θαλάμου, την κατεύθυνση της διαδρομής και την απόσταση διαδρομής.

Οι ανελκυστήρες μπορούν να εγκατασταθούν ως μεμονωμένη μονάδα ή ως μέρος μιας ομάδας, όταν μια μεμονωμένη μονάδα δεν είναι σε θέση να εξυπηρετήσει επαρκώς τον πληθυσμό του κτιρίου. Όταν εγκαθίστανται περισσότεροι του ενός ανελκυστήρες μαζί, θα πρέπει να εφαρμόζεται κάποια μέθοδος διασύνδεσης του ελέγχου τους για τη βελτιστοποίηση

της λειτουργίας τους. Σε αυτά τα συστήματα, τα κουμπιά κλήσης και οι συσκευές σηματοδότησης, είναι κοινά για όλους τους θαλάμους, οι οποίοι με τη σειρά τους διοικούνται από ένα ομαδικό σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας. Η λειτουργία του ομαδικού συστήματος ελέγχου είναι να αναθέτει αποτελεσματικά τις κλήσεις προσγείωσης σε κάθε μεμονωμένο θάλαμο και ταυτόχρονα, να κατανέμει τους επιβάτες στους ορόφους στους οποίους επιθυμούν να μεταβούν.

Ο πίνακας δέχεται διάφορες εισόδους, όπως ενδείξεις ορόφων και κλήσεις θαλάμου, τη θέση του θαλάμου, την κατεύθυνση κίνησης και το φορτίο, και παράγει έναν αριθμό εξόδων για τη λειτουργία των θυρών, του κινητήρα κίνησης και των συσκευών σηματοδότησης. Γενικά, όσο περισσότερες πληροφορίες έχει ο ελεγκτής, τόσο καλύτερη είναι η απόδοσή του.

Μια σημαντική είσοδος είναι η ζήτηση επιβατών, η οποία μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στο **Σχήμα 3.1** παρουσιάζεται ένα κλασικό μοτίβο κίνησης κατά τη διάρκεια της ημέρας σε ένα κτίριο γραφείων. Στην αρχή της ημέρας, υπάρχει συνήθως ένας μεγαλύτερος αριθμός ανοδικής κίνησης (uppeak), καθώς οι επιβάτες φτάνουν στο κτίριο. Στο τέλος της ημέρας κυριαρχεί η ζήτηση εξερχόμενης κυκλοφορίας (downpeak). Στη μέση της ημέρας, υπάρχουν άλλες, μικρότερες, ανοδικές και καθοδικές αιχμές, καθώς οι κάτοικοι του κτιρίου φεύγουν και φθάνουν από γεύμα μεταξύ αυτών των περιόδων αιχμής, κατά τη διάρκεια του πρωινού και του απογεύματος, υπάρχει ζήτηση κίνησης μεταξύ των ορόφων, η οποία επικρατεί κατά το μεγαλύτερο μέρος της εργάσιμης ημέρας. Μια κλήση συμβαίνει όταν ένας επιβάτης σε έναν όροφο πατάει ένα κουμπί προς τα πάνω ή προς τα κάτω και περιμένει ένα θάλαμο προκειμένου να μετακινηθεί σε άλλους ορόφους. Μια κλήση θαλάμου δημιουργείται όταν ένας επιβάτης εισέρχεται στον θάλαμο και πατάει ένα κουμπί ορόφου στον ανελκυστήρα.



Σχήμα 3.1: Κλασικό πρότυπο ζήτησης κυκλοφορίας για ένα κτίριο γραφείων.

Έχουν αναπτυχθεί διάφοροι αλγόριθμοι ελέγχου της κυκλοφορίας που καθορίζουν τις στρατηγικές που αναλαμβάνονται προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η χρήση των ομαδοποιημένων ανελκυστήρων, για παράδειγμα, με:

- ελαχιστοποίηση του χρόνου αναμονής των επιβατών,
- ελαχιστοποίηση του χρόνου διαδρομής του επιβάτη,
- ελαχιστοποίηση της διακύμανσης του χρόνου αναμονής των επιβατών,
- μεγιστοποίηση της χωρητικότητας χειρισμού,

- ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Σήμερα, τα συστήματα ελέγχου της κυκλοφορίας βασίζονται σε περισσότερους από έναν αλγόριθμους ή προγράμματα για την κατανομή των ανελκυστήρων στις κλήσεις προσγείωσης, ανάλογα με το πρότυπο και την ένταση της ροής της κυκλοφορίας. Για την επιλογή του κατάλληλου αλγορίθμου, ένας αναλυτής κυκλοφορίας αξιολογεί τις επικρατούσες συνθήκες κυκλοφορίας. Οι σύγχρονοι ελεγκτές κυκλοφορίας, μπορούν να χρησιμοποιούν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, ασαφή λογική ή/και γενετικούς αλγορίθμους για να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα της υπηρεσίας.

Ο πίνακας μπορεί να αποδώσει ακόμη καλύτερα αν ο προορισμός των επιβατών είναι γνωστός πριν από την επιβίβασή τους στον ανελκυστήρα. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκαν συστήματα ελέγχου κλήσης αίθουσας. Τα συστήματα αυτά, λειτουργούν αντικαθιστώντας τα συμβατικά κουμπιά ανόδου ή καθόδου κοντά στις πόρτες των ανελκυστήρων με κονσόλες που βρίσκονται στο λόμπι του κτιρίου. Οι επιβάτες εισάγουν τον προορισμό τους κατά την είσοδό τους στο κτίριο και αποστέλλονται αμέσως σε έναν ανελκυστήρα που εξυπηρετεί τον προορισμό τους. Οι επιβάτες ομαδοποιούνται έτσι ανά προορισμό, μειώνοντας σημαντικά τις στάσεις/αναχωρήσεις και το χρόνο διαδρομής. Δεδομένου ότι ο ελεγκτής έχει ευρύτερες πληροφορίες σχετικά με τις μεταβλητές που διακυβεύονται, είναι σε θέση να λαμβάνει πιο έξυπνες αποφάσεις.

Είναι προφανές ότι ο τρόπος ελέγχου των ανελκυστήρων, έχει σημαντικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας. Με την αποτελεσματική παράδοση των επιβατών με τις λιγότερες διαδρομές, εκκινήσεις και στάσεις και τον αριθμό των ανελκυστήρων που χρησιμοποιούνται, η καταναλισκόμενη ενέργεια μειώνεται σημαντικά. Επίσης, οι λιγότερο αποτελεσματικοί ελεγκτές κίνησης, που προκαλούν μεγαλύτερους χρόνους αναμονής, μπορεί να οδηγήσουν σε ακατάλληλη χρήση του συστήματος από ανυπόμονους επιβάτες (π.χ. πέζοντας και τα δύο κουμπιά προς τα πάνω και προς τα κάτω), υποβαθμίζοντας περαιτέρω την ποιότητα της υπηρεσίας.

Εφόσον οι χρόνοι αναμονής των επιβατών διατηρούνται εντός λογικών ορίων, η καταναλισκόμενη ενέργεια θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες στρατηγικές:

- Κλείσιμο των ανελκυστήρων σε περιόδους χαμηλής ζήτησης κυκλοφορίας.

Οι ομάδες ανελκυστήρων σχεδιάζονται έτσι ώστε να ανταποκρίνονται βέλτιστα σε καταστάσεις μεγάλης ζήτησης κυκλοφορίας, όπως κατά τη διάρκεια της ζήτησης σε περίοδο αιχμής. Κατά τη διάρκεια της κίνησης μεταξύ των ορόφων, η χωρητικότητα της εγκατάστασης δεν χρησιμοποιείται ποτέ πλήρως. Επομένως, μπορεί να έχει νόημα να απενεργοποιηθούν ορισμένοι από τους ανελκυστήρες της εγκατάστασης κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων χαμηλής ζήτησης, χωρίς να επηρεαστεί σημαντικά η απόδοση του συστήματος στη διαχείριση της κυκλοφορίας. Αυτό από μόνο του θα παρήγαγε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά έχει μια παρενέργεια που ενισχύει περαιτέρω την ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης. Με τη μείωση του αριθμού των ανελκυστήρων που χρησιμοποιούνται, αυξάνεται το φορτίο του θαλάμου, πλησιάζοντας περισσότερο στην αναλογία εξισορρόπησης.

- Κατάλληλη διάταξη ζωνών

Σε πολώροφα κτίρια, είναι δυνατή η ομαδοποίηση των ανελκυστήρων για την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων ζωνών ορόφων. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη, οι άνθρωποι που μετακινούνται σε ορόφους εντός της συγκεκριμένης ζώνης να χρησιμοποιούν τους ίδιους ανελκυστήρες, μειώνοντας έτσι τον αριθμό των κύκλων εκκίνησης/διακοπής που πραγματοποιούνται και αποφεύγοντας περιττές απώλειες ενέργειας. Η κατάλληλη διάταξη ζωνών δεν θα βελτιώσει μόνο την ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης ανελκυστήρων,

αλλά θα βελτιώσει επίσης τη χωρητικότητα χειρισμού και την ποιότητα της υπηρεσίας λόγω μικρότερου χρόνου διαδρομής.

- Χρήση προηγμένων αλγορίθμων

Χρήση προηγμένων αλγορίθμων που παρακολουθούν πού βρίσκεται κάθε ανελκυστήρας, ώστε να λαμβάνεται υπόψη η δυναμική ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις θέσεις του θαλάμου και του αντίβαρου.

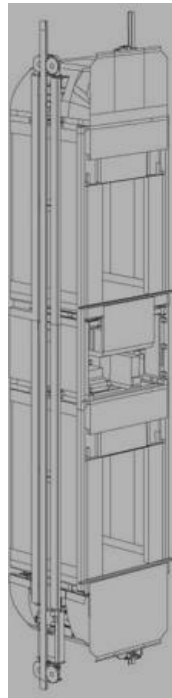
- Συσκευές παρακολούθησης

Οι σύγχρονοι ελεγκτές (πίνακες), έχουν δυνατότητες καταγραφής, οι οποίες είναι απαραίτητες για σκοπούς συντήρησης. Καταγράφουν δεδομένα που σχετίζονται με βλάβες, αλλά μπορούν επίσης να παρέχουν πρόσθετα δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος. Με την καταγραφή πληροφοριών σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας των ανελκυστήρων παρέχεται επίσης ένα μέσο για τη διενέργεια ενεργειακών ελέγχων. Η διαθεσιμότητα των πληροφοριών, βελτιώνει την ευαισθητοποίηση των ιδιοκτητών/διαχειριστών των κτιρίων, σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται από το σύστημα. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν επίσης να συνδυαστούν με άλλες πληροφορίες που καταγράφονται από τον ελεγκτή (π.χ. μοτίβα κυκλοφορίας, χρόνοι αδράνειας και φορτίο) και να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης.

- Κατανομή κλήσεων αίθουσας και ανελκυστήρες διπλού καταστρώματος

Η χρήση της κατανομής κλήσης αίθουσας, επιτρέπει στο σύστημα να αναθέτει τον αριθμό των επιβατών που είναι πιθανότερο να ταιριάζει με την αναλογία εξισορρόπησης του ανελκυστήρα, ελαχιστοποιώντας έτσι τη χρησιμοποιούμενη ενέργεια. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιόδους χαμηλής κίνησης, όταν είναι λιγότερο σημαντικό οι ανελκυστήρες να κινούνται με τη μέγιστη χωρητικότητά τους.

Μια λύση για τη βελτίωση των δυνατοτήτων διαχείρισης της κυκλοφορίας ενός συστήματος ανελκυστήρων σε πολύ ψηλά κτίρια, είναι η χρήση ανελκυστήρων διπλού καταστρώματος (DD). Το σύστημα αυτό αποτελείται από δύο μεμονωμένους θαλάμους που κινούνται μαζί, με τον ανώτερο να εξυπηρετεί τους περιττούς ορόφους και τον κατώτερο τους ζυγούς ορόφους. Και οι δύο θάλαμοι κινούνται χρησιμοποιώντας τον ίδιο άξονα και το ίδιο σύστημα κίνησης, εξοικονομώντας χώρο και πόρους.



Εικόνα 3.4: Ανελκυστήρας διπλού καταστρώματος (πηγή: Schindler).

Για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά οι ανελκυστήρες διπλού καταστρώματος είναι απαραίτητο να έχουν μεγάλη επιφάνεια δαπέδου συνήθως μεγαλύτερη από 2 m^2 , για να διασφαλιστεί μια ισορροπημένη ζήτηση και ένα υψηλό επίπεδο συνάφειας για τους ανθρώπους που ταξιδεύουν σε διαδοχικά επίπεδα.

Τα σύγχρονα συστήματα διπλού καταστρώματος, χρησιμοποιούν εξελιγμένους ελέγχους για να διασφαλίσουν ότι το καλύτερο κατάστρωμα κατανέμεται στις κλήσεις, ελαχιστοποιώντας τους χρόνους αναμονής, το χρόνο διαδρομής και τον αριθμό των στάσεων. Όταν συνδυάζονται με συστήματα ελέγχου κλήσεων αιθουσών, η απόδοση των διώροφων ανελκυστήρων βελτιώνεται περαιτέρω, επιτρέποντας στα κτίρια να επιτύχουν επιδόσεις ανελκυστήρων που θα ήταν ανέφικτες με ανελκυστήρες ενός ορόφου.

Οι πρόσφατες εξελίξεις στα έξυπνα συστήματα ελέγχου και ασφάλειας, επέτρεψαν τη χρήση δύο ανεξάρτητων θαλάμων, που κινούνται στον ίδιο φρεάτιο. Αυτό μπορεί να μεταφραστεί σε σημαντική βελτίωση της ικανότητας χειρισμού. Οι κατασκευαστές ισχυρίζονται, ότι με τη χρήση τέτοιων συστημάτων, μεταφέρονται 40% περισσότεροι επιβάτες σε μια τυπική ομάδα τεσσάρων φρεατίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

4.1 Κινητήρες

Ο κινητήρας ανελκυστήρα, είναι ένας ηλεκτρικός κινητήρας που χρησιμοποιείται για τις ανοδικές και καθοδικές κινήσεις του θαλάμου του ανελκυστήρα. Η δύναμη περιστροφής που παράγεται από τον κινητήρα ανελκυστήρα μεταδίδεται στο τύμπανο περιέλιξης του σχοινιού, για να τυλίξει ή να ξετυλίξει το σχοινί, έτσι ώστε ο θάλαμος ανελκυστήρα να κινείται προς τα πάνω και προς τα κάτω. Είναι ειδικά σχεδιασμένοι ηλεκτροκινητήρες, για να εξασφαλίζουν την ταχεία επιτάχυνση και επιβράδυνση και η αδράνεια των κινούμενων μερών του κινητήρα ανελκυστήρα, πρέπει να διατηρείται όσο το δυνατόν χαμηλότερη. Κατά συνέπεια, οι ηλεκτρικοί κινητήρες που χρησιμοποιούνται για την υπηρεσία ανελκυστήρων, σχεδιάζονται με οπλισμούς συγκριτικά μικρής διαμέτρου. Στην υπηρεσία ανελκυστήρων προτιμώνται κινητήρες χαμηλής ταχύτητας. Γενικά, η ταχύτητα του κινητήρα ανελκυστήρα δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 900 στροφές ανά λεπτό.

Στις υπηρεσίες ανελκυστήρων, χρησιμοποιούνται ηλεκτρικοί κινητήρες τόσο εναλλασσόμενου όσο και συνεχούς ρεύματος. Σύμφωνα με τις διαφορετικές απαιτήσεις των υπηρεσιών, χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τύποι κινητήρων συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος. Υπάρχουν διαθέσιμοι διαφορετικοί τύποι κινητήρων συνεχούς ρεύματος (κινητήρας σειράς, κινητήρας παράκαμψης και σύνθετος κινητήρας). Ο τύπος κινητήρα συνεχούς ρεύματος που είναι καταλληλότερος για τη συγκεκριμένη υπηρεσία ανελκυστήρα, εξαρτάται από τον τύπο της υπηρεσίας ανελκυστήρα, την ταχύτητα και τη συχνότητα των κλήσεων. Ο κινητήρας ανελκυστήρα, δεν πρέπει μόνο να ανυψώνει και να κατεβάζει το φορτίο, αλλά ένα από τα βασικά καθήκοντά του είναι η ταχεία επιτάχυνση και επιβράδυνση του θαλάμου του ανελκυστήρα. Το καθήκον αυτό πρέπει να εκτελείται ομαλά, χωρίς τραντάγματα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν δυσφορία στους επιβάτες. Η ροπή εκκίνησης που παράγει ο κινητήρας συνεχούς ρεύματος που χρησιμοποιείται ως κινητήρας ανελκυστήρα, πρέπει να είναι τουλάχιστον 225% της ονομαστικής ροπής πλήρους φορτίου. Ο κινητήρας συνεχούς ρεύματος που έχει πάνω από 15% μεταβολή ταχύτητας από το μη φορτίο στο πλήρες φορτίο δεν είναι κατάλληλος για λειτουργία ανελκυστήρα.

Τώρα, με βάση τις διάφορες υπηρεσίες ανελκυστήρων, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τύποι κινητήρων συνεχούς ρεύματος.

Για την εξυπηρέτηση επιβατών, χρησιμοποιούνται είτε οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος με σύνθετη περιέλιξη, είτε οι κινητήρες DC παράκαμψης που δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Για υπηρεσίες εμπορευματικών μεταφορών, είναι κατάλληλοι οι κινητήρες DC με σύνθετη περιέλιξη. Η περιέλιξη σειράς του κινητήρα σύνθετης περιέλιξης, παρέχει υψηλή ροπή εκκίνησης, η οποία αποτελεί βασικό παράγοντα για εργασίες βαρέως τύπου.

Οι περισσότεροι κινητήρες συνεχούς ρεύματος, είτε σύνθετης περιέλιξης είτε παράλληλης, διαθέτουν κατάλληλο τύλιγμα πόλου μεταγωγής, ώστε να εξασφαλίζεται η σπινθηροβόλος μεταγωγή και στις δύο κατευθύνσεις περιστροφής κατά τη χρήση τους ως κινητήρων ανελκυστήρων.

Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος που χρησιμοποιούνται ως κινητήρες ανελκυστήρων, είναι ασύγχρονοι κινητήρες (ή κινητήρες επαγωγής). Οι ακόλουθοι, είναι οι δύο τύποι κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος που είναι κατάλληλοι για την υπηρεσία ανελκυστήρα.

Ο κινητήρας βραχυκυκλωμένου κλωβού, χρησιμοποιείται ευρέως στις υπηρεσίες ανελκυστήρων, μέχρι περίπου 20 HP. Χρησιμοποιείται λόγω της απλότητάς του και απαιτεί επίσης σχετικά απλή μορφή ελεγκτή. Ωστόσο, η κατανάλωση ισχύος του κινητήρα βραχυκυκλωμένου κλωβού, είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από εκείνη του κινητήρα με δακτύλιο ολίσθησης, αλλά λόγω της απουσίας δακτυλίων ολίσθησης και των λιγότερων εξαρτημάτων του ελεγκτή, είναι κάπως πιο αξιόπιστος.

Οι επαγωγικοί κινητήρες με δακτύλιο ολίσθησης, χρησιμοποιούνται επίσης στις διάφορες υπηρεσίες ανελκυστήρων. Παρόλο που, ο κινητήρας με δακτύλιο ολίσθησης της ίδιας ονομαστικής ισχύος είναι ακριβότερος και έχει χαμηλότερο συντελεστή ισχύος από τον επαγωγικό κινητήρα βραχυκυκλωμένου κλωβού. Οι κινητήρες με δακτύλιο ολίσθησης χαμηλής ταχύτητας, είναι πλέον διαθέσιμοι και χρησιμοποιούνται με επιτυχία σε ανελκυστήρες των οποίων οι ταχύτητες θαλάμου φτάνουν τα 122 μέτρα/λεπτό.

Για να προσδιοριστεί η ισχύς που απαιτείται από έναν κινητήρα ανελκυστήρα για μια δεδομένη εγκατάσταση, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι τρεις παράγοντες:

- Ταχύτητα θαλάμου ανελκυστήρα,
- Φορτίο (ή καθαρό βάρος) προς ανύψωση,
- Απόδοση.

Κατά τον προσδιορισμό του προς ανύψωση φορτίου, απαιτείται να ληφθεί υπόψη ότι το φορτίο του θαλάμου και το μέρος του φορτίου αντισταθμίζεται από το αντίβαρο. Ως εκ τούτου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη ισορροπημένο φορτίο.

Ο βαθμός απόδοσης, είναι ο συνολικός βαθμός απόδοσης που λαμβάνει υπόψη διάφορες απώλειες λόγω τριβών και ηλεκτρικές απώλειες.

Έτσι, η απαιτούμενη ισχύς (σε H.P.) του κινητήρα του ανελκυστήρα, μπορεί να προσδιοριστεί χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Απαιτούμενη ισχύς (σε H.P.)} = (\text{Φορτίο} \times \text{Ταχύτητα}) / (\text{Αποδοτικότητα} \times 33000) \quad (4.1)$$

Ένας ανελκυστήρας, απαιτεί υψηλότερη ροπή εκκίνησης από αυτήν που απαιτείται για να διατηρηθεί ο ίδιος ανελκυστήρας σε λειτουργία με την ονομαστική του ταχύτητα και φορτίο. Αυτό οφείλεται στη στατική τριβή. Επομένως, ένας ηλεκτροκινητήρας για να είναι κατάλληλος για τη λειτουργία ανελκυστήρα, θα πρέπει να είναι ικανός να αναπτύσσει ροπή εκκίνησης 2,5 έως 3 φορές τη ροπή πλήρους φορτίου. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η τεχνολογική ανάπτυξη στον κλάδο των ανελκυστήρων, οφείλεται κυρίως σε άλλους παράγοντες εκτός από την ενεργειακή απόδοση. Η ασφάλεια, η ταχύτητα κίνησης, ο ακουστικός θόρυβος, η άνεση κατά την λειτουργία και ο καταλαμβανόμενος χώρος, αποτελούν, τις κύριες ανησυχίες στο σχεδιασμό των ανελκυστήρων. Ωστόσο, η ζήτηση για ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα και οικολογικότερα κτίρια έχει αυξηθεί, τα τελευταία χρόνια, και η βιομηχανία ανελκυστήρων ανταποκρίθηκε αναλόγως, παρουσιάζοντας στους πελάτες της λύσεις που ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες αυτές απαιτήσεις. Οι αυξανόμενες τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν επίσης συμβάλει σημαντικά στη ζήτηση για πιο ενεργειακά αποδοτικές λύσεις. Σε ορισμένες εφαρμογές, το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε πολλές φορές το αρχικό κόστος του εξοπλισμού και, ως εκ τούτου, η επένδυση σε έναν ενεργειακά αποδοτικό ανελκυστήρα είναι συχνά οικονομικά αποδοτική σε εφαρμογές υψηλής κυκλοφορίας.

Οι ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογικές εξελίξεις, ακολουθούν διαφορετικές προσεγγίσεις που αντιμετωπίζουν διαφορετικές αιτίες αναποτελεσματικότητας στα συστήματα κατακόρυφων μεταφορών. Οι αιτίες αυτές, μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες ομάδες: άμεσες και έμμεσες. Οι άμεσες αιτίες είναι αυτές που μπορούν να συνδεθούν άμεσα με τον εξοπλισμό. Οι πιο συνηθισμένες άμεσες απώλειες είναι:

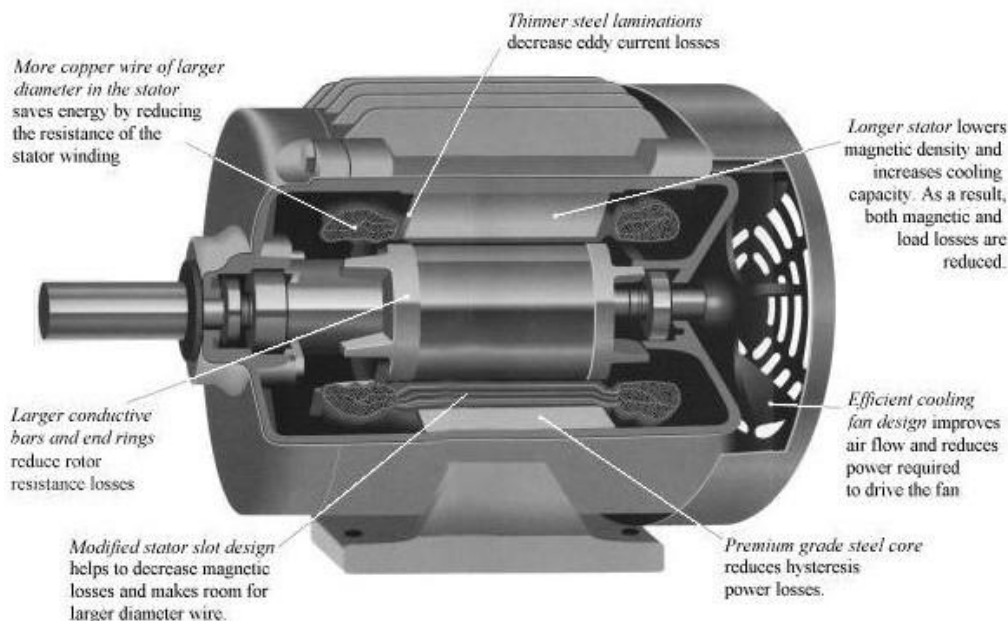
- Απώλειες λόγω τριβής,
- Απώλειες μετάδοσης,
- Απώλειες κινητήρα,
- Απώλειες φρένων,
- Απώλειες φωτισμού,
- Απώλειες ελεγκτών.

Οι έμμεσες αιτίες, σχετίζονται με τη λειτουργία του εξοπλισμού και συνδέονται με τη συμπεριφορά των χρηστών ή τις επιλογές διαχείρισης της κυκλοφορίας.

4.1.1 Επαγωγικοί κινητήρες υψηλής απόδοσης

Στο παρελθόν, οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος ήταν η τεχνολογία επιλογής για τους ανελκυστήρες, επειδή είναι εύκολοι στον έλεγχο, παρέχοντας την καλύτερη ποιότητα κίνησης και ακρίβεια στάθμευσης. Λόγω των ολοένα και αυστηρότερων κανονισμών παγκοσμίως, οι επαγωγικοί κινητήρες έχουν υποστεί σημαντικές βελτιώσεις απόδοσης τις τελευταίες δεκαετίες. Οι επαγωγικοί κινητήρες, έχουν χαμηλότερο κόστος, είναι πιο ανθεκτικοί και απαιτούν πολύ λιγότερη συντήρηση από τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος. Οι κινητήρες υψηλής απόδοσης, κατασκευάζονται συνήθως με ανώτερα μαγνητικά υλικά, μεγαλύτερα μαγνητικά κυκλώματα με λεπτότερα ελάσματα, μεγαλύτερη διατομή χαλκού/άλουμινιου στα τυλίγματα του στάτη και του δρομέα, αυστηρότερες ανοχές, καλύτερο ποιοτικό έλεγχο και βελτιστοποιημένο σχεδιασμό. Επομένως, αυτοί οι κινητήρες έχουν χαμηλότερες απώλειες και βελτιωμένη απόδοση. Λόγω των χαμηλότερων απωλειών, η θερμοκρασία λειτουργίας μπορεί να είναι χαμηλότερη, οδηγώντας σε βελτιωμένη αξιοπιστία.

Ορισμένες από τις επιλογές για την αύξηση του βαθμού απόδοσης των επαγωγικών κινητήρων παρουσιάζονται στο **Σχήμα 4.1**.



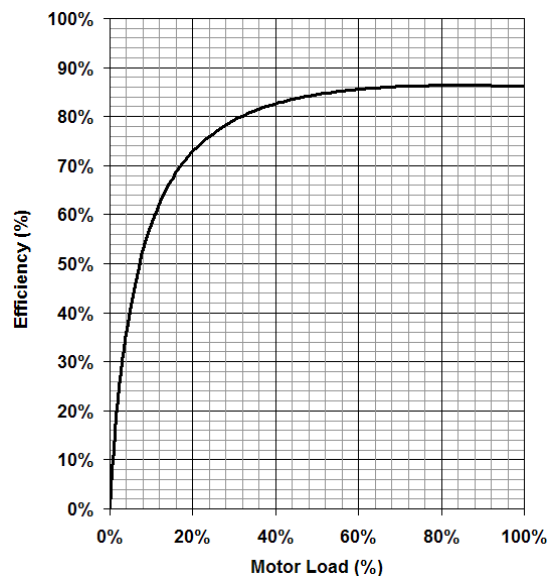
Σχήμα 4.1: Επιλογές για την αύξηση του βαθμού απόδοσης των επαγωγικών κινητήρων (πηγή: E4 mainreport).

Οι απώλειες του στάτη, μπορούν να μειωθούν με την αύξηση της διατομής των περιελίξεων του στάτη, η οποία μειώνει την ηλεκτρική τους αντίσταση μειώνοντας τις απώλειες I^2R . Με την τροποποίηση αυτή, επιτυγχάνονται τα μεγαλύτερα κέρδη στην απόδοση. Οι κινητήρες υψηλής απόδοσης, περιέχουν συνήθως περίπου 20% περισσότερο χαλκό, από τα μοντέλα τυπικής απόδοσης ισοδύναμου μεγέθους και ονομαστικής ισχύος.

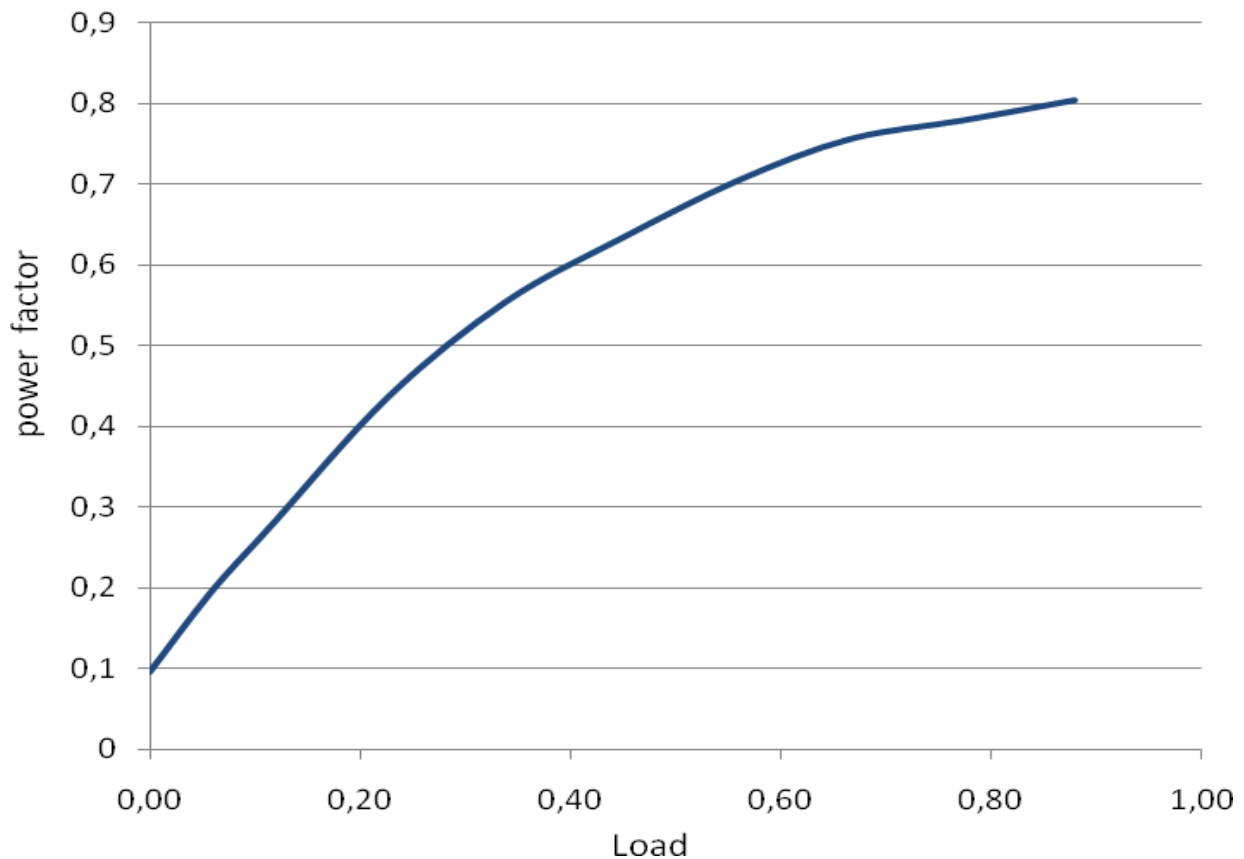
Η αύξηση της διατομής των αγωγών του δρομέα (ράβδοι αγωγών και ακριανά ελάσματα) ή/και η αύξηση της αγωγιμότητάς τους (π.χ. χρήση χαλκού αντί αλουμινίου), και σε μικρότερο βαθμό η αύξηση της συνολικής ροής στο διάκενο αέρα μεταξύ δρομέα και στάτη, μειώνει τις απώλειες του δρομέα.

Οι απώλειες του μαγνητικού πυρήνα εμφανίζονται στα χαλύβδινα ελάσματα του στάτη και του δρομέα και οφείλονται κυρίως σε φαινόμενα υστέρησης και σε επαγόμενα δινορρεύματα. Οι δύο τύποι απωλειών, αυξάνονται περίπου με το τετράγωνο της πυκνότητας της μαγνητικής ροής. Η επιμήκυνση της στοίβας ελασμάτων, η οποία μειώνει την πυκνότητα ροής εντός της στοίβας, μειώνει επομένως τις απώλειες πυρήνα. Οι απώλειες αυτές μπορούν να μειωθούν περαιτέρω, με τη χρήση μαγνητικού χάλυβα με καλύτερες μαγνητικές ιδιότητες (π.χ. υψηλότερη διαπερατότητα και υψηλότερη ειδική αντίσταση) στα ελάσματα. Ένα άλλο μέσο για τη μείωση των απωλειών μαγνητικού πυρήνα από δινορρεύματα, είναι η μείωση του πάχους των ελασμάτων. Οι απώλειες δινορρευμάτων, μπορούν επίσης να μειωθούν, με την εξασφάλιση επαρκούς μόνωσης μεταξύ των ελασμάτων, ελαχιστοποιώντας έτσι τη ροή ρεύματος (και τις απώλειες I^2R) μέσω της στοίβας.

Ο βαθμός απόδοσης του επαγωγικού κινητήρα μεταβάλλεται επίσης, ανάλογα με το φορτίο. Ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα μειώνεται απότομα κάτω από το 50% του φορτίου λόγω των σταθερών απωλειών φορτίου (οι μηχανικές και μαγνητικές απώλειες παρουσιάζουν μικρή μεταβολή με το φορτίο). Το **Σχήμα 4.2** δείχνει την επίδραση του φορτίου στην απόδοση των επαγωγικών κινητήρων. Τυπικά, ο μέγιστος βαθμός απόδοσης επιτυγχάνεται στην περιοχή 60-100% του φορτίου του κινητήρα, αν και το σημείο λειτουργίας μέγιστου βαθμού απόδοσης εξαρτάται από τον σχεδιασμό του κινητήρα. Φαίνεται καθαρά ότι ο βαθμός απόδοσης πέφτει απότομα για πολύ μικρά φορτία.



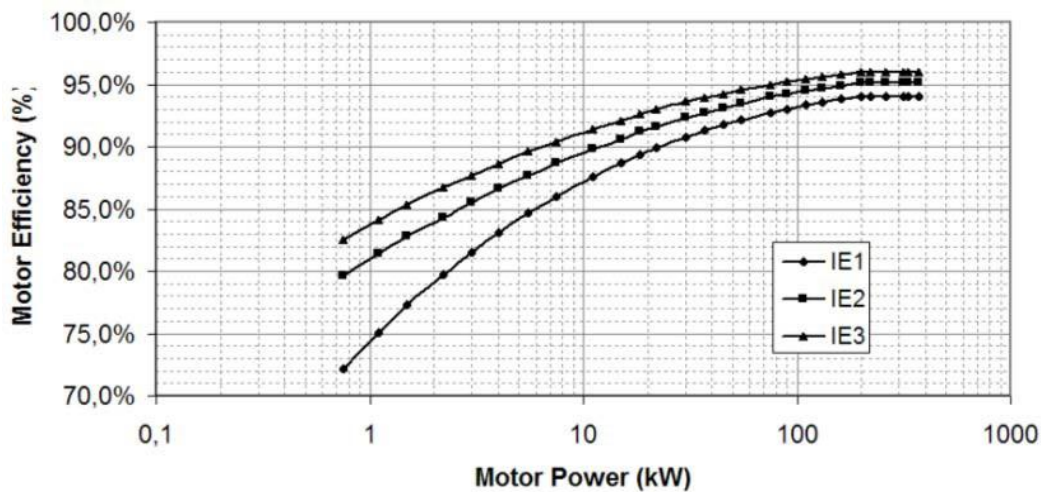
Σχήμα 4.2: Απόδοση κινητήρα σε σχέση με το φορτίο κινητήρα για ΔΜ (πηγή: ISR-UC).



Σχήμα 4.3: Επίδραση του φορτίου στον συντελεστή ισχύος (πηγή: ISR-UC).

Ένα άλλο αποτέλεσμα των ελαφρών φορτίων στους επαγωγικούς κινητήρες, είναι η μείωση του συντελεστή ισχύος. Το ρεύμα σε έναν επαγωγικό κινητήρα έχει δύο συνιστώσες: ενεργό και άεργο. Ο συντελεστής ισχύος, είναι ο λόγος του ενεργού προς το συνολικό ρεύμα. Η ενεργός συνιστώσα είναι υπεύθυνη για τη ροπή και το έργο που επιτελεί ο κινητήρας (το ενεργό ρεύμα είναι μικρό χωρίς φορτίο και αυξάνεται καθώς το φορτίο αυξάνεται). Η άεργος συνιστώσα δημιουργεί το μαγνητικό πεδίο και είναι σχεδόν σταθερή από το μηδενικό φορτίο έως το πλήρες φορτίο. Ένας υψηλός συντελεστής ισχύος είναι επιθυμητός, επειδή συνεπάγεται χαμηλή συνιστώσα άεργου ισχύος. Από την άλλη πλευρά, ένας χαμηλός συντελεστής ισχύος σημαίνει χαμηλότερη απόδοση και υψηλότερες απώλειες.

Ο βαθμός απόδοσης των επαγωγικών κινητήρων μπορεί να ταξινομηθεί σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60034-30, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 4.4**.

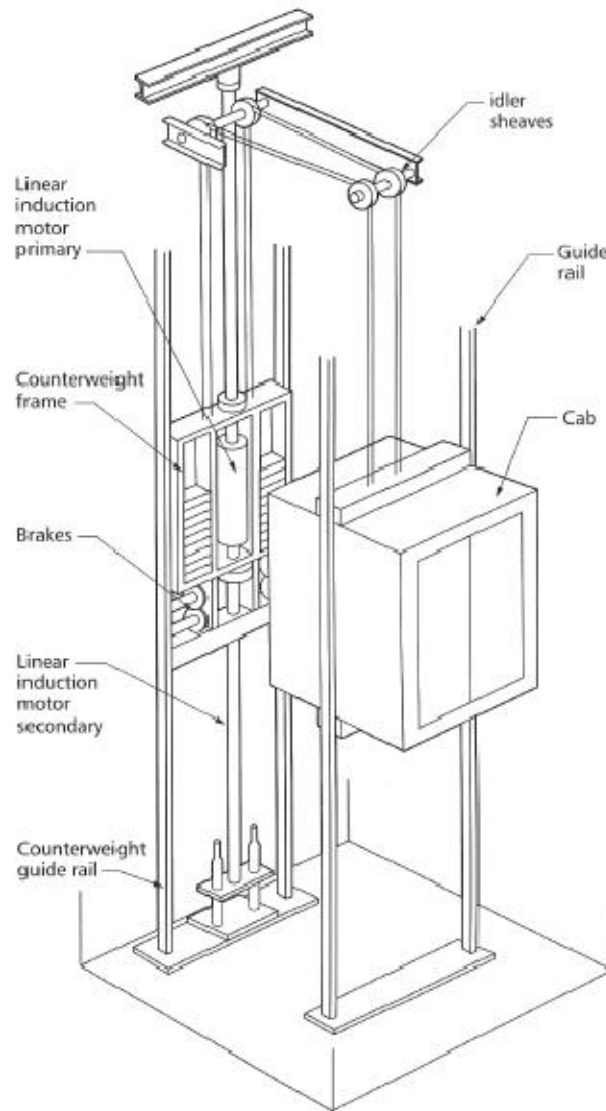


Σχήμα 4.4: Επίπεδα απόδοσης στο προτεινόμενο IEC 60034-30 για κινητήρες με 4 πόλους.

4.1.2 Γραμμικοί κινητήρες

Η αρχή λειτουργίας ενός γραμμικού επαγωγικού κινητήρα (LIM) είναι πολύ παρόμοια με εκείνη ενός κανονικού επαγωγικού κινητήρα. Σε έναν LIM, ο στάτης (προτεύων) και ο δρομέας (δευτερεύων) είναι πεπλατυσμένοι και, ως εκ τούτου, αντί να παράγουν ροπή παράγουν γραμμική δύναμη. Εάν στον δρομέα χρησιμοποιούνται μόνιμοι μαγνήτες, γίνεται γραμμικός σύγχρονος κινητήρας.

Οι κύριες εφαρμογές των Γραμμικών Κινητήρων είναι τα συστήματα μεταφορών, όπως τα τρένα (π.χ. Maglev), αλλά δεν έχουν χρησιμοποιηθεί ποτέ για μια μεγάλη εγκατάσταση ανελκυστήρα στην Ευρώπη. Ωστόσο, η ιδέα της χρήσης τους σε ανελκυστήρες, χρονολογείται ήδη από το 1971, όταν μια γερμανική εταιρεία με την επωνυμία "FirmaKleemann'sVereinigteFabriken" κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας ένα αντίβαρο με ενσωματωμένο γραμμικό κινητήρα. Το πρώτο πρωτότυπο, αναπτύχθηκε από την OtisLiftCo. και κυκλοφόρησε το 1992. Διέθετε ένα σωληνοειδές LIM, στο οποίο τα δευτερεύοντα τυλίγματα είναι τοποθετημένα στο πλαίσιο του αντίβαρου, εξαλείφοντας έτσι το μηχανοστάσιο. Ο στάτης είναι μια κατακόρυφη στήλη με μήκος όσο και ο διάδρομος ανύψωσης. Το σχοινί ταξιδεύει πάνω από μια τροχαλία αδράνειας στην κορυφή του άξονα. Στην **Εικόνα 4.1**, παρουσιάζεται ένας τυπικός σχεδιασμός ανελκυστήρα LIM.



Εικόνα 4.1:Ανελκυστήρας γραμμικού επαγωγικού κινητήρα (πηγή: E4 mainreport).

Μια σημαντική ιδιότητα των γραμμικών κινητήρων, είναι ότι τα επιμέρους τμήματα του στάτη λειτουργούν με χαμηλό κύκλο λειτουργίας, οπότε είναι δυνατή η επίτευξη πολύ μεγαλύτερης ώσης από ό,τι θα μπορούσε κανείς να συμπεράνει από την κλιμάκωση των δυνατοτήτων δύναμης των περιστροφικών κινητήρων. Η δυνατότητα υπερφόρτωσης ενός γραμμικού σύγχρονου κινητήρα χωρίς να επηρεάζεται η αξιοπιστία του, είναι ίσως το πιο σημαντικό γεγονός που καθιστά αυτούς τους κινητήρες πρακτικούς για ανελκυστήρες. Αυτό καθιστά τους γραμμικούς κινητήρες μια πρακτική οικονομικά αποδοτική λύση για εγκαταστάσεις υψηλής ταχύτητας (>10 m/s). Εάν ο γραμμικός κινητήρας τοποθετηθεί στον ίδιο τον θάλαμο, τότε το αντίβαρο μπορεί να εξαλειφθεί και το σύστημα γίνεται χωρίς σχοινιά. Αυτό επιτρέπει σχεδιασμούς, που χρησιμοποιούν οριζόντια εναλλαγή μεταξύ γειτονικών ανελκυστήρων και για πολλαπλούς θαλάμους, που κινούνται ανεξάρτητα κατά μήκος του ίδιου άξονα, γεγονός που οδηγεί σε σχεδόν απεριόριστες επιλογές ελέγχου.

Ο κύριος περιορισμός στη χρήση των γραμμικών κινητήρων για την πρόωση ανελκυστήρων, είναι το κόστος παραγωγής που σχετίζεται με το μεγάλο μήκος του κινητήρα, αλλά αναμένεται να μειωθεί καθώς η τεχνολογία ωριμάζει.

Η τεχνολογία των γραμμικών κινητήρων δεν αναμένεται να φτάσει στο μέγιστο των δυνατοτήτων της τα επόμενα χρόνια, αλλά η τεχνολογία είναι σαφώς άξια σοβαρής εξέτασης για μελλοντικούς σχεδιασμούς. Η τεχνολογία αυτή έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία θυρών ανελκυστήρων, μειώνοντας σημαντικά τα κινούμενα μέρη και τα ζητήματα συντήρησης. Τα προβλήματα της πόρτας ευθύνονται για περίπου το 40% όλων των κλήσεων για βλάβη.

4.1.3 Προηγμένοι κινητήρες και αναγέννηση

Η επιλογή της κίνησης έχει ιστορικά υποκινηθεί από παράγοντες όπως η ταχύτητα κίνησης, η ακρίβεια προσγείωσης και η άνεση. Πριν από την εισαγωγή των ηλεκτρικών διακοπών ημιαγωγών (ρελέ), η πιο συνηθισμένη επιλογή ήταν το σετ WardLeonard (σύστημα ελέγχου ταχύτητας κινητήρων DC) που παρείχε την καλύτερη ποιότητα οδήγησης. Ωστόσο, υπάρχουν μεγάλες απώλειες ενέργειας στη διάταξη κινητήρα και γεννήτριας, η οποία μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια και τελικά πάλι σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η έλευση των ημιαγωγών ισχύος και η επακόλουθη εξέλιξη των ρελέ εναλλασσόμενου ρεύματος οδήγησε στην ευρεία χρήση τους με ισοδύναμη ποιότητα κύλισης και μάλιστα με ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως η χαμηλότερη συντήρηση, η ταχύτερη απόκριση, η εξοικονόμηση ενέργειας, η χαμηλότερη ζήτηση αιχμής και ο καλύτερος συντελεστής ισχύος.

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι κινητήρων που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οι εξής:

- Κινητήρας συνεχούς ρεύματος με σύνολο WardLeonard,
- Κινητήρας συνεχούς ρεύματος με ρελέ,
- Κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος δύο ταχυτήτων,
- Επαγωγικός κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος με ελεγκτή μεταβλητής τάσης
- Επαγωγικός κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος με ρελέ μεταβλητής τάσης, μεταβλητής συχνότητας,
- Σύγχρονος κινητήρας μόνιμου μαγνήτη εναλλασσόμενου ρεύματος με ρελέ μεταβλητής τάσης μεταβλητής συχνότητας.

Στα συστήματα συνεχούς ρεύματος, οι ελεγκτές στερεάς κατάστασης (ρελέ), είναι η πιο συνηθισμένη επιλογή από τις αρχές της δεκαετίας του '90, αντικαθιστώντας το σύνολο WardLeonard με μεγάλες βελτιώσεις στην απόδοση και ακριβέστερο έλεγχο ταχύτητας και ισοστάθμισης. Το ενεργειακό κόστος κατά τη χρήση ελεγκτών στερεάς κατάστασης μπορεί να μειωθεί έως και 60% σε σύγκριση με ισοδύναμες μονάδες WardLeonard.

Αν και οι ρελέδες κινητήρων συνεχούς ρεύματος είναι απλοί και φθηνοί, οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος απαιτούν συχνή συντήρηση λόγω των ψηκτρών. Προκειμένου να μειωθεί το κόστος συντήρησης, η αγορά άρχισε να στρέφεται προς τους επαγωγικούς κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος. Η εξέλιξη των τεχνικών ελέγχου για τους επαγωγικούς κινητήρες οδήγησε σε πολύ αξιόπιστα και ακριβή συστήματα.

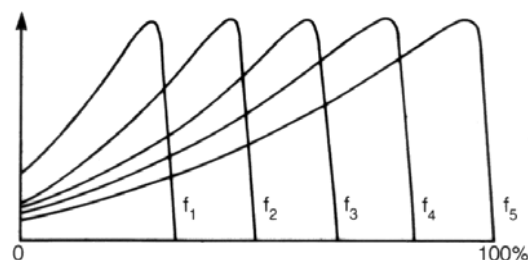
Στους κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος, η ταχύτητα καθορίζεται από τον αριθμό των ζευγών πόλων και τη συχνότητα του παρεχόμενου ρεύματος. Αρχικά, για την επίτευξη των δύο ταχυτήτων λειτουργίας του ανελκυστήρα χρησιμοποιήθηκαν κινητήρες με εναλλασσόμενους πόλους. Ωστόσο, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας μεγάλος σφόνδυλος (βολάν), για την εξομάλυνση της απότομης αλλαγής της ροπής, μειώνοντας έτσι την αντίληψη των κλυδωνισμών από τους επιβάτες. Το βολάν αποθηκεύει ενέργεια η οποία

διαχέεται αργότερα, συμβάλλοντας στη χαμηλή απόδοση αυτών των συστημάτων. Η χρήση κινητήρων δύο ταχυτήτων παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα όσον αφορά την ακρίβεια της οριζοντίωσης και την άνεση κατά την οδήγηση.

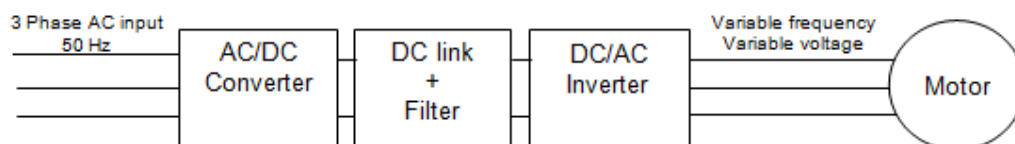
Οι ελεγκτές (ρελέ) μεταβλητής τάσης εγκαταστάθηκαν ευρέως από τα μέσα της δεκαετίας του '80 έως τις αρχές της δεκαετίας του '90. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ απλά. Βασίζονται σε τρία ζεύγη αντιπαράλληλων θυρίστωρ για τη μεταβολή της τάσης RMS (ισοδύναμη συνεχής τάση που δίνει τα ίδια θερμικά αποτελέσματα), στον κινητήρα και, ως αποτέλεσμα αυτής της μείωσης της τάσης, παρατηρείται αύξηση της ολίσθησης του κινητήρα, η οποία μεταφράζεται σε μείωση της ταχύτητας. Ωστόσο, η αύξηση της ολίσθησης του κινητήρα μεταφράζεται επίσης σε μεγάλη αύξηση των απωλειών του κινητήρα.

Επιπλέον, σε χαμηλές τάσεις, οι γωνίες πυροδότησης των θυρίστωρ (ελεγχόμενος ανορθωτής πυριτίου τεσσάρων στρωμάτων το οποίο μπορεί να θεωρηθεί σαν συνδυασμός δύο τρανζίστωρ) είναι μεγάλες και το αρμονικό περιεχόμενο της τάσης γίνεται πολύ υψηλό. Ως αποτέλεσμα, ο κινητήρας θερμαίνεται και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος μειώνεται. Ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων μεταβλητής τάσης είναι πολύ χαμηλός.

Σήμερα, το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα κίνησης είναι η κίνηση μεταβλητής τάσης μεταβλητής συχνότητας (VVVF). Βασίζεται στη θεμελιώδη αρχή ότι η ταχύτητα ενός επαγωγικού κινητήρα συνδέεται άμεσα με τη συχνότητα τροφοδοσίας που εφαρμόζεται στα τυλίγματα του στάτη. Μεταβάλλοντας τη συχνότητα και διατηρώντας σταθερό το λόγο τάσης/συχνότητας, η καμπύλη ταχύτητας-ροπής μετακινείται, διατηρώντας σταθερή ροπή έλξης και την ίδια κλίση της περιοχής γραμμικής λειτουργίας της καμπύλης (Σχήμα 4.5).



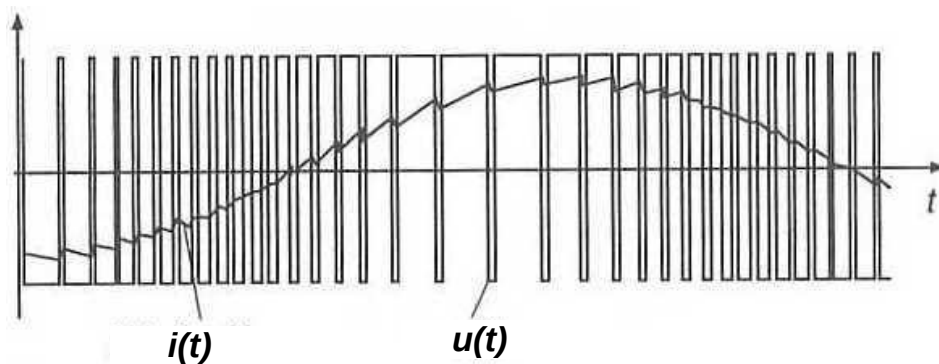
Σχήμα 4.5: Καμπύλες ταχύτητας-ροπής για επαγωγικό κινητήρα ($f_1 < f_2 < f_3 < f_4 < f_5$ και $f_5 = 50\text{Hz}$) (πηγή: ISR-UC).



Σχήμα 4.6: Γενική διαμόρφωση μιας μονάδας VVVF (πηγή: ISR-UC).

Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μονάδα VVVF είναι ο αντιστροφέας (inverter) πηγής τάσης PWM (διαμόρφωση εύρους παλμών). Οι διακόπτες του αντιστροφέα χρησιμοποιούνται

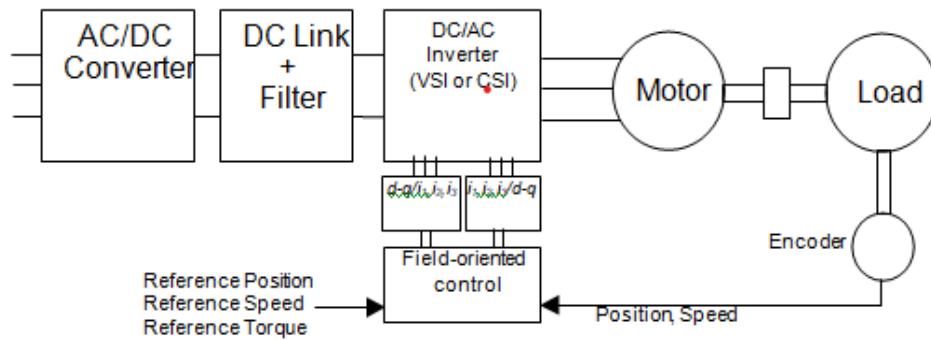
για τη διαίρεση της ημιτονοειδούς κυματομορφής εξόδου σε μια σειρά στενών παλμών τάσης και τη διαμόρφωση του πλάτους των παλμών (**Σχήμα 4.7**). Ο αντιστροφέας PWM διατηρεί μια σχεδόν σταθερή συνεχή τάση σύνδεσης, συνδυάζοντας τόσο τον έλεγχο τάσης όσο και τον έλεγχο συχνότητας μέσα στον ίδιο τον αντιστροφέα. Ο στόχος της ημιτονοειδούς PWM είναι να συνθέσει τα ρεύματα του κινητήρα όσο το δυνατόν πιο κοντά σε ημιτονοειδές είναι οικονομικά εφικτό. Οι χαμηλότερες αρμονικές τάσης μπορούν να εξασθενήσουν σημαντικά και, επομένως, ο κινητήρας τείνει να περιστρέφεται πιο ομαλά σε χαμηλές ταχύτητες, διατηρώντας την άνεση κίνησης σε υψηλά επίπεδα. Τα ανώτερης τάξης αρμονικά ρεύματα του κινητήρα περιορίζονται από την αυτεπαγωγή του κινητήρα. Οι παλμοί ροπής εξαλείφονται ουσιαστικά και οι πρόσθετες απώλειες κινητήρα που προκαλούνται από τον μετατροπέα μειώνονται σημαντικά. Άλλα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν έναν σχεδόν μοναδιαίο συντελεστή ισχύος σε όλο το εύρος στροφών, χαμηλή παραμόρφωση του ρεύματος του κινητήρα και, με την κατάλληλη τοπολογία, δυνατότητα αναγέννησης.



Σχήμα 4.7:Απεικόνιση μιας τεχνικής διαμόρφωσης πλάτους παλμού με ημιτονοειδή παλμό (PWM) (πηγή: ISR-UC).

Ορισμένες σύγχρονες μονάδες VVVF χρησιμοποιούν πλέον μια εξελιγμένη μέθοδο ελέγχου που ονομάζεται διανυσματικός έλεγχος. Ο στόχος του διανυσματικού ελέγχου είναι να παρέχει ανεξάρτητο έλεγχο της ροπής και της ροής σε μια μηχανή εναλλασσόμενου ρεύματος. Στους περισσότερους τύπους κινητήρα ρυθμιζόμενων στροφών, ενώ διατηρείται σταθερή η V/f , η ροή διατηρείται μόνο κατά προσέγγιση σταθερή και υπό δυναμικές συνθήκες αυτό παρέχει περιορισμένη απόδοση της στρατηγικής ελέγχου.

Όταν συνδυάζεται με ανατροφοδότηση κωδικοποιητή για τη μέτρηση της ολίσθησης, η πλήρης ροπή του κινητήρα γίνεται διαθέσιμη ακόμη και σε πολύ χαμηλές ταχύτητες, συμπεριλαμβανομένων των μηδενικών στροφών.

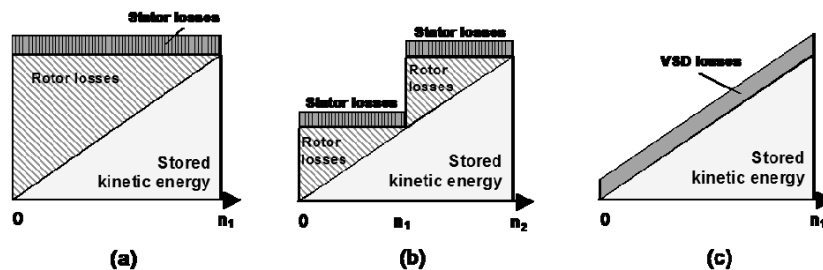


Σχήμα 4.8: Μπλοκ διάγραμμα συστήματος επαγωγικού κινητήρα-κινητήρα, με έλεγχο κλειστού βρόχου με προσανατολισμό στο πεδίο (πηγή: ISR- UC).

Για αυτόν τον τύπο ελέγχου, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν οι δυναμικές εξισώσεις του μοντέλου του επαγωγικού κινητήρα, με βάση τα στιγμιαία ρεύματα και τις τάσεις, προκειμένου να ελεγχθεί η αλληλεπίδραση μεταξύ του δρομέα και του στάτη, με αποτέλεσμα τον έλεγχο της ροής και της ροπής.

Η προσοχή των ερευνητών έχει στραφεί στην απλούστευση, καθώς και στην τελειοποίηση αυτών των αρκετά περίπλοκων μεθόδων ελέγχου. Ένα ζήτημα ήταν η επιθυμία να αποφευχθεί ο μηχανικός αισθητήρας ταχύτητας/θέσης που απαιτείται σε πολλά από αυτά τα συστήματα ελέγχου. Οι ηλεκτρικές μετρήσεις είναι συνήθως αποδεκτές, δεδομένου ότι οι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε, κατά προτίμηση μέσα στο ερμάριο του μετατροπέα, αλλά ένας μηχανικός αισθητήρας είναι συχνά ανεπιθύμητος λόγω του περιορισμού του χώρου ή του πρόσθετου κόστους και της πολυπλοκότητας. Τα επιχειρήματα αυτά έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα με τους μικρότερους κινητήρες. Φυσικά, μια ορισμένη απώλεια ακρίβειας και δυναμικής απόκρισης μπορεί να είναι αναπόφευκτη όταν παραλείπεται ο αισθητήρας στροφών.

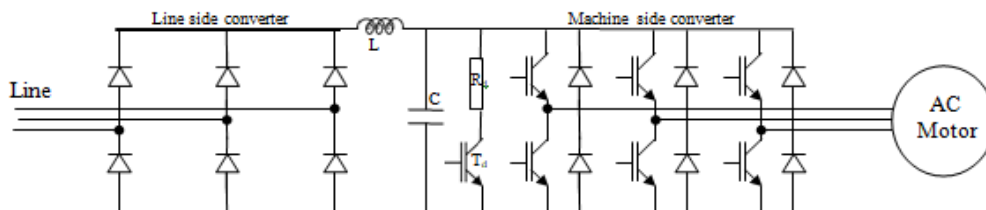
Μια άλλη σημαντική πτυχή είναι η διαδικασία επιτάχυνσης. Όπως φαίνεται στην **Εικόνα 4.2**, εάν ο κινητήρας απλώς ενεργοποιείται (κατάσταση (α)), χωρίς έλεγχο της ταχύτητας, οι απώλειες του δρομέα θα είναι υψηλότερες από ό,τι με έναν κινητήρα με δυνατότητα αλλαγής πόλων (κατάσταση (β)). Μια πιο αποτελεσματική τεχνική επιτάχυνσης χρησιμοποιεί ένα VSD (κατάσταση (γ)), που θα μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας, συγκριτικά με τις άλλες τεχνικές που αναφέρθηκαν.



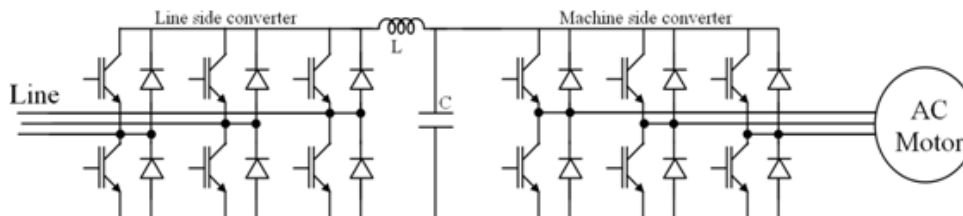
Εικόνα 4.3 Κατανάλωση ενέργειας για μια περίοδο επιτάχυνσης: (α) Τυπικός κινητήρας- (β) κινητήρας με δυνατότητα αλλαγής πόλου- (γ) μονάδα μεταβλητής ταχύτητας (VSD) (πηγή: Siemens).

Η δυνاميτική ενέργεια μεταφέρεται συνεχώς κατά τη διάρκεια της κίνησης του θαλάμου. Εάν, για παράδειγμα, ένας ανελκυστήρας κατεβαίνει γεμάτος (ή ανεβαίνει άδειος), ο κινητήρας οδηγείται στην πραγματικότητα από το φορτίο και αποτρέπει την πτώση του θαλάμου. Συνήθως, η παραγόμενη ενέργεια (πέδησης) στον κινητήρα διαχέεται σε μια αντίσταση, επιστρέφει φυσικά στην κύρια παροχή, εάν ο κινητήρας, που λειτουργεί ως γεννήτρια, είναι απευθείας συνδεδεμένος με το δίκτυο ή, ανάλογα με την τοπολογία, ορισμένοι κινητήρες VVVF επιτρέπουν επίσης την έγχυση της ενέργειας πέδησης πίσω στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε ορισμένες χώρες υπάρχουν περιορισμοί στην έγχυση ενέργειας στο δίκτυο διανομής. Ακόμη και σε αυτές τις περιπτώσεις, η αναγεννητική πέδηση δεν θα πρέπει να αποτελεί πρόβλημα, δεδομένου ότι το συνολικό φορτίο του κτιρίου (υπολογιστές, διακομιστές, φωτισμός, συστήματα εξαερισμού, θέρμανσης και κλιματισμού) θα είναι υψηλότερο από την ισχύ αιχμής που εγχέεται από έναν ανελκυστήρα.



Σχήμα 4.9: Σχηματικό διάγραμμα ενός VSD-PWM (συστήματα μετάδοσης μεταβλητής ταχύτητας-διαμόρφωση εύρους παλμού) με αντίσταση διάχυσης (R_d) (πηγή: ISR-UC).

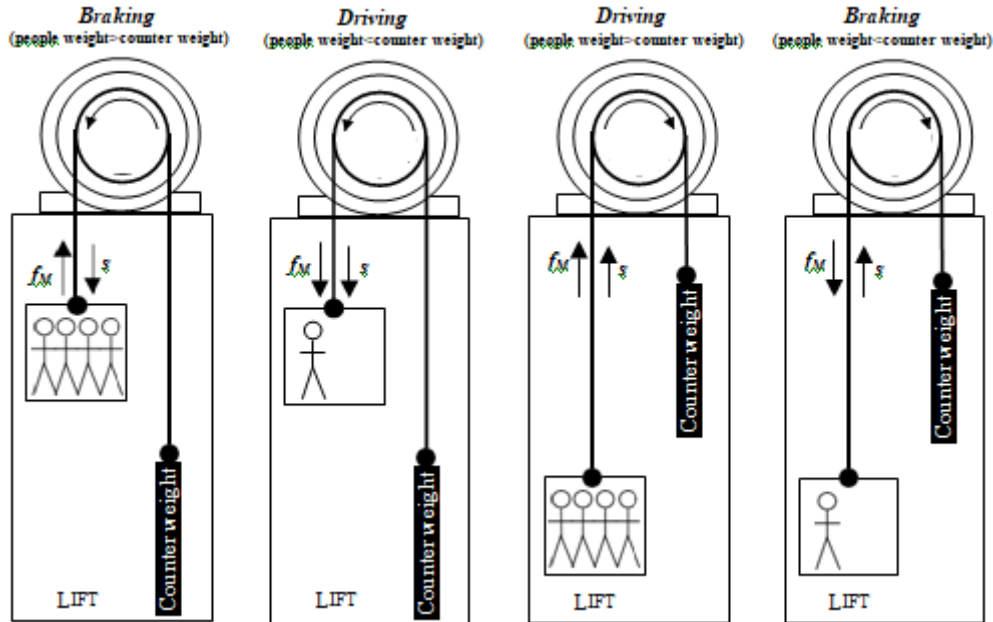


Σχήμα 4.10: Σχηματικό διάγραμμα ενός VSI-PWM (μετατροπέας πηγής τάσης- Διαμόρφωση εύρους παλμού) με αναγεννητική ικανότητα και έλεγχο του συντελεστή ισχύος (πηγή: ISR-UC).

Όταν ο ανελκυστήρας κατεβαίνει προς τα κάτω και το βάρος του φορτίου (άνθρωποι), είναι μεγαλύτερο από το αντίβαρο, τότε η ροπή του κινητήρα έχει αντίθετη κατεύθυνση από την ταχύτητα, δηλαδή ο κινητήρας φρενάρει. Με τον ίδιο τρόπο, όταν ο ανελκυστήρας ανεβαίνει χωρίς φορτίο, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας εάν ο κινητήρας ελέγχεται με αναγεννητική κίνηση VVVF.

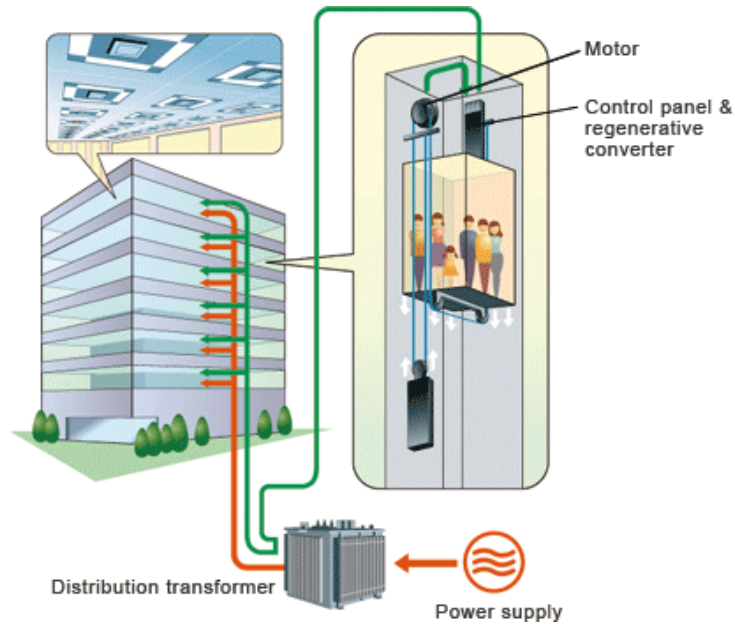
Θεωρητικά, αν δεν υπήρχαν απώλειες, η αναγεννημένη ενέργεια θα ήταν ίση με την ενέργεια κίνησης του κινητήρα. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν απώλειες λόγω της ύπαρξης απωλειών τριβής (π.χ. τριβή στις ράγες οδήγησης, αντίσταση αέρα), απωλειών κινητήρα (π.χ. απώλειες χαλκού, απώλειες σιδήρου και απώλειες τριβής και απώλειες αέρα) και σε συστήματα με γρανάζια, απωλειών στο κιβώτιο ταχυτήτων (αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε συστήματα εξοπλισμένα με ατέρμονα κοχλία, όπου η απόδοση στην αντίστροφη κατεύθυνση είναι σημαντικά χαμηλότερη από ό,τι στην εμπρόσθια κατεύθυνση).

Επειδή προσθέτει σημαντικό κόστος στην εγκατάσταση, η αναγέννηση δεν είναι πάντα οικονομικά αποδοτική, ιδίως με μειωμένη κυκλοφορία σε κτίρια χαμηλής και μεσαίας στάθμης.



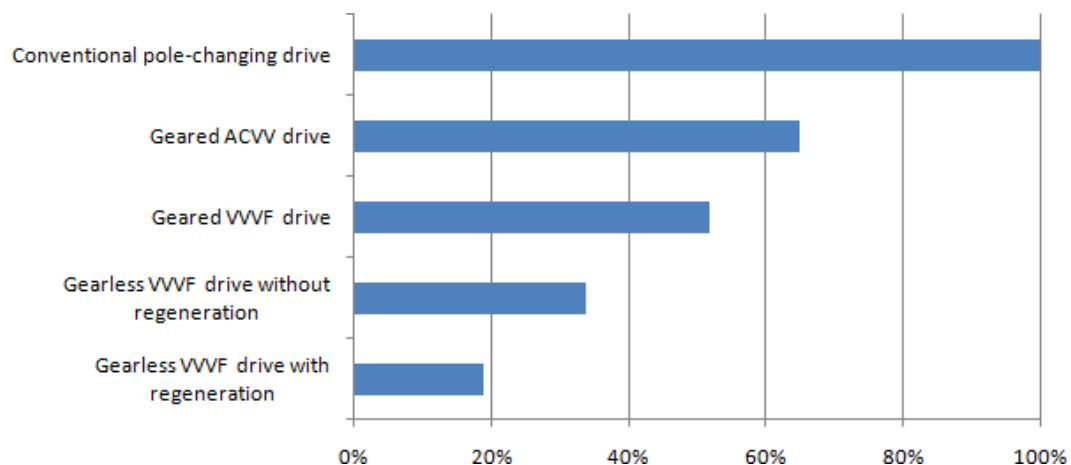
Εικόνα 4.3: Τρόποι λειτουργίας κινητήρα ανύψωσης (f_M - δύναμη κινητήρα, v - ταχύτητα) (πηγή: ISR-UC).

Στις περισσότερες περιπτώσεις, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει άλλος εξοπλισμός συνδεδεμένος στην παροχή (π.χ. φωτισμός και θέρμανση) διαθέσιμος για να καταναλώσει τυχόν αναγεννημένη ισχύ από τον ανελκυστήρα, κάτι που ισχύει για τα περισσότερα κτίρια, δεν απαιτείται ειδικός μετρητής για την καταγραφή της αντίστροφης ισχύος. Αντ' αυτού, τα συστήματα αναγέννησης μεταδίδουν την ισχύ πίσω στον μετασχηματιστή διανομής και τροφοδοτούν το ηλεκτρικό δίκτυο του κτιρίου μαζί με την ισχύ από την παροχή ρεύματος.



Εικόνα 4.4: Αναγεννητική λειτουργία ανελκυστήρα εξοπλισμένου με αναγεννητικό μετατροπέα (πηγή: Mitsubishi).

Στο **Σχήμα 4.11** φαίνονται οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας σε ανελκυστήρες, με τη χρήση διαφορετικών τεχνολογιών. Η χρήση ενός αναγεννητικού μετατροπέα VVVF χωρίς γρανάζια μπορεί να μειώσει την καταναλισκόμενη ενέργεια κατά 19%, σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα, που χρησιμοποιεί έναν μετατροπέα αλλαγής πόλων (επαγωγικός κινητήρας δύο ταχυτήτων).



Σχήμα 4.11: Ενεργειακό ισοζύγιο ανελκυστήρων, Μέση κατανάλωση ενέργειας με ποσοστό (πηγή: Flender-ATB-Loher, Systemtechnik).

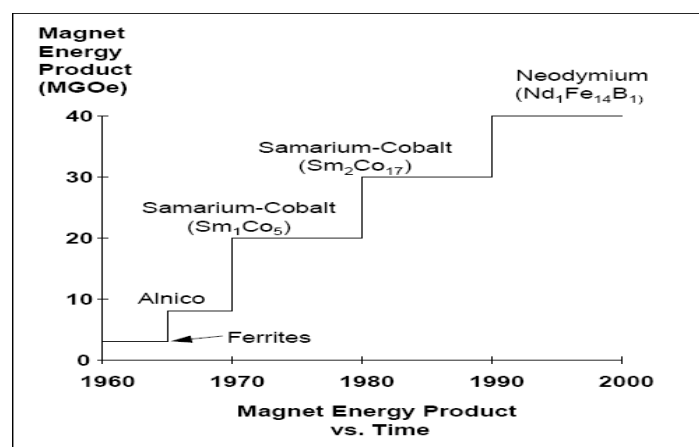
4.1.4 Κινητήρες μόνιμων μαγνητών

Οι σύγχρονοι κινητήρες μόνιμων μαγνητών (PMSM) εξελίσσονται με ταχείς ρυθμούς σε κορυφαία τεχνολογία κινητήρων στην αγορά ανελκυστήρων στην Ευρώπη. Παρουσιάζει

πολλά πλεονεκτήματα, όπως απλοποιημένο μηχανικό σύστημα για τον ανελκυστήρα, βελτιωμένη άνεση, μειωμένος θόρυβος και κραδασμοί και εξοικονόμηση ενέργειας.

Δεδομένου ότι οι κινητήρες αυτοί δεν διαθέτουν τυλίγματα στο δρομέα, αντ' αυτού, το μαγνητικό πεδίο παρέχεται από τους μαγνήτες, έχουν λιγότερες απώλειες Joule από τους επαγωγικούς κινητήρες και οι μαγνητικές απώλειες στο δρομέα είναι επίσης πολύ μειωμένες.

Παραδοσιακά, οι μαγνήτες φερρίτη χρησιμοποιούνταν για την παροχή του μαγνητικού πεδίου στους PMSM, αλλά, καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και το κόστος της μειώνεται, οι μαγνήτες από κράματα σπάνιων υλικών κερδίζουν έδαφος. Αυτά τα υλικά κραμάτων έχουν υψηλή πυκνότητα μαγνητικής ενέργειας, βελτιώνοντας τις αναλογίες ισχύος προς βάρος και ροπής προς βάρος. Το κοβάλτιο σαμαρίου (SmCo) και το νεοδύμιο, ο φερρίτης και το βόριο (NdFeB) είναι μερικά παραδείγματα μαγνητών από κράματα σπάνιων υλικών που χρησιμοποιούνται σε κινητήρες υψηλής απόδοσης.



Εικόνα 4.5: Εξελίξεις στο ενεργειακό προϊόν μαγνήτη (πηγή: E4 mainreport).

Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε η θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα να τηρεί τα ανώτερα όρια θερμοκρασίας των μόνιμων μαγνητών και να αποφεύγεται η απομαγνήτιση.

Η χρήση μόνιμων μαγνητών επιτρέπει τη διάταξη πολλαπλών πόλων και το αποτέλεσμα είναι μια πιο συμπαγής μηχανή υψηλής ροπής/χαμηλής ταχύτητας με υψηλότερη απόδοση, ιδανική για εφαρμογές ανελκυστήρων χωρίς γρανάζια. Για τη συμβατική επαγωγική μηχανή, υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά τη συμπαγή κατασκευή, επειδή ο συντελεστής ισχύος και ο βαθμός απόδοσης μειώνονται ραγδαία όσο αυξάνεται ο αριθμός των πόλων. Επειδή δεν απαιτείται πλέον ρεύμα διέγερσης, οι κινητήρες μόνιμων μαγνητών έχουν υψηλότερη απόδοση και παρουσιάζουν ταχύτερες ταχύτητες απόκρισης σε σύγκριση με τους συμβατικούς επαγωγικούς κινητήρες. Επιπλέον, οι κινητήρες αυτοί διατηρούν την υψηλή απόδοσή τους ανεξάρτητα από τον αριθμό των πόλων. Όταν τροφοδοτούνται από έναν αντιστροφέα μεταβλητής τάσης και συχνότητας διαμόρφωσης εύρους παλμών, ο συντελεστής ισχύος διατηρείται κοντά στη μονάδα.

Το συμπαγές μέγεθος των κινητήρων μόνιμων μαγνητών και η χρήση άμεσης σύζευξης κίνησης επέτρεψαν την κατάργηση του μηχανοστασίου, πάνω ή δίπλα στον ανελκυστήρα. Ο κινητήρας και τα συστήματα ελέγχου μπορούσαν να τοποθετηθούν μέσα στον ίδιο τον ανελκυστήρα, αντί να τοποθετηθούν σε ξεχωριστό δωμάτιο. Η απουσία μηχανοστασίου οδηγεί σε χαμηλότερο κατασκευαστικό κόστος και απελευθεώνει συνήθως ιδιαίτερα πολύτιμο χώρο που καταλαμβάνουν τα συστήματα υποστήριξης ανελκυστήρων. Επίσης, τα μηχανοστάσια ανελκυστήρων μπορεί να είναι χώροι όπου παρατηρούνται

σημαντικές διαρροές αέρα και απώλειες θερμότητας από το κτίριο. Η πρώτη ιδέα, που προκλήθηκε από τον ανελκυστήρα με γραμμικό επαγωγικό κινητήρα της Otis, ήταν να

τοποθετηθεί ο κινητήρας στο αντίβαρο. Η ιδέα αυτή εγκαταλείφθηκε σύντομα. Ο κινητήρας δεν θα ήταν εύκολα προσβάσιμος αν κάτι πήγαινε στραβά και έπρεπε να τροφοδοτείται από ένα κινούμενο καλώδιο που θα πήγαινε στο αντίβαρο. Ο κινητήρας βρίσκεται τώρα συνήθως στην κορυφή του άξονα. Για τη συντήρηση του ανελκυστήρα, ο θάλαμος σταματά ακριβώς κάτω από τον κινητήρα και τα χειριστήρια και δημιουργείται ένα προσωρινό μηχανοστάσιο.

Ορισμένοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν κινητήρες αξονικής ροής, έναν πολύ συμπαγή, ελαφρύ και όσο το δυνατόν λεπτότερο κινητήρα που μπορεί να τοποθετηθεί σε τοίχο εντός του μειωμένου χώρου που διατίθεται στον ανελκυστήρα. Αυτοί οι κινητήρες, που εισήχθησαν για πρώτη φορά από την KONE, είναι πολύ παρόμοιοι στη λειτουργία με τους πιο συνηθισμένους σχεδιασμούς ακτινικής ροής. Ο στάτης παράγει ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο μεταβλητής ταχύτητας στο οποίο ευθυγραμμίζεται ο δρομέας με σύγχρονη ταχύτητα. Οι μόνιμοι μαγνήτες είναι στερεωμένοι σε ένα δρομέα σε σχήμα δίσκου, ενώ ο στάτης διαθέτει τριφασικό τοροειδές τύλιγμα. Η τροχαλία είναι ενσωματωμένη στον δρομέα για να επιτευχθεί μεγαλύτερη συμπαγείς διαστάσεις.



Εικόνα 4.6: Σύγχρονος κινητήρας μόνιμου μαγνήτη με δίσκο (πηγή: KONE).

Ο σχεδιασμός αυτός έχει επεκταθεί σε εφαρμογές υψηλότερης ισχύος. Η περαιτέρω αύξηση του κινητήρα σε σχήμα δίσκου θα οδηγούσε σε μη πρακτικές διαμέτρους, ενώ η αξονική δύναμη που προκαλείται από τους μόνιμους μαγνήτες θα αυξανόταν δραματικά, απαιτώντας μεγάλα και ακριβά έδρανα. Η λύση βρέθηκε με την εφαρμογή της έννοιας του διπλού ρότορα. Οι διαστάσεις της διαμέτρου του στάτη ταίριαζαν καλά, ενώ οι μαγνητικές δυνάμεις των δύο τμημάτων του δρομέα εξισορροπούσαν η μία την άλλη.

Άλλοι κατασκευαστές αποφάσισαν να διατηρήσουν τη σχεδίαση ακτινικής ροής, εκμεταλλευόμενοι παράλληλα τη σχεδίαση πολλαπλών πόλων και τους μόνιμους μαγνήτες

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

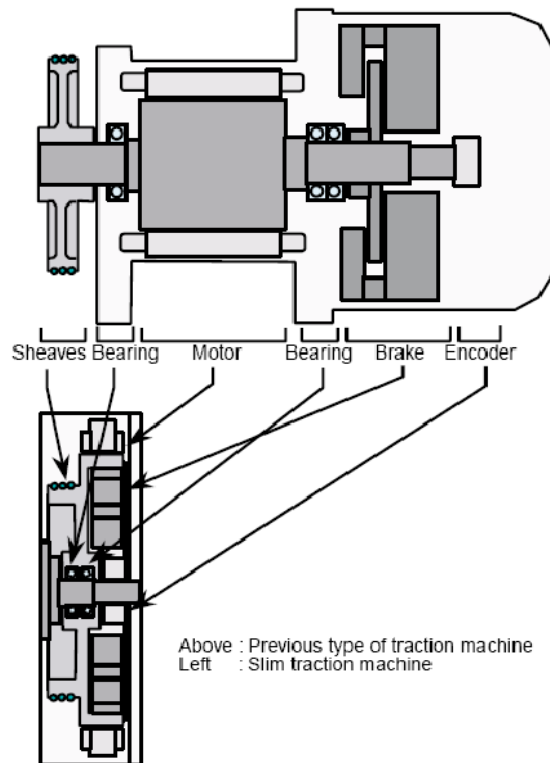
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

για να επιτύχουν μια πολύ λεπτή και συμπαγή μηχανή. Αντί να τοποθετούνται τα στοιχεία της μηχανής έλξης (τροχαλία, φρένο, κινητήρας και κωδικοποιητής) κατά μήκος μιας ευθείας

γραμμής, γεγονός που περιορίζει την πιθανή μείωση του μήκους της, στη λεπτή μηχανή έλξης, που ανέπτυξε η Mitsubishi, τα στοιχεία αυτά τοποθετούνται ακτινικά.

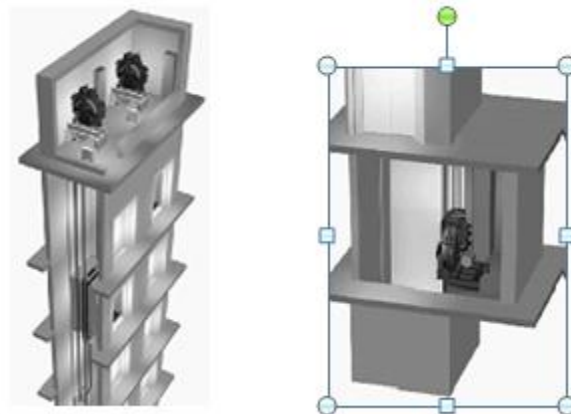
Ο κινητήριος τροχός είναι ενσωματωμένος στον ρότορα, ο οποίος έχει κοίλη κυλινδρική μορφή, επιτρέποντας τη χρήση της εσωτερικής επιφάνειας για ένα εσωτερικό διπλό φρένο με διαστολή. Ο κωδικοποιητής έχει εγκατασταθεί στο εσωτερικό του μηχανισμού πέδησης.

Στην **Εικόνα 4.7** παρουσιάζεται ένα συγκριτικό σχήμα συμβατικής και λεπτής μηχανής έλξης.



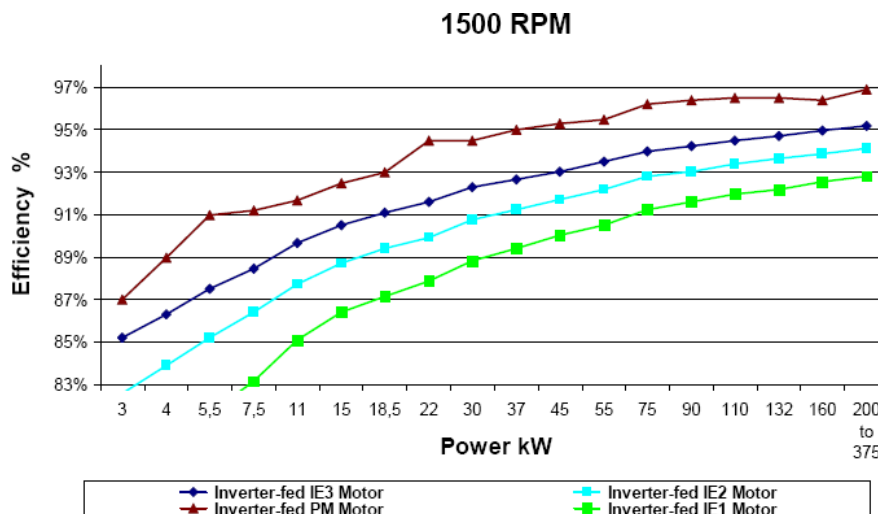
Εικόνα 4.7: Λεπτή μηχανή έλξης PMSM της Mitsubishi (πηγή: Mitsubishi).

Ακόμη και με μηχανές PMSM (Σύγχρονοι κινητήρες μόνιμου μαγνήτη) μεγαλύτερου μεγέθους για εφαρμογές υψηλών ορόφων/υψηλών ταχυτήτων που δεν μπορούν πλέον να χωρέσουν μέσα στον ανελκυστήρα, το μέγεθος του μηχανοστασίου μπορεί να μειωθεί δραστικά. Το άνωθεν μηχανοστάσιο δεν χρειάζεται πλέον να εκτείνεται πέρα από το μέγεθος του ανελκυστήρα. Μια άλλη επιλογή είναι η τοποθέτηση της μηχανής έλξης και των χειριστηρίων σε ένα πολύ μικρό πλευρικό μηχανοστάσιο, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 4.8**.



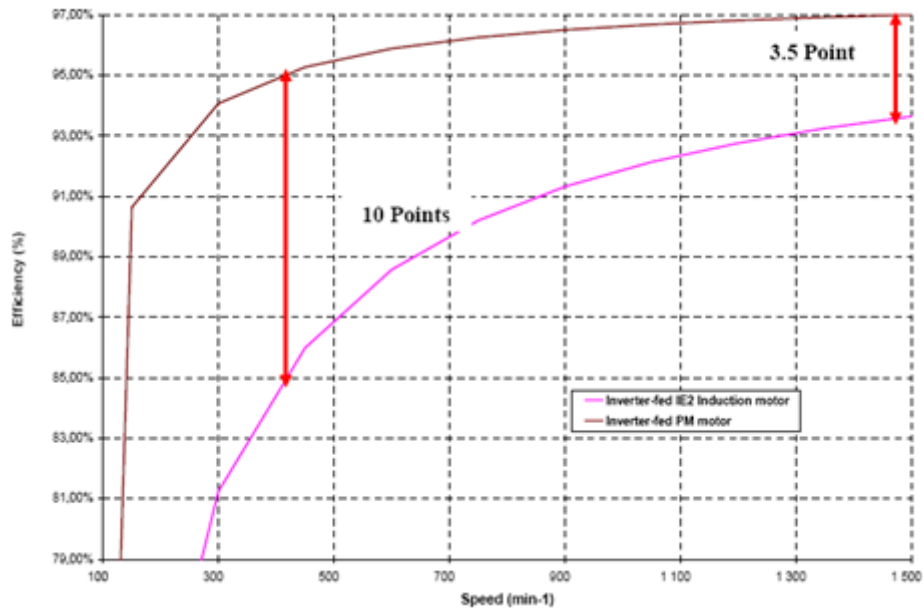
Εικόνα 4.8: Πιθανές διαμορφώσεις των μηχανοστασίων ανελκυστήρων κατά τη χρήση PMSM (πηγή: E4 mainreport).

Παρόλο που η σημερινή ασύγχρονη τεχνολογία VVVF (μεταβλητής τάσης μεταβλητής συχνότητας) χωρίς γρανάζια είναι πολύ ενεργειακά αποδοτική, οι αποδόσεις του κινητήρα και της κίνησης είναι συνήθως μικρότερες από 90%, για χαμηλότερες ισχύς. Το **Σχήμα 4.12** δείχνει τα πολύ υψηλότερα επίπεδα απόδοσης των κινητήρων PM σε σύγκριση με τους επαγωγικούς κινητήρες που τροφοδοτούνται από μετατροπείς.



Σχήμα 4.12: Σύγκριση της απόδοσης των κινητήρων επαγωγής και μόνιμων μαγνητών που τροφοδοτούνται από μετατροπέα (πηγή: Leroy -Somer).

Η διαφορά είναι ακόμη πιο αισθητή καθώς η ταχύτητα μειώνεται, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 4.13**.



Σχήμα 4.13: Μεταβολή του βαθμού απόδοσης του κινητήρα με την ταχύτητα του κινητήρα - κινητήρας PM έναντι επαγωγικού κινητήρα (πηγή: Leroy -Somer).

Οι κινητήρες μόνιμου μαγνήτη διπλού δρομέα μπορούν να έχουν απόδοση έως και 93%.



Εικόνα 4.9: PMSM διπλού δρομέα (πηγή: KONE).

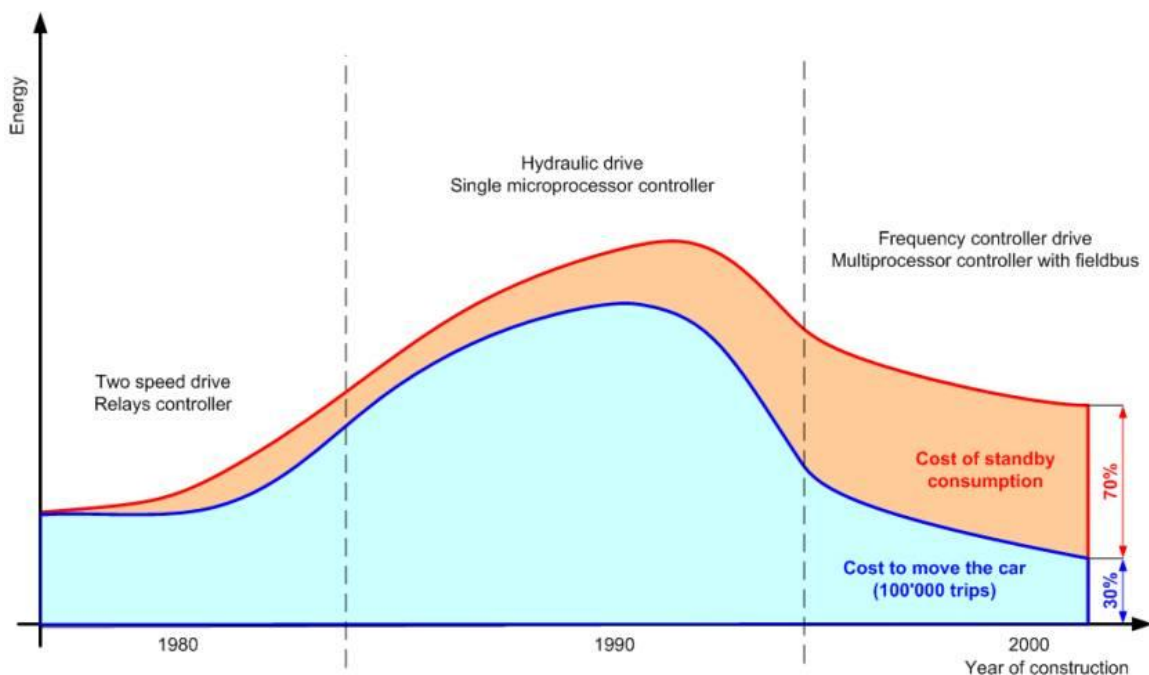
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΦΟΡΤΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

5.1 Φορτία λόγω αναμονής

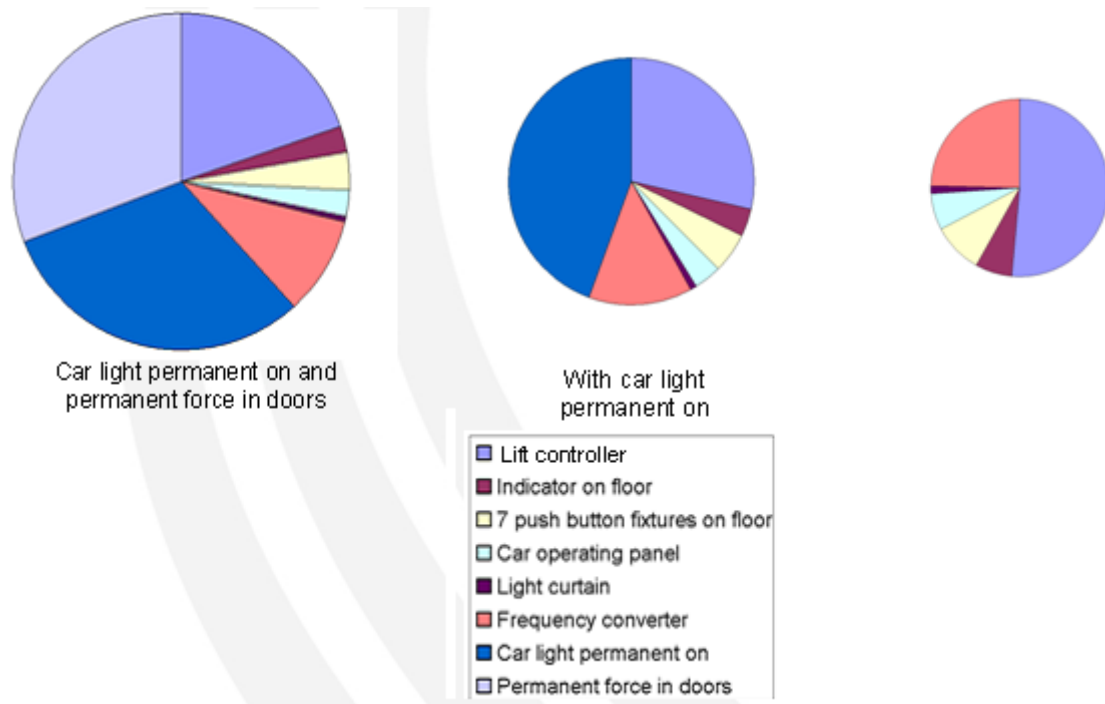
Οι ανελκυστήρες καταναλώνουν ενέργεια ακόμη και όταν δεν ανυψώνουν ή κατεβάζουν φορτία. Αυτή η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 90% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ανελκυστήρες με μικρό αριθμό ημερήσιων διαδρομών και οφείλεται σε εξοπλισμό που λειτουργεί συνεχώς, όπως συστήματα ελέγχου, φωτισμός, εξαερισμός, οθόνες και κονσόλες χειρισμού σε κάθε όροφο και στο εσωτερικό του θαλάμου του ανελκυστήρα.

Προκειμένου να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτά τα φορτία, υπάρχουν δύο πιθανές προσεγγίσεις: η χρήση εξοπλισμού με καλύτερη απόδοση από τον συνήθη χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό και η απενεργοποίηση του εν λόγω εξοπλισμού όταν ο ανελκυστήρας βρίσκεται σε αδράνεια.



Σχήμα 5.1: Διαφορά κατανάλωσης κατά τη κίνηση σε σχέση με την αναμονή κατά τη πάροδο των χρόνων (πηγή: KLEEMANN).

Οι σύγχρονοι ανελκυστήρες έχουν μεγαλύτερη standby κατανάλωση σε σχέση με τους προγενέστερους.



Σχήμα 5.2:Καταμερισμός της standby κατανάλωσης(πηγή: KLEEMANN).

Σημαντικά είναι τα αποτελέσματα μιας έρευνας που πραγματοποιήθηκε στην Ελβετία το 2005, όπου μετρήθηκε η ενεργειακή κατανάλωση ανελκυστήρων, υπο την αιγίδα της Ελβετικής κυβέρνησης. Η έρευνα βασίστηκε στη κατανάλωση ενέργειας σε 33 πραγματικές εγκαταστάσεις, διαφορετικής εταιρείας, τεχνολογίας και χρήσης κτιρίου. Φυσικά η μέθοδος μέτρησης ήταν ίδια. Τα κυριότερα συμπεράσματα ήταν πως από τις 279GWh το χρόνο που χρησιμοποιούν 150.000 ανελκυστήρες, οι μισές αφορούν τις ώρες που δεν κινείται ο ανελκυστήρας (standbyκατανάλωση).

Η standbyκατανάλωση οφείλεται σε ενέργεια που καταναλώνεται από τον πίνακα, τις ενδείξεις οροφών και θαλάμου, τις κομβιοδόχους, το φωτισμό και το inverter.

Η ενέργεια μπορεί να εξοικονομηθεί με την απενεργοποίηση του εξοπλισμού ή τη θέση του σε κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας όταν δεν χρησιμοποιείται. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής ζήτησης, η πλήρης διακοπή λειτουργίας ενός ή περισσότερων ανελκυστήρων εντός μιας ομάδας μπορεί επίσης να αποτελέσει μια καλή επιλογή εξοικονόμησης ενέργειας, χωρίς να διακυβεύεται η ποιότητα της υπηρεσίας.

Μια εναλλακτική λύση είναι να υπάρχουν δύο διαφορετικές λειτουργίες αναμονής που λειτουργούν διαδοχικά. Η πρώτη δεν συνεπάγεται προσθήκη του χρόνου αναμονής των επιβατών, καθώς μόνο τα εξαρτήματα που μπορούν να ενεργοποιηθούν αμέσως θα απενεργοποιηθούν πλήρως ή μερικώς. Παραδείγματα τέτοιου εξοπλισμού είναι:

- Φωτισμός,
- εξαερισμός,
- Οθόνες του θαλάμου (βέλη κατεύθυνσης, ένδειξη δαπέδου,...),
- Οθόνες προσγείωσης με δυνατότητα φωτισμού

Η δεύτερη κατάσταση αναμονής απενεργοποιεί περαιτέρω εξαρτήματα, αλλά το σύστημα ενδέχεται να χρειαστεί περισσότερο χρόνο για την επανεκκίνηση λόγω της φύσης του απενεργοποιημένου εξοπλισμού:

- Μονάδα κίνησης,
- Μοτέρ πόρτας,
- Ηλεκτρονικά του θαλάμου,
- Κουρτίνες φωτός/ανιχνευτές πόρτας,

Λόγω της παράτασης των χρόνων αναμονής η ακολουθία επανεκκίνησης μπορεί να διαρκέσει έως και 30 δευτερόλεπτα, αυτή η δεύτερη κατάσταση αναμονής θα ήταν κατάλληλη μόνο για μεγάλες περιόδους χαμηλής ζήτησης επιβατών.

5.2 Φωτισμός

Ο φωτισμός, ειδικότερα, είναι ένα από τα φορτία που συμβάλλει περισσότερο στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε κατάσταση αναμονής των ανελκυστήρων και επομένως, αποτελεί μια ευκαιρία που δεν πρέπει να χαθεί, ιδίως δεδομένου ότι υπάρχουν διαθέσιμες πολύ καλές έτοιμες λύσεις.

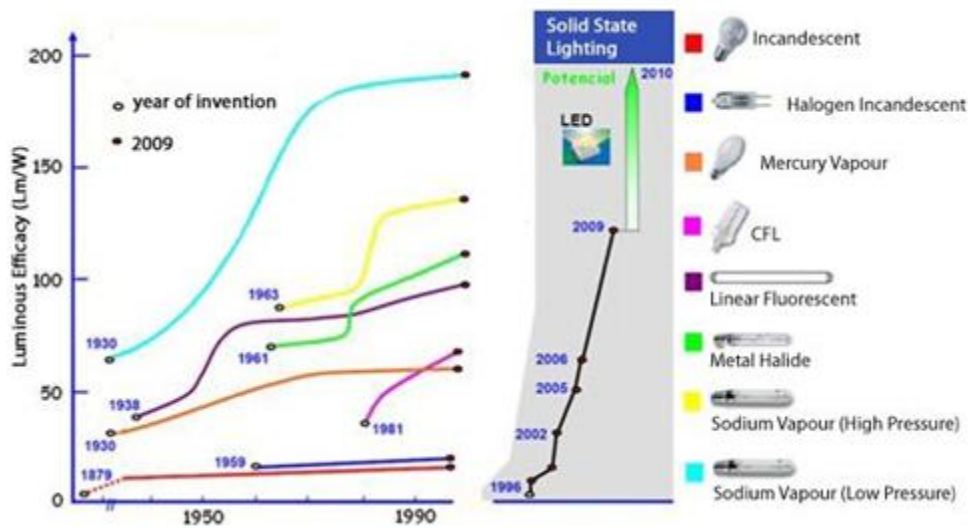
Ο φωτισμός του θαλάμου ανελκυστήρα παρέχεται συνήθως είτε από λαμπτήρες πυράκτωσης είτε από λαμπτήρες φθορισμού. Ο φωτισμός πυρακτώσεως καθίσταται ταχέως παρωχημένη τεχνολογία λόγω της χαμηλής φωτεινής απόδοσης (περίπου 15 lm/W) και της μικρής διάρκειας ζωής του. Οι λαμπτήρες φθορισμού, ιδίως οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (CFL), έχουν αποκτήσει όλο και μεγαλύτερη σημασία τα τελευταία χρόνια. Παρουσιάζουν πολύ καλύτερη φωτεινή απόδοση (περίπου 50 lm/w) και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, περίπου 6.000 ώρες. Οι γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού παρουσιάζουν ακόμη καλύτερη φωτεινή απόδοση που μπορεί να φθάσει τα 100 lm/W. Οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν το μειονέκτημα ότι περιέχουν υδράργυρο, ο οποίος αποτελεί περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Ο φωτισμός LED είναι μια τεχνολογία που έχει υποστεί μεγάλες βελτιώσεις τα τελευταία χρόνια, φθάνοντας τώρα τα 150 lm/W, και αναμένεται να πάει ακόμη παραπέρα. Αν και εξακολουθούν να είναι ακριβοί, σε σύγκριση με άλλους τύπους λαμπτήρων, η τιμή τους είναι πιθανό να μειωθεί λόγω οικονομίας κλίμακας και αντισταθμίζεται ήδη από την πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής τους που μπορεί να φθάσει τις 50.000 ώρες. Επιπλέον, η διάρκεια ζωής τους δεν μειώνεται από τους συχνούς κύκλους ενεργοποίησης/απενεργοποίησης.

Τύπος λαμπτήρα	Διάρκεια ζωής (ώρες)	Φωτεινή απόδοση (lm/W)
Πυρακτώσεως	750-2.000	10-18
Πυρακτώσεως αλογόνου	3.000-4.000	15-20
Συμπαγής φθορισμός (CFL)	8.000-10.000	35-60
Γραμμικός φθορισμός	20.000-30.000	50-100
Λευκό LED υψηλής ισχύος	35.000-50.000	30-150

Πίνακας 5.1 Σύγκριση των κύριων χαρακτηριστικών του λαμπτήρα.

Οι λυχνίες LED αποτελούν επίσης μια πολύ αποδοτική λύση για οθόνες, οι οποίες μπορούν να χαμηλώσουν για ακόμη χαμηλότερη κατανάλωση και να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν χωρίς να επηρεαστεί η διάρκεια ζωής τους.



Εικόνα 5.1. Εξέλιξη της φωτεινής απόδοσης των διαφόρων τεχνολογιών (πηγή: E4 mainreport).

Επιλογές σχεδιασμού, όπως οι εσωτερικοί χώροι υψηλής ποιότητας, συμβάλλουν επίσης στην επίτευξη καλού φωτισμού στο θάλαμο.

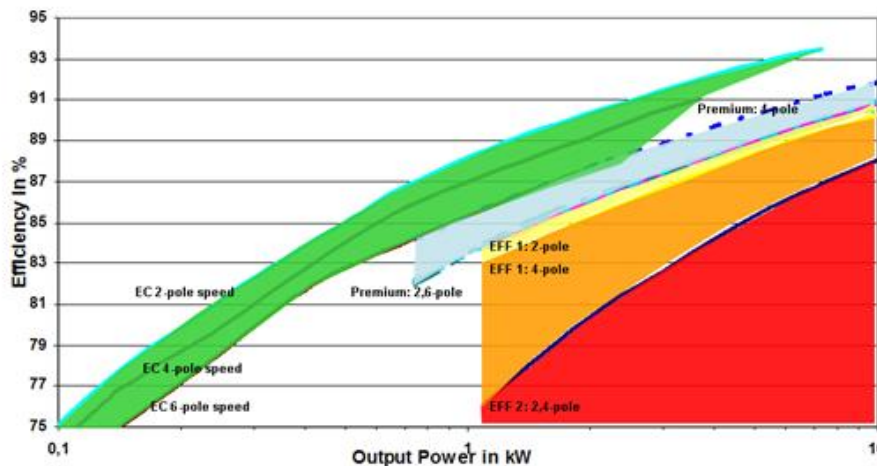
5.3 Εξαερισμός και ανεμιστήρες

Ο εξαερισμός του θαλάμου συμβάλλει επίσης στην κατανάλωση ενέργειας του συστήματος ανεγκυστήρα. Οι ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι κινητήρες μόνιμων μαγνητών (κινητήρες EC), μπορούν να επιτύχουν πολύ υψηλές αποδόσεις και ανταγωνιστικές τιμές σε εφαρμογές μεταβλητής ταχύτητας. Οι κινητήρες EC απαιτούν πάντα πρόσθετα ηλεκτρονικά, υπεύθυνα για τη μεταγωγή στα τυλίγματα ανάλογα με τη θέση του δρομέα. Για να περιστραφεί ο κινητήρας EC/BLDC (brushless), τα τυλίγματα του στάτη πρέπει να ενεργοποιηθούν με μια σειρά. Επομένως, είναι σημαντικό να γνωρίζετε τη θέση του δρομέα για να καταλάβετε ποια περιέλιξη θα ενεργοποιηθεί ακολουθώντας την ακολουθία ενεργοποίησης. Η θέση του δρομέα ανιχνεύεται με τη χρήση αισθητήρων φαινομένου Hall (Οι αισθητήρες φαινομένου Χολ χρησιμοποιούνται στους διανομείς πολλών συστημάτων ανάφλεξης για να ενεργοποιήσουν το πρωτεύον κύκλωμα και για να μετρήσουν τις στροφές/λεπτό του κινητήρα) ενσωματωμένων είτε στον στάτη είτε στον δρομέα, αλλά διατίθενται νέες κατασκευές χωρίς αισθητήρες).

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των κινητήρων σε συνδυασμό με την παγκόσμια μείωση του κόστους των ηλεκτρονικών και των ηλεκτρονικών ισχύος τα τελευταία χρόνια κατέστησαν δυνατή την επίτευξη τιμών ανεμιστήρων EC (Ηλεκτρονικά μεταγωγικός κινητήρας), που είναι πλέον σε γενικές γραμμές συγκρίσιμοι με το κόστος παρόμοιων λύσεων που περιλαμβάνουν τη χρήση επαγωγικών κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος. Ο σχεδιασμός του εξωτερικού δρομέα συνέβαλε επίσης στην ανταγωνιστική τιμή των κινητήρων EC. Έχουν έναν στάτη τοποθετημένο στο εσωτερικό και τον δρομέα τοποθετημένο εξωτερικά, στον οποίο μπορεί να τοποθετηθεί απευθείας η πτερωτή ή τα πτερύγια του ανεμιστήρα. Έτσι, ο κινητήρας τοποθετείται στη ροή του αέρα και επωφελείται από αυτό το φαινόμενο ψύξης. Ο σχεδιασμός καθιστά μια συμπαγή μονάδα ανεμιστήρα - κινητήρα.

Ειδικά στους ανεμιστήρες, ο καθορισμός του σημείου λειτουργίας για την κάλυψη της απαιτούμενης ροής έχει αξιοσημείωτο αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας, καθώς η καταναλισκόμενη ισχύς μεταβάλλεται με την τρίτη δύναμη της ταχύτητας. Ο καλός έλεγχος της ταχύτητας είναι επίσης σημαντικός παράγοντας όσον αφορά τον ακουστικό θόρυβο και τους κραδασμούς.

Αυτοί οι κινητήρες μπορούν να επιτύχουν αποδόσεις πολύ πάνω από το 75% για κινητήρες ανεμιστήρων μικρής ισχύος και πάνω από 85% για μεγαλύτερες ισχύς (πάνω από 1 kW).



Σχήμα5.3:ΑπόδοσηκινητήρωνEC(Electronically Commutated)/BLDC(brushless dc motor)(πηγή: EBM-Papst).

5.4Απώλειες λόγω χαμηλής ενεργειακής κλάσης κτιρίου και κακής συντήρησης ανελκυστήρα

Ορισμένα φρεάτια ανελκυστήρων απαιτείται να διαθέτουν αεραγωγούς για να διαχέεται ο καπνός σε περίπτωση πυρκαγιάς, αλλά και, σε ανελκυστήρες υψηλής ταχύτητας, για να μειωθεί ο θόρυβος του ανέμου και οι παροδικές μεταβολές πίεσης που προκαλούνται από την κίνηση του θαλάμου. Βοηθούν επίσης στην απαγωγή της υπερβολικής θερμότητας από τον κινητήρα του ανελκυστήρα. Μέσω διαρροών ή ανοιχτών υπογείων, ο εξωτερικός αέρας εισέρχεται στον φρεάτιο, θερμαίνεται στα τοιχώματα του φρεατίου και ανεβαίνει ως αποτέλεσμα του φαινομένου της καμινάδας. Αυτή η ροή αντλεί επίσης ζεστό αέρα από τον θερμαινόμενο χώρο απέναντι από τις πόρτες του ανελκυστήρα, γεγονός που οδηγεί σε προβλήματα άνεσης (ρεύματα). Ο θερμαινόμενος αέρας ρέει προς τα έξω μέσω των αεραγωγών στην κορυφή του φρεατίου.

Για την αποφυγή αυτών των απωλειών θα πρέπει να εξασφαλίζεται σωστή μόνωση γύρω από ολόκληρο τον θερμαινόμενο όγκο. Το φρεάτιο του ανελκυστήρα και το μηχανοστάσιο πρέπει να είναι καλά μονωμένα και τα πτερύγια στους αεραγωγούς πρέπει επίσης να είναι αεροστεγή. Μια άλλη επιλογή είναι να τοποθετηθεί το φρεάτιο του ανελκυστήρα εξ ολοκλήρου στο εξωτερικό του θερμαινόμενου όγκου, με τις πόρτες του ανελκυστήρα να οδηγούν σε μη θερμαινόμενους χώρους ή στο εξωτερικό (η λύση αυτή δεν είναι πάντα δυνατή, για παράδειγμα σε περιοχές με ψυχρό κλίμα).

Μια άλλη αιτία αναποτελεσματικότητας είναι οι ράγες οδήγησης και οι ολισθητήρες κύλισης(παπούτσια) που εξασφαλίζουν την κίνηση σε ομοιόμορφη κατακόρυφη κατεύθυνση. Η σωστή συντήρηση (π.χ. ευθυγράμμιση, λίπανση) θα πρέπει να διασφαλίζεται για την ελαχιστοποίηση των απωλειών σε αυτά τα εξαρτήματα. Επιπλέον, όταν συντηρούνται σωστά, η χρήση οδηγών με ράουλα κύλισης προτιμάται από τη χρήση ολισθητήρων κύλισης. Οι δοκιμές δείχνουν ότι ο πραγματικός συντελεστής τριβής για τους οδηγούς με ράουλα κύλισης είναι 0,03. Με τους ολισθητήρες κύλισης, η τριβή αυτή μπορεί εύκολα να είναι 10 φορές μεγαλύτερη, ιδίως αν η λίπανση δεν συντηρείται καλά. Οι ολισθητήρες κύλισης μπορούν εύκολα να προκαλέσουν απώλειες τριβής στο σύστημα άνω των 100 kg (1000 N), εάν αυτό δεν είναι καλά ισορροπημένο ή εάν οι 4 οδηγοί και οι ράγες δεν είναι απόλυτα ομοεπίπεδοι. Ακόμη και με τέλεια ισορροπία, φορτία μπορούν να τοποθετηθούν στο θάλαμο εκτός κέντρου, προκαλώντας απώλειες τριβής στους οδηγούς. Στα ράουλα κύλισης, οι μη ισορροπίες μπορούν επίσης να προκαλέσουν επίπεδα σημεία, δημιουργώντας θόρυβο και μειώνοντας την ποιότητα οδήγησης.

5.5 Απώλειες σε υδραυλικό ανελκυστήρα και τρόποι εξάλειψης

Στους συμβατικούς υδραυλικούς ανελκυστήρες, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, όταν ο ανελκυστήρας κινείται, είναι πολύ υψηλότερη από ό,τι στους ανελκυστήρες έλξης. Μια σειρά από παράγοντες συμβάλλουν στη χαμηλότερη ενεργειακή τους απόδοση, και συγκεκριμένα:

- Οι απώλειες στην αντλία,
- Απώλειες στη μονάδα βαλβίδων λόγω πτώσης πίεσης,
- Η δυνητική ενέργεια διαχέεται ως θερμότητα κατά την κίνηση προς τα κάτω,
- Απουσία αντίβαρου για την εξισορρόπηση της δυναμικής ενέργειας που απαιτείται για την ανύψωση του θαλάμου,
- Δεδομένου ότι η πίεση του λαδιού και η ροή προς τον κύλινδρο ελέγχονται με την επιστροφή λαδιού στη δεξαμενή μέσω μιας βαλβίδας παράκαμψης, η αντλία λειτουργεί με σταθερή ροή, σπαταλώντας ενέργεια ιδίως κατά την επιτάχυνση και την επιβράδυνση,
- Επειδή το ιξώδες του λαδιού αλλάζει με τη θερμοκρασία, απαιτείται μερικές φορές ψύξη ή θέρμανση του λαδιού για να διατηρηθεί η ποιότητα οδήγησης και η απόδοση. Η θέρμανση είναι μερικές φορές απαραίτητη όταν το μηχανοστάσιο υπόκειται σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (π.χ. υπόγεια, κάτω από σκάλες), που οδηγούν σε αύξηση του ιξώδους του λαδιού. Αντίθετα, καταστάσεις βαρέων καθηκόντων οδηγούν σε διάχυση μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας στο λάδι και η ψύξη μπορεί να είναι απαραίτητη.

Οι υδραυλικοί ανελκυστήρες καταναλώνουν ενέργεια μόνο για την ανύψωση του θαλάμου. Κατά την καθοδική κίνηση ο θάλαμος κατεβαίνει λόγω της βαρύτητας και της ελεγχόμενης ροής λαδιού. Ένας απλός τρόπος για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των υδραυλικών ανελκυστήρων είναι η ρύθμιση της ταχύτητας κίνησης χωρίς να διακυβεύεται ο χρόνος κυκλικής διαδρομής, ώστε να αξιοποιηθεί αυτό το χαρακτηριστικό. Αυτό γίνεται με τη μείωση της ταχύτητας ανόδου και την αύξηση της ταχύτητας καθόδου. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας μικρότερος κινητήρας και να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας κατά 20% περίπου.

Ένας άλλος απλός τρόπος για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι η μείωση του βάρους του θαλάμου με τη χρήση ελαφρύτερων υλικών. Οι μηχανικές υδραυλικές βαλβίδες, όπου η ροή του λαδιού ελέγχεται με εσωτερική υδραυλική ανάδραση, έχουν προβλήματα στην αντιστάθμιση των μεταβολών του ιξώδους και της πίεσης του λαδιού.

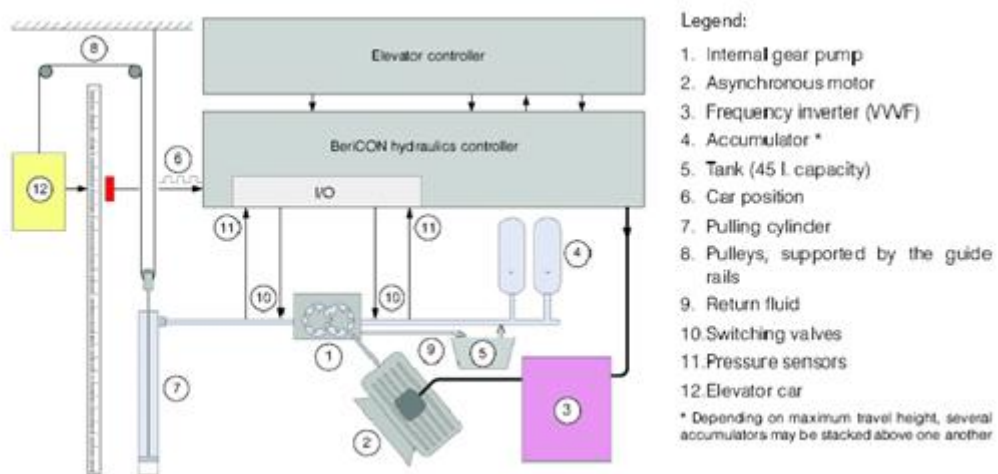
Ηλεκτρονική ανίχνευση της ροής του λαδιού με τη χρήση βαλβίδων αναλογικού ελέγχου αντισταθμίζει πλήρως αυτές τις διακυμάνσεις, ενώ παρέχει καλύτερη απόδοση.

Στις μέρες μας γίνονται διαθέσιμα προϊόντα που χρησιμοποιούν μονάδες VVVF για την τροφοδοσία της αντλίας. Με τη μεταβολή της ταχύτητας της αντλίας, παρέχεται μόνο η ποσότητα λαδιού που είναι απαραίτητη για την κίνηση του ανελκυστήρα, σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα όπου η ποσότητα λαδιού που αντλείται είναι σταθερή και διοχετεύεται εν μέρει πίσω στη δεξαμενή. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι το ρεύμα εκκίνησης μειώνεται μειώνοντας τη ζήτηση στην παροχή ρεύματος. Σε υδραυλικούς ανελκυστήρες ελεγχόμενους με VVVF μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση πάνω από 30%, όταν ο ανελκυστήρας βρίσκεται σε λειτουργία. Οι κινητήρες VVVF μπορούν να προσθέσουν στην κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση αναμονής και στην πραγματικότητα να αυξήσουν τη συνολική κατανάλωση ενέργειας της εγκατάστασης, ιδίως σε ανελκυστήρες με πολύ χαμηλή χρήση, όπως ορισμένοι ανελκυστήρες κατοικιών.

Η κύρια αιτία της κατανάλωσης ενέργειας στους παραδοσιακούς υδραυλικούς ανελκυστήρες είναι, ωστόσο, η απουσία αντίβαρου για την εξισορρόπηση του φορτίου του θαλάμου. Μέχρι πρόσφατα, ήταν δυνατή η τοποθέτηση αντίβαρου μόνο σε υδραυλικούς ανελκυστήρες με σχοινιά, αλλά αυτό είχε το μειονέκτημα της αύξησης του φορτίου στη δομή των κτιρίων. Αντί να σπρώχνει απευθείας τον θάλαμο, το έμβολο έλκει το αντίβαρο προκειμένου να μετακινήσει τον θάλαμο προς τα πάνω.

Πρόσφατα εισήχθησαν υδραυλικοί συσσωρευτές τύπου κύστης που λειτουργούν ως αντίβαρο, επιτρέποντας έτσι τη χρήση μικρότερου κινητήρα. Αυτές οι γεμάτες με αέριο υψηλής πίεσης δεξαμενές, αποθηκεύουν ενέργεια κατά τη διάρκεια της καθοδικής κίνησης του θαλάμου αυξάνοντας την πίεση του αερίου στον συσσωρευτή.

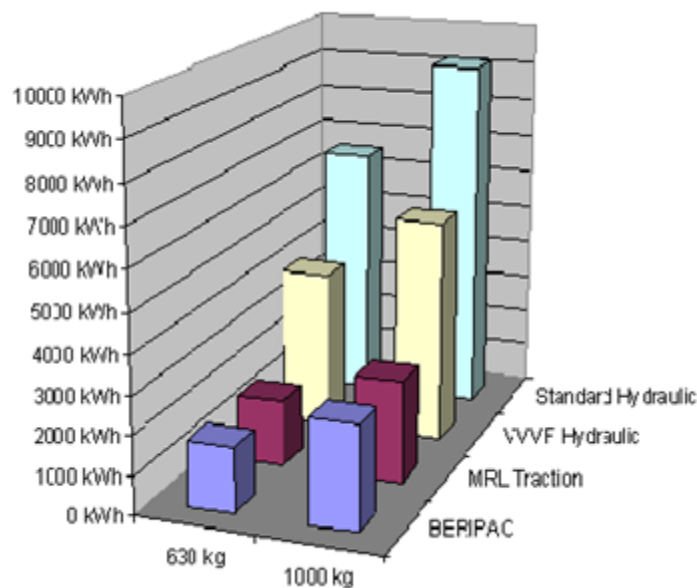
Στην **Εικόνα 5.2** παρουσιάζεται μια απλοποιημένη αναπαράσταση ενός συστήματος που χρησιμοποιεί υδραυλικούς συσσωρευτές.



Εικόνα 5.2: Αναπαράσταση συστήματος ανύψωσης με υδραυλικό αντίβαρο (πηγή: BucherHydraulics).

Σε αυτό το σύστημα, ένας κινητήρας VVVF (3) ελέγχει ένα συγκρότημα κινητήρα-αντλίας (2) (1) το οποίο αντλεί λάδι σε έναν κύλινδρο (7) για την κίνηση του θαλάμου ανύψωσης. Οι βαλβίδες ελέγχονται με ενεργοποίηση/απενεργοποίηση και η ταχύτητα του θαλάμου μεταβάλλεται αλλάζοντας την ταχύτητα περιστροφής της αντλίας, αποφεύγοντας έτσι τις απώλειες στραγγαλισμού. Η θέση του θαλάμου παρακολουθείται διαρκώς από έναν κωδικοποιητή υψηλής ανάλυσης που βρίσκεται στον άξονα (6). Οι μεταβολές του ιξώδους και της πίεσης αντισταθμίζονται από το ενεργό σύστημα ελέγχου της θέσης του θαλάμου. Κατά τη λειτουργία, οι υδραυλικοί συσσωρευτές λειτουργούν σαν ελατήριο και απελευθερώνουν ή αποθηκεύουν ενέργεια ανάλογα με την κατεύθυνση της κίνησης, όπως ακριβώς θα έκανε ένα μηχανικό αντίβαρο. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας μικρότερος κινητήρας, εξοικονομώντας ενέργεια και μειώνοντας τη ζήτηση παροχής ρεύματος. Δεδομένου ότι η δυνητική ενέργεια μεταφέρεται στον συσσωρευτή αντί να διαχέεται ως θερμότητα, δεν είναι πλέον απαραίτητη η ψύξη, γεγονός που οδηγεί σε πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπλέον, δεδομένου ότι δεν υπάρχει σημαντική θέρμανση του υδραυλικού υγρού, τα συστήματα αυτά είναι ικανά για πάνω από 120 εκκινήσεις ανά ώρα έναντι 45 το πολύ στα συμβατικά συστήματα. Επίσης, χρησιμοποιείται υψηλή πίεση (>15 MPa) και εξαιτίας αυτού, απαιτείται μικρότερη παροχή και χρησιμοποιούνται μικρότερα εξαρτήματα, καθιστώντας δυνατή μια συμπαγή σχεδίαση χωρίς μηχανοστάσιο.

Οι κατασκευαστές ισχυρίζονται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας λειτουργίας ξεπερνά το 70%, σε σύγκριση με τα συμβατικά υδραυλικά συστήματα, όταν χρησιμοποιείται το σύστημα που περιγράφεται παραπάνω. Η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να είναι συγκρίσιμη με τους σύγχρονους ανελκυστήρες έλξης χωρίς μηχανοστάσιο.



Εικόνα 5.3: Σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας για 100.000 διαδρομές ανά έτος (πηγή: BucherHydraulics).

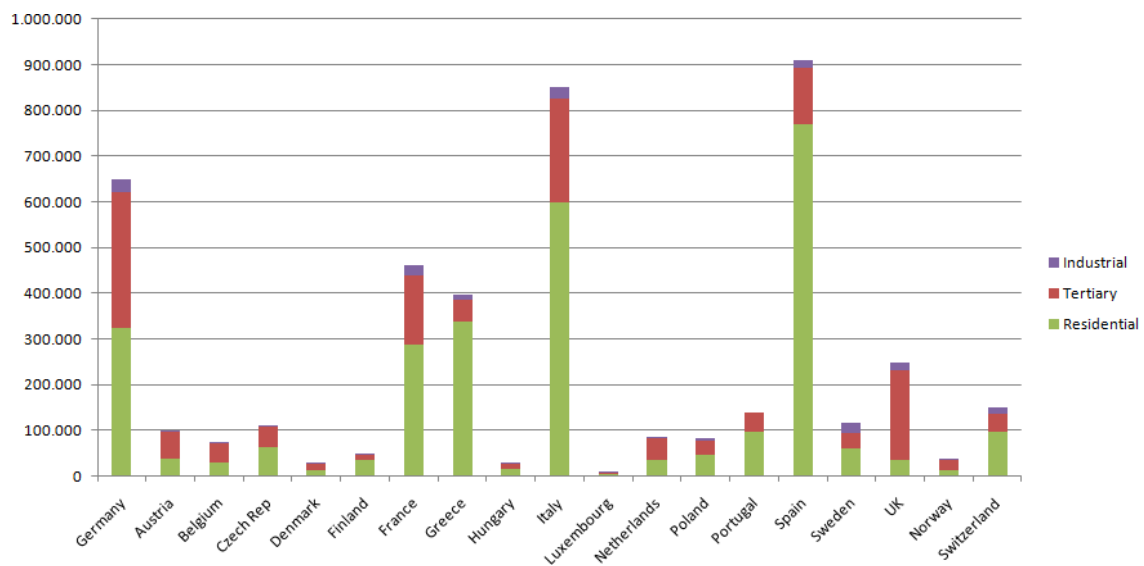
Περαιτέρω εξοικονόμηση μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ενός σύγχρονου κινητήρα μόνιμου μαγνήτη (PMSM), που κινεί την αντλία και την ικανότητα λειτουργίας τεσσάρων τεταρτημορίων που χρησιμοποιούνται τόσο στην αντλία όσο και στον κινητήρα τόσο στην εμπρόσθια όσο και στην ανάστροφη λειτουργία, επιτρέποντας την αναγέννηση.

Όταν η καμπίνα ταξιδεύει προς τα πάνω, εάν η ισχύς από τον συσσωρευτή δεν επαρκεί, ο ελεγχόμενος με μεταβλητή συχνότητα ηλεκτροκινητήρας μπορεί να προσθέσει ισχύ. Με τον ίδιο τρόπο, εάν η ισχύς από τον συσσωρευτή είναι υπερβολική, ο ηλεκτροκινητήρας πρέπει να ελέγχεται ώστε να διακλαδίζεται μια ορισμένη ποσότητα ισχύος μέσω του άξονα του κινητήρα. Η ισχύς που διακλαδίζεται μπορεί να διοχετευτεί πίσω στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

Σύμφωνα με έρευνες υπάρχουν περίπου 4,5 εκατομμύρια ανελκυστήρες εγκατεστημένοι σε 19 χώρες που ερευνήθηκαν. Στο **Σχήμα 6.1** παρουσιάζεται η κατανομή των ανελκυστήρων που είναι εγκατεστημένοι σε κάθε μία από τις χώρες που συμμετείχαν στην έρευνα, ανά τομέα.



Σχήμα 6.1: Κατανομή ανελκυστήρων ανά τομέα (πηγή: E4 mainreport).

Στον **Πίνακα 6.1** παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των ανελκυστήρων που εγκαθίστανται και πωλούνται ετησίως σε καθεμία από τις χώρες που συμμετείχαν στην έρευνα.

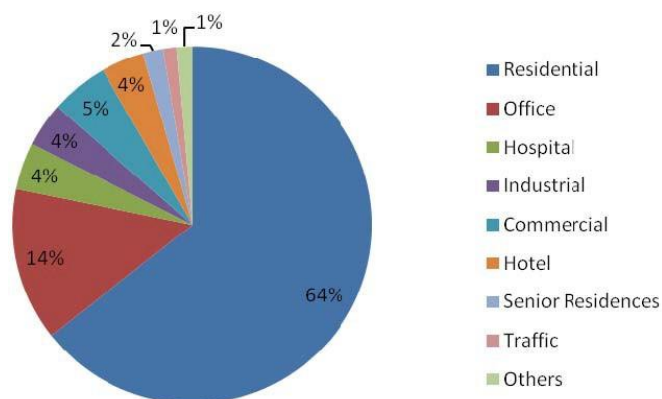
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

Country	No. of lifts installed	No. of lifts sold annually
Austria	100.432	2.496
Belgium	75.000	2.553
Czech Republic	112.000	1.920
Denmark	27.527	850
Finland	49.500	895
France	460.000	11.018
Germany	650.000	9.984
Greece	397.000	7.100
Hungary	29.800	1.170
Italy	850.000	13.400
Luxembourg	7.917	410
The Netherlands	85.300	2.913
Poland	81.683	3.410
Portugal	140.000	3.400
Spain	910.563	33.836
Sweden	129.000	1.310
United Kingdom	247.000	7.079
Norway	35.300	833
Switzerland	151.500	1.995
Total	4.539.522	110.572

Πίνακας 6.1: Εγκατεστημένες και πωλούμενες μονάδες ανελκυστήρων ετησίως (πηγή: E4 mainreport).

Στο **Πίνακα 6.2** παρουσιάζεται η κατανομή των εγκατεστημένων ανελκυστήρων ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου. Οι ανελκυστήρες κατοικιών αντιπροσωπεύουν μακράν τη μεγαλύτερη ομάδα με λίγο κάτω από 2,9 εκατομμύρια ανελκυστήρες σε χρήση. Ακολουθεί ο τριτογενής τομέας με περίπου 1,4 εκατομμύρια εγκατεστημένους ανελκυστήρες και ο βιομηχανικός τομέας έχει μόνο 180.000 ανελκυστήρες.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612



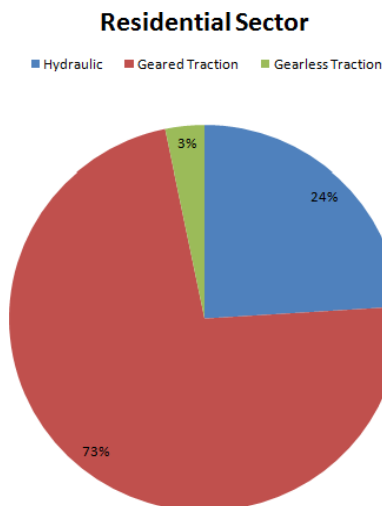
Πίνακας 6.2: Κατανομή ανελκυστήρων ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου (πηγή: E4 mainreport).

Sector	Technology	No. of Units	Load (kg)	Rise (m)	Speed (m/s)	Motor Power (kW)	Trips /year
Residential	Hydraulic	699.340	461	16	0,8	8,7	44.900
	Gearless	2.118.866	392	17	1	4,8	62.300
	Gearless	94.310	608	22	1	6,0	131.000
Office	Hydraulic	176.515	693	23	0,9	16,7	164.000
	Gearless	330.323	703	25	1,4	12,7	232.000
	Gearless	121.570	760	33	1,6	11,7	242.000
Hospital	Hydraulic	29.712	1.264	12	0,7	11,8	278.000
	Gearless	147.410	1.258	17	1,1	11,8	382.000
	Gearless	26.050	1.275	28	1,3	19,4	565.000
Industrial	Hydraulic	52.914	1.817	13	0,6	24,5	43.000
	Gearless	134.547	1.120	12	0,6	15,0	73.000
	Gearless	241	1.160	8	1,0	17,9	27.600
Commercial	Hydraulic	57.314	963	14	1,1	15,2	142.000
	Gearless	169.035	920	12	1,1	14,6	192.000
	Gearless	15.822	945	11	1,3	11,9	224.000
Hotel	Hydraulic	30.926	1.024	15	0,6	16,3	86.000
	Gearless	114.232	873	18	0,9	10,3	199.000
	Gearless	23.702	1.114	24	1,6	15,4	220.000
Other	Hydraulic	20.173	1.024	14	0,67	8	144.000
	Gearless	114.410	873	20	1,1	8	298.000
	Gearless	59.739	1.114	21	1,4	15	493.000

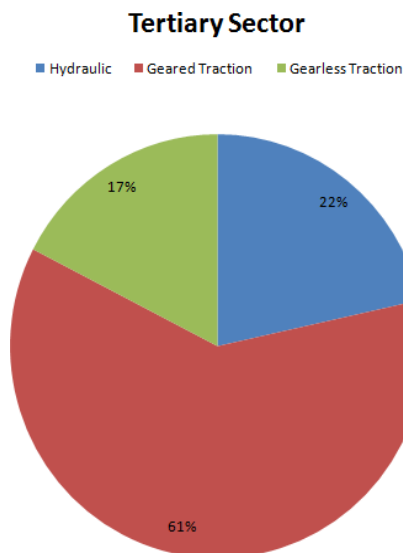
Πίνακας 6.3: Μέση χαρακτηριστικά των ευρωπαϊκών ανελκυστήρων (πηγή: E4 mainreport).

Όταν τα στοιχεία από μια χώρα λείπουν ή είναι ανεπαρκή, αντλούνται από τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί για άλλες παρόμοιες χώρες ή από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο.

Τα επόμενα τρία σχήματα δείχνουν την κατανομή των ανελκυστήρων σε κάθε τομέα, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία.

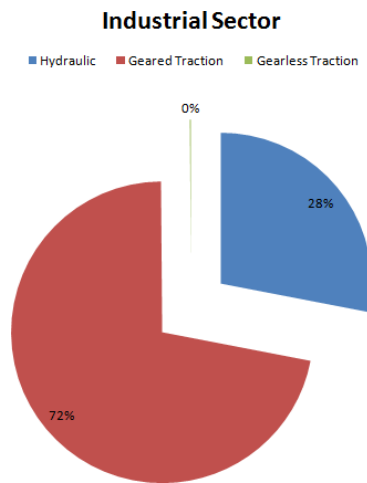


Πίνακας 6.4: Κατανομή των ανελκυστήρων ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται στον οικιακό τομέα (πηγή: E4 mainreport).



Πίνακας 6.5: Κατανομή των ανελκυστήρων ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται στον τριτογενή τομέα (πηγή: E4 mainreport).

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612



Πίνακας 6.6: Κατανομή των ανελκυστήρων ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται στον βιομηχανικό τομέα (πηγή: E4 mainreport).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ISO

7.1 Γερμανικό πρότυπο VDI 4707 και διεθνή συστήματα αξιολόγησης κτιρίων

Η κατευθυντήρια γραμμή VDI 4707 που δημοσιεύθηκε το 2009, ασχολείται με την ενεργειακή απόδοση των ανελκυστήρων. Σκοπός της είναι να καθιερώσει και να παράσχει μια διαφανή αναπαράσταση της αξιολόγησης και της ταξινόμησης της ενεργειακής ζήτησης και κατανάλωσης των ανελκυστήρων σύμφωνα με τυποποιημένα κριτήρια. Αυτό βασίζεται σε έναν υπολογισμό της ζήτησης και της κατανάλωσης.

Η κατευθυντήρια γραμμή απευθύνεται σε κατασκευαστές, αρχιτέκτονες, συμβούλους σχεδιασμού, εταιρείες συναρμολόγησης/συντήρησης, φορείς καθώς και σε οργανισμούς. Η κατευθυντήρια γραμμή ισχύει για όλους τους τύπους κτιρίων.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και των προτύπων είναι η κινητήρια δύναμη για την καθιέρωση αρχών που ισχύουν σε εθνικό επίπεδο για την Ομοσπονδιακή Δημοκρατία της Γερμανίας, οι οποίες θα επέτρεπαν την ενεργειακή κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των ανελκυστήρων να μετράται, να αξιολογείται, να βαθμολογείται και να αναφέρεται με διαφανή τρόπο. Τα αποτελέσματα μπορούν να υποστηρίξουν την αποτελεσματική χρήση των πόρων και αποτελούν ποιοτικό χαρακτηριστικό των ανελκυστήρων και της λειτουργίας καθώς οδηγούν σε βιώσιμη διαχείριση. Ταυτόχρονα, ο σχεδιασμός ανελκυστήρων ενεργειακής ποιότητας μπορεί να αποτελέσει μακροπρόθεσμη και αποτελεσματική συμβολή σε ένα ασφαλέστερο περιβάλλον στο μέλλον, μέσω των χαμηλότερων περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Είναι γεγονός ότι, προκειμένου να επιτευχθεί παγκοσμίως ο στόχος του εξορθολογισμού της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας των κτιρίων, πρέπει να λάβουμε υπόψη όχι μόνο την ενεργειακή απόδοση αλλά και την οικολογική ισορροπία. Η παρούσα κατευθυντήρια γραμμή ισχύει για την αξιολόγηση και βαθμονόμηση της ενεργειακής απόδοσης νέων ανελκυστήρων για άτομα και αγαθά. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να προσδιοριστεί εκ των υστέρων η ενεργειακή απόδοση των υφιστάμενων ανελκυστήρων, των δεδομένων ενεργειακής ζήτησης και για τον προσδιορισμό της ενεργειακής απόδοσης των μελλοντικών ανελκυστήρων. Σκοπός της παρούσας κατευθυντήριας γραμμής είναι να δώσει τη δυνατότητα σε μια καθολικά κατανοητή και διάφανη αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των ανελκυστήρων με βάση τις μεθόδους για την αξιολόγηση και τον έλεγχο της ενεργειακής τους απόδοσης, ζήτησης. Αυτό παρέχει στους κατασκευαστές, στους αρχιτέκτονες, συμβούλους σχεδιασμού και τους φορείς εκμετάλλευσης, καθώς και τις εποπτικές εταιρείες την ευκαιρία να συμπεριλάβουν την ενεργειακή ζήτηση των ανελκυστήρων στην αξιολόγηση των ενεργειακών επιδόσεων των κτιρίων και να επιλέγουν επωφελώς προϊόντα.

Η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια για τυποποίηση των μετρήσεων ενέργειας και κατηγοριοποίηση των ανελκυστήρων η οποία έχει την αποδοχή από την ευρωπαϊκή αγορά ωστόσο υπάρχουν μειονεκτήματα στην μέθοδο. Ήδη κάποιοι φορείς εκτελούν μετρήσεις και χορηγούν πιστοποιητικά με βάση το πρότυπο αυτό.

Τα κύρια σημεία του VDI 4707:

1. Τυποποιεί τον τρόπο που πρέπει να γίνονται οι μετρήσεις:

α) Ορίζει τον κύκλο αναφοράς, κατά τον οποίο πρέπει να γίνεται η μέτρηση της κατανάλωσης.

β) Η μέτρηση της standby κατανάλωσης πρέπει να γίνεται 5 λεπτά μετά το τέλος της τελευταίας κίνησης.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

2. Ορίζει την ειδική κατανάλωση κατά την κίνηση:

Η ειδική κατανάλωση κατά την κίνηση είναι η τιμή που προκύπτει αν διαιρέσουμε το αποτέλεσμα της μέτρησης κατά τον κύκλο αναφοράς με το ονομαστικό φορτίο και τη διαδρομή που διανύθηκε.

3. Δίνει τις τιμές για την κατηγοριοποίηση του ανελκυστήρα κατά την κίνηση και κατά την αναμονή,

Ειδική κατανάλωση ενέργειας (mWh /kg.m)	≤ 0,56	≤ 0,84	≤ 1,26	≤ 1,89	≤ 2,80	≤ 4,20	> 4,20
Κλάση	A	B	C	D	E	F	G

Ισχύς (W)	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
Κλάση	A	B	C	D	E	F	G

Πίνακας 7.1: Κατηγορίες ανελκυστήρων με βάση τη κατανάλωση κατά την εκκίνηση και την αναμονή (πηγή:KLEEMANN).

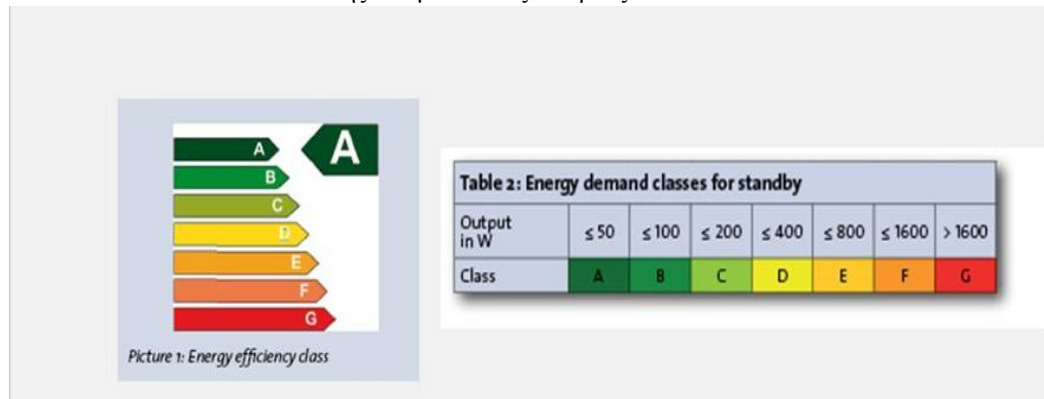
4. Ορίζει τις κατηγορίες χρήσης του ανελκυστήρα

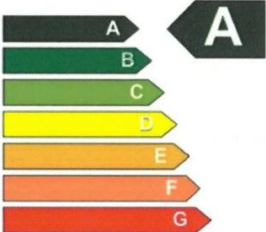
Usage category	1	2	3	4	5
Usage intensity/ frequency	very low very seldom	low seldom	medium occasionally	high frequently	very high very frequently
Average travel time in hours per day ¹	0.2 (≤ 0,3)	0.5 (> 0,3-1)	1.5 (> 1-2)	3 (> 2-4,5)	6 (> 4,5)
Average standby time in hours per day	23.8	23.5	22.5	21	18
Typical types of buildings and use	- residential building with up to 6 dwellings - small office or administrative building with few operation	- residential building with up to 20 dwellings - small office or administrative building with 2 to 5 floors - small hotels - goods lift with few operation	- residential building with up to 50 dwellings - small office or administrative building with up to 10 floors - medium-sized hotels - goods lift with medium operation	- residential building with more than 50 dwellings - tall office or administrative building with more than 10 floors - large hotel - small to medium-sized hospitals - goods lift in production process with a single shift	- office or administrative building over 100 m in height - large hospital - goods lift in production process with several shifts

Πίνακας 7.2: Κατηγορίες χρήσης για ανελκυστήρες σύμφωνα με το VDI 4707(πηγή:KLEEMANN).

5. Κατηγοριοποιεί συνολικά τον ανελκυστήρα σε κλάσεις (A-G)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
 Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
 Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612



Lift energy efficiency certificate according to VDI 4707 Part 1		
Manufacturer: Yungtay Engineering Co., LTD.		Energy efficiency class A 
Location: No. 1352, Chun Jih Rd., Taoyuan District, Taoyuan City, Taiwan		
Lift model: YHVF		
Lift type: Passenger Lift		
Serial number: ET94D12		
Rated load: 2000 kg		Nominal demand per year for rated values as shown: 22,443 kWh
Rated speed: 4.0 m/s		
Operating days per year: 365		
Standby demand: 218 W	Specific travel demand: 0.333 mWh/(kg*m)	
Energy demand class D	Energy demand class A	
Usage category 5 according to VDI 4707 Comparisons of energy efficiency classes are possible under equal usage only.		
Date: 01.07.2020 Reference: VDI 4707 Part 1 (Issue 03-2009)		

Εικόνα 7.1:Συνολική κατηγοριοποίηση ανελκυστήρων (πηγή:YUNG TAY Engineering).

Τα λοιπά διεθνή συστήματα αξιολόγησης κτιρίων είναι:

- LEED – USA (Leadership in Energy and Environmental Design). Χρησιμοποιείται σε 24 χώρες συμπεριλαμβανομένου και του του UK.
- BREEAM – UK (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) Χρησιμοποιείται σε UK, Ολλανδία και Μ.Ανατολή.
- GreenStar – Australia. Χρησιμοποιείται σε Αυστραλία, Ν.Ζηλανδία και Ν.Αφρική.

7.2 Πρότυπο ISO25745-2

Το παρόν διεθνές πρότυπο εκπονήθηκε (δημοσιεύθηκε το 2015), ως απάντηση στην ταχέως αυξανόμενη ανάγκη να διασφαλιστεί και να υποστηριχθεί η αποδοτική και αποτελεσματική χρήση της ενέργειας και παρέχει:

- α) μια μέθοδο για την εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας σε ημερήσια και ετήσια βάση για τους ανελκυστήρες, και
- β) μια μέθοδο για την ενεργειακή ταξινόμηση νέων, υφιστάμενων ή εκσυγχρονισμένων ανελκυστήρων.

Προορίζεται να αποτελέσει σημείο αναφοράς για τα ακόλουθα μέρη: κατασκευαστές/ιδιοκτήτες κτιρίων για την αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης διαφόρων ανελκυστήρων, ιδιοκτήτες κτιρίων και εταιρείες παροχής υπηρεσιών κατά τον εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, τους εγκαταστάτες και τους παρόχους συντήρησης ανελκυστήρων, σύμβουλους και αρχιτέκτονες που εμπλέκονται στις προδιαγραφές των ανελκυστήρων και επιθεωρητές και άλλα τρίτα μέρη που παρέχουν υπηρεσίες ενεργειακής ταξινόμησης.

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των ανελκυστήρων αποτελείται από την ενέργεια για την κατασκευή, την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη διάθεσιμότητα των ανελκυστήρων. Ωστόσο, για τους σκοπούς του παρόντος Διεθνούς Προτύπου, εξετάζεται μόνο η ενεργειακή απόδοση λειτουργίας (λειτουργία, αδράνεια και αναμονή).

Κατά την προετοιμασία του παρόντος διεθνούς προτύπου, η τεχνική επιτροπή ISO/TC 178, υποεπιτροπή WG10, ξεκίνησε εκτεταμένη έρευνα, η οποία περιελάμβανε πάνω από 4500 προσομοιώσεις τυπικών εγκαταστάσεων ανελκυστήρων. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν για την παροχή των αριθμητικών τιμών.

Το παρόν διεθνές πρότυπο εξετάζει μόνο τους ανελκυστήρες έλξης, υδραυλικής και θετικής κίνησης, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναφορά για εναλλακτικές τεχνολογίες.

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σχέση με τους σκοπούς της εθνικής/περιφερειακής δικαιοδοσίας για την ενεργειακή απόδοση. Θεωρείται ότι, όταν η ενεργειακή απόδοση ενός ανελκυστήρα αξιολογείται σύμφωνα με το παρόν διεθνές πρότυπο, όλα τα στοιχεία του ανελκυστήρα έχουν σχεδιαστεί σύμφωνα με τις συνήθεις πρακτικές μηχανικής και τους κώδικες υπολογισμού, είναι υγιούς μηχανικής και ηλεκτρικής κατασκευής, είναι κατασκευασμένα από υλικά επαρκούς αντοχής και κατάλληλης ποιότητας, είναι απαλλαγμένα από ελαττώματα, διατηρούνται σε καλή κατάσταση επισκευής και λειτουργίας και έχουν επιλεγεί και εγκατασταθεί έτσι ώστε να έχουν ληφθεί υπόψη οι προβλέψιμες περιβαλλοντικές επιδράσεις και οι ειδικές συνθήκες εργασίας.

Το παρόν μέρος του ISO 25745 καθορίζει τα ακόλουθα:

α) μια μέθοδο για την εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας με βάση μετρούμενες τιμές, υπολογισμό ή προσομοίωση, σε ετήσια βάση, για ανελκυστήρες έλξης, υδραυλικούς και θετικής κίνησης σε βάση μίας μονάδας,

β) σύστημα ενεργειακής ταξινόμησης για νέους, υφιστάμενους και εκσυγχρονισμένους ανελκυστήρες έλξης, υδραυλικούς και θετικής κίνησης σε βάση μίας μονάδας,

Αυτό το μέρος του ISO 25745 εφαρμόζεται σε ανελκυστήρες επιβατών και εμπορευμάτων με ονομαστική ταχύτητα μεγαλύτερη από 0,15 m/s και εξετάζει μόνο την ενεργειακή απόδοση κατά το λειτουργικό τμήμα του κύκλου ζωής των ανελκυστήρων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: Για άλλους τύπους ανελκυστήρων (π.χ. ανελκυστήρες εξυπηρέτησης, πλατφόρμες ανύψωσης κ.λπ.), το παρόν μέρος του ISO 25745 μπορεί να ληφθεί ως αναφορά. Το παρόν μέρος του ISO 25745 δεν καλύπτει ενεργειακές πτυχές, οι οποίες επηρεάζουν τις μετρήσεις, τους υπολογισμούς και τις προσομοιώσεις, όπως οι ακόλουθες:

- α) φωτισμός ανελκυστήρων,
- β) εξοπλισμός θέρμανσης και ψύξης στο θάλαμο ανελκυστήρα,
- γ) φωτισμός μηχανοστασίου,
- δ) θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός του μηχανοστασίου,
- ε) συστήματα προβολής μη ανελκυστήρων, κάμερες ασφαλείας CCTV, κ.λπ,
- στ) συστήματα παρακολούθησης μη ανελκυστήρων (π.χ. συστήματα διαχείρισης κτιρίων)
- ζ) επίδραση της αποστολής ομάδων ανελκυστήρων στην κατανάλωση ενέργειας,
- η) περιβαλλοντικές συνθήκες,

- θ) κατανάλωση μέσω των πριζών,
- ι) ανελκυστήρες των οποίων η διαδρομή περιλαμβάνει ζώνη εξπρές.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2: Μια ζώνη εξπρές είναι απίθανο να επηρεάσει το μέσο φορτίο του θαλάμου, αλλά μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη μέση απόσταση διαδρομής. Η ζώνη εξπρές είναι συνήθως ένα μεγάλο μπλοκ ορόφων στο οποίο ο ανελκυστήρας λειτουργεί σε λειτουργία εξπρές που σας μεταφέρει γρηγορότερα στον προορισμό σας.

Ένας ανελκυστήρας έλξης είναι ο πιο ενεργειακά αποδοτικός, αλλά, η εξοικονόμηση ενέργειας δεν πρέπει να γίνεται εις βάρος της διάρκειας ζωής ενός ανελκυστήρα και των εξαρτημάτων του. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η προβλεπόμενη εφαρμογή κατά την επιλογή ενός ανελκυστήρα. Οι ανελκυστήρες μπορεί να έχουν χαμηλή χρήση και υψηλό ονομαστικό φορτίο, για παράδειγμα, όπου μια υδραυλική μονάδα μπορεί να προσφέρει μια βιώσιμη λύση, διατηρώντας παράλληλα μια αποδεκτή κατανάλωση ενέργειας.

Στην περίπτωση των ανελκυστήρων, η κατανάλωση ενέργειας μετράται μετά από στάση 5 λεπτών και πάλι μετά από μια διαδρομή προς τα πάνω, άνοιγμα και κλείσιμο των θυρών και μια διαδρομή προς τα κάτω. Στο πρότυπο ENISO 25745-2, πραγματοποιείται πρόσθετη μέτρηση της ισχύος αναμονής αφού ο ανελκυστήρας παραμείνει ακινητοποιημένος για 30 λεπτά. Ο σκοπός αυτής της πρόσθετης μέτρησης είναι η καλύτερη κατανόηση της επίδρασης της μακροχρόνιας ακινησίας στην κατανάλωση ενέργειας του ανελκυστήρα, όπου δίνεται στην εγκατάσταση 30 λεπτά για να μεταβεί στην πιο ενεργειακά αποδοτική ρύθμιση αναμονής. Επίσης, το ENISO 25745-2 περιγράφει μια μέθοδο μέτρησης 24 ωρών, παρέχοντας μια ρεαλιστική εικόνα ειδικά για ανελκυστήρες που είναι εξοπλισμένοι με σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρία).

7.3 Μέθοδος υπολογισμού ISO25745-2

Η μέθοδος βασίζεται στη γνώση τριών συνολικά δεδομένων: γνωστά δεδομένα, μετρούμενα δεδομένα και εκτιμώμενα δεδομένα. Τα γνωστά δεδομένα για την εγκατάσταση είναι τα δεδομένα σχεδιασμού. Τα δεδομένα αυτά είναι: ονομαστική ταχύτητα, ονομαστικό φορτίο, τιμή επιτάχυνσης, τιμή τραβήγματος, απόσταση από τερματικό δάπεδο σε τερματικό δάπεδο, ο αριθμός των στάσεων, ο χρόνος για το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρών του ανελκυστήρα.

Τα μετρούμενα δεδομένα λαμβάνονται με τη μέθοδο που καθορίζεται στο ENISO 25745-1: 2012, είτε από μία πραγματική εγκατάσταση ή από μια εγκατάσταση πύργου δοκιμών που έχει ρυθμιστεί για να προσομοιάζει την εγκατάσταση. Τα δεδομένα αυτά είναι: κατανάλωση ενέργειας λειτουργίας στον κύκλο αναφοράς που ορίζεται από το πρότυπο, ενέργεια αδρανείας σε κατάσταση στάσης, κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση αναμονής. Στη περίπτωση έλλειψης μετρούμενων δεδομένων, οι τιμές που λαμβάνονται είναι προσομοίωσης. Τα εκτιμώμενα δεδομένα αποτελούν ένδειξη της δραστηριότητας της εγκατάστασης που κυμαίνεται από πολύ χαμηλή έως πολύ υψηλή δραστηριότητα. Τα δεδομένα αυτά αντιπροσωπεύονται από τον αριθμό των διαδρομών ανά ημέρα.

Η εκτιμώμενη ημερήσια κατανάλωση ενέργειας (E_d), ενός ανελκυστήρα είναι το άθροισμα της τρέχουσας κατανάλωσης (E_{rd}) και της κατανάλωσης σε κατάσταση αναμονής (E_{sd}):

(7.1)

Η εκτιμώμενη ημερήσια κατανάλωση λειτουργίας (E_{rd}) εξαρτάται από την ενέργεια που χρησιμοποιείται για ένα μέσο ταξίδι που κάνει ο ανελκυστήρας και πολλαπλασιάζεται με τον αριθμό των διαδρομών σε μια ημέρα (n_d).

Η κατανάλωση ενέργειας λειτουργίας (E_{rc}) που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση του κύκλου αναφοράς του ISO δίνεται από την ακόλουθη σχέση - μέτρηση, που πραγματοποιείται σύμφωνα με το ENISO 25745-1: 2012. Αυτή η μέτρηση της ενέργειας κίνησης αφορά έναν άδειο θάλαμο που διανύει την απόσταση μεταξύ των τερματικών σταθμών (src). Η απόσταση που διανύεται για ένα μέσο ταξίδι (sav), είναι μικρότερη από την απόσταση μεταξύ των τερματικών και μπορεί να εκφραστεί ως ποσοστό της απόστασης (src), δηλαδή, ως επι τις εκατό:

$$(\%S) = \text{sav/src} \quad (7.2)$$

Η μέτρηση της ενέργειας κίνησης γίνεται με άδειο θάλαμο. Σε λειτουργία ο ανελκυστήρας μεταφέρει φορτία επιβατών από μηδέν έως το πλήρες ονομαστικό φορτίο. Γενικά, το μέσο φορτίο είναι χαμηλό. Για φορτωμένους θαλάμους, η ενέργεια λειτουργίας πρέπει να πολλαπλασιαστεί με έναν συντελεστή φορτίου (K_L). Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται για τη διόρθωση της τιμής της κατανάλωσης ενέργειας των ανελκυστήρων που κινούνται κενοί, σε σχέση με ένα μέσο φάσμα φορτίου και προκύπτει πολλαπλασιάζοντας το % της αναλογίας διαδρομής με το ποσοστό της ενέργειας διαδρομής αναφοράς που καταναλώνεται. Έτσι, η ημερήσια κατανάλωση λειτουργίας (E_{rd}) σε Wh δίνεται από την εξίσωση:

(7.3)

όπου:

n_d είναι ο αριθμός των ταξιδιών ανά ημέρα,

είναι η ποσοστιαία μέση απόσταση ταξιδιού ανά διαδρομή για μια εγκατάσταση,

είναι ο συντελεστής φορτίου ανά ταξίδι,

είναι η μετρούμενη ή εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας λειτουργίας του κύκλου αναφοράς ISO (δύο ταξίδια) σε Wh.

Ο αριθμός των διαδρομών ανά ημέρα (nd) για μια εγκατάσταση είναι είτε γνωστός, είτε μπορεί να εκτιμηθεί, είτε λαμβάνεται από τον **Πίνακα 7.3** του ISO. Ο αριθμός των διαδρομών καθορίζει την κατηγορία χρήσης για τυχόν υπολογισμούς.

Usage category	1	2	3	4	5
Usage intensity	very low	low	medium	high	very high
Number of trips per day (n_d)	50	125	300	750	1500
Typical range	<75	75-200	200-500	500-1000	1000-2000

Πίνακας 7.3: Κατηγοριοποιημένος αριθμός εκκινήσεων ανά ημέρα (πηγή: ISO/DIS 25745-2).

Οι πίνακες που διατίθενται στο ISO/DIS 25745-2, αντιστοιχούν σε μέσα κτίρια με ομοιογενή κατανομή του πληθυσμού ανά όροφο και χωρίς ζώνες εξπρές, στις οποίες η υπηρεσία ανελκυστήρα από τισώρες εργασίας και κατά τη διάρκεια των Σαββατοκύριακων, ακολουθούν τα γενικά πρότυπα για τα γραφεία και για κτίρια κατοικίες. Όταν το κτίριο έχει

ανομοιογενή κατανομή του πληθυσμού ή παρουσιάζει αντισυμβατική λειτουργία, μπορεί να είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν επιτόπιες μετρήσεις κυκλοφορίας ή προσομοιώσεις. Οι συντελεστές φόρτισης του προτύπου περιλαμβάνουν επίσης εκτίμηση της κατανομής της κυκλοφορίας.

Το ποσοστό της μέσης απόστασης διαδρομής (%S) μπορεί να ληφθεί από τον **Πίνακα 7.4** του ISO, με βάση τη χρήση κατηγορία που επιλέχθηκε και τον αριθμό των πιθανών στάσεων στο εξυπηρετούμενο κτίριο.

Usage category	1 – 4	5
Number of stops	Percentage average travel distance	
2	100%	
3	67% #	
>3	44%	33%

Πίνακας 7.4: Ποσοστό της μέσης απόστασης ταξιδιού (%S). (πηγή: ISO/DIS 25745-2).

Η προτεινόμενη τιμή μπορεί να χρειαστεί να αναθεωρηθεί, εάν η κίνηση μεταξύ των δύο ορόφων του τερματικού σταθμού είναι κυρίαρχη. Στην περίπτωση αυτή η μέση απόσταση ταξιδιού μπορεί να τείνει προς το 100%. Να σημειωθεί ότι ο αριθμός των στάσεων για την εγκατάσταση είναι γνωστό δεδομένο.

Η τιμή για τον συντελεστή φορτίου (), μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τις παρακάτω εξισώσεις, όπου η τιμή για το ποσοστό του μέσου φορτίου του θαλάμου (%Q), λαμβάνεται από τον **Πίνακα 7.5** του ISO σύμφωνα με τη χρήση κατηγορία χρήσης και το ονομαστικό φορτίο.

Usage category	1 - 3	4	5
Rated load (kg)	Percentage of rated load (%Q)		
≤ 800	7.5	9.0	16.0
801 – ≤1275	4.5	6.0	11.0
1276 – ≤ 2000	3.0	3.5	7.0
>2000	2.0	2.2	4.5

Πίνακας 7.5: Μέσο φορτίο θαλάμου (πηγή: ISO/DIS 25745-2).

Υπολογισμός συντελεστή φορτίου :

Για ανελκυστήρες πρόσφυσης που αντισταθμίζονται στο 50%:

$$= 1 - (\%Q \times 0,0164) \quad (7.4)$$

Εύρος 0,97 - 0,74.

Για ανελκυστήρες έλξης που εξισορροπούνται στο 40%:

$$= 1 - (\%Q \times 0,0192) \quad (7.5)$$

Εύρος 0,96 - 0,69.

Για υδραυλικούς ανελκυστήρες χωρίς αντισταθμηση:

$$=1+(\% \times 0,0071) \quad (7.6)$$

Εύρος 1,02 - 1,11.

Για υδραυλικούς ανελκυστήρες με 35% εξισορρόπηση του βάρους του θαλάμου:

$$=1+(\%Q \times 0,0100) \quad (7.7)$$

Εύρος 1,02 - 1,16.

Για υδραυλικούς ανελκυστήρες με 70% εξισορρόπηση του βάρους του θαλάμου:

$$=1+(\%Q \times 0,0187) \quad (7.8)$$

Εύρος 1,04 - 1,30.

Οι τρεις πρώτες εξισώσεις αντιπροσωπεύουν κοινούς ανελκυστήρες έλξης και υδραυλικούς ανελκυστήρες. Οι παράμετροι που δίνονται στο αυτές τις εξισώσεις αναπτύχθηκαν από ένα υπολογιστικό μοντέλο ενός συστήματος ανελκυστήρα που εφαρμόζει ένα απλό κυκλοφοριακόμοτίβο για ένα σύνολο φορτίων ανελκυστήρα. Πιο εξελιγμένα πρότυπα κυκλοφορίας μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετικούς συντελεστές φορτίου.

Το εύρος που παρουσιάζεται αφορά τη χαμηλότερη και την υψηλότερη τιμή (%Q) στον **Πίνακα 7.5** του ISO. Πρέπει να σημειωθεί ότι ένα φορτίο σε έναν ανελκυστήρα έλξης μειώνει τη χρήση ενέργειας και σε έναν υδραυλικό ανελκυστήρα αυξάνει τη χρήση ενέργειας.

Η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση στάσης (αδράνειας/αναμονής) περιλαμβάνει δύο κύριες συνιστώσες:

$$(7.9)$$

όπου: το , είναι η ισχύς που χρησιμοποιείται όταν ο ανελκυστήρας βρίσκεται σε κατάσταση αδράνειας (W)(μετράται μετά την παύση των λειτουργιών της πόρτας, όταν έχει

σταματήσει σε έναν όροφο προσγείωσης). Το P_{avg} είναι η ισχύς που χρησιμοποιείται όταν ο ανελκυστήρας βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής (W). (μετράται μετά από 5 λεπτά αδράνειας).

Το R_{id} είναι ο λόγος του χρόνου αδράνειας κατά την κατανάλωση (τιμή < 1).

Το R_{st} είναι ο λόγος του χρόνου αναμονής όταν καταναλώνεται (τιμή < 1).

Το t_{avg} είναι ο χρόνος που απαιτείται για να διανυθεί η μέση απόσταση διαδρομής για την εγκατάσταση-στόχο, συμπεριλαμβανομένης της χρόνου θυρών (s). Να σημειωθεί, ότι ο πρώτος όρος στην εξίσωση 4 είναι ο χρόνος που ο ανελκυστήρας δεν λειτουργεί, δηλαδή: στέκεται.

Η ισχύς ρελαντί μετράται με άδειο θάλαμο και όταν οι λειτουργίες των θυρών έχουν σταματήσει. Η ισχύς αναμονής μετράται μετά από 5 λεπτά αδράνειας. Η μέθοδος ISO λαμβάνει υπόψη συστήματα που μπορούν να παραμείνουν σε δεύτερη κατάσταση αναμονής έως και 30 λεπτά. Αυτό το δεν λαμβάνεται υπόψη εδώ.

Οι τιμές για τα R_{id} και R_{st} μπορούν να ληφθούν από τον **πίνακα 7.6** του ISO.

Usage category		1	2	3	4	5
Time ratios (<1)	R_{id}	0.13	0.23	0.36	0.45	0.42
	R_{st}	0.87	0.77	0.64	0.55	0.58

Πίνακας 7.6: Αναλογίες χρόνου σε κατάσταση αδράνειας και αναμονής (πηγή: ISO/DIS 25745-2).

Ο χρόνος (t_{avg}) για να διανυθεί η μέση απόσταση (s) δίνεται από την εξίσωση:

(7.10)

όπου:

v είναι η ονομαστική ταχύτητα (m/s),

j είναι η ονομαστική ώθηση (m/s²),

είναι ο χρόνος για το άνοιγμα, το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρών του ανελκυστήρα στις προσγείωσεις (s).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

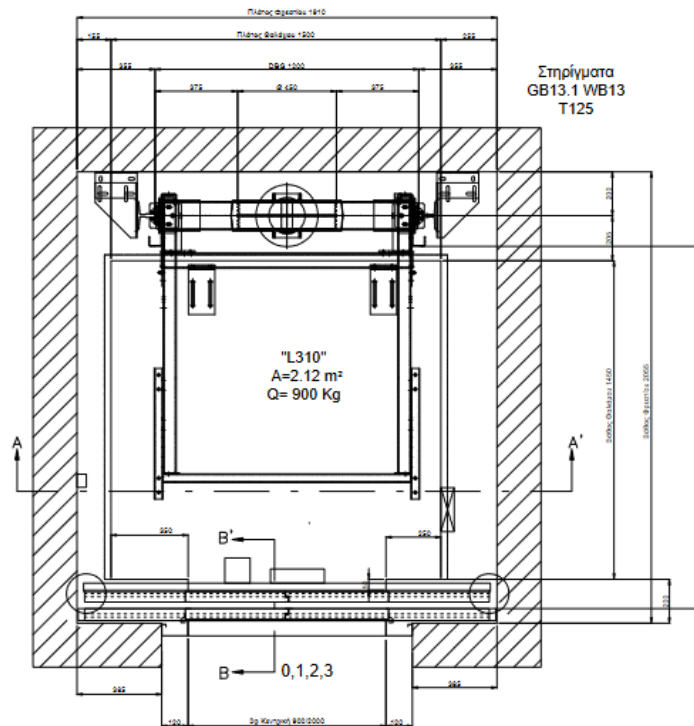
8.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά ανελκυστήρα

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

Η συγκεκριμένη ενεργειακή μελέτη πραγματοποιήθηκε σε υδραυλικό ανελκυστήρα με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

Ανελκυστήρας: Ατόμων,
Κατασκευαστής μηχανής: KLEEMANN 16KW,
Έμβολο/τροχαλία: $\Phi 110 \times 5 \times 6700$ / $\Phi 450$,
Ανάρτηση/Συρματόσχοινα: 2:1/ $6\Phi 11 \text{ mm}$,
Οδηγοί: $125 \times 82 \times 16 \text{ mm}$,
Ταχύτητα λειτουργίας: $0,63 \text{ m/s}$,
Κατασκευαστής πίνακα: STAGEHELLAS,
Θύρα θαλάμου: αυτόματη,
Μήκος ανύψωσης: $12,7 \text{ m}$,
Όροφοι/στάσεις: 0, 1, 2, 3,
Ονομαστικό φορτίο/άτομα: 900 Kg / 12,
Τύπος αρπάγης: ακαριαίας πέδησης.



Σχήμα 8.1: Κάτοψη φρεατίου σε κλίμακα 1:10.

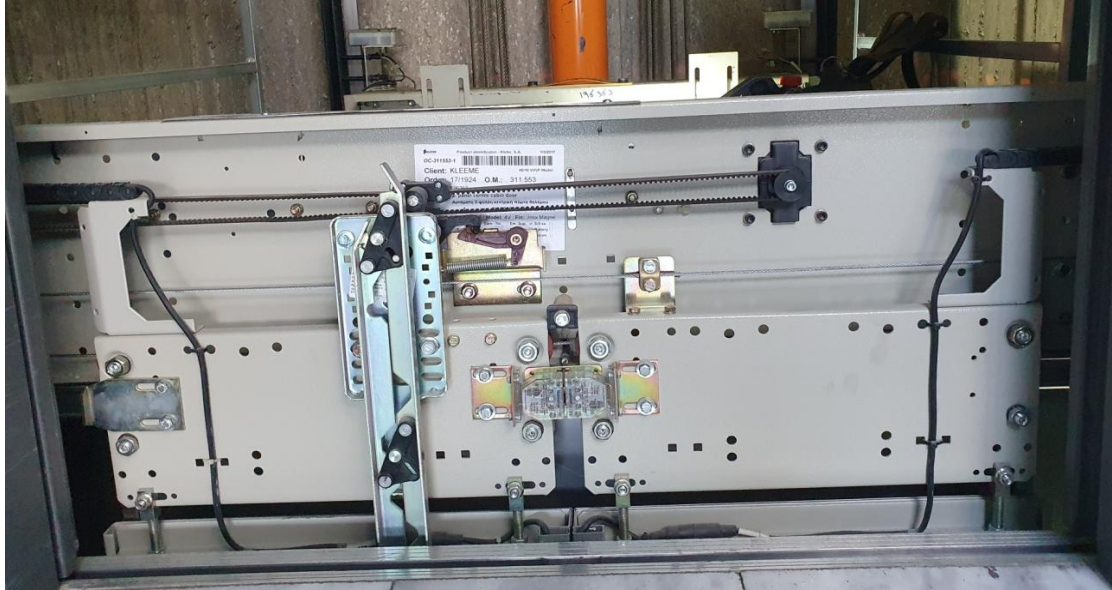


Εικόνα 8.1: Κάτω μέρος πλαισίου ανελκυστήρα.



Εικόνα 8.1: Άνω μέρος πλαισίου ανελκυστήρα.

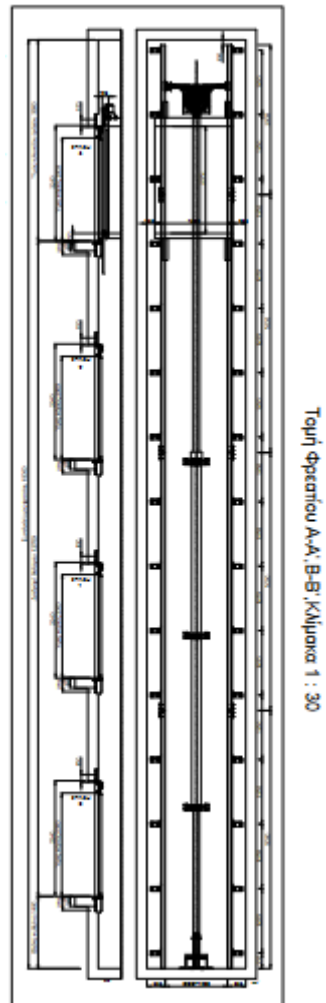
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612



Εικόνα 8.1: Μηχανισμός αυτόματης πόρτας θαλάμου.



Εικόνα 8.1: Εξωτερική θύρα θαλάμου.

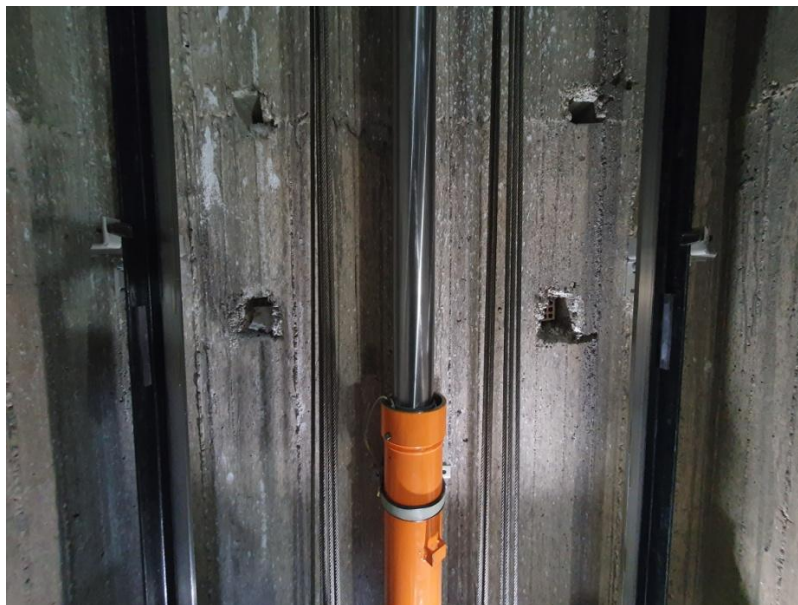


Σχήμα 8.2:Τομή φρεατίου σε κλίμακα 1:30.

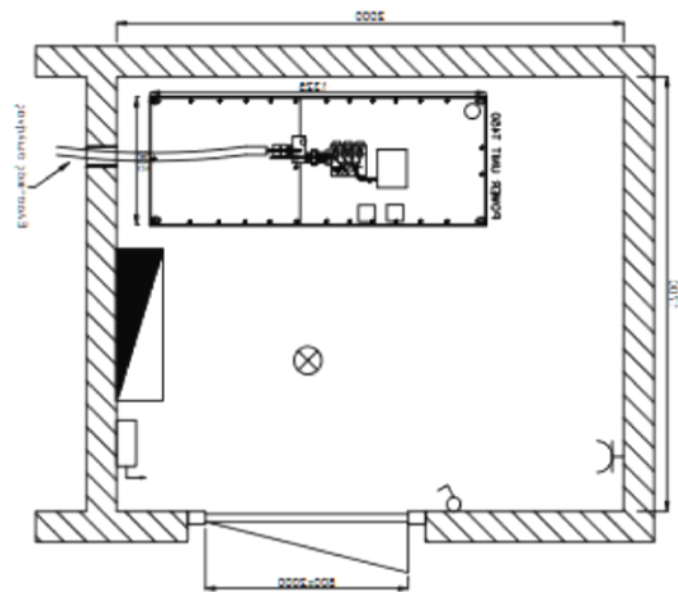
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612



Εικόνα 8.1:Θάλαμος και κομβιοδόχος ανελκυστήρα.



Εικόνα 8.1: Έμβολο, συρματόσχοινα και οδηγοί φρεατίου.

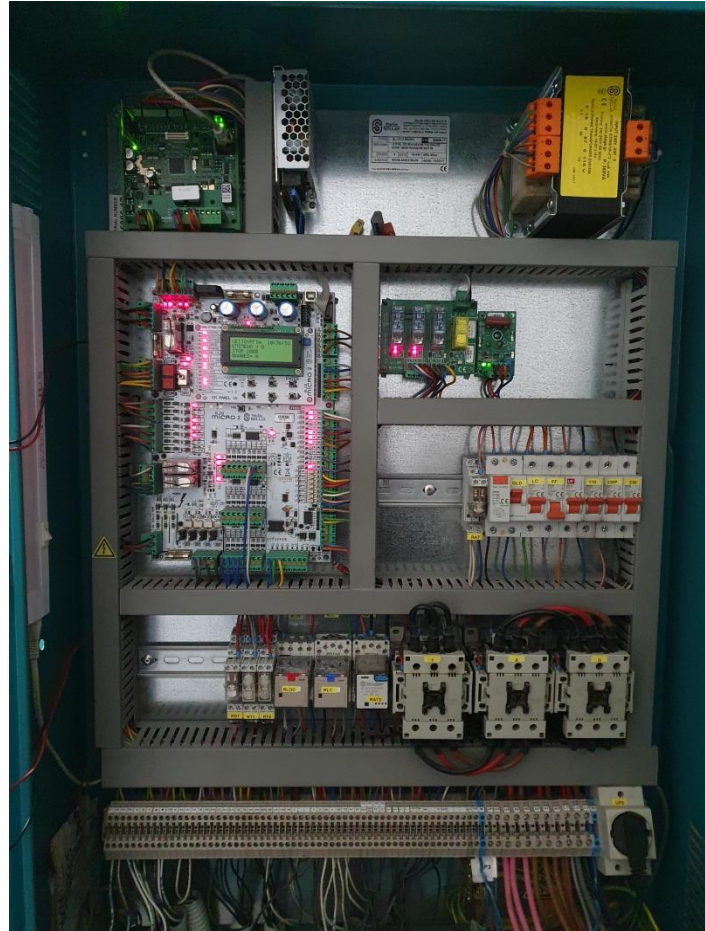


Σχήμα 8.3: Κάτοψη μηχανοστασίου σε κλίμακα 1:10



Εικόνα 8.1: Δεξαμενή λαδιού και αντλία εμβόλου.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612



Εικόνα 8.3: Πίνακας ανελκυστήρα.

Τεχνικά χαρακτηριστικά πίνακα ανελκυστήρα:

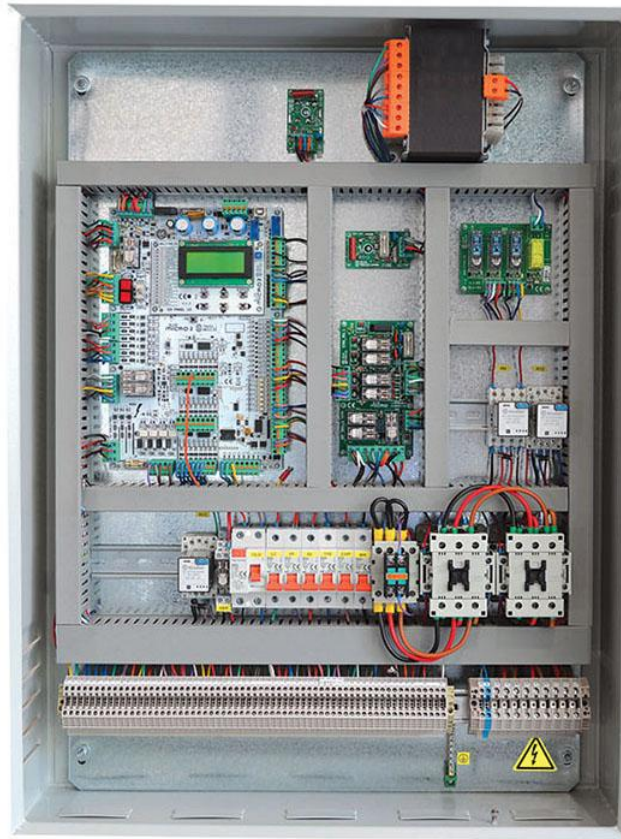
Τύπος: Υδραυλικός,

Ταχύτητα: 1m/sec μέγιστη,

Στάσεις: Μέχρι 32,

Λειτουργία: Αυτόματη με ένα κουμπί, καθόδου, ανόδου-καθόδου,

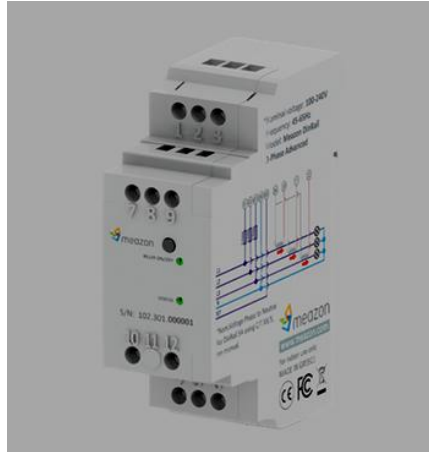
Multiplex: Duplex, Triplex, Quadruplex.



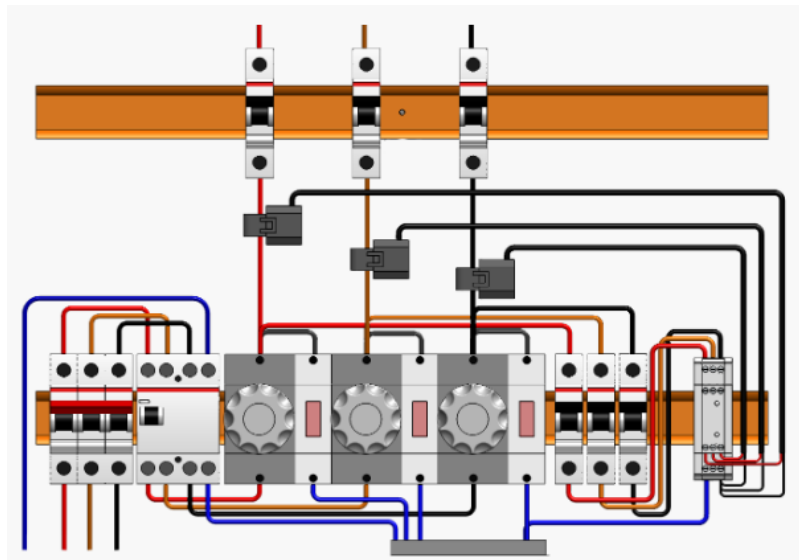
Εικόνα 8.4 Πίνακας ανελκυστήρα EL.COmicro 2(πηγή STA.GEHELLAS).

8.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας

Το DINRAIL 3-PHASE ADVANCED της MEAZON είναι ένας μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας 3 φάσεων, ικανός για απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο της ενέργειας, κατανάλωσης ενός νοικοκυριού ή/και μιας βιομηχανίας. Το MEAZON DINRAIL 3-PHASE ADVANCED, είναι ένα σύστημα τύπου ράγας, συσκευή με μικρό μέγεθος (1,5 din) και είναι ικανή για παρακολούθηση, καταγραφή μετρήσεων και τον έλεγχο έως και τρεις ξεχωριστές γραμμές τροφοδοσίας / φορτία, ένα φορτίο τριών φάσεων, έναν ολόκληρο ηλεκτρικό πίνακα (είτε μονοφασικό, διφασικό ή τριφασικό). Διαθέτει τρεις μετασχηματιστές ρεύματος ώστε να μετράει οποιοδήποτε ηλεκτρικό φορτίο χωρίς περιορισμούς.



Εικόνα 8.5: Έξυπνος μετρητής DinRailAdvanced 3-phase της MEAZON (πηγή: MEAZON)



Εικόνα 8.6 Ηλεκτρικός πίνακας με DINRAIL 3-PHASE ADVANCED σε πίνακα 3 φάσεων(πηγή:MEAZON).

8.3 Διαδικασία και αποτελέσματα πειράματος

Το παρόν πείραμα πραγματοποιήθηκε σε υδραυλικό ανελκυστήρα 4 στάσεων σε δημόσια υπηρεσία στη πόλη της Πάτρας. Η περίοδος που διενεργήθηκε ήταν οι 3 μήνες (14 εβδομάδες), συγκεκριμένα (07/07/2022 – 13/10/2022). Παρακάτω παρουσιάζονται τα στοιχεία και τα αποτελέσματα του πειράματος.

Η καταγραφή των διαδρομών, των ανόδων και των καθόδων του ανελκυστήρα, πραγματοποιήθηκε μέσω του πίνακά του, με τη ενεργοποίηση ρύθμισης που ήταν εγκατεστημένη στον ίδιο. Συγχρόνως, το καταγραφικό της MEAZON, μετρούσε κάθε 30 δευτερόλεπτα και αποθήκευε στο cloud, την ισχύ (W) κάθε φάσης, την ηλεκτρική τάση (V) και την ένταση (A), στοιχεία που ήταν δυνατόν να παρακολουθήσεις και σε πραγματικό χρόνο. Ακόμα, ο μετρητής μπορεί και υπολογίζει ενεργό ισχύ (W), άεργο ισχύ (VAr), συντελεστή ισχύος και καταναλισκόμενη ενέργεια (W). Τέλος, μπορεί να υπολογίσει την ενέργεια που καταναλώθηκε (KWh) ανά ημέρα, ανά εβδομάδα και ανά μήνα.

Περίοδος	Σύνολο διαδρομών	Άνοδοι	Κάθοδοι	Άνοδοι/εβδομάδα	Κάθοδοι/εβδομάδα
07/07-14/07	2997	1869	1128	62%	38%
14/07-21/07	2887	1493	1394	52%	48%
21/07-28/07	3026	1582	1444	52%	48%
28/07-04/08	2784	1447	1337	52%	48%
04/08-11/08	2595	1340	1255	52%	48%
11/08-18/08	2352	1218	1134	52%	48%
18/08-25/08	2467	1308	1159	53%	47%
25/08-01/09	2577	1519	1058	59%	41%
01/09-08/09	2602	1543	1059	59%	41%
08/09-15/09	2734	1658	1076	61%	39%
15/09-22/09	2871	1764	1107	61%	39%
22/09-29/09	2988	1893	1095	63%	37%
29/09-06/10	2859	1822	1037	64%	36%
06/10-13/10	2798	1765	1033	63%	37%

Πίνακας 8.1: Διαδρομές ανελκυστήρα ανά εβδομάδα

Καταγράφοντας την ισχύ κάθε φάσης κάθε 15 δευτερόλεπτα, υπολογίστηκε η συνολική κατανάλωση ενέργειας του ανελκυστήρα και η κατανάλωση ενέργειας του ανελκυστήρα σε θέση λειτουργίας ανα ημέρα. Αυτό επιτεύχθηκε, προσθέτωντας τα watt των 3 φάσεων και διαιρώντας το δια το χίλια (1000) έτσι ώστε να προκύψουν KW. Κατανάλωση ανελκυστήρα σε KW:

$$(8.1) \quad \text{Κατανάλωση (KW)} = \frac{PHASEA + PHASEB + PHASEC}{1000}$$

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

Εν συνεχεία, τα νούμερα αυτά προστέθηκαν όλα μαζί και το αποτέλεσμα πολλαπλασιάστηκε με το 0,25, αφού οι μετρήσεις ήταν κάθε 15 δευτερόλεπτα, και στο τέλος διαιρέθηκε δια το 60, που αφορά τα λεπτά της 1 ώρας για να γίνει κιλοβατώρα (KWh).

$$\text{Συνολικ}\Psi \text{ καταν}\Phi\lambda\omega\sigma\eta \text{ ανελκυστ}\Psi\text{ρα αν}\Phi \text{ ημ}\chi\text{ρα(KWh)} = \Sigma_{\text{καταν}\Phi\lambda\omega\sigma\eta} \times \frac{0.25}{60} \quad (8.2)$$

Παρόμοια εργασία έγινε για να υπολογισθεί και η ενέργεια σε θέση λειτουργίας του ανελκυστήρα με μία διαφορά. Χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι τιμές KW που ήταν μεγαλύτερες του 1,5KW έτσι ώστε να απομακρυνθούν οι τιμές σε κατάσταση αναμονής.

Ημέρα	Συνολική Κατανάλωση Ανελκυστήρα (kWh)	Κατανάλωση Ανελκυστήρα σε Θέση Λειτουργίας (kWh)
7/7/2022	0,57	0,10
8/7/2022	0,46	0,14
9/7/2022	0,28	0,10
10/7/2022	0,28	0,10
11/7/2022	0,51	0,13
12/7/2022	0,56	0,16
13/7/2022	0,51	0,13
14/7/2022	0,52	0,12
15/7/2022	0,54	0,13
16/7/2022	0,30	0,06
17/7/2022	0,30	0,06
18/7/2022	0,48	0,15
19/7/2022	0,58	0,17
20/7/2022	0,57	0,13
21/7/2022	0,58	0,11
22/7/2022	0,56	0,20
23/7/2022	0,27	0,04
24/7/2022	0,27	0,04
25/7/2022	0,63	0,16
26/7/2022	0,44	0,11
27/7/2022	0,50	0,12
28/7/2022	0,55	0,25
29/7/2022	0,52	0,15
30/7/2022	0,29	0,07
31/7/2022	0,29	0,07

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

1/8/2022	0,49	0,15
2/8/2022	0,58	0,07
3/8/2022	0,43	0,15
4/8/2022	0,57	0,13
5/8/2022	0,52	0,24
6/8/2022	0,26	0,14
7/8/2022	0,26	0,14
8/8/2022	0,54	0,14
9/8/2022	0,55	0,16
10/8/2022	0,49	0,07
11/8/2022	110,31	113,34
12/8/2022	112,88	116,50
13/8/2022	0,30	0,12
14/8/2022	0,30	0,12
15/8/2022	0,65	0,11
16/8/2022	0,44	0,10
17/8/2022	0,65	0,05
18/8/2022	0,57	0,19
19/8/2022	0,54	0,08
20/8/2022	0,29	0,03
21/8/2022	0,29	0,03
22/8/2022	0,48	0,05
23/8/2022	0,57	0,17
24/8/2022	0,55	0,15
25/8/2022	0,52	0,19
26/8/2022	0,45	0,18
27/8/2022	0,26	0,10
28/8/2022	0,26	0,10
29/8/2022	0,51	0,14
30/8/2022	0,51	0,08
31/8/2022	0,53	0,25
1/9/2022	0,50	0,21
2/9/2022	0,58	0,22
3/9/2022	0,26	0,11
4/9/2022	0,26	0,11
5/9/2022	0,54	0,21
6/9/2022	0,55	0,13
7/9/2022	0,50	0,08
8/9/2022	0,55	0,07
9/9/2022	0,47	0,22
10/9/2022	0,24	0,08
11/9/2022	0,24	0,08

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

12/9/2022	0,49	0,18
13/9/2022	0,45	0,14
14/9/2022	0,51	0,23
15/9/2022	0,52	0,17
16/9/2022	0,64	0,09
17/9/2022	0,24	0,10
18/9/2022	0,24	0,10
19/9/2022	0,51	0,19
20/9/2022	0,63	0,12
21/9/2022	0,59	0,14
22/9/2022	0,50	0,09
23/9/2022	0,53	0,10
24/9/2022	0,27	0,07
25/9/2022	0,27	0,07
26/9/2022	0,50	0,06
27/9/2022	0,65	0,16
28/9/2022	0,50	0,11
29/9/2022	0,50	0,25
30/9/2022	0,57	0,16
1/10/2022	0,26	0,03
2/10/2022	0,26	0,03
3/10/2022	0,49	0,16
4/10/2022	0,49	0,23
5/10/2022	0,49	0,27
6/10/2022	0,49	0,14
7/10/2022	0,59	0,22
8/10/2022	0,31	0,05
9/10/2022	0,31	0,05
10/10/2022	0,59	0,21
11/10/2022	0,59	0,19
12/10/2022	0,00	0,00
13/10/2022	0,58	0,21

Πίνακας 8.2: Κατανάλωση ανελκυστήρα ανά ημέρα

Κατέχοντας τις συγκεκριμένες μετρήσεις, υπολογίσθηκαν τα 2 παραπάνω στοιχεία και ανά εβδομάδα. Έτσι, υπήρξε εικόνα της κατάστασης του ανελκυστήρα σε αναμονή και λειτουργία. Έχοντας σημειώσει τις διαδρομές και τις ανόδους κάθε εβδομάδας, υπολογίσθηκε η ειδική κατανάλωση ενέργειας του ανελκυστήρα, που είναι η συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά διαδρομή (kWh/διαδρομή) αλλά και η κατανάλωση ενέργειας λειτουργίας ανά άνοδο (kWh/άνοδο).

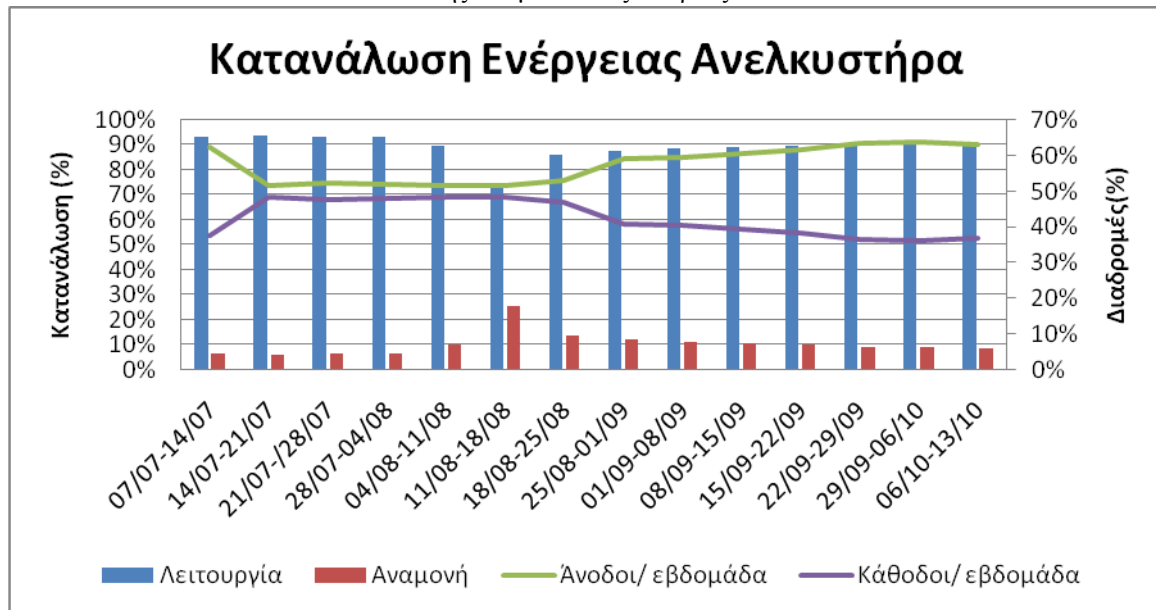
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

Περίοδος	Συνολική Κατανάλωση Ανελκυστήρα (kWh)	Κατανάλωση Ανελκυστήρα σε Θέση Λειτουργίας (kWh)	Αναμονή	Λειτουργία	Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας/Διαδρομή (kWh/διαδρομή)	Κατανάλωση Ενέργειας/Λειτουργίας/Ανοδο (kWh/άνοδο)
07/07-14/07	106,08	99,07	7%	93%	0,035	0,053
14/07-21/07	106,43	99,90	6%	94%	0,037	0,067
21/07-/28/07	90,28	84,41	6%	94%	0,030	0,053
28/07-04/08	85,29	79,73	7%	93%	0,031	0,055
04/08-11/08	92,20	82,93	10%	90%	0,036	0,062
11/08-18/08	81,10	60,48	25%	75%	0,034	0,050
18/08-25/08	92,13	79,39	14%	86%	0,037	0,061
25/08-01/09	109,18	95,90	12%	88%	0,042	0,063
01/09-08/09	115,59	102,64	11%	89%	0,044	0,067
08/09-15/09	124,60	111,39	11%	89%	0,046	0,067
15/09-22/09	126,28	113,27	10%	90%	0,044	0,064
22/09-29/09	129,66	117,52	9%	91%	0,043	0,062
29/09-06/10	134,63	122,07	9%	91%	0,047	0,067
06/10-13/10	118,79	108,22	9%	91%	0,042	0,061

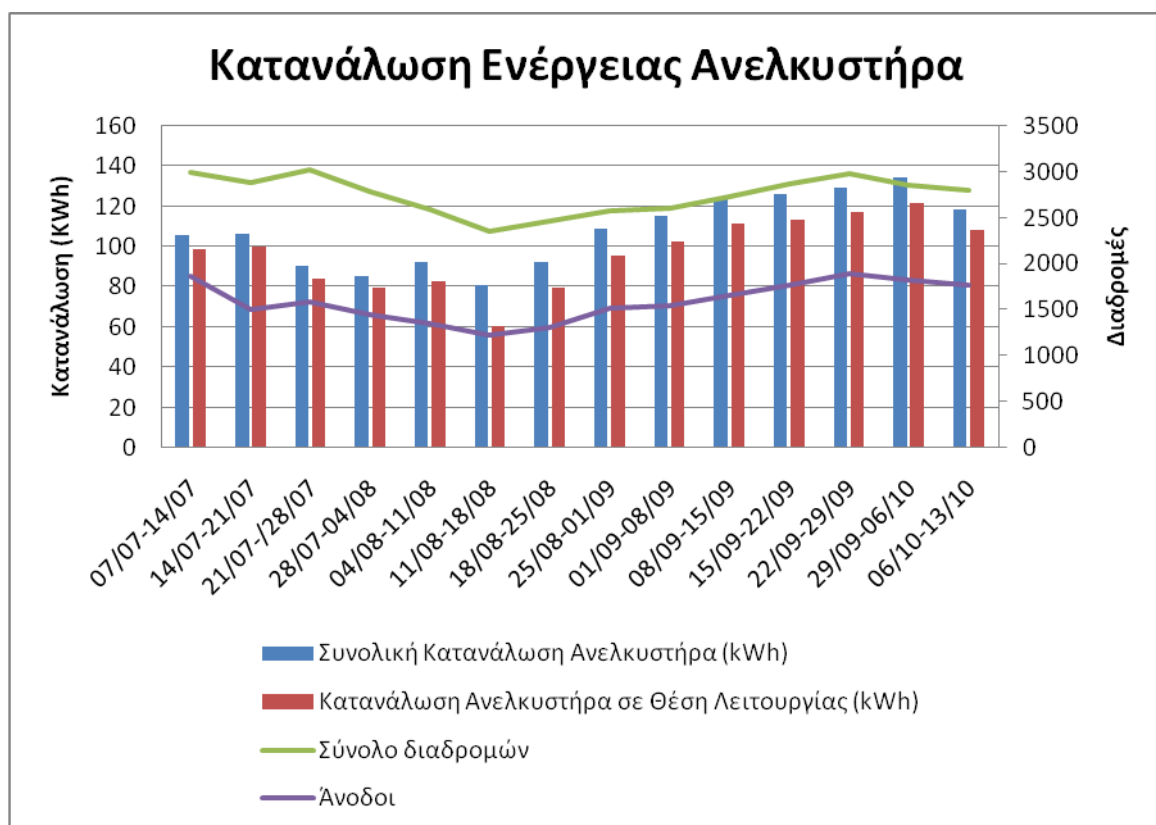
Πίνακας 8.3: Καταναλώσεις ανελκυστήρα

Η συνολική ενεργός ισχύ που απαιτείται από το υδραυλικό σύστημα ανύψωσης για τη κάθοδο είναι πρακτικά μηδαμινή σε σύγκριση με την κατανάλωση σε κατάσταση αναμονής, και οφείλεται κυρίως στη διατήρηση της πίεσης του υδραυλικού υγρού. Η διαδρομή προς τα κάτω για έναν υδραυλικό ανελκυστήρα, αντιστοιχεί στο άνοιγμα της βαλβίδας για να επιτρέψει τη ροή του υδραυλικού υγρού πίσω στη δεξαμενή.

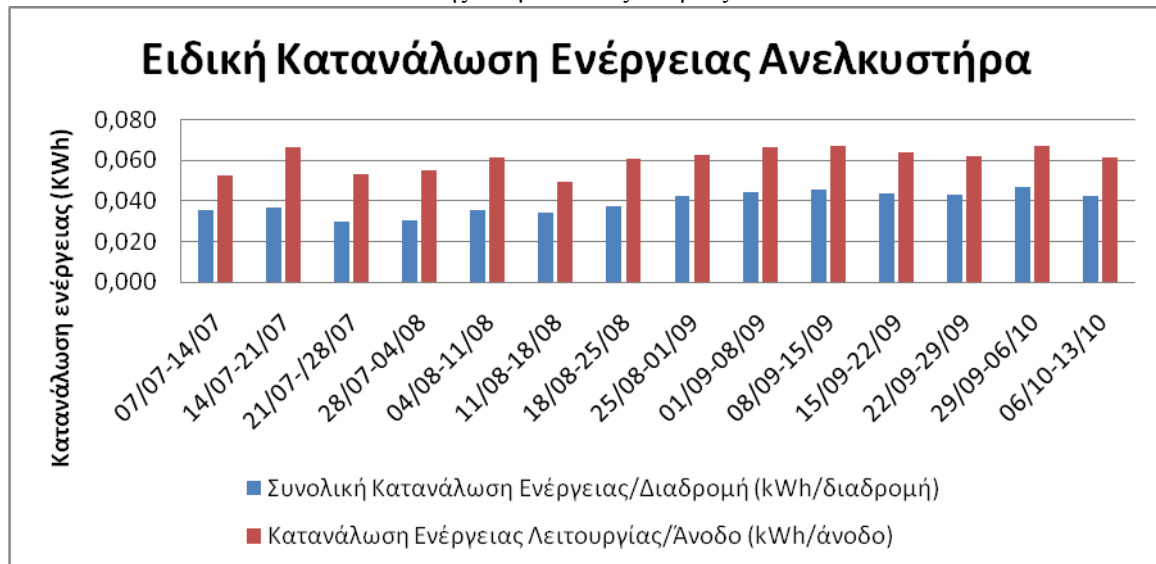
Κατέχοντας όλα τα παραπάνω δεδομένα και στοιχεία, δημιουργήθηκαν γραφήματα που συντελούν στη περαιτέρω κατανόηση του πειράματος.



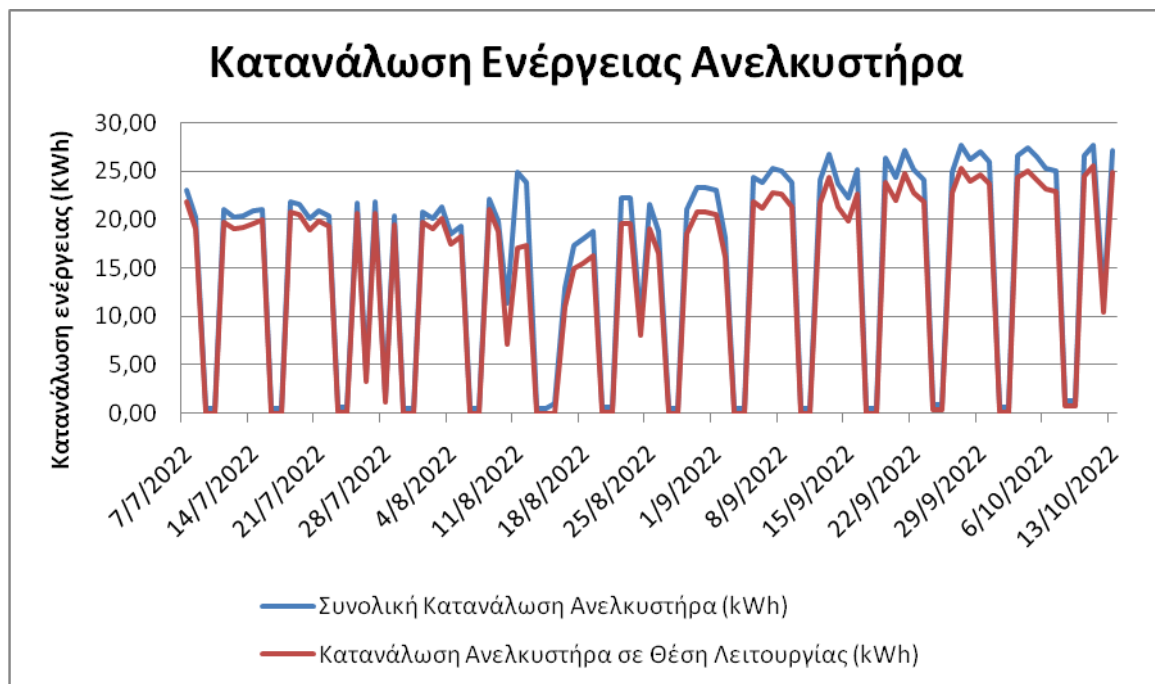
Σχήμα 8.4: Κατανάλωση ενέργειας σε αναμονή - λειτουργία και ποσοστά κινήσεων ανελκυστήρα ανά εβδομάδα.



Σχήμα 8.5: Κατανάλωσεις ενέργειας συνολικά και σε λειτουργία και διαδρομές ανελκυστήρα ανα εβδομάδα.



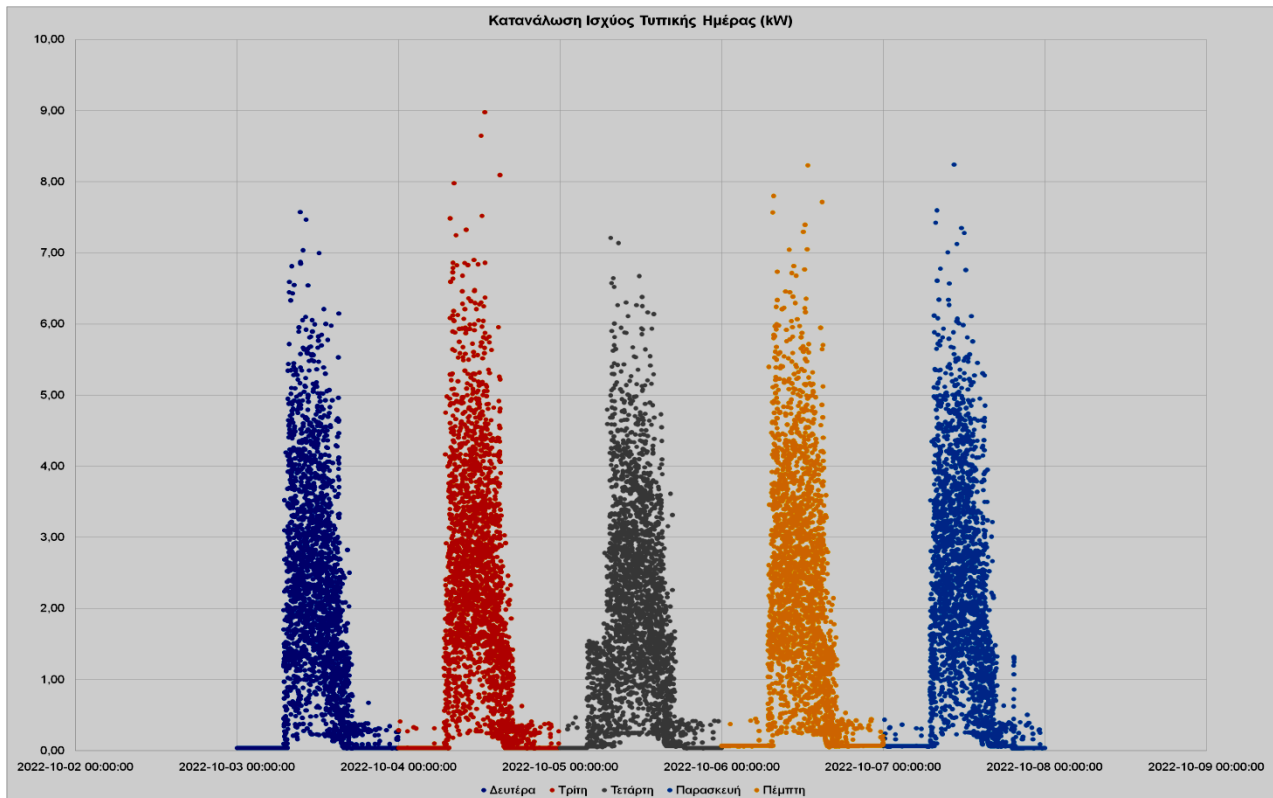
Σχήμα 8.6: Ειδική κατανάλωση ενέργειας ανελκυστήρα ανά διαδρομή και άνοδο.



Σχήμα 8.7: Κατανάλωση ενέργειας ανελκυστήρα συνολικά και σε θέση λειτουργίας ανά ημέρα.

Διαθέτοντας τα στοιχεία κατανάλωσης του παρόντος ανελκυστήρα ανά ημέρα, υπολογίστηκε και η κατανάλωση ισχύος της τυπικής ημέρας. Αυτό επιτεύχθηκε υπολογίζοντας τον μέσο όρο κάθε μέτρησης που γινόταν ανά 30 δευτερόλεπτα της ίδιας χρονικής στιγμής της κάθε ημέρας. Έτσι, προέκυψε ότι οι τιμές της τυπικής ημέρας συμπίπτουν με την εβδομάδα 03/10/2022 έως 09/10/2022. Επομένως, η συνολική κατανάλωση της τυπικής εβδομάδας είναι **135,45 KWh**, νούμερο που προήλθε από το άθροισμα των ημερήσιων καταναλώσεων των συγκεκριμένων ημερομηνιών.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612



Σχήμα 8.8: Κατανάλωση ισχύος τυπικής ημέρας.

Η συνολική κατανάλωση του ανελκυστήρα στη περίοδο των 14 εβδομάδων είναι: 1512,25KWh. Η κατανάλωση σε αναμονή είναι 157,55 KWh, αγγίζει το 10% της συνολικής κατανάλωσης περίπου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η ενεργειακή απόδοση των εγκαταστάσεων μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα εάν η ενεργειακή απόδοση λαμβάνεται υπόψη από την αρχή της διαδικασίας σχεδιασμού. Η ευαισθητοποίηση και η γνώση αποτελούν κρίσιμες προϋποθέσεις για τον κατάλληλο σχεδιασμό, την επιλογή, τη λειτουργία και τη συντήρηση ενός ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού. Παρακάτω παρατίθενται ιδέες που συνδέονται είτε άμεσα είτε έμμεσα με την ενεργειακή απόδοση μεμονωμένων εγκαταστάσεων, αλλά συμβάλλουν σημαντικά στην ενεργειακή απόδοση.

1. Εκπαίδευση του προσωπικού πωλήσεων και σχεδιασμού.

Ο ρόλος του πωλητή είναι πολύ σημαντικός όταν προσφέρει και πουλάει τεχνολογία. **Σύσταση:** ιδίως οι κατασκευαστικές εταιρείες (αλλά όχι μόνο αυτές) θα πρέπει να ευαισθητοποιήσουν το προσωπικό πωλήσεων και σχεδιασμού τους σε θέματα ενεργειακής απόδοσης.

2. Εκπαίδευση του προσωπικού εγκατάστασης και συντήρησης σχετικά με την ενεργειακή απόδοση.

Εκτός από τη διασφάλιση και την επαλήθευση της άνεσης και της ασφάλειας κατά τη συντήρηση, το προσωπικό συντήρησης θα πρέπει επίσης να ευαισθητοποιηθεί σε θέματα ενέργειας. Τα προβλήματα αυξημένης ενεργειακής ζήτησης μπορούν μερικές φορές να εντοπιστούν με απλή επιθεώρηση. Επιπλέον, το προσωπικό συντήρησης βρίσκεται συνήθως πιο κοντά στον τελικό πελάτη ή τον φορέα εκμετάλλευσης, δίνοντας έτσι συχνά το έναυσμα για τη λήψη μέτρων μετασκευής για την αύξηση, μεταξύ άλλων, της ενεργειακής απόδοσης. Ο ρόλος του προσωπικού που εκτελεί την εγκατάσταση είναι επίσης πολύ σημαντικός, ιδίως για τους ανελκυστήρες.

Σύσταση: ευαισθητοποίηση του προσωπικού εγκατάστασης και συντήρησης.

3. Ελέγξτε τα οφέλη από τη συμπερίληψη υποστήριξης από τρίτους.

Συχνά οι προσφορές για νέες εγκαταστάσεις ή μέτρα μετατροπής προέρχονται κυρίως από την εταιρεία παροχής υπηρεσιών ή την εταιρεία που γνωρίζει ο πελάτης από προηγούμενες συναλλαγές. Έτσι, το πεδίο εφαρμογής των προσφορών μπορεί να περιορίζεται στο πρόγραμμα παραγωγής αυτής της εταιρείας. Ο έλεγχος των προσφορών από άλλες εταιρείες θα μπορούσε να είναι χρήσιμος, καθώς υπάρχει μια βάση σύγκρισης. Η πρόσληψη ενός ανεξάρτητου εμπειρογνώμονα συμβούλου ανελκυστήρων μπορεί να βοηθήσει στην επέκταση του πεδίου εφαρμογής των ιδεών και να αξιολογήσει διαφορετικές διαθέσιμες λύσεις. Κατά την εξέταση συγκεκριμένων εγκαταστάσεων, ένα πρώτο βήμα για τον προσδιορισμό της βέλτιστης λύσης όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση είναι ο έλεγχος, η ανάλυση και η συζήτηση των πραγματικών απαιτήσεων και προσδοκιών.

4. Έλεγχος αναγκαιότητας εγκατάστασης ανελκυστήρα.

Ο σκοπός των ανελκυστήρων είναι να παρέχουν πρόσβαση σε όλους. Κάθε κτίριο με δύο ή περισσότερα επίπεδα μπορεί να χρειάζεται ανελκυστήρες για λόγους προσβασιμότητας.

Σύσταση: σε ένα κτίριο όπου υπάρχουν ήδη ανελκυστήρες, θα πρέπει πρώτα να συζητηθεί αν οι ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις μπορούν να τροποποιηθούν ή να επεκταθούν ώστε να ικανοποιούν τη μεταφορική ικανότητα, εξασφαλίζοντας παράλληλα αποδεκτό χρόνο αναμονής, πριν από την προσθήκη περαιτέρω εγκαταστάσεων.

5. Έλεγχος θέσης και αριθμού εγκαταστάσεων.

Η επιλογή της κατάλληλης θέσης για τους ανελκυστήρες ή τις κυλιόμενες σκάλες μπορεί να αυξήσει την άνεση και την ευκολία για τους χρήστες και μπορεί να συμβάλει στη μείωση του αριθμού των απαιτούμενων εγκαταστάσεων.

Σύσταση: σε κτίρια όπου σχεδιάζονται πολλές εγκαταστάσεις ανελκυστήρων, μπορεί να εξεταστούν διαφορετικές διατάξεις ανελκυστήρων ή κυλιόμενων κλιμάκων. Η μείωση του αριθμού των εγκαταστάσεων κατά μία μπορεί να σημαίνει μείωση της συνολικής κατανάλωσης, αλλά πρέπει να εξεταστεί μαζί με άλλες πτυχές, όπως ο σχεδιασμός του κτιρίου, η προσβασιμότητα, η ικανότητα διαχείρισης της κυκλοφορίας, ο αποδεκτός χρόνος αναμονής, η ασφάλεια κ.λπ. Η θέση του ανελκυστήρα πρέπει επίσης να αναλυθεί, μαζί με τη θέση των κλιμακοστασίων. Οι εύκολα προσβάσιμες και ελκυστικά σχεδιασμένες σκάλες μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας λόγω της μικρότερης συχνότητας χρήσης του ανελκυστήρα.

6. Έλεγχος διαστασιολόγησης.

Η διάσταση του θαλάμου, το φορτίο και η ταχύτητα καθορίζουν, μεταξύ άλλων, τις απαιτήσεις για το σύστημα κίνησης.

Σύσταση: για τον καθορισμό του αριθμού των ανελκυστήρων, του αντίστοιχου μεγέθους του θαλάμου και της ταχύτητας, των ειδικών αναγκών για την προσβασιμότητα και των απαιτήσεων έκτακτης ανάγκης σε συνδυασμό με μια προσεκτική ανάλυση της διαχείρισης της κυκλοφορίας και των αποδεκτών χρόνων αναμονής πρέπει να διενεργηθεί.

7. Έλεγχος της αναγκαιότητας πρόσθετου μη ανυψωτικού εξοπλισμού άνεσης.

Για λόγους πληροφόρησης, άνεσης και σχεδιασμού, οι ανελκυστήρες είναι μερικές φορές εξοπλισμένοι με πρόσθετες συσκευές, όπως μόνιμα λειτουργούσες οθόνες τηλεόρασης, μουσική και άλλο εξοπλισμό. Ο εν λόγω εξοπλισμός μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας, ιδίως όταν λειτουργεί μόνιμα.

Σύσταση: Ελέγξτε την αναγκαιότητα, τα πρότυπα κατανάλωσης/την ενεργειακή απόδοση και τη συχνότητα χρήσης αυτού του πρόσθετου εξοπλισμού για να μειώσετε την κατανάλωση.

8. Έλεγχος της χρήσης κινητήρα υψηλής απόδοσης και κατάλληλου μεγέθους.

Η αποδοτικότητα του κινητήρα που κινεί ένα σύστημα ανελκυστήρα αποτελεί βασικό στοιχείο για την κατανάλωση ενέργειας. Ως απόδοση του κινητήρα νοείται ο λόγος μεταξύ της ηλεκτρικής ισχύος εισόδου και της μηχανικής ισχύος εξόδου του άξονα. Όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός απόδοσης, τόσο μικρότερες είναι οι απώλειες κατά τη λειτουργία. Ο βαθμός απόδοσης εκτός του ονομαστικού σημείου λειτουργίας είναι μεταβλητός.

9. Χρήση ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού & κατάλληλου υλικού επιφάνειας.

Ο φωτισμός μπορεί να είναι ένας από τους σημαντικότερους καταναλωτές ενέργειας σε έναν ανελκυστήρα, ειδικά όταν καίει 24 ώρες την ημέρα. Η μείωση της απαιτούμενης ισχύος φωτισμού αποτελεί επομένως μια σημαντική επιλογή για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Η σύγχρονη τεχνολογία φωτισμού, όπως οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού ή η τεχνολογία LED, μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας.

Σύσταση: Η πιο ενεργειακά αποδοτική λύση για φωτισμό που λειτουργεί μόνιμα είναι η χρήση φωτισμού LED. Η χρήση ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού και η απενεργοποίησή του είναι μια συμπληρωματική λύση. Όταν επιλέγεται ενεργειακά αποδοτικός εξοπλισμός, ο εξοπλισμός πρέπει να εγκατασταθεί σωστά για να αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας.

10. Διασφάλιση ποιότητας εγκατάστασης.

Ένας παράγοντας που επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας ενός ανελκυστήρα είναι η ποιότητα της εγκατάστασης. Μια κακή ποιότητα εγκατάστασης έχει συχνά αρνητικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας. Εάν οι ράγες καθοδήγησης είναι, για παράδειγμα,

κακώς εγκατεστημένες, προκαλείται πρόσθετη τριβή, οπότε απαιτείται περισσότερη ενέργεια για τη μετακίνηση του θαλάμου.

Σύσταση: Η εγκατάσταση ενός συστήματος πρέπει να πραγματοποιείται από προσωπικό με τα κατάλληλα προσόντα. Διαφορετικά, είναι πιθανό να προκύψουν απώλειες ενέργειας λόγω κακής ποιότητας εγκατάστασης, οι οποίες μερικές φορές ακυρώνουν ακόμη και τα αποτελέσματα του επιλεγμένου ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού.

Εκτός από την ενεργειακή τους απόδοση, ο χρόνος λειτουργίας και η χρήση αυτών των εξαρτημάτων είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες για τη συνολική ζήτηση ενέργειας.

11. Λειτουργία του θερμαντήρα και του ψύκτη λαδιού μόνο όταν απαιτείται.

Στα υδραυλικά συστήματα, τα υδραυλικά υγρά είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένα θερμοκρασιακά διαστήματα (για λόγους ιξώδους και ασφάλειας λειτουργίας). Για να εξασφαλιστεί η κατάλληλη θερμοκρασία του λαδιού, χρησιμοποιούνται συσκευές θέρμανσης και ψύξης για να διατηρείται η θερμοκρασία σε σταθερό επίπεδο.

Σύσταση: Η θέρμανση και η ψύξη του λαδιού πρέπει να ενεργοποιούνται μόνο όταν η θερμοκρασία του λαδιού εγκαταλείπει την κανονική θερμοκρασία λειτουργίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. de Almeida, A; Ferreira, F.; Fong, J.; Fonseca, P.: “EuP Lot 11 Motors, Ecodesign Assessment of Energy Using Products,” ISR - University of Coimbra, Final Report for the European Commission, DG - TREN, Brussels, April 2008.
2. Motor Up Premium Efficiency Motor Initiative, www.motoruponline.com
3. IEC 60034 - 30 Ed.1 “Rotating electrical machines - Part 30: Efficiency classes of single - speed three - phase cage induction motors (IE Code)”, October 2008
4. “CIBSE Guide D: Transportation systems in buildings”, The Chartered Institution of Building Services Engineers London, September 2005, Reprinted with corrections in July 2008
5. Thornton, R., “Linear Synchronous Motors for Elevators” Elevator World, September 2006
6. Miravete, A., “New Materials and New Technologies Applied to Elevators”, Elevator World, 2002
7. Ellis, G., “Advances in Brushless DCMotor Technology”, PCIM - Europe, 1996
8. Komatsu, Takanori and Daikoku, Akihiro, “Elevator Traction - Machine Motors”, Mitsubishi Advance, Vol.103, September 2003
9. de Jong, J. and Hakala, H., “The Advantage of PMSM Technology in High Rise Buildings”, Elevator Technology 10, 2000
10. Inoue, Kenji and Miyake, Nobuaki, “New Traction Machine for Machine Room - Less Elevators”,
11. Mitsubishi Electric Advance, Vol.99, pp.5 - 8, September 2002
12. Barney, Gina: “Elevator Traffic Handbook”, Spon Press, London, 2003.
13. Russett, Simon, “Double Deck Elevators – A Real Solution?”, Elevation, issue 49, 2006
14. Stawinoga, Roland, “Designing for Reduced Elevator Energy Cost” Elevator World, January 1996
15. de Jong, Johannes, “Advances in Elevator Technology: Sustainable and Energy Implications”, Kone,
16. March 2008
17. Çelik, Ferhat and Korbahti, Banu, “Why hydraulic elevators are so popular”, Elevator World, April 2006
18. “The Beripac System – The MRL Hydraulic Solution for Everyone” – Bucher Hydraulics, December 2003
19. Yang, Huayong; Sun, Wei and Xu, Bing, “New Investigation in Energy Regeneration of Hydraulic Elevators”, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol.12, NO.5, pp.519 - 526, October 2007
20. Dispan, J. (2006). *Aufzüge und Fahrtreppen - eine Branche im Wandel*. IG Metall.
21. Sachs, Harvey M. (2005): Opportunities for Elevator Energy Efficiency Improvements. ACEEE Available online at www.aceee.org/buildings/com1 equip/elevators.pdf.
22. Patton, M.Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods*. Thousand Oaks: Sage.
23. Schleich, J., & Gruber, E. (2008). Beyond case studies: barriers to energy efficiency in commerce and the services sector. *Energy economics*, 30, pp.449 - 464.
24. Sorrell, S., O'Malley, E., Schleich, J., & Scott, S. (2004). *The Economics of Energy Efficiency - Barriers to Cost - Effective Investment*. Cheltenham: Edgar Elgar.

25. Guideline, VDI4707, 2009: Lifts. Energy efficiency.
26. Draft International Standard, ISO/DIS 25745 - 1, 2008: Energy performance of lifts and escalators
27. Part 1: Energy measurement and conformance.
28. SIA 380/4, 2006: Elektrische Energie im Hochbau
29. Brzoza - Brzezina, Krzysztof (2008): Methodology of energy measurement and estimation of annual energy consumption of lifts (elevators), escalators and moving walks. Project report of the E4 project.
30. Hirzel, S., & Dütschke, E. (2010). *Features for new elevator installations and retrofitting*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
31. Nipkow, Jürg (2005): Elektrizitätsverbrauch und Einspar - Potenziale bei Aufzügen. Bundesamt für Energie Schweiz. Available online at:
32. <http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000008982.pdf&name=0000000250057.pdf>.
33. Clausnitzer, Klaus - Dieter; Hoffmann, Nadine; Bröhan, Lars; Enke, Magdalena (2009): Allgemeinstrom in Wohngebäuden. Dämpfung der Wohn - Nebenkosten durch Innovationen zur Reduktion des Allgemeinstromverbrauchs. Bremer Energie Institut.
34. Barney, Gina (2007): 50 things you can do to make lifts energy efficient. Available online at [www.cibseliftsgroup.org/CIBSE/papers/Barney - on - energy%20efficiency%20of%20lifts.pdf](http://www.cibseliftsgroup.org/CIBSE/papers/Barney%20on%20energy%20efficiency%20of%20lifts.pdf).
35. Beier, Carsten (2009): Analyse des Energieverbrauchs und exemplarische Best - practice - Lösungen für relevante Verbrauchssektoren in Krankenhäusern. Abschlussbericht. Fraunhofer UMSICHT. Available online at:
36. http://www.umsicht.fhg.de/publikationen/studien/EnEff_KH_Az_23472_Abschlussbericht_Download.pdf.
37. European Commission (ed.) (2009): Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency. Available online at http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/ene_fd_0308.pdf.
38. Report with the results of the monitoring campaign. Project report D3.2 of the E4 project. (2010). Report of January 2010.
39. Ανελκυστήρας – Αλανη Μαρία
40. www.elevation.fandom.com
41. www.designingbuildings.co.uk
42. en.wikipedia.org
43. www.elevatorhistory.net
44. case.edu/ech/articles/o/otis-elevator-company
45. www.elevatorhistory.net/elevator-history/ancient-elevators/
46. info.wsiz.edu.pl/~roksela/dzwiki/Energia/Energy_VDI_ENG.PDF
47. www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:25745:-2:ed-1:v2:en
48. www.electrical-knowhow.com/2012/04/elevator-control-system.html

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πειραματική μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης ανελκυστήρα
Τσώλης Επαμεινώνδας Ανδρέας 6612

49. liftscalatorlibrary.org/paper_indexing/papers/00000048.pdf#page=6&zoom=auto,-107,818
50. liftscalatorlibrary.org/paper_indexing/papers/00000048.pdf#page=6&zoom=auto,-107,818
51. www.archdaily.com