

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ



**“ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2005/32/ΕC ΣΤΟΥΣ
ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΤΑΙΝΙΕΣ ”**

Επιβλέπων Καθηγητής: Ψωμόπουλος
Κων/νος – Επίκουρος καθηγητής

Σπουδαστής: Κατής Αλέξανδρος

ΑΜ: 36534

Αιγάλεω

Ιούνιος - 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Ψωμόπουλο Κωνσταντίνο για την καθοδήγηση του και την αμέριστη συμπαράσταση του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες.....	2
ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	8
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	16
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	16
1.Εισαγωγή	16
1.1 Ενεργειακή απόδοση και περιβάλλον	18
1.1.1 Το ενεργειακό πρόβλημα.....	18
1.3 Συνεισφορά των διαφόρων πηγών ενέργειας στην παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση .	24
1.4 Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.....	29
1.4.1 Η πολιτική της ΕΕ	29
1.4.2 Ανταγωνιστικότητα και θεματολόγιο της Λισαβόνας	30
1.4.3 Περιβαλλοντική προστασία και υποχρεώσεις της ΕΕ από το Πρωτόκολλο του Κιότο.	31
1.4.4 Ασφάλεια εφοδιασμού.....	31
1.5. Μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.....	32
1.5.1 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια	33
1.5.2 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στις Δημόσιες μεταφορές	34
1.5.3 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στη βιομηχανία.....	35
1.5.4 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στη παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενέργειας	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	38
ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ECO DESIGN)	38
2.1 Γενικά	38
2.2 Τι είναι ο οικολογικός σχεδιασμός (ecodesign)	40
2.3 Γιατί δίνεται έμφαση στο Σχεδιασμό;	42
2.4 Η Βάση για τον Οικολογικό Σχεδιασμό – Νομική Συμμόρφωση	42
2.5 Στρατηγικές, Εργαλεία, και Μεθοδολογίες Οικολογικού Σχεδιασμού	45
2.6 Γιατί ο Τομέας των Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Ειδών βρίσκεται στο επίκεντρο;.....	55
2.7 Ο Οικολογικός Σχεδιασμός είναι ένα Θέμα Επιχειρηματικής Επιτυχίας.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	59

LOT 11 MOTORS –ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	59
3.1 Εισαγωγή.....	59
3.2 Η μεθοδολογία EuP.....	60
3.3 Εφαρμογή οδηγίας 2005/32/EC του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου με το σεβασμό στις απαιτήσεις ecodesign για τις ηλεκτρικές μηχανές και τα συστήματα κίνησης τους (lot 11).....	63
3.3.1 Ηλεκτρικές μηχανές.....	63
3.3.2 Κατηγοριοποίηση προϊόντων και αξιολόγηση της απόδοσης.....	64
3.3.3 Αποδοτικότητα μηχανών.....	66
3.4 Κατηγορίες μόνωσης.....	67
3.5 Πρότυπα δοκιμής.....	68
3.6 Υπάρχουσα σχετική περιβαλλοντική νομοθεσία εντός και εκτός της ΕΕ.....	71
3.6.1. Εθελοντική συμφωνία CEMEP/EU [15].....	73
3.6.2 Σύγκριση των ελάχιστων προδιαγραφών αποδοτικότητας στα διαφορετικά μέρη του κόσμου.....	74
3.6.3.Εναρμόνιση των προτύπων ταξινόμησης αποδοτικότητας στον κόσμο.....	77
3.7 Γενικά οικονομικά στοιχεία.....	78
3.8 Αγορά και στοιχεία αποθεμάτων.....	80
3.8.1 Τάσεις αγοράς.....	80
3.8.2 Αγορά μηχανών επαγωγής της ΕΕ.....	81
3.9.2 Τιμές ηλεκτρικής ενέργειας.....	82
3.10 Πραγματική αποδοτικότητα φορτίων.....	83
3.11 Τεχνική ανάλυση στα υπάρχοντα προϊόντα.....	85
3.11.1 Φάση παραγωγής.....	85
3.11.2 Φάση χρήσης.....	86
3.12 Καθορισμός BaseCase.....	87
3.12.1 Πραγματικό BaseCase.....	87
3.12.2 Συνολικές περιβαλλοντικές επιδράσεις της ΕΕ.....	88
3.13 Δυνατότητα βελτίωσης.....	88
3.13.1 Περιβαλλοντική επίδραση.....	89
3.13.2 Σύγκριση μεταξύ BaseCase και του BAT.....	90
3.13.3 Περιβαλλοντική ανάλυση και LCC Drive μεταβλητής ταχύτητας (VSDs).....	91
3.14 Μακροπρόθεσμοι στόχοι (BNAT).....	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	94

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ.....	94
4.1 Γενικά.....	94
4.2 Εφαρμογές ταινιόδρομων στη βιομηχανία.....	96
4.3 Κατασκευή ταινιόδρομων.....	98
4.4. Τμήματα ταινιόδρομων.....	98
4.5 Η δομή στήριξης.....	100
4.6. Καθορισμός των τροχαλιών και των ράουλων.....	101
4.7 Πλατφόρμα ολίσθησης.....	102
4.8 Σταθμός κίνησης (Drive station).....	103
4.8.1 Μετάδοση ισχύος.....	103
4.8.2 Head drive (Επικεφαλής οδήγηση).....	104
4.8.3 Tail drive (Οδήγηση ουράς).....	105
4.8.4 Center drive (Κεντρική οδήγηση).....	105
4.8.5. Διαδοχική οδήγηση (Tandem drive).....	106
4.9 Μονάδες κίνησης (drive units).....	107
4.9.1 Επιλογή κινητήρα για ταινιόδρομους.....	108
4.9.2 Απαιτήσεις ισχύος.....	109
4.9.3 Εκκίνηση μεταφορικής ταινίας.....	109
4.9.4 Λειτουργία μεταφορικής ταινίας.....	110
4.10 Εγκατάσταση ταινιόδρομων απότομης γωνίας.....	112
4.10.1 Εγκατάσταση Z-ταινιόδρομων.....	113
4.11 Κυρτές μεταφορικές ταινίες (Power turn conveyor).....	114
4.11.1 Καθοδήγηση από ζευγάρια ράουλων.....	115
4.11.2 Καθοδήγηση μέσω του προφίλ στο άκρο της ταινίας.....	115
4.11.3 Καθοδήγηση μέσω διακινούμενης αλυσίδας οδήγησης.....	116
4.12 Συντήρηση και καθαρισμός.....	116
4.12.1 Συντήρηση.....	116
4.12.2 Καθαρισμός.....	117
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	118
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥΣ.....	118
5.1 Γενικά.....	118
5.2 Αντιστάσεις ταινιόδρομων (conveyor resistances).....	118
5.2.1 Στατική αντίσταση η αποσχιστική τριβή (break-away friction).....	119
5.2.2 Αντίσταση πλήρων οι μπλοκαρισμένων ολισθητήρων (full or blocked chutes).....	119

5.2.3 Αδρανής αντίσταση κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης.....	120
5.2.4 Διάγραμμα ροπής συνάρτηση του χρόνου	120
5.2.5 Ανοχή διακύμανσης.....	122
5.3 Παράγοντες απομείωσης (de-rating factors)	122
5.3.1 Αποδοτικότητα κιβωτίων ταχυτήτων - ρευστών συζεύξεων (ολίσθηση).....	123
5.3.2 Απώλειες γραμμής από τον ελεγκτή στον κινητήρα	123
5.3.3 Εγγενείς απώλειες συστημάτων ελέγχου κινητήρων	123
5.3.4 Τα αποτελέσματα της κατανομής φορτίου.....	124
5.3.5 Γενική παράγοντες κινητήρων	126
5.4 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας	126
5.5 Βελτίωση της απόδοσης των κινητήρων	127
5.5.1 Καθορισμός ενός ηλεκτροκίνητου συστήματος.....	128
5.6 Δυνατότητες να βελτιωθεί η αποδοτικότητα.....	129
5.6.1 Ενέργειες για την εξοικονόμηση ενέργειας στους ταινιόδρομους	129
5.6.2 Ενεργειακός αναλυτικός έλεγχος κινητήρων σε έναν ταινιόδρομο.....	131
5.6.3 Μείωση των απωλειών των κινητήρων.....	133
5.6.4 Επιλογή κινητήρων με καλύτερη αποδοτικότητα	136
5.6.5 Επιλογή κινητήρων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του φορτίου.....	138
5.6.6 Χρήση συστημάτων ελέγχου κινητήρων.....	141
5.6.7 Κατάλληλη επισκευή και συντήρηση ηλεκτροκίνητων συστημάτων	143
5.6.8 Μείωση άεργου ισχύος και απωλειών δικτύου	148
5.6.8.1 Λειτουργία.....	150
5.6.8.2 Συντήρηση.....	153
5.6.8.3 Αναβάθμιση και σχεδιασμός νέας εγκατάστασης.....	155
5.6.9. Σβήσιμο των κινητήρων	156
5.7 Μείωση των αντιστάσεων κίνησης	157
5.7.1 Ελαχιστοποίηση του υλικού ανέλκυσης (slope resistances)	157
5.7.2 Επιλογή ταινίας σύμφωνα με το σχεδιασμό	157
5.7.3 Χρησιμοποίηση αποδοτικών υλικών στα σημεία μεταφοράς	158
5.7.4 Αποφύγετε τα υπερβολικά μήκη μπαρών στις περιοχές φόρτωσης/εκφόρτωσης	158
5.7.5 Επιλογή του κατάλληλου τύπου ράουλων συγκράτησης, και κατανόηση αποτελεσμάτων κάμψης (κρέμασμα) της ταινίας.	158
5.8 Ελαχιστοποίηση των αποτελεσμάτων απομείωσης κίνησης.....	163
5.8.1. Αποδοτικότητα συζεύξεων και κιβωτίων ταχυτήτων.....	164

5.8.2. Απώλειες γραμμών μεταξύ του κινητήρα και του ελεγκτή.....	164
5.8.3. Απώλειες συνδυασμών κινητήρα-ελεγκτών.....	164
5.8.4. Επιπτώσεις κατανομής φορτίου	165
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	166
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	168

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1.1 Επιμερισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας μηχανών από την τελική χρήση στο βιομηχανικό τομέα.
- Σχήμα.1.2 Επιμερισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με κινητήρα από την τελική χρήση στον τομέα των υπηρεσιών.
- Σχήμα 1.3 Εξέλιξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας
- Σχήμα 1.4. Εξέλιξη των συστημάτων παραγωγής ισχύος
- Σχήμα 1.5 Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας και ενεργειακή ένταση
- Σχήμα 1.6 Διάγραμμα που δείχνει τη μετατροπή πρωτογενούς ενέργειας (π.χ. άνθρακας ή άνεμος) σε δευτερογενή ενέργεια (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια) και τελική χρήση της ενέργειας για θέρμανση, φωτισμό, κίνηση οχημάτων κτλ.
- Σχήμα 1.7 Αποδοτικότητα του μετασχηματισμού και της διανομής της ενέργειας από κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε κατανάλωση τελικής ενέργειας, EE-27, 2005
- Σχήμα 1.8 Ποσοστά συνεισφοράς των ενεργειακών πηγών στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας
- Σχήμα 1.9 Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά καύσιμο, EE-27
- Σχήμα 1.10 Η παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου ενάντια στο χρόνο (πηγή: ASPO, 2005)
- Σχήμα 1.11 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά καύσιμο και ένταση ενέργειας. Ένταση ενέργειας 1990 = 100
- Σχήμα 1.12 EE-25: Μακροπρόθεσμη εξέλιξη του ΑΕΠ, της ενεργειακής ζήτησης και της ενεργειακής έντασης (βάση): 2000 = 100
- Σχήμα 1.13 Η σημερινή κατανάλωση στην ΕΕ θα μπορούσε να φθάσει τα 1.900 εκατ. ΤΙΠ εντός δεκαπενταετίας (2020), σε σύγκριση με τα 1.725 εκατ. ΤΙΠ το 2005
- Σχήμα 1.14 Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια
- Σχήμα 1.15 Η κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία
- Σχήμα 2.1 Σχέση μεταξύ των στρατηγικών ecodesign και του κύκλου ζωής προϊόντων (Brezet και Hemel 1997)
- Σχήμα 2.2 Προσέγγιση Ecodesign
- Σχήμα 3.1 Οι 8 φάσεις της διαδικασίας ανάλυσης EuP
- Σχήμα 3.2 Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών μηχανών

Σχήμα 3.3 Χαρακτηριστική διανομή των απωλειών επαγωγικών κινητήρων συνάρτηση του φορτίου

Σχήμα 3.4 Εξέλιξη αγοράς των κατηγοριών μόνωσης του τυλίγματος στην Ευρώπη [25]

Σχήμα 3.5 Καθορισμός κατηγορίας από την συμφωνία CEMEP/EU

Σχήμα 3.6 Διαφορά δοκιμών αποδοτικότητας μηχανών για 50Hz, που χρησιμοποιούν τα πρότυπα IEEE 112-β και IEC 34-2

Σχήμα 3.7 Σύγκριση απαιτήσεων αποδοτικότητας στη συχνότητα 50 Hz και 60 Hz (ασφάλιστρο EPRCT και NEMA) [18]

Σχήμα 3.8 Εισοδήμα που προβλέπεται μηχανές σε EE-25 [21]

Σχήμα 3.9 Μερίδιο των πωλήσεων από τον τύπο μηχανών σε EE-25

Σχήμα 3.10 Μερίδιο πωλήσεων των DC μηχανών σε EE-25 (2002)

Σχήμα 3.11 Μελλοντικά εισοδήματα των μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος στην EE-25 (2006)

Σχήμα 3.12 Αποδοτικότητα μηχανών σε σχέση με το φορτίο για τυποποιημένους 3-φασική μηχανή επαγωγής, 4 πολική, 11-KW.

Σχήμα 3.13 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κινητήρων σε κάθε βιομηχανικό τομέα και στον τριτογενή τομέα

Σχήμα 3.14 Μείωση LCC (BAT εναντίον BaseCase).

Σχήμα 3.15 Χαρακτηριστική διαμόρφωση VSD

Σχήμα 3.16 Σύγκριση μεταξύ δύο συστημάτων

Σχήμα 4.1 Εγκατεστημένη ισχύς, κατανάλωση ηλ. Ενέργειας και μέσος χρόνος λειτουργίας κατά μέγεθος, στους βιομηχανικούς κλάδους της ΕΕ

Σχήμα 4.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροκινητήρες ανά βιομηχανικό κλάδο και στον τριτογενή τομέα της ΕΕ

Σχήμα 4.3 Συστήματα μεταφορικής ταινίας σε μια αποθήκη συσκευασίας

Σχήμα 4.4 Μεταφορική ταινία διαχείρισης για τα χαρτοκιβώτια και βαλίτσες σε ένα κέντρο διανομής ένδυσης

Σχήμα 4.5 Μεταφορική ταινία διαχείρισης αποσκευών σε αεροδρόμιο

Σχήμα 4.6 Μέρη ενός απλού ταινιόδρομου

Σχήμα 4.7 Αυτόματος έλεγχος ταινίας

Σχήμα 4.8 Ρυθμιζόμενα έδρανα

Σχήμα 4.9 Ρυθμιζόμενα έδρανα

Σχήμα 4.10 Πλατφόρμα ολίσθησης

- Σχήμα 4.11 Πλατφόρμα ράουλων μεταφοράς
- Σχήμα 4.12 Head drive (Επικεφαλής οδήγηση)
- Σχήμα 4.13 Tail drive (Οδήγηση ουράς)
- Σχήμα 4.14 Center drive (Κεντρική οδήγηση)
- Σχήμα 4.15 Μεταφορέας με άκρες λάμας μαχαιριού (knife-edges).
- Σχήμα 4.16 Διαδοχική οδήγηση (Tandem drive)
- Σχήμα 4.17 Κινητήρας μονάδας κίνησης
- Σχήμα 4.18 Ράουλα οδήγησης
- Σχήμα 4.19 Κινητήριο ράουλο
- Σχήμα 4.20 Καμπύλη ροπής –ταχύτητας ενός κινητήρα με ονομαστική ταχύτητα 1770 rpm και ενός 1785 rpm.
- Σχήμα 4.21 Ταχύτητα εισόδου και εξόδου τυμπάνου κίνησης
- Σχήμα 4.22 Διαδοχική κίνηση
- Σχήμα 4.23 Z-ταινιόδρομος
- Σχήμα 4.24 Κυρτή μεταφορική ταινία (Power turn conveyor)
- Σχήμα 4.25 Καθοδήγηση από ζευγάρια ράουλων
- Σχήμα 4.26 Καθοδήγηση μέσω του προφίλ στο άκρο της ταινίας
- Σχήμα 4.27 Καθοδήγηση μέσω διακινούμενης αλυσίδας οδήγησης
- Σχήμα 5.1 Τυπικές συνιστώσες των αντιστάσεων ταινιόδρομων κατά την εκκίνηση.
- Σχήμα 5.2 Παράδειγμα που παρουσιάζει χαρακτηριστικές απαιτήσεις ροπής κινητήρων ταινιόδρομων κατά τη διάρκεια των διάφορων φάσεων εκκίνησης.
- Σχήμα 5.3 Απεικόνιση χαρακτηριστικής καμπύλης ροπής-ταχύτητας επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα
- Σχήμα 5.4 Στοιχεία που συνιστούν ένα ηλεκτροκίνητο σύστημα.
- Σχήμα 5.5 Τριφασικός επαγωγικός κινητήρας με βραχυκυκλωμένο κλωβό.
- Σχήμα 5.6 Απώλειες ενός τυπικού κινητήρα
- Σχήμα 5.7 Απώλειες κινητήρα με φορτίο
- Σχήμα 5.8 Σχέση μεταξύ της φόρτωσης κινητήρων και της αποδοτικότητας
- Σχήμα 5.9 Συντελεστής ισχύος κινητήρων ως λειτουργία του πλήρους φορτίου %
- Σχήμα 5.10 Ισχύς που απαιτείται από έναν μεταφορέα
- Σχήμα 5.11 Η εξοικονόμηση ενέργειας σε μεταφορική ταινία με χρήση ελέγχου ταχύτητας, σε σχέση με τη σταθερή ταχύτητα.
- Σχήμα 5.12 Αποδοτικότητα συνάρτηση της διαμέτρου τροχαλιών και του τύπου
- Σχήμα 5.13 Αποδοτικότητα συνάρτηση του φορτίου

Σχήμα 5.14 Αποδοτικότητα συνάρτηση της ολίσθησης

Σχήμα 5.15 Μετρητής έντασης (tensiometer)

Σχήμα 5.16. Ρίγα για τον έλεγχο παραλληλισμού τροχαλιών

Σχήμα 5.17 Έλεγχος έντασης χρησιμοποιώντας ρίγα και μετρητή έντασης

Σχήμα 5.18. Νέο σχήμα

Σχήμα 5.19 Σύγκριση της παραμόρφωσης κλουβιών

Σχήμα 5.20 Δοκιμή κατανάλωσης ισχύος

Σχήμα 5.21 Δοκιμή τριβής

Σχήμα 5.22 Δοκιμή θερμοκρασίας λειτουργίας

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1.1 Η κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές
- Πίνακας 2.1 Περίληψη νομοθεσίας ΕΕ: EuP, WEEE, RoHS (μέρος 1)
- Πίνακας 2.2 Περίληψη νομοθεσίας ΕΕ: EuP, WEEE, RoHS (μέρος 2)
- Πίνακας 2.3 Η Διαδικασία Ανάπτυξης Προϊόντος και οι Δράσεις που σχετίζονται με τον Οικολογικό Σχεδιασμό
- Πίνακας 2.4 Γενικές και συγκεκριμένες Στρατηγικές ecodesign στο εγχειρίδιο UNEP/promising (Brezet και Hemel 1997)
- Πίνακας 2.5 Δώδεκα βήματα για την εφαρμογή ECODESIGN στην πράξη (Wimmer και λοιποί 2004)
- Πίνακας 3.1 Κύριες εφαρμογές ηλεκτρικών μηχανών
- Πίνακας 3.2: Ταξινόμηση prodcom ηλεκτρικών μηχανών
- Πίνακας 3.3 θερμικές κατηγορίες για τα συστήματα μόνωσης (IEC 60085)
- Πίνακας 3.4 Συνιστώμενες μέθοδοι για την αποδοτικότητα των επαγωγικών κινητήρων
- Πίνακας 3.5 Εθελοντικές συμφωνίες και κανονισμός αποδοτικότητας μηχανών σε όλο τον κόσμο
- Πίνακας 3.6 χαρακτηριστικά των κινητήρων που περιλαμβάνονται στις συμφωνίες CEMEP/EU
- Πίνακας 3.7 :Καθορισμός κατηγορίας για τις συμφωνίες CEMEP/EU
- Πίνακας 3.8 Πληροφορίες αγοράς μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος στην ΕΕ των 15
- Πίνακας 3.9 Πληροφορίες αγοράς στην ΕΕ των 15 και ΕΕ-25
- Πίνακας 3.10 τιμές ηλεκτρικής ενέργειας για ΕΕ-25 (Ιαν. 2007)
- Πίνακας 3.11 Κόστος υλικών για EFF2 μηχανές (μέσες τιμές υλικών).
- Πίνακας 3.12 Κόστος υλικών για EFF1 μηχανές (μέσες τιμές υλικών).
- Πίνακας 3.13 Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κινητήρων στη βιομηχανία από τις εφαρμογές τελικής χρήσης (ΕΕ 25, 2000)
- Πίνακας 3.14 Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κινητήρων στον τριτογενή τομέα από τις εφαρμογές τελικής χρήσης (ΕΕ-25, 2000)
- Πίνακας 3.15 Περίληψη περιβαλλοντικών επιδράσεων αποθέματος στην ΕΕ- 2005

Πίνακας 3.16 Περίληψη περιβαλλοντικών επιδράσεων απωλειών αποθέματος EE-2005

Πίνακας 3.17 τιμές αποδοτικότητας για την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία ηλεκτρικών μηχανών, πρότυπα IEC 60034-30.

Πίνακας 3.18 κατ' εκτίμηση BoM για τις μηχανές IE3

Πίνακας 3.19 Περίληψη των περιβαλλοντικών επιδράσεων των βασικών απωλειών του BAT (IE2), σενάριο 4000 ωρών

Πίνακας 3.20 Σύγκριση περιβαλλοντικής επίδρασης (BAT εναντίον βάση περιπτώσεις), σενάριο 4000 ωρών.

Πίνακας 3.21 Μειώσεις LCC (BAT εναντίον BaseCase).

Πίνακας 4.1 Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και επιμερισμός της κατανάλωσης κατά κλάδο στην ΕΕ

Πίνακας 4.2 Επιμερισμός της κατανάλωσης ηλεκτροκινητήρων στους βιομηχανικούς κλάδους της ΕΕ

Πίνακας 5.1 Κύριες πληροφορίες που συλλέγονται για τους ηλεκτρικούς κινητήρες

Πίνακας 5.2 Σύγκριση απωλειών τυποποιημένων και ενεργειακά αποδοτικών κινητήρων

Πίνακας 5.3 Αποταμίευση από την αγορά ενός φτηνότερου λιγότερο αποδοτικού κινητήρα (Normal motor), με τις χαμηλότερες λειτουργικές δαπάνες ενός υψηλής απόδοσης κινητήρα (HIF motor) ίδιας ισχύος

Πίνακας 5.4 Λειτουργικοί παράμετροι ενός ηλεκτρικού δικτύου

Πίνακας 5.5 Παράμετροι που πρέπει να εκτιμηθούν

Πίνακας 5.7 Δείκτες απόδοσης του ηλεκτρικού δικτύου διανομής

Πίνακας 5.8 Πιθανές δράσεις για να αυξηθεί και να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα των δικτύων διανομής.

Πίνακας 5.9 Πιθανές δράσεις τακτικής προληπτικής συντήρησης δικτύων διανομής

Πίνακας 5.9.1 Πιθανές δράσεις αναβάθμισης δικτύου διανομής

Πίνακας 5.10 Πιθανές δράσεις σχεδιασμού δικτύου διανομής

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να καταδείξει προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς στους ταινιόδρομους.

Αρχικά στο πρώτο κεφάλαιο επιχειρήθηκε να γίνει μια αναφορά γενικά στην έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας παραθέτοντας επιχειρήματα που σχετίζονται με την ισχύ της βελτιωμένης ενεργειακής απόδοσης σε συνάρτηση με την ασφάλεια του ανεφοδιασμού, την προστασία του περιβάλλοντος και τέλος την οικονομική ανάπτυξη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται ο οικολογικός σχεδιασμός, τίθενται οι βασικές προϋποθέσεις για την εφαρμογή αυτού (πλαίσιο συνεργασίας, στρατηγική, εργαλεία και νομική συμμόρφωση) και εξετάζεται από την οπτική της επιχειρηματικής επιτυχίας.

Ακολουθεί το τρίτο κεφάλαιο το οποίο αναφέρεται στην προπαρασκευαστική μελέτη για τον καθορισμό των προτύπων κινητήρων υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

Εν συνεχεία ελέγχεται η λειτουργικότητα των ταινιόδρομων στη βιομηχανική παραγωγή και δίνεται μια διεξοδική περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής ταινιόδρομων εστιάζοντας στις επιμέρους φάσεις αυτής

Τα κεφάλαια ολοκληρώνονται με προτάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας στους ταινιόδρομους και τις προϋποθέσεις κάλυψης των απαιτήσεων της εφαρμογής αυτών ώστε να λειτουργούν αποδοτικά.

Λέξεις κλειδιά: Energy efficiency, Eco design, conveyors, belt conveyors, Industrial motor, Current conveyor, Repulsive force, Filters, Environmental performance, conveyors resistances, manufacturing conveyors.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Μια σημαντική οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική πρόκληση της εποχής μας είναι η κατανόηση της σπουδαιότητας εξοικονόμησης ενέργειας. Από τη βιομηχανική επανάσταση και μετά η κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε ραγδαία με αποτέλεσμα την επιβάρυνση του πλανήτη με αέρια του θερμοκηπίου (και όχι μόνο). Η κατανάλωση ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά τις οικονομίες όλων των χωρών και συνεπώς είναι επιτακτική η ανάγκη για διεξαγωγή μελετών ώστε να επιτυγχάνεται η άνοδος του βιοτικού επιπέδου χωρίς να αυξάνεται, κατά το δυνατόν, η κατανάλωση ενέργειας. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μείζονος σημασίας θέμα και η κατασκευή συσκευών με καλή απόδοση συμβάλλει δραστικά προς αυτήν την κατεύθυνση.

Ένας σημαντικός τομέας στον οποίο υπάρχουν μεγάλα περιθώρια διορθωτικών κινήσεων ούτως ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση ικανοποιητικών ποσών ενέργειας παγκοσμίως είναι ο βιομηχανικός τομέας, δεδομένου ότι ο βιομηχανικός τομέας μόνο υπολογίζεται να καταναλώνει μεταξύ 30% και 40% της παραγμένης ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1.Εισαγωγή

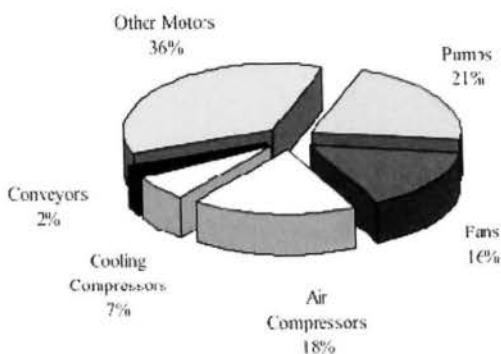
Καθώς διανύουμε την δεύτερη δεκαετία του 21ου αιώνα γίνεται ολοένα και πιο εμφανές το γεγονός, ότι το σημαντικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν όλοι οι μηχανικοί, οι σχεδιαστές αναπτυξιακών ιδιωτικών ή δημοσίων έργων καθώς και οι ιδιοκτήτες κάθε είδους επιχείρησης είναι η ενεργειακή αποδοτικότητα. Παρόλο που το ζήτημα της αποδοτικής χρήσης της ενέργειας απασχολεί την παγκόσμια κοινότητα για πάνω από τρεις δεκαετίες, τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να αντιμετωπίζεται με περισσότερη λογική και ωριμότητα από ότι στο παρελθόν. Λαμβανόμενα μέτρα για σωστή διαχείριση και εξοικονόμηση της ενέργειας πρέπει να συνδυάζουν τόσο κοινωνικά οφέλη όσο και ανταγωνιστικά κέρδη αποπληρωμής, φυσικά, για τους επενδυτές .

Το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στις βιομηχανικές χώρες καταναλώνεται στις εφαρμογές ηλεκτρικών μηχανών. Οι ηλεκτρικές μηχανές έχουν ευρείες εφαρμογές στον βιομηχανικό τομέα, που τροφοδοτούν ποικίλο εξοπλισμό συμπεριλαμβανομένων των ανεμιστήρων αέρα, των αντλιών, των συμπιεστών, των μεταφορικών ταινιών και των μηχανών παραγωγής. Στα βιομηχανικά αναπτυγμένα έθνη και τα μεγάλα αναπτυσσόμενα έθνη, οι ηλεκτρικές μηχανές αποτελούν ένα ιδιαίτερο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Οι στατιστικές δείχνουν ότι οι ηλεκτρικές μηχανές είναι γενικά υπεύθυνες για το περίπου 2/3 της βιομηχανικής κατανάλωσης ισχύος σε κάθε έθνος, ή για το 40% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από το βιομηχανικό τομέα.¹ Αντλίες, ανεμιστήρες και οι συμπιεστές που είναι μακράν το σημαντικότερο φορτίων στη βιομηχανία και στους τομείς των υπηρεσιών, αντιπροσωπεύοντας το 62% (Σχήμα.1.1) και 82% (Σχήμα 1.2) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας με κινητήρα κατανάλωσης, αντίστοιχα. Αυτό το υψηλό ποσοστό των ελεγχόμενων

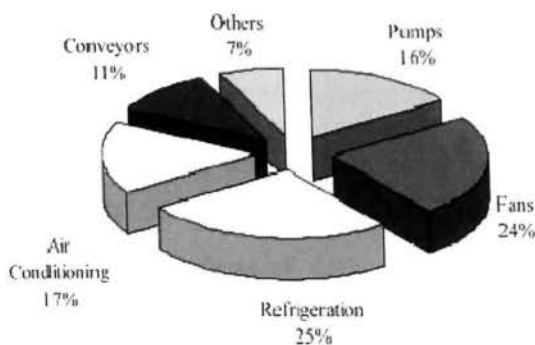
¹ Άλλες μηχανές περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία των φορτίων που συνδέονται κυρίως με την επεξεργασία υλικών (ελαιοτριβεία, μύλοι, πλαστικοποιητές, εξωθητές, αναμίκτης, αναδευτήρες, κ.λπ.) και το χειρισμό των υλικών (μεταφορικές ταινίες, ανελκυστήρες, ανυψωτικά , συσκευασία, κ.λπ.).

φορτίων έχει ιδιαίτερη σημασία κατά την εκτίμηση τη δυνητική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας με την εφαρμογή των συστημάτων οδηγών μεταβλητών στροφών (VSDs).

A.T. de Almeida et al. / Energy 28 (2003) 673–690



Σχήμα 1.1 Επιμερισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας μηχανών από την τελική χρήση στο βιομηχανικό τομέα.



Σχήμα.1.2 Επιμερισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με κινητήρα από την τελική χρήση στον τομέα των υπηρεσιών.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία εξέλιξη στην αυτοματοποίηση της παραγωγής και της διακίνησης προϊόντων στον τομέα της βιομηχανίας, με την εφαρμογή των ταινιόδρομων και ραουλόδρομων, καταβάλλοντας ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα.

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω παρατηρείται ότι ο βιομηχανικός τομέας είναι ιδιαίτερα απαιτητικός ενεργειακά. Σε μια εποχή που η εξοικονόμηση ενέργειας, τόσο για περιβαλλοντικούς λόγους όσο και για λόγους μείωσης της εξάρτησης από τους ορυκτούς ενεργειακούς πόρους, είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα, είναι σκόπιμο να μην μείνει ανεκμετάλλευτη και η παραμικρή δυνατότητα μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης.

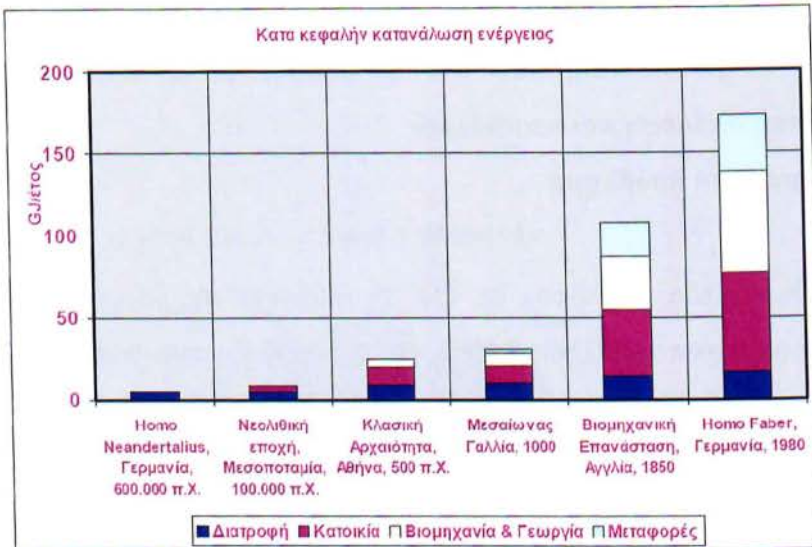
1.1 Ενεργειακή απόδοση και περιβάλλον

1.1.1 Το ενεργειακό πρόβλημα

Η επιβίωση του ανθρώπου σε όλη τη διάρκεια της ύπαρξης του συνδέεται άμεσα με το φυσικό περιβάλλον. Μέσα από την εξέλιξη του, ο άνθρωπος ανέπτυξε μεθόδους για την προστασία του από τα στοιχεία της φύσης αλλά και τρόπους αξιοποίησης του φυσικού περιβάλλοντος, με σκοπό την βελτιστοποίηση των συνθηκών διαβίωσης του.

Ένα από τα σημαντικότερα εξελικτικά στάδια από τα οποία διήλθε το ανθρώπινο γένος είναι η Βιομηχανική Επανάσταση κατά τον 19^ο αιώνα με την σημαντική ανάπτυξη των παραγωγικών δυνάμεων του, που όμως προϋπέθετε την μαζική παραγωγή αγαθών και μια σημαντική κατανάλωση ενέργειας στην βιομηχανία. Από τότε, βιομηχανικό και οικονομικό σύστημα, στηρίχτηκε στην πεποίθηση ότι η φύση αποτελεί αστείρευτη πηγή, από όπου μπορούμε να αντλούμε χωρίς περιορισμούς, την απαραίτητη ενέργεια και τους απαραίτητους πόρους, έτσι ώστε η παραγωγή να τροφοδοτεί μια ασταμάτητη ροή αγαθών.

«Ως Βιομηχανική Επανάσταση μπορεί να οριστεί η διαδικασία εκείνη, μέσω της οποίας η κοινωνία απέκτησε τον έλεγχο τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας, ασύλληπτων για τον προηγούμενο βουκολικό κόσμο, που βρίσκονταν ενσωματωμένες, ως τότε, σε νεκρή ύλη». Ο ορισμός αυτός, παρ' ότι αναφέρεται σε μια συνιστώσα μόνο της Βιομηχανικής Επανάστασης, δίνει το στίγμα της σημασίας της έννοιας «ενέργεια» η οποία προσδιορίζει καθοριστικά την ποιότητα αν όχι την ίδια τη ζωή της ανθρώπινης κοινωνίας του 20^{ου} αιώνα. Σχηματικά, και καθόλου υπερβολικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η ύπαρξη και χρήση τεραστίων ποσοτήτων ενέργειας, με τον τρόπο που αυτό συμβαίνει στις χώρες του αναπτυγμένου δυτικού κόσμου, σηματοδοτεί την διαφορά ανάμεσα σ' αυτόν και τον αναπτυσσόμενο τρίτο κόσμο όσο και την ασύγκριτη εξέλιξη αυτού του ιδίου από την εποχή του Μεσαίωνα ως σήμερα. Αυτό αποτυπώνεται άλλωστε και στην ιστορική εξέλιξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας, που φαίνεται στο σχήμα 1.3.



Σχήμα 1.3 Εξέλιξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας

Η Βιομηχανική Επανάσταση σηματοδοτεί την απαρχή της δημιουργίας του κράτους, της πόλης και της ζωής με τη σημερινή τους έννοια. Η μετάβαση από την φεουδαρχία, τη ζωή στην ύπαιθρο και τις μικρές πόλεις – συναλλακτικά κέντρα στη βιομηχανική και τη μεταβιομηχανική κοινωνία, τις πόλεις – παραγωγούς και τον αστικό τρόπο ζωής, είναι μια από τις δραματικότερες και συντομότερες συντελεσθείσες αλλαγές στην ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού. Οι μεταβολές από την κλασική αρχαιότητα ως το Μεσαίωνα είναι πολύ λιγότερες απ' ότι αυτές ανάμεσα στον 18^ο και τον 20^ο αιώνα. Η περίοδος της Αναγέννησης και των ανακαλύψεων απέφερε πλούσιες γνώσεις αλλά ελάχιστες πρακτικές διαφοροποιήσεις στην καθημερινή ζωή του ανθρώπινου γένους στο σύνολό του. Αντίθετα, η δημιουργία της βιομηχανίας και η εμφάνιση του καπιταλισμού και του κομμουνισμού, ως κυρίαρχα και αντιμαχόμενα οικονομικά και πολιτικοκοινωνικά συστήματα, σηματοδοτεί τη μετάβαση σε μια τελείως διαφορετική μορφή κοινωνικού βίου, αυτήν της βιομηχανικής κοινωνίας. Εξίσου ραγδαία, όμως, είναι και η αρνητική πλευρά αυτής της πορείας, όπως έχει αρχίσει να αποτυπώνεται με τη μορφή περιβαλλοντικών προβλημάτων, κυρίως την τελευταία εικοσαετία.

Ο 20^{ος} αιώνας αποτέλεσε την περίοδο των εντονότερων μεταβολών που έχει καταγράψει ως τώρα η ιστορία ή ακόμη, αποτέλεσε τον «αιώνα του εμφράγματος» εξαιτίας του ραγδαίου ρυθμού των γεγονότων. Το θέμα της ενέργειας παραμένει στο επίκεντρο του αιώνα αυτού, θα καθορίσει αναμφίβολα τις εξελίξεις του επόμενου και μπορεί να προσεγγιστεί από τρεις διαφορετικές απόψεις:

- Της εξασφάλισης της αναγκαίας ποσότητας ενέργειας, στην κατάλληλη για την κάθε χρήση μορφή, δηλαδή της ενεργειακής επάρκειας.
- Του κόστους αυτής της ενέργειας.
- Των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της.

Αυτές οι τρεις απόψεις συνθέτουν ό,τι έχει γίνει ευρύτερα γνωστό με τον όρο «ενεργειακό πρόβλημα». Αποτελούν, επομένως, το απαραίτητο υπόβαθρο που πρέπει να αναλυθεί προτού κανείς μπορέσει να ασχοληθεί με το πρόβλημα της χρήσης και διαχείρισης ενεργειακών πόρων και της αξιολόγησης ενεργειακών συστημάτων.

Ωστόσο, η «ενέργεια», με την έννοια της διαθεσιμότητας ενεργειακών πόρων δεν επαρκεί από μόνη της. Προϋπόθεση για την ενεργειακή επάρκεια είναι η ύπαρξη του κατάλληλου συστήματος που θα μπορέσει να μετατρέψει τη διαθέσιμη ενέργεια σε ωφέλιμη ισχύ, και αυτό έναντι ενός αποδεκτού κόστους.

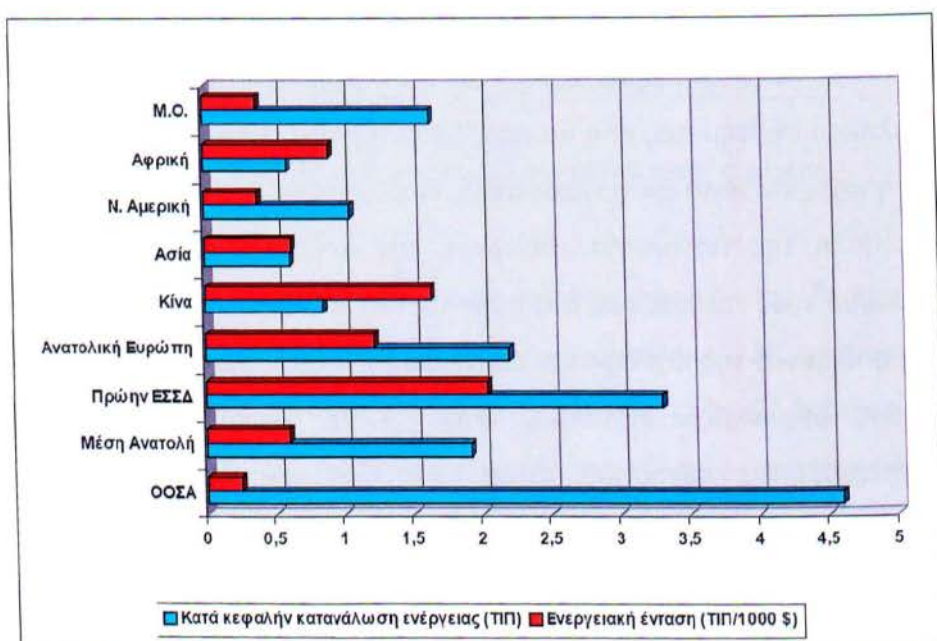
Η εξέλιξη της τεχνολογίας επέτρεψε την ανάπτυξη διαθέσιμης ισχύος με εκθετικό ρυθμό τους τελευταίους δύο αιώνες. Από το σχήμα 1.4 που ακολουθεί και στο οποίο η κλίμακα της ισχύος στον άξονα των y είναι λογαριθμική, προκύπτει ότι από το 1840 έως σήμερα η τυπική «μηχανή», το τυπικό ενεργειακό σύστημα παραγωγής ισχύος της εποχής του, αύξησε με σχεδόν γραμμικό τρόπο την ισχύ του από 1 σε 1.000.000 kw.



Σχήμα 1.4. Εξέλιξη των συστημάτων παραγωγής ισχύος

Η αύξηση της ισχύος είναι τεράστια, ωστόσο 1kW απέδιδε η ατμομηχανή του 1840. Η συνολική διαθέσιμη ισχύς που παρέχεται στους πολίτες μιας χώρας

αποτελείται, εν πολλοίς, από το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και το σύνολο της ισχύος των οχημάτων μεταφοράς. Διαιρώντας αυτό το άθροισμα με τον πληθυσμό της χώρας προκύπτει η μέση κατά κεφαλήν διαθέσιμη ισχύς. Έτσι μπορούμε να δούμε το δείκτη ενεργειακής έντασης, που εκφράζει το λόγο της κατανάλωσης ενέργειας προς το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν μιας χώρας, η αλλιώς το σύνολο των παραγόμενων αγαθών και υπηρεσιών. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1.5 η μέση κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις από χώρα σε χώρα.



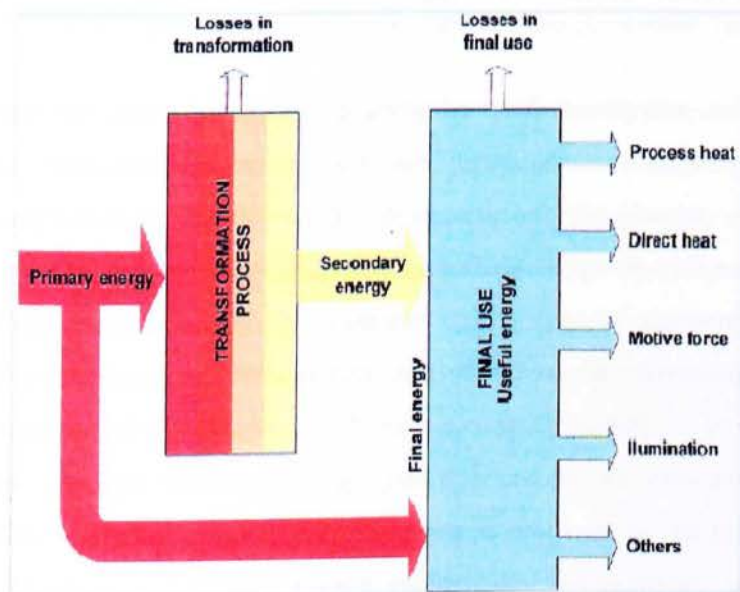
Σχήμα 1.5 Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας και ενεργειακή ένταση

Η υψηλή κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας δεν αποτελεί, ωστόσο, από μόνη της τεκμήριο τεχνολογικής, κοινωνικής ή οικονομικής προόδου. Αντίθετα, μπορεί να αποτελεί ένδειξη ανεπάρκειας και σπατάλης, αφού σημασία δεν έχει να καταναλώνει κανείς ενέργεια, αλλά να παράγει με αυτήν ωφέλιμο έργο. Είναι χαρακτηριστικό ότι στις χώρες της πρώην ΕΣΣΔ με τα πολλά τεχνολογικά και οικονομικά προβλήματα, απαιτείται περίπου η δεκαπλάσια ποσότητα ενέργειας για την παραγωγή μιας μονάδας ΑΕΠ απ' ότι στις χώρες του ΟΟΣΑ. Με αυτό το υπόβαθρο μπορούμε να κατανοήσουμε ότι το ζητούμενο επομένως είναι ο προσδιορισμός, καταρχήν, και η βελτίωση στη συνέχεια της ενεργειακής απόδοσης.

1.2 Πηγές ενέργειας και ατμοσφαιρική ρύπανση

Πρωτογενής ενέργεια είναι η ενέργεια που δεν έχει υποστεί καμία διαδικασία μετατροπής ή μετασχηματισμού. Πρωτογενής ενέργεια μπορεί να είναι είτε μη ανανεώσιμη ενέργεια που περιέχεται σε ακατέργαστα καύσιμα, όπως άνθρακας, αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ουράνιο είτε ανανεώσιμη ενέργεια, όπως ηλιακή, αιολική, υδροθερμική ή γεωθερμική.

Η μετάδοση της πρωτογενούς ενέργειας στη φυσική της μορφή δεν είναι εύκολη. Οι πρωτογενείς πηγές ενέργειας μετατρέπονται, με μεθόδους ενεργειακού μετασχηματισμού, σε προσφορότερες μορφές κομιστών ενέργειας: στη δευτερογενή ενέργεια. Το ακόλουθο διάγραμμα (Σχ.1.6) δείχνει την μετατροπή της πρωτογενούς ενέργειας σε δευτερογενή και την τελική της χρήση.

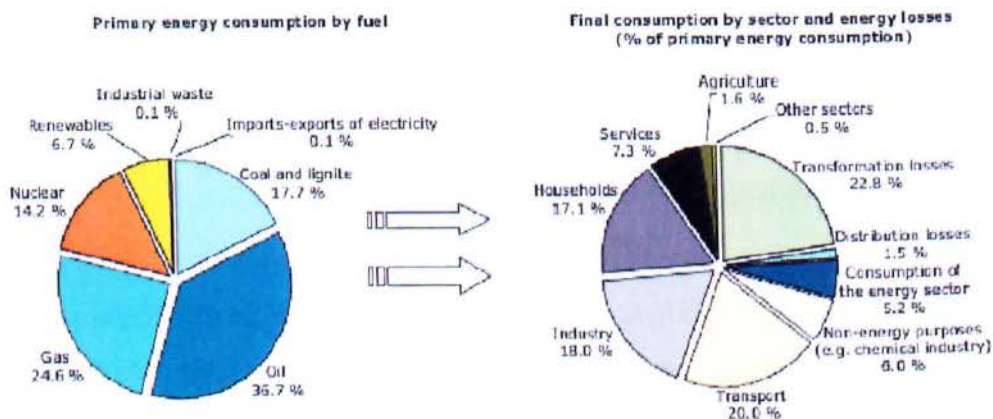


Σχήμα 1.6 Διάγραμμα που δείχνει τη μετατροπή πρωτογενούς ενέργειας (π.χ. άνθρακας ή άνεμος) σε δευτερογενή ενέργεια (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια) και τελική χρήση της ενέργειας για θέρμανση, φωτισμό, κίνηση οχημάτων κτλ.²

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει την πηγή της πρωτογενούς ενέργειας και τον τελικό καταναλωτή ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27. Σχεδόν το ¼ της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, απόλλυται κατά τον μετασχηματισμό και τη διανομή, ενώ ο ενεργειακός τομέας καταναλώνει κάτι παραπάνω από 5% για τη δική του λειτουργία. Από το σχήμα μπορούμε να παρατηρήσουμε συγκριτικά τη σημασία

² Πηγή: EU BREF on energy efficiency

των διαφορετικών πηγών ενέργειας και τους διάφορους τομείς που καταναλώνουν ενέργεια, με τη βιομηχανία να έχει ανάγκες για ενέργεια μικρότερες από το 1/5 των συνολικών ενεργειακών αναγκών



Σχήμα 1.7 Αποδοτικότητα του μετασχηματισμού και της διανομής της ενέργειας από κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε κατανάλωση τελικής ενέργειας, ΕΕ-27, 2005.³

Τα στάδια που μεσολαβούν ανάμεσα στην παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζουν επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Τα στάδια αυτά περιλαμβάνουν την εξόρυξη, τη μεταφορά στους σταθμούς παραγωγής καθώς και την ίδια την παραγωγή της ενέργειας. Η εξόρυξη των διάφορων μορφών άνθρακα, αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου απαιτεί την δέσμευση μεγάλων εκτάσεων γης, οι οποίες υπόκεινται σε εντατική και συστηματική εκμετάλλευση με άμεσο αποτέλεσμα την υποβάθμιση της περιοχής. Εκτός από τα αισθητικά αποτελέσματα και την καταστροφή του οικοσυστήματος της δεσμευμένης περιοχής, προβλήματα δημιουργούνται και από την ίδια τη φύση του προς εξόρυξη καυσίμου, όπως μεγάλες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα από στερεά καύσιμα, αναθυμιάσεις από την διαφυγή των ατμών υγρών ή αερίων υδρογονανθράκων, αναπόφευκτες διαρροές κ.α.

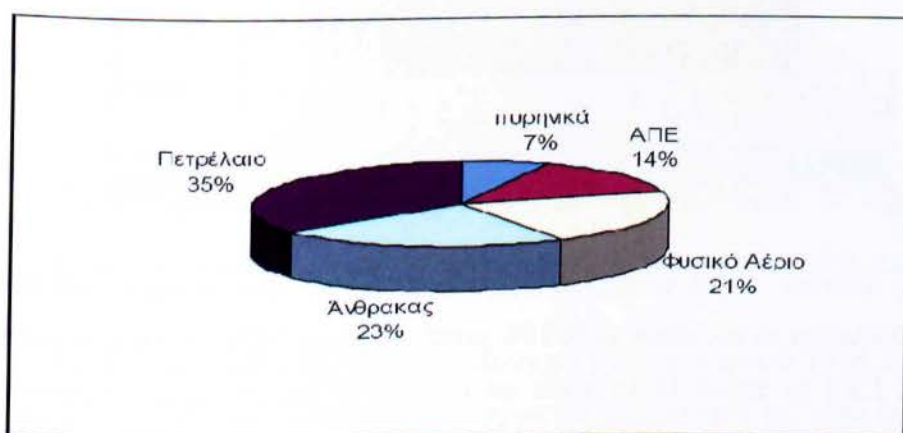
Οι σημαντικότερες όμως επιπτώσεις παρατηρούνται στο στάδιο παραγωγής της ενέργειας. Στο πρώτο στάδιο της παραγωγής επιτελείται η μετατροπή της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε θερμική με την διαδικασία της καύσης. Τα προϊόντα της καύσης, όταν αυτή είναι τέλεια, είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το νερό με την μορφή υδρατμού. Όταν η καύση δεν είναι τέλεια, τότε παράγεται και μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Επειδή απαιτείται η παρουσία του οξυγόνου, το οποίο παρέχεται

³ Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος & Eurostat

από τον ατμοσφαιρικό αέρα, περιεκτικότητας 79% άζωτο και 21% οξυγόνο κατά όγκο, συνεπώς μπορούν να δημιουργηθούν και οξειδία του αζώτου (NO_x), κυρίως σε περιπτώσεις ατελούς καύσης. Σε περιπτώσεις όπου το καύσιμο περιέχει ποσά θείου, τότε κατά την καύση εκλύεται και διοξείδιο του θείου. Η διοχέτευση των αερίων προϊόντων της καύσης στην ατμόσφαιρα προκαλεί πρόσθετα προβλήματα ρύπανσης, όπως ατμοσφαιρική ρύπανση, νέφος, φαινόμενο του θερμοκηπίου, τρύπα του όζοντος κλπ., με σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, στη χλωρίδα, στην πανίδα, στην ποιότητα των υδάτων, στην αισθητική των φυσικών τοπίων, και στην ανθρώπινη υγεία.

1.3 Συνεισφορά των διαφόρων πηγών ενέργειας στην παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση

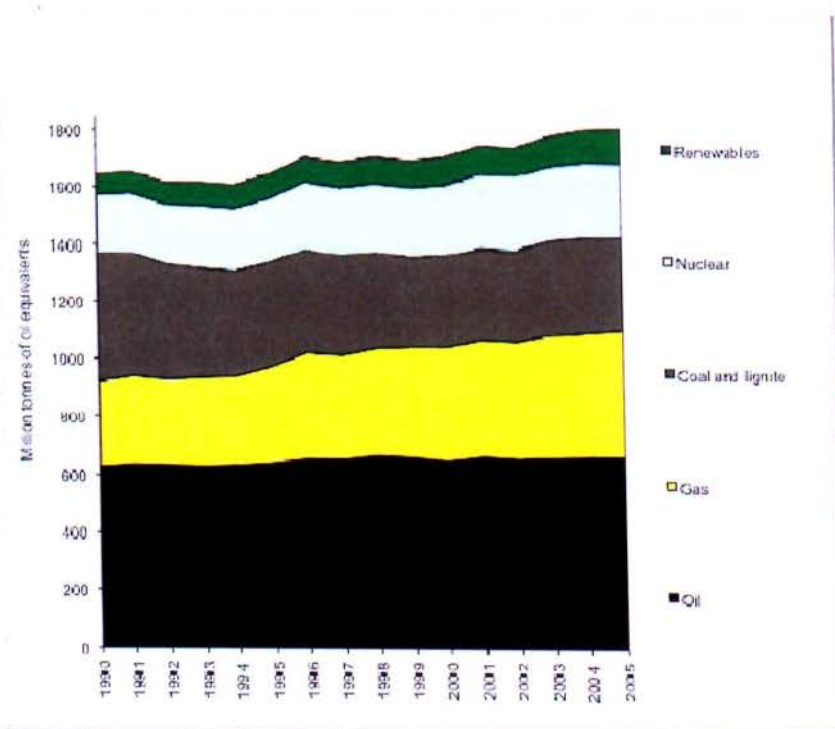
Σήμερα, τα ορυκτά καύσιμα παρέχουν το 79% της παγκόσμιας ενεργειακής προσφοράς. Μεταξύ των ορυκτών καυσίμων, το πετρέλαιο παρέχει το μεγαλύτερο ποσοστό, περίπου το 35% της συνολικής παγκόσμιας ενεργειακής προσφοράς. Ο άνθρακας παρέχει ένα ποσοστό της τάξης του 23%, το φυσικό αέριο παρέχει ένα ποσοστό της τάξης του 21% της παγκόσμιας ενεργειακής προσφοράς. Οι ΑΠΕ ακολουθούν με ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 14% και τέλος η πυρηνική ενέργεια με ποσοστό της τάξης του 7%.



Σχήμα 1.8 Ποσοστά συνεισφοράς των ενεργειακών πηγών στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας

Εάν μελετήσουμε τις τάσεις στην παροχή ενέργειας από διάφορες ενεργειακές πηγές, βλέπουμε πως τα τελευταία 35 χρόνια παρατηρείται παγκοσμίως μία γενική

άνοδος στην παροχή ενέργειας. Το φυσικό αέριο και η ατομική ενέργεια καταλαμβάνουν μεγαλύτερα μερίδια στην παροχή ενέργειας, ανάλογα με τη μείωση στη χρήση πετρελαίου. Παρόλα αυτά, η Ευρώπη παραμένει ισχυρά εξαρτημένη από τα ορυκτά καύσιμα. Από το 1990 έως το 2005, η χρήση ορυκτών καυσίμων στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση μειώθηκε ελαφρά, από το 83% στο 79%, (σχήμα 1.9). Τα πρώτα 10 χρόνια αυτής της περιόδου, διαδόθηκε η χρήση του αερίου για την παραγωγή ενέργειας και είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της χρήσης άνθρακα. Το γεγονός αυτό είχε ως επακόλουθο τεράστια μείωση στις εκπομπές ρύπων. Από το 1999, η χρήση άνθρακα γίνεται και πάλι πρώτη επιλογή, λόγω ανησυχιών γύρω από το θέμα της ασφάλειας στην παροχή αερίου και λόγω αυξήσεων στην τιμή του αερίου.



Σχήμα 1.9. Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά καύσιμο, ΕΕ-27⁴.

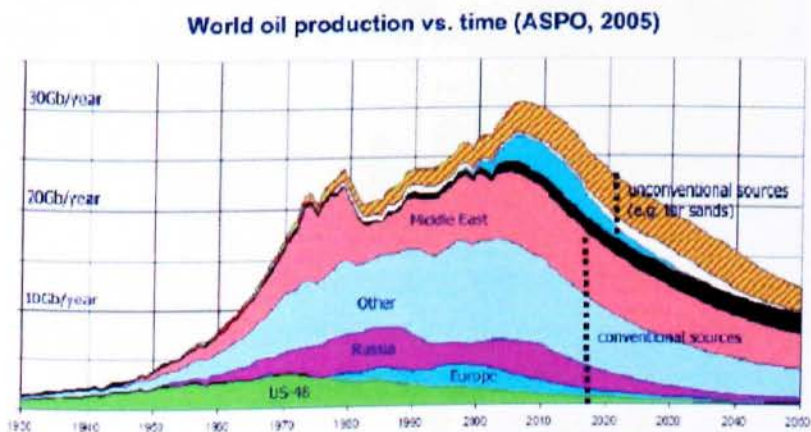
Οι ανάγκες παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας στο σενάριο αναφοράς προβάλλονται για να αυξηθούν κατά 55% μεταξύ 2005 και 2030, σε ένα μέσο ετήσιο ποσοστό 1.8% το χρόνο. Η απαίτηση φθάνει σε 17.7 δισεκατομμύριο τόνους του αντίτιμου πετρελαίου, έναντι 11.4 δισεκατομμύριο τόνους το 2005. Τα απολιθωμένα καύσιμα παραμένουν η κυρίαρχη πηγή αρχικής ενέργειας, που αποτελεί 84% της γενικής αύξησης σε ζήτηση μεταξύ 2005 και 2030. Σύμφωνα με την αύξηση των

⁴ Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, Ενέργεια & Περιβάλλον, 2008

προηγούμενων ετών, ο άνθρακας βλέπει τη μεγαλύτερη αύξηση σε ζήτηση στους απόλυτους όρους, που πηδούν κατά 73% μεταξύ 2005 και 2030 και που ωθούν το μερίδιο συνολικής ενεργειακής απαίτησής του επάνω από 25% σε 28%. Το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης σε χρήση άνθρακα προκύπτει στην Κίνα και την Ινδία. Το μερίδιο του φυσικού αερίου αυξάνεται πιο συγκρατημένα, από 21% σε 22%.

1.3.1 Η θεωρία κορύφωσης της παγκόσμιας παραγωγής υδρογονάνθρακα - Θεωρία Peak Oil

Πρόσφατα 18 έγκριτοι μελετητές των προμηθειών ενέργειας συμφώνησαν ότι η μέγιστη εξόρυξη πετρελαίου θα συμβεί το 2020 με ρυθμό που θα ανέρχεται στα 93 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα. Η σημερινή κατανάλωση πετρελαίου γίνεται με ρυθμό της τάξης του 0,18ZJ ανά έτος (31,1 δισεκατομμύρια βαρέλια) ή 85 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα. Παρόλα αυτά υπάρχει εκτεταμένη ανησυχία ότι έχουμε φτάσει στο peak oil, εφόσον ο ρυθμός ανακαλύψεων νέων κοιτασμάτων δεν επαρκεί για να ικανοποιήσει τις αυξανόμενες ενεργειακές μας ανάγκες.⁵

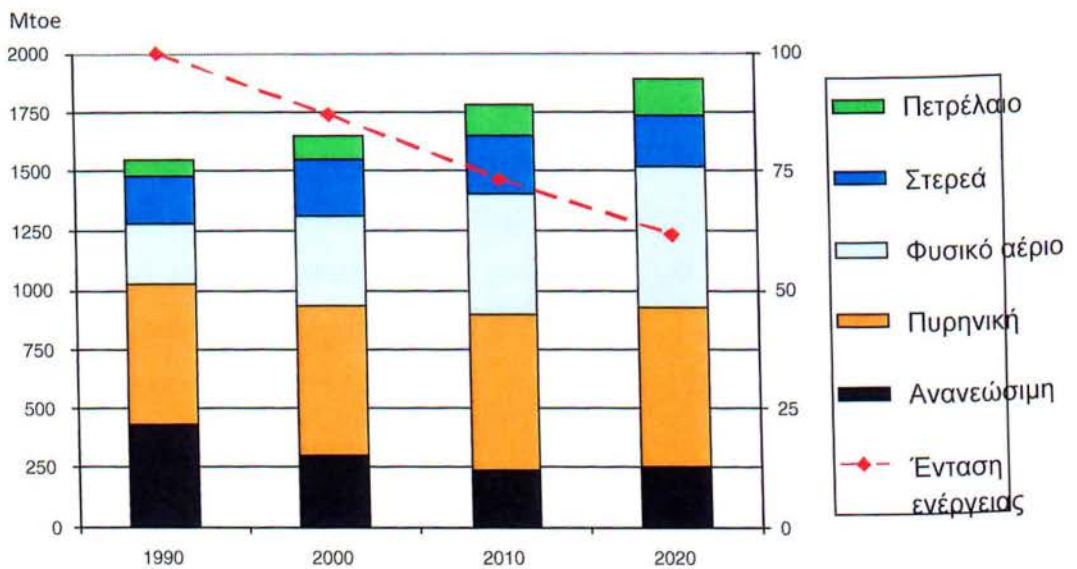


Σχήμα 1.10. Η παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου στο χρόνο (πηγή: ASPO, 2005)

Τα 25 κράτη μέλη της ΕΕ καταναλώνουν σήμερα περίπου 1725 εκατ. ΤΙΠ (μεγατόνους ισοδυνάμου πετρελαίου) ενέργεια ετησίως. Η τιμή της είναι δαπανηρή: κυμαίνεται στα 500 δισεκατ. €, ή πάνω από 1000 € ανά άτομο ετησίως. Απ' αυτά τα 500 δισεκατ. €, περίπου το μισό, αφορά το εξωτερικό εμπόριο της ΕΕ (περίπου 240 δισεκατ. €). Η ενέργεια είναι δαπανηρή και αρχίζει επίσης να σπανίζει. Σύμφωνα με

⁵ Πηγή: www.peakoil.com

πολλούς εμπειρογνώμονες, τα γνωστά αποθέματα πετρελαίου επαρκούν μόνον για την κάλυψη των σημερινών αναγκών επί 40 έτη. Από τις αρχές του 1970 έως το 2002, η ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-25 αυξήθηκε σχεδόν κατά 40% –ή 1% ετησίως – ενώ το ΑΕΠ διπλασιάστηκε, αυξανόμενο κατά μέσο όρο 2,4% ετησίως. Η ένταση της ενέργειας, ο λόγος του ΑΕΠ προς την κατανάλωση ενέργειας, μειώθηκε επομένως κατά ένα τρίτο.



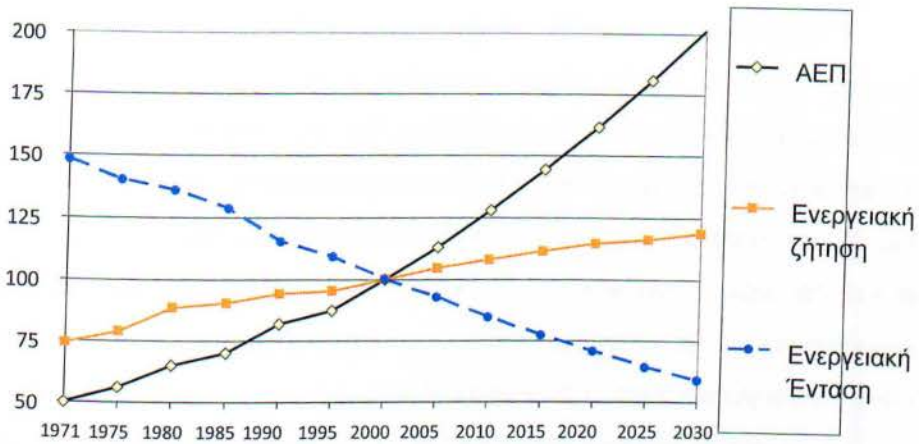
Σχήμα 1.11 Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά καύσιμο και ένταση ενέργειας. Ένταση ενέργειας 1990 = 100

Ωστόσο, από το 2000, η βελτίωση αυτή στην ένταση ενέργειας ήταν λιγότερο σημαντική, φθάνοντας μόλις ποσοστό 1% σε μια διετία.

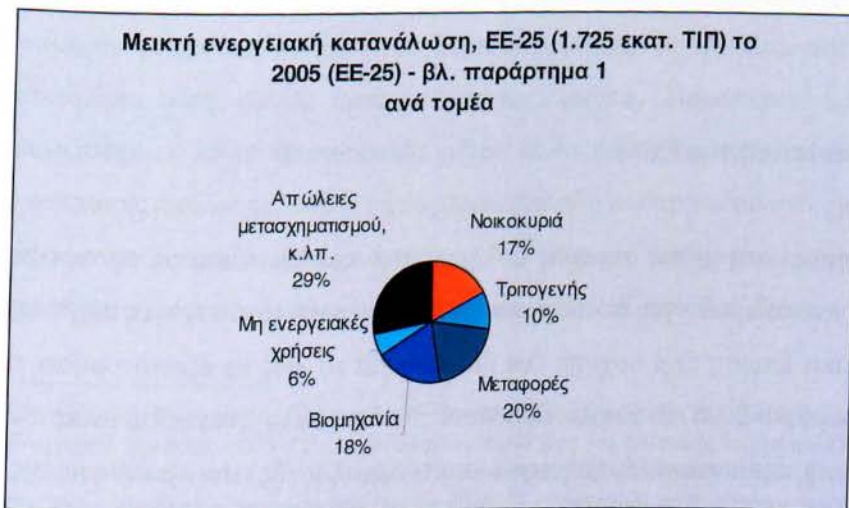
Μέση μείωση της ενεργειακής έντασης: 1,6% ετησίως.

Εφόσον συνεχιστεί η τρέχουσα τάση, η μεικτή ενεργειακή ζήτηση θα μπορούσε να αυξηθεί κατά 10% έως το 2020. Η αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε επίσης να φθάσει το 1,5% ετησίως.

Η ενέργεια είναι η πηγή 4/5 (78%) του συνόλου των εκπομπών αερίου θερμοκηπίου στην ΕΕ. Η αύξηση της κατανάλωσης έχει άμεσο αντίκτυπο στην επιδείνωση του περιβάλλοντος και στην αλλαγή του κλίματος, η οποία κατά τα τελευταία έτη προβληματίζει διαρκώς περισσότερο.



Σχήμα 1.12 ΕΕ-25: Μακροπρόθεσμη εξέλιξη του ΑΕΠ, της ενεργειακής ζήτησης και της ενεργειακής έντασης (βάση): 2000 = 100



Σχήμα 1.13 Η σημερινή κατανάλωση στην ΕΕ θα μπορούσε να φθάσει τα 1.900 εκατ. ΤΙΠ εντός δεκαπενταετίας (2020), σε σύγκριση με τα 1.725 εκατ. ΤΙΠ το 2005⁶.

Η ποιότητα του αέρα συνιστά μείζον περιβαλλοντικό μέλημα για την ανθρώπινη υγεία, τα οικοσυστήματα και τις γεωργικές καλλιέργειες⁷.

⁶ Οι προβλέψεις αυτές πραγματοποιούνται με την παραδοχή μέσης προβλεπόμενης αύξησης του ΑΕΠ ύψους 2,4% ετησίως.

⁷ Το 2000 λόγω χάριν, χάθηκαν στην ΕΕ 3 εκατομμύρια έτη ζωής εξαιτίας συγκεντρώσεων σωματιδίων στον αέρα που αναπνέουμε. Τούτο ισοδυναμεί με περίπου 288 000 πρόωρους θανάτους.

1.4 Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας

Η προοπτική παγκόσμιας ενέργειας το 2009 (WEO 2009) παραδίδει ένα απλό, άκαμπτο μήνυμα: εάν ο κόσμος συνεχίζεται βάσει της σημερινής ενεργειακής πολιτικής, οι επιδράσεις αλλαγής κλίματος θα είναι σημαντικές. Η ενέργεια, που αποτελεί τα δύο τρίτα των σημερινών εκπομπών αερίου θερμοκηπίων, είναι στην καρδιά του προβλήματος - και πρέπει έτσι να διαμορφώσει τον πυρήνα της λύσης. Πρέπει επειγόντως να θέσουμε σε κίνηση μια ενέργεια και μια περιβαλλοντική επανάσταση, για να μετασηματίσουμε τον τρόπο που χρησιμοποιούμε την ενέργεια και για να παραδώσουμε το βιώσιμο μέλλον.

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι το ενιαίο σημαντικότερο πρώτο βήμα προς την επίτευξη των τριών στόχων της ενεργειακής πολιτικής :

- ασφάλεια του ανεφοδιασμού,
- της προστασίας του περιβάλλοντος και
- της οικονομικής ανάπτυξης.

1.4.1 Η πολιτική της ΕΕ

Αντιμέτωπη με τις συνεχείς αυξήσεις των καυσίμων και με την προοπτική ότι το 70% των αναγκών της σε ενέργεια θα καλύπτεται από εισαγωγές μέχρι το 2030, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αρχίσει ένα διάλογο για το πώς να εξοικονομήσει ενέργεια. Τον Δεκέμβριο 2008, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο ενέκριναν δέσμη μέτρων για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την κατοχύρωση της ασφάλειας των ενεργειακών πηγών της Ευρώπης ως και μετά το 2020. Αυτή η δέσμη μέτρων θέτει για την Ευρώπη δύο στόχους που πρέπει να έχουν επιτευχθεί μέχρι το 2020:

- τη μείωση κατά 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και
- τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο 80% των επιπέδων του 1990.

Επιπλέον, η ΕΕ έχει δεσμευθεί να εξασφαλίσει ότι, μέχρι το 2020, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα αντιπροσωπεύουν το 20% του συνολικού ενεργειακού μίγματος της ΕΕ.

1.4.2 Ανταγωνιστικότητα και θεματολόγιο της Λισαβόνας.

Σύμφωνα με πολυάριθμες μελέτες⁸, η ΕΕ θα μπορούσε να εξοικονομεί ποσοστό τουλάχιστον 20% της τρέχουσας ενεργειακής κατανάλωσής της με οικονομικά αποδοτικό τρόπο, που αντιστοιχεί σε 60 δισεκατομμύρια € ετησίως, δηλαδή την τρέχουσα ενεργειακή κατανάλωση Γερμανίας και Φινλανδίας μαζί. Μολονότι απαιτούνται σημαντικές επενδύσεις ώστε να επιτευχθεί η δυνητική αυτή εξοικονόμηση, όσον αφορά νέο ενεργειακό αποδοτικό εξοπλισμό και ενεργειακές υπηρεσίες, η Ευρώπη ηγείται παγκοσμίως στο συγκεκριμένο πεδίο, ενώ οι ενεργειακές υπηρεσίες είναι σε μεγάλο βαθμό τοπικού χαρακτήρα. Τούτο συνεπάγεται τη δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας υψηλής ποιότητας στην Ευρώπη.

Πράγματι, βάσει διάφορων μελετών⁹, προκύπτει η εκτίμηση ότι η εν λόγω πρωτοβουλία θα μπορούσε δυνητικά να δημιουργήσει, άμεσα και έμμεσα, έως και ένα εκατομμύριο νέες θέσεις εργασίας στην Ευρώπη. Περαιτέρω, καθώς τα σκοπούμενα στην εν λόγω πρωτοβουλία μέτρα είναι μόνον οικονομικά αποδοτικά μέτρα ενεργειακής απόδοσης, που συνεπάγονται δηλαδή καθαρή εξοικονόμηση αφού συνεκτιμηθούν οι απαραίτητες επενδύσεις - ένα επιτυχές πρόγραμμα ενεργειακής απόδοσης σημαίνει ότι μέρος των 60 δισεκατομμυρίων € που δεν δαπανώνται για

⁸ The Mid-term Potential for Demand-side Energy Efficiency in the EU, Lechtenböhmer and Thomas, Wuppertal Institutie, 2005: "Στο πρόσφατο σενάριό μας για πολιτικές και μέτρα (P&M) για την ΕΕ των 25 σκιαγραφείται η λεγόμενη "φιλόδοξη στρατηγική" με σκοπό την επίτευξη σημαντικής μείωσης στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έως το 2020. Η στρατηγική αυτή χρησιμοποιεί ποσοστό περίπου 80% του σήμερα διαθέσιμου οικονομικού δυναμικού. Εκτιμάται, ωστόσο, ότι οι υπεύθυνοι για την λήψη αποφάσεων ενημερώνονται καλύτερα από δραστήριες πολιτικές και μέτρα και ότι, σε περίπτωση ενεργειακής απόδοσης μεταβάλλουν τη στάση τους απέναντι στις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνολογίες. Από τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει σαφώς ότι η ενεργειακή απόδοση στην οικονομία της ΕΕ των 25 θα αυξηθεί κατά 29% με βάση το εν λόγω σενάριο P&M." Αιτιολογική έκθεση για την πρόταση οδηγίας περί της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση και των ενεργειακών υπηρεσιών - COM(2003) 739. MURE Database Simulation 2000, SOS Ιταλία· Economic Evaluation of Sectoral Emissions Reduction Objectives for climate change, Blok and Joosen, ECOFYS, Ουτρέχτη, 2000· Energy Efficiency Indicators, ODYSSEE, ADEME, Παρίσι, 2004· Powering Profits: How Companies turn energy efficiency into shareholder value, Green Business Letter, Απρίλιος 2005· Improving energy efficiency by 5% and more per year, K. Blok, προς δημοσίευση στο Journal of Industrial Ecology· The Potential for more efficient electricity use in Italy, F. Krause· The Energy Efficiency Challenge, WWF, 2005· World Energy Assessment 2000 και επικαιροποίηση 2004 update, ιστοσελίδα UNDP· European Council for an energy efficient economy, Proceedings 2005 Summer study: Energy savings, What works and who delivers?, www.eceee.org

⁹ Rat für Nachhaltige Entwicklung, 2003, http://www.nachhaltigkeitsrat.de/service/download/publikationen/broschueren/Broschuere_Kohleempfehlung.pdf, Ecofys.

ενέργεια αποτελούν καθαρή εξοικονόμηση, με αποτέλεσμα αυξημένη ανταγωνιστικότητα και βελτιωμένες συνθήκες ζωής για τους πολίτες της ΕΕ. Στις παραπάνω αναφερόμενες μελέτες συμπεραίνεται ότι το μέσο νοικοκυριό της ΕΕ θα μπορούσε να εξοικονομήσει ετησίως μεταξύ 200 και 1000 € με οικονομικά αποδοτικό τρόπο, ανάλογα με την ενεργειακή του κατανάλωση. Μια αποτελεσματική πολιτική ενεργειακής απόδοσης θα μπορούσε επομένως να έχει μείζονα συμβολή στην ανταγωνιστικότητα και την απασχόληση στην ΕΕ, που αποτελούν κεντρικούς στόχους του θεματολογίου της Λισαβόνας.

1.4.3 Περιβαλλοντική προστασία και υποχρεώσεις της ΕΕ από το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι αναμφίβολα ο ταχύτερος, αποτελεσματικότερος και οικονομικά αποδοτικότερος τρόπος για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, καθώς και για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, ιδίως σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Επομένως, θα συμβάλει ώστε τα κράτη μέλη να ανταποκριθούν στις υποχρεώσεις που έχουν αναλάβει βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Δεύτερον, θα αποτελέσει μείζονα συμβολή στις μακροπρόθεσμες κοινοτικές προσπάθειες για την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος μέσω περαιτέρω περιορισμών των εκπομπών, ως τμήμα ενός μελλοντικού καθεστώτος, μετά το 2012, της σύμβασης πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή. Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες αναγνωρίζουν πλήρως τον ουσιώδη ρόλο της ενεργειακής απόδοσης όσον αφορά την αντιμετώπιση των πολλαπλών αυτών προκλήσεων. Η Ευρώπη πρέπει κατά συνέπεια να αποτελέσει το παράδειγμα στο πεδίο αυτό, οδηγώντας στη διατύπωση νέων πολιτικών, συνεργασίας και τεχνολογιών που μπορούν να υποβοηθήσουν τον αναπτυσσόμενο κόσμο κατά την αντιμετώπιση της εν λόγω πρόκλησης.

1.4.4 Ασφάλεια εφοδιασμού.

Με βάση τις σημερινές τάσεις, το 2030 η ΕΕ θα εξαρτάται σε ποσοστό 90% από εισαγωγές όσον αφορά τις απαιτήσεις της σε πετρέλαιο και 80% όσον αφορά το

φυσικό αέριο. Είναι αδύνατο να προβλεφθεί η τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου το 2020, ιδίως εάν η ζήτηση του αναπτυσσόμενου κόσμου συνεχίσει να αυξάνεται με την ίδια ταχύτητα όπως σήμερα. Όπως επισημάνθηκε στις 2 Μαΐου 2005 στο πλαίσιο της υπουργικής διάσκεψης του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας, η ενεργειακή απόδοση είναι μια από τις βασικές μεθόδους αντιμετώπισης της εν λόγω πρόκλησης. Μια πραγματική προσπάθεια καταρχήν σταθεροποίησης της ενεργειακής ζήτησης της ΕΕ στα σημερινά επίπεδα και στη συνέχεια περιορισμού της, θα αποτελούσε σημαντική συνεισφορά για την ανάπτυξη μιας λογικά συνεκτικής και ισόρροπης πολιτικής για την προώθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού για την Ευρωπαϊκή Ένωση.

1.5. Μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

Η ΕΕ χάνει τουλάχιστον το 20% της συνολικής της παραγωγής ενέργειας, λόγω χαμηλής αποδοτικότητας. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτήρια μπορεί να αποφέρει εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 30%, στις αστικές συγκοινωνίες 25%, στη βιοτεχνία 25%, και στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενέργειας μέχρι 20% ή και περισσότερο. Σε όρους κόστους, οι απώλειες εκτιμώνται σε περίπου 60 δισ. ευρώ ετησίως, ποσό μεγαλύτερο από τις ετήσιες ενεργειακές δαπάνες της Γερμανίας και της Φινλανδίας μαζί.

Τα οφέλη από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης δεν περιορίζονται στη μείωση των ενεργειακών δαπανών. Η βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση μειώνει το κόστος και ενισχύει την ανταγωνιστικότητα στην παραγωγή αγαθών και την παροχή υπηρεσιών. Οι επενδύσεις ενεργειακής απόδοσης δημιουργούν επίσης θέσεις απασχόλησης. Επιπλέον, η στροφή προς μια οικονομία υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης οδηγεί στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και προϊόντων, και εξοπλίζει τις επιχειρήσεις με την τεχνογνωσία και την εμπειρία που απαιτούνται για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε μακροπρόθεσμη βάση.

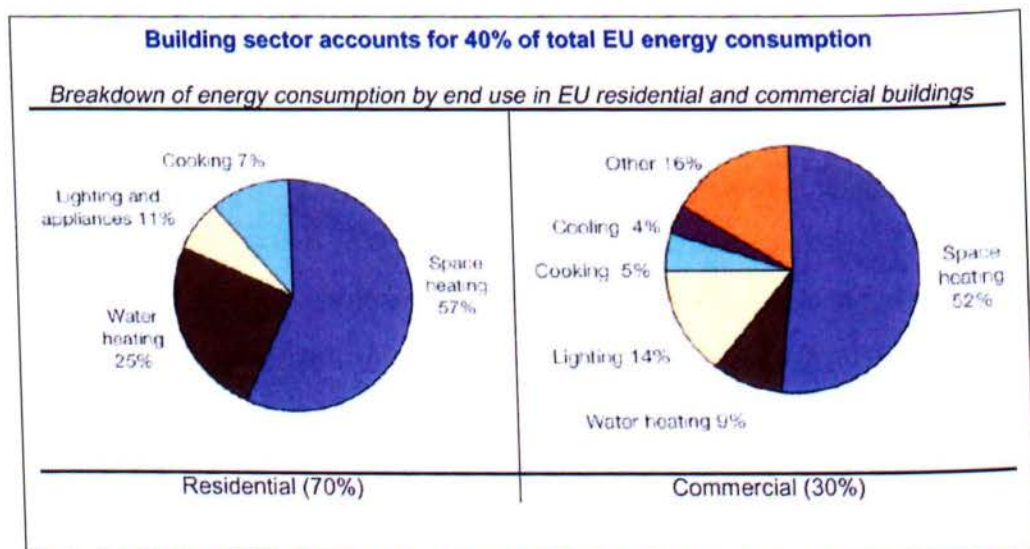
Τα πιο σημαντικά αποτελέσματα όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση θα προκύψουν από μεγάλης κλίμακας, μακροπρόθεσμα ενεργειακά έργα. Αλλά η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης απαιτεί επίσης μεγάλες δαπάνες για έρευνα και για την ανάπτυξη νέων προϊόντων και μεθόδων. Στον τομέα της οικοδομής, παραδείγματος χάρη, για τον εκσυγχρονισμό των παλαιότερων κτιρίων και την

κατασκευή νέων, ενεργειακά αποδοτικών, απαιτούνται νέα υλικά κατασκευής και συστήματα κλιματισμού και φωτισμού, τα οποία πρέπει επίσης να παράγονται με ενεργειακά αποδοτικούς τρόπους.

1.5.1 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια

Περισσότερο από το 33% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη οφείλεται στη θέρμανση, την ψύξη και τον φωτισμό δημόσιων, εμπορικών και κτηρίων κατοικίας, και περισσότερο από το ένα τρίτο της ενέργειας χάνεται λόγω ελλιπούς μόνωσης και αεροστεγανότητας, και απαρχαιωμένων συστημάτων φωτισμού. Το αστικό περιβάλλον αντιπροσωπεύει την υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας, και εδώ βρίσκονται και οι μεγαλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης.

Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα ανήλθε σε 384 Mtoe που αντιστοιχεί περίπου στο 40% της ετήσιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ. Ως το έτος 2020 προβλέπεται να αυξηθεί σε 457 Mtoe. Στα νοικοκυριά η κατανάλωση ανέρχεται στα 252 Mtoe και στα εμπορικά και δημόσια κτίρια σε 108 Mtoe ενώ ο λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα είναι 0,25 και 0,68 αντίστοιχα. Η μέση κατανάλωση ανά τετραγωνικό μέτρο αυξάνεται κατά 1.3% ετησίως στον τομέα των υπηρεσιών.



Σχήμα 1.14 Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια¹⁰

¹⁰ Πηγή: Πράσινη Βίβλος για την ενέργεια, ΕΕ, 2001

Μέχρι τώρα, η πρόοδος στον τομέα της αποκατάστασης και του εκσυγχρονισμού των κτηρίων είναι αργή. Δυνατότητες αύξησης της ενεργειακής απόδοσης στον κτηριακό τομέα προσφέρουν π.χ. ο βελτιωμένος θερμικός σχεδιασμός, η βελτιωμένη μόνωση και αεροστεγανότητα του κτηριακού περιβλήματος και των υαλοστασίων, τα βελτιωμένα συστήματα αερισμού, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, η αναβάθμιση των καυστήρων και λεβήτων και τα συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, η αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων με εξοπλισμό που ανταποκρίνεται σε υψηλές προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης, και τα συστήματα μικροσυμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας σε εμπορικά κτίρια. Είναι γενικά παραδεκτό ότι το 20% της σήμερα χρησιμοποιούμενης ενέργειας θα μπορούσε να εξοικονομηθεί με άμεσα μέτρα, οδηγώντας στη μη εκπομπή 430 εκ. τόνων CO₂.

1.5.2 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στις Δημόσιες μεταφορές

Πολύ σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσα από επενδύσεις για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των δημοτικών και μητροπολιτικών μεταφορών.

Η κατανάλωση ενέργειας στις δημόσιες μεταφορές ανήλθε σε 299 Mtoe που αντιστοιχεί περίπου στο 30% της ετήσιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ. Ως το έτος 2020 προβλέπεται να αυξηθεί σε 379 Mtoe. Τα τελευταία 20 χρόνια το μερίδιο της κατανάλωσης των δημοσίων μεταφορών αυξήθηκε από 30% σε 50%, ενώ οι σημερινές εκτιμήσεις προβλέπουν ότι η ζήτηση ενέργειας θα συνεχίσει να αυξάνεται, πιθανόν κατά τον ίδιο ρυθμό με το ΑΕΠ, με ιδιαίτερη έμφαση στις οδικές μεταφορές και τις αερομεταφορές.

Ο τομέας των μεταφορών καταναλώνει το 30% της πρωτογενούς ζήτησης ενέργειας στην ΕΕ με αυξητική τάση.

Κατανάλωση του τομέα μεταφορών στις χώρες του ΟΟΣΑ

	Mtoe 1993-1994	Αύξηση από το 1984 (%)
Ευρωπαϊκή Ένωση	283	36
Καναδάς	47	21
Ιαπωνία	84	47
ΗΠΑ	535	19
ΟΟΣΑ (σύνολο)	1036	27

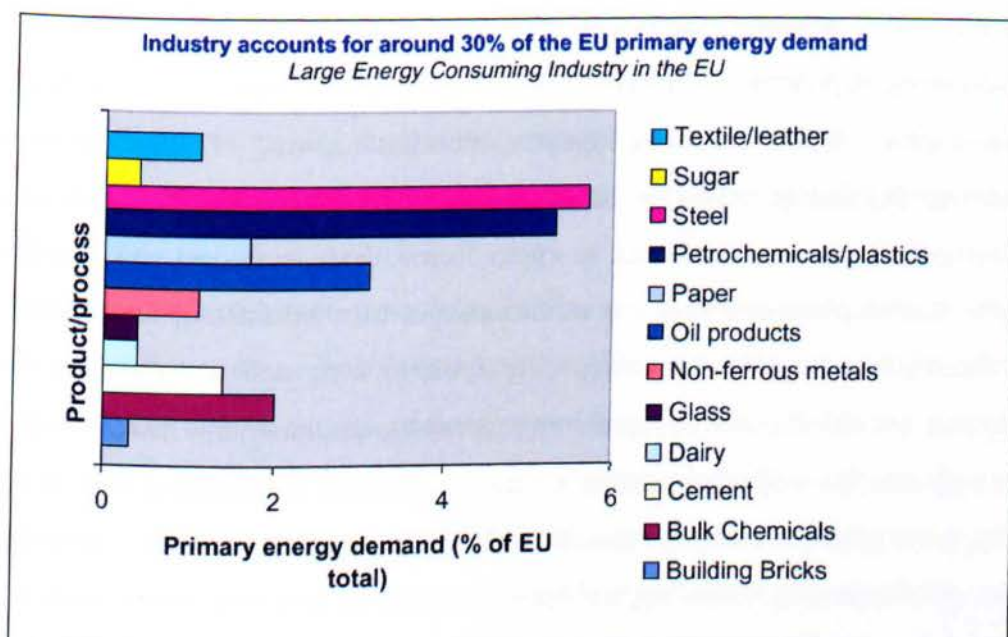
Πίνακας 1.1 Η κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές

Η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης οχημάτων και ολόκληρων στόλων, η βελτίωση της συντήρησης, η επιλογή καθαρότερων κινητήρων και η χρήση εναλλακτικών καυσίμων, είναι μέτρα που μπορούν να μειώσουν δραστικά τα σημερινά επίπεδα κατανάλωσης καυσίμων. Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μπορεί επίσης να επιτευχθεί μέσω του εξορθολογισμού των υπηρεσιών, των δρομολογίων και της υλικοτεχνικής υποστήριξης. Επιπλέον, μια γενική ώθηση που θα ενθαρρύνει τους πολίτες να εγκαταλείψουν τα ιδιωτικά αυτοκίνητα και να χρησιμοποιούν τα δημόσια μέσα μεταφοράς, σε συνδυασμό με σημαντική βελτίωση των συστημάτων δημόσιων μεταφορών, μπορεί να αποφέρει περαιτέρω εξοικονόμηση περιορίζοντας τη χρήση ιδιωτικών μέσων μεταφοράς. Για να επιτευχθεί αυτό, οι πόλεις πρέπει να επενδύσουν σε αποτελεσματικά συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας και παροχής κυκλοφοριακών πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.

1.5.3 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στη βιομηχανία

Πλήθος δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχει επίσης στους τομείς της μεταποίησης και της βιομηχανίας. Οι τρέχουσες βιομηχανικές μέθοδοι σχεδιάστηκαν σε μια εποχή φθηνής ηλεκτρικής ενέργειας και βασίζονται σε ηλεκτρικό και περιστροφικό εξοπλισμό παλαιάς γενιάς, που χρησιμοποιεί καύσιμα τα οποία ήταν σε κοινή χρήση όταν ακόμη η μέριμνα για το περιβάλλον δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο. Η ενέργεια που καταναλώθηκε στον βιομηχανικό τομέα ανήλθε σε

262 Μτοε που αναλογεί περίπου στο 28% της ετήσιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ, ενώ οι σημερινές εκτιμήσεις προβλέπουν ότι η ζήτηση ενέργειας θα αυξηθεί σε 290 Μτοε το έτος 2020. Ο ηλεκτρισμός και η παραγωγή θερμότητας αναλογούν στο 8% και 18,6% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στην βιομηχανία αντίστοιχα και οι ανανεώσιμες πηγές στο 1,6%. Οι δύο μεγαλύτεροι καταναλωτές είναι οι βιομηχανίες χάλυβα και σιδήρου και οι χημικές βιομηχανίες που καταναλώνουν αντίστοιχα το 20% και 16,3% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στον βιομηχανικό τομέα.



Σχήμα 1.15 Η κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία ¹¹

Στις βιομηχανικές διαδικασίες υπάρχουν συχνά απώλειες ενέργειας οφειλόμενες σε διαρροές που μπορούν να αποφευχθούν μέσω της χρήσης σύγχρονων τεχνικών. Τα εκλυόμενα και τα καίόμενα αέρια, η βιομάζα και άλλα απόβλητα μπορούν να επαναχρησιμοποιούνται. Η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, η βελτίωση των μετρήσεων και η βελτιστοποίηση των διαδικασιών, είναι μερικές μόνο από τις δυνατότητες αύξησης της ενεργειακής απόδοσης στη βιομηχανία. Περαιτέρω δυνατότητες προσφέρουν η επιλογή νέων πρώτων υλών, η ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης στην παραγωγή και στη λειτουργία του ενεργοβόρου εξοπλισμού, και η υπεύθυνη από ενεργειακή και περιβαλλοντική άποψη – επιλογή των υλικών συσκευασίας και του συστήματος διανομής.

¹¹ Πηγή: Πράσινη Βίβλος για την ενέργεια, ΕΕ, 2001

1.5.4 Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στη παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενέργειας

Οι δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στην παραγωγή και διανομή ενέργειας είναι σημαντικές, με επενδύσεις σε έργα που συμβάλλουν στη μείωση των απωλειών κατά τη μεταφορά και διανομή ηλεκτρικού ρεύματος, τη βελτίωση της απόδοσης μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού και τη χρήση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας που διαφορετικά θα έμεναν ανεκμετάλλευτες. Επίσης περαιτέρω δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης προσφέρουν έργα για τη βελτίωση των δικτύων και των συνδέσεων με το κύριο δίκτυο, ώστε να μπορεί να κατανέμεται η τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια και να διευκολύνεται η πολύπλοκη διαδικασία της κατά διαστήματα ενσωμάτωσης ενέργειας προερχόμενης από ανανεώσιμες πηγές, καθώς και επενδύσεις που αφορούν την «επαναχρησιμοποίηση» υλικών για την παραγωγή καυσίμων (βιοκαύσιμα) ή καυσίμων χαμηλής διαβάθμισης (απόβλητα ή βιομάζα) που χρησιμεύουν στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, τα δίκτυα τηλεθέρμανσης, λόγω της αυξημένης απόδοσής τους στη χρήση θερμότητας και ηλεκτρισμού. Τέλος, για να επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση του φορτίου θα πρέπει να γίνουν επενδύσεις για την βελτίωση των συστημάτων μέτρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ECO DESIGN)

2.1 Γενικά

Όταν γίνεται αναφορά στο περιβάλλον και στους πιθανούς κίνδυνους που αυτό διατρέχει, η υπερθέρμανση του πλανήτη αποτελεί αυτή τη στιγμή ίσως το πλέον πιεστικό πρόβλημα, όμως υπάρχουν και πολλά άλλα προβλήματα, π.χ. η εξάντληση των πρώτων υλών και η κατανάλωση νερού. Η κατανάλωση νερού δεν αποτελεί μείζον πρόβλημα σε πολλές ευρωπαϊκές περιοχές, όμως είναι ένα κρίσιμο θέμα σε πολλές περιοχές όπου λαμβάνει χώρα η παραγωγή ηλεκτρονικών τμημάτων και εξαρτημάτων.

Η ρύπανση του νερού με τοξικές ουσίες και ο ευτροφισμός επιδεινώνουν το πρόβλημα. Επίσης, σε ορισμένες περιοχές αποτελούν προβλήματα και οι εκπομπές καυσαερίων που ευθύνονται για το φωτοχημικό νέφος, η όξινη βροχή και η μετάδοση τοξικών ουσιών. Άλλα προβλήματα περιλαμβάνουν το θόρυβο, τις οσμές και την ακτινοβολία. Όλες αυτές οι επιπτώσεις διαπιστώνονται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, ίσως ακόμα και αρκετές φορές. Μια συγκεκριμένη εταιρία μπορεί να εμπλέκεται μόνο σε ένα επιμέρους στάδιο του συνολικού κύκλου ζωής ενός προϊόντος, ο οποίος περιλαμβάνει την αγορά υλικού, την παραγωγή τμημάτων, τη συναρμολόγηση του προϊόντος, τη διανομή και τη λιανική πώληση, τη χρήση του προϊόντος, (προαιρετικό) την ανακαίνιση και επαναχρησιμοποίηση και την τελική διάθεση (ή ανακύκλωση υλικών) στο τέλος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Ωστόσο, η σχέση μεταξύ προμηθευτών και πελατών, καταναλωτών, και ενδεχόμενων ανακυκλωτών συνεπάγεται ότι οι επιμέρους εταιρίες έχουν μια (έμμεση) επιρροή και ευθύνη για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε σήμερα δεν περιορίζονται σε μια περιοχή ή χώρα. Είναι παγκόσμια προβλήματα που έχουν επιπτώσεις σε όλα τα ανθρώπινα όντα. Στην προσπάθεια να εξεταστούν τα περιβαλλοντικά προβλήματα, η διάσκεψη των Η.Ε σχετικά με το περιβάλλον και την ανάπτυξη (UNCED) διοργανώθηκε στο Ρίο τον Ιούνιο του 1992. Σε αυτήν την συνεδρίαση, που κλήθηκε επίσης ως η 1^η συνεδρίαση των συναντήσεων κορυφής για την προστασία της γης, το UNCED υιοθέτησε την έννοια της «περιβαλλοντικά υγιούς

και βιώσιμης ανάπτυξης» (ESSD) ως νέο παράδειγμα για τη λύση στα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα. Μια δεκαετία αργότερα, η 2^η συνάντηση κορυφής για την προστασία της γης (παγκόσμια Σύνοδος Κορυφής στη βιώσιμη ανάπτυξη WSSD) διοργανώθηκε στο Γιοχάνεσμπουργκ, Νότια Αφρική. Σε αυτήν την συνεδρίαση, το WSSD κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η παραγωγή και κατανάλωση βιώσιμων προϊόντων είναι τα μόνα μέσα να επιτευχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη στον κόσμο (UNEP 2002). Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης στοχεύει στην επίτευξη και την εξισορρόπηση και της οικονομικής ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής συντήρησης. Σύμφωνα με αυτήν την έννοια, η πολιτική για το περιβάλλον έχει μετατοπιστεί στην προσέγγιση πρόληψης ρύπανσης. Ο περιβαλλοντικός κανονισμός έχει κινηθεί από τότε από τις άμεσες και υποχρεωτικές εξουσιοδοτήσεις από τις αρχές προς την έμμεση και εθελοντική συμμόρφωση από τους κατασκευαστές και τους καταναλωτές. Τα βιομηχανικά προϊόντα είναι μια σημαντική πηγή σημερινών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η βιώσιμη ανάπτυξη συνεπάγεται ότι οι κατασκευαστές των βιομηχανικών προϊόντων λαμβάνουν υπόψη τις περιβαλλοντικές επιδράσεις σε όλο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, εστιάζοντας όχι μόνο στους περιβαλλοντικούς ρύπους κατά τη διάρκεια της κατασκευής του προϊόντος. Αυτή η ολιστική προσέγγιση είναι βασική στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των πόρων, καθώς επίσης και τη μείωση των περιβαλλοντικών ρύπων. Για τους καταναλωτές, οι συνήθειες κατανάλωσης συνδέονται προς τη βιώσιμη κατανάλωση, όπου ο καταναλωτής αγοράζει τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα ή οικολογικά προϊόντα.

Σε απάντηση σε αυτήν την αυξανόμενη συνεργασία, υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός νομικών κανονισμών σχετικά με τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις εισαγωγής των προϊόντων στα διάφορα μέρη του κόσμου. Επιπλέον, οι διεθνείς συμφωνίες για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως το πρωτόκολλο του Κιότο σχετικά με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου βρίσκονται σε άνοδο. Η ΕΕ είναι η πιο ενεργός περιοχή στον κόσμο. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα περιβαλλοντικά προβλήματα τα κράτη μέλη της Ε.Ε. άρχισαν να διατυπώνουν προτάσεις για εθνικά νομοθετήματα που να καλύπτουν τον τομέα αυτό.

Η ολοκληρωμένη πολιτική προϊόντων (IPP) (EEK 2001) είναι ένα πρωταρχικό παράδειγμα της πολιτικής της ΕΕ για τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς σχετικά με τα προϊόντα. Η ΕΕ έχει περάσει τις περιβαλλοντικές ρυθμιστικές οδηγίες στον τομέα

της αυτοκινητοβιομηχανίας και του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (EEE) που περιλαμβάνουν την οδηγία που αφορά το τέλος ζωής οχημάτων (ELV) (EEK 2000), η οδηγία αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (WEEE) (EEK 2003a), οι περιορισμοί της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών στην οδηγία EEE (RoHS) (EEK 2003b), μεταξύ των άλλων. Επιπλέον, η ΕΕ είναι στο στάδιο της περάτωσης μιας οδηγίας πλαισίου για τον καθορισμό των απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού για τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια (EuP) (EEK 2003c). Μια από τις σημαντικότερες διαφορές μεταξύ του WEEE και των οδηγιών RoHS, και η προτεινόμενη οδηγία EUP είναι ότι το πρώτο βασίστηκε στην αποκαλούμενη παλαιά προσέγγιση. Η παλαιά προσέγγιση προτείνει ότι όλα τα μέτρα εφαρμογής των απαιτήσεων σκιαγραφούνται ήδη στην οδηγία τα λιγότερα περιθώρια για την παρερμηνεία. Η νέα προσέγγιση, εντούτοις, δεν ορίζει τις λεπτομέρειες της εφαρμογής, μάλλον τα μέτρα εφαρμογής προετοιμάζονται από τα αρμόδια υπουργεία της ΕΕ που χρησιμοποιούν την οδηγία ως οδηγό. Για παράδειγμα, μια από τις απαιτήσεις της προτεινόμενης οδηγίας EuP, είναι ότι όλα τα προϊόντα που μπαίνουν στην αγορά της ΕΕ πρέπει να καταδείξουν ότι το προϊόν σχεδιάστηκε σύμφωνα με την αρχή οικολογικού σχεδιασμού (ecodesign). Εν γένει, οι αυξανόμενοι περιβαλλοντικοί κανονισμοί θέτουν μια σημαντική πίεση στις βιομηχανίες για την ανάπτυξη των περιβαλλοντικά φιλικών προϊόντων, ή οικολογικά προϊόντα. Κατά συνέπεια, οι βιομηχανίες δεν έχουν καμία άλλη επιλογή από την ανάπτυξη οικολογικών προϊόντων, η οποία θα οδηγήσει στην τεχνολογική καινοτομία των προϊόντων και των υπηρεσιών.

2.2 Τι είναι ο οικολογικός σχεδιασμός (ecodesign)

Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις των προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια λαμβάνουν τις διάφορες μορφές, όπως η κατανάλωση ενέργειας και η σχετική αρνητική συμβολή στην αλλαγή κλίματος, κατανάλωση υλικών και φυσικών πόρων, παραγωγής αποβλήτων και απελευθέρωσης των επικίνδυνων ουσιών. Ο οικολογικός σχεδιασμός (ecodesign), που σημαίνει την ολοκλήρωση των περιβαλλοντικών εκτιμήσεων κατά το στάδιο του σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, από την προμήθεια των πρώτων υλών έως την τελική διάθεσή του, είναι αναμφισβήτητα ο καλύτερος τρόπος να βελτιωθεί η

περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων. Το οικο - (eco) αναφέρεται τόσο στην οικονομία όσο και στην οικολογία.

Στο παρελθόν, ο σχεδιασμός και ανάπτυξη των προϊόντων έχει γίνει χωρίς εξέταση των δυσμενών επιδράσεων του στο περιβάλλον. Οι χαρακτηριστικοί παράγοντες που εξετάστηκαν κατά τον σχεδιασμό προϊόντων περιέλαβαν τη λειτουργία, την ποιότητα, το κόστος, την εργονομία και την ασφάλεια. Εντούτοις, καμία προσοχή δεν δόθηκε συγκεκριμένα στις περιβαλλοντικές πτυχές ενός προϊόντος σε όλο τον κύκλο ζωής του. Ο συμβατικός κανονισμός εστίασε μόνο στις εκπομπές από τις διαδικασίες κατασκευής ενός προϊόντος. Συχνά οι δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον εμφανίστηκαν από άλλα στάδια του κύκλου ζωής όπως η χρήση, το τέλος ζωής, η διανομή, και η απόκτηση πρώτης ύλης. Χωρίς την εξέταση των περιβαλλοντικών επιδράσεων από ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, δεν μπορούν να επιλυθούν όλα τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αυξάνουν και από την παραγωγή και από την κατανάλωση του προϊόντος.

Πολλές εταιρίες αναγνώρισαν τη σημασία των περιβαλλοντικών επιδράσεων των προϊόντων τους και άρχισαν να ενσωματώνουν τις σημαντικές περιβαλλοντικές πτυχές στις διαδικασίες σχεδιασμού και ανάπτυξης προϊόντων. Αυτό απαιτήσε τον προσδιορισμό των βασικών περιβαλλοντικών ζητημάτων σχετικών με το προϊόν σε όλο τον κύκλο ζωής του. Τα βασικά ζητήματα περιέλαβαν τις προβληματικές δραστηριότητες, τις διαδικασίες, και τα υλικά που συνδέθηκαν με το προϊόν από την απόκτηση, την κατασκευή, τη διανομή, τη χρήση, και τη διάθεση πρώτων υλών, με άλλα λόγια, ο ολόκληρος κύκλος ζωής. Το σχέδιο προϊόντων και η ανάπτυξη σχετικά με τη βελτιωμένη περιβαλλοντική απόδοση έχουν πολλές εκφράσεις συμπεριλαμβανομένου του σχεδίου για το περιβάλλον, του οικολογικού σχεδίου, του περιβαλλοντικού σχεδίου, του περιβαλλοντικά συνειδητού σχεδίου, του περιβαλλοντικά αρμόδιου σχεδίου, κοινωνικά του αρμόδιου σχεδίου, του βιώσιμου σχεδίου προϊόντων, της βιώσιμης ανάπτυξης προϊόντων, του πράσινου σχεδίου και του σχεδίου κύκλου ζωής.

Η εφαρμογή των μέτρων οικολογικού-σχεδίου που περιλαμβάνουν τις απαιτήσεις για τη βελτιωμένη ενεργειακή αποδοτικότητα των προϊόντων είναι μια σημαντική και μακράς διάρκειας συμβολή στην καταπολέμηση της αλλαγής κλίματος που εξασφαλίζει τον ενεργειακό ανεφοδιασμό και που επιτυγχάνει τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η δομή της (σαφές πλαίσιο που δίνεται από το συμβούλιο και το Κοινοβούλιο, τα τεχνικά μέτρα που εγκρίνονται από την Επιτροπή) και το πεδίο

(περιβαλλοντικές πτυχές των προϊόντων με σκοπό την προστασία της εσωτερικής αγοράς) παρουσιάζουν πολλά νέα στοιχεία. Οι επιχειρήσεις και οι καταναλωτές θα ωφεληθούν πολύ όχι μόνο από τα καλύτερα προϊόντα και ένα βελτιωμένο περιβάλλον, αλλά και οικονομικά, λόγω μιας πιο ορθολογικής χρήσης των πόρων.

2.3 Γιατί δίνεται έμφαση στο Σχεδιασμό;

Η παραδοσιακή προσέγγιση της περιβαλλοντικής προστασίας συνίσταται στην πρόληψη της ρύπανσης ή στη διαχείριση των αποβλήτων. Ωστόσο, αυτές οι στρατηγικές επικεντρώνονται αποκλειστικά και μόνο στην αποφυγή ή την ελαχιστοποίηση των εν δυνάμει περιβαλλοντικών επιπτώσεων χωρίς να λαμβάνουν υπόψη το σχεδιασμό των προϊόντων.

Ο Οικολογικός Σχεδιασμός δίνει έμφαση σε ένα πρώιμο στάδιο της αλυσίδας προστιθέμενης αξίας: στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντος. Άρα, η φιλοσοφία του συνοψίζεται ως εξής: «αποκλεισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από το προϊόν και τις διαδικασίες παραγωγής». Παρότι ο σχεδιασμός είναι εφ' εαυτού μια «καθαρή» διαδικασία, καθορίζει τις περισσότερες από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με το προϊόν. Άπαξ και ολοκληρωθεί ο κύριος σχεδιασμός και προσδιορισθούν οι απαραίτητες τεχνολογίες παραγωγής, απομένουν μικρά μόνο περιθώρια αύξησης της αποδοτικότητας της διαδικασίας και ελαχιστοποίησης των εκπομπών από τις διαδικασίες παραγωγής. Επίσης, ακόμα και η πιο προηγμένη τεχνολογία ανακύκλωσης πρέπει να αντιμετωπίσει αυτό που καθορίστηκε κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του προϊόντος.

Συνολικά, περίπου το 80% όλων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με το προϊόν καθορίζονται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του προϊόντος. Για τα κόστη του κύκλου ζωής ισχύουν τα ίδια. Επομένως, έχει εξαιρετική σημασία η θεώρηση των περιβαλλοντικών και οικονομικών πτυχών ήδη από την αρχή, ως αναπόσπαστο τμήμα του σχεδιασμού του προϊόντος.

2.4 Η Βάση για τον Οικολογικό Σχεδιασμό – Νομική Συμμόρφωση

Η νομική συμμόρφωση είναι «αναγκαία» και δίνει μια μεγάλη ώθηση στις περιβαλλοντικές προσπάθειες. Όμως, η νομοθεσία δεν θα έπρεπε να είναι ο μόνος

λόγος για ανάπτυξη «πράσινων» δραστηριοτήτων», διότι κάτι τέτοιο δεν θα οδηγούσε σε καινοτόμες στρατηγικές.

Τα τελευταία χρόνια, η Ε.Ε. έχει αναπτύξει αρκετές δραστηριότητες για μια περιβαλλοντική νομοθεσία, που αφορούν ιδιαίτερα τη βιομηχανία των ηλεκτρονικών και των ηλεκτρικών ειδών. Οι πιο σημαντικές πολιτικές και νομοθετήματα σχετικά με τα προϊόντα είναι:

- IPP – Ολοκληρωμένη Πολιτική Προϊόντων
- EuP – Οδηγία Οικολογικού Σχεδιασμού για τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια
- WEEE – Οδηγία για τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού
- RoHS – Οδηγία για τον περιορισμό της χρήσης επικίνδυνων υλικών

EuP	WEEE	RoHS
Στόχος		
Βελτιστοποίηση του συνολικού κύκλου ζωής του προϊόντος Θεώρηση των περιβαλλοντικών συνεπειών σε όλα στάδια του κύκλου ζωής	Βελτίωση διαχείρισης τέλους κύκλου ζωής ηλεκτρονικού εξοπλισμού Εφαρμογή διευρυμένης ευθύνης παραγωγού	Περιορισμός χρήσης επικίνδυνων ουσιών σε προϊόντα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (μόλυβδος, υδράργυρος, κάδμιο, εξασθενές χρώμιο, PBB, PBDE)
Εύρος / ομάδες προϊόντων		
<p>Γενικά:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Προϊόντα που αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό όγκο πωλήσεων και εμπορίου, που επιφέρουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και που παρουσιάζουν σημαντικό περιθώριο για βελτίωση <p>Ομάδες προϊόντων που βρίσκονται υπό συζήτηση για εφαρμογή μέτρων:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εξοπλισμός θέρμανσης και θέρμανσης νερού • Συστήματα ηλεκτρικών κινητήρων • Φωτισμός τόσο στον οικιακό όσο και στον τριτογενή τομέα • Οικιακές συσκευές • Εξοπλισμός γραφείου • Ηλεκτρονικά είδη καταναλωτή • Συστήματα κλιματισμού (HVAC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγάλες και μικρές οικιακές συσκευές • Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών • Εξοπλισμός καταναλωτή • Εξοπλισμός φωτισμού • Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία (εξαιρούνται τα μεγάλα βιομηχανικά σταθερά εργαλεία) • Παιχνίδια, εξοπλισμός αναψυχής και αθλητικός • Ιατρικές συσκευές • Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου • Αυτόματα μηχανήματα πώλησης 	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγάλες και μικρές οικιακές συσκευές • Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών • Εξοπλισμός καταναλωτή • Εξοπλισμός φωτισμού • Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία (εξαιρούνται τα μεγάλα βιομηχανικά σταθερά εργαλεία) • Παιχνίδια, εξοπλισμός αναψυχής και αθλητικός • Αυτόματα μηχανήματα πώλησης <p>(Επί του παρόντος εξαιρούνται: ιατρικές συσκευές, όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, βλέπε WEEE)</p>

Πίνακας 2.1 Περίληψη νομοθεσίας ΕΕ: EuP, WEEE, RoHS (μέρος 1)

Ενώ η IPP αποτελεί τη συνολική πολιτική που διαμορφώνει το πλαίσιο και τη φιλοσοφία της περιβαλλοντικής νομοθεσίας που σχετίζεται με τα προϊόντα σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι οδηγίες

σταθμίζουν τις αναλυτικές απαιτήσεις που σχετίζονται με τις εταιρίες. Ο Πίνακας 2.1 συνοψίζει το εύρος, το βασικό περιεχόμενο και τη σχέση αυτών των τριών οδηγιών για τις ΜΜΕ του τομέα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

EuP	WEEE	RoHS
Κατάσταση και προθεσμίες		
<p>Οδηγία πλαίσιο που υιοθετήθηκε κατ' αρχήν από το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο τον Απρίλιο 2005</p> <p>Για επιμέρους ομάδες προϊόντων θα υιοθετηθούν ειδικές οδηγίες βάσει της EuP</p> <p>Εκούσιες συμφωνίες εκ μέρους της βιομηχανίας είναι δυνατόν να θεωρηθούν εναλλακτικά, υπό ορισμένες συνθήκες</p>	<p>Οδηγία 2002/96/ΕΚ της 27ης Ιανουαρίου 2003</p> <p>Δημοσιεύθηκε στην επίσημη Εφημερίδα στις 13 Φεβρουαρίου 2003</p> <p>Τα κράτη-μέλη της ΕΕ θα μεταφέρουν την WEEE έως τις 13 Αυγούστου 2005 (Απρίλιος 2005: η προθεσμία δεν τηρήθηκε από τα περισσότερα κράτη-μέλη της ΕΕ)</p> <p>Η οργάνωση της επιστροφής (Take-back logistics) πρέπει να καθορισθεί μέχρι τον Αύγουστο 2005 (μετατέθηκε σε ορισμένες χώρες)</p> <p>Οι ποσοτώσεις ανακύκλωσης πρέπει να αρχίσουν να τηρούνται έως τα τέλη 2006</p>	<p>Οδηγία 2002/95/ΕΚ της 27ης Ιανουαρίου 2003</p> <p>Απόφαση Επιτροπής 2004/249/ΕΚ της 11^{ης} Μαρτίου, 2004</p> <p>Τα κράτη-μέλη της ΕΕ θα μεταφέρουν την WEEE έως τις 13 Αυγούστου 2005 (Απρίλιος 2005: η προθεσμία δεν τηρήθηκε από τα περισσότερα κράτη-μέλη της ΕΕ)</p> <p>Οι περιορισμοί τίθενται σε ισχύ από την 1^η Ιουλίου 2006</p> <p>Επανεξέταση των εξαιρέσεων που ανέλαβε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή</p>
Απαιτήσεις		
<p>Ενδέχεται να απαιτείται η δημιουργία ενός οικολογικού προφίλ προϊόντος από τα μέτρα εφαρμογής</p> <p>Υπαρξη ελέγχου σχεδιασμού ή κατάλληλου συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης</p> <p>Το σήμα CE απαιτεί τη συμμόρφωση προς την EuP</p> <p>Οι γενικές («βελτίωση») και ειδικές («οριακές τιμές/κατώφλια») απαιτήσεις θα προσδιορισθούν στις οδηγίες παρακολούθησης (μέτρα εφαρμογής)</p>	<p>Ο «διανομέας» ή ο «παραγωγός» οφείλουν να τηρούν τις απαιτήσεις- δεν σχετίζεται άμεσα με τους προμηθευτές (τμημάτων)</p> <p>Ξεχωριστή Συλλογή ≥ 4 kg ανά κάτοικο και έτος από τα νοικοκυριά (ανά χώρα)</p> <p>Ειδικές ποσοτώσεις ανάκτησης ανακύκλωσης/επίτανα χρησιμοποίησης ανά κατηγορία προϊόντων</p> <p>Οι παραγωγοί χρηματοδοτούν την ανακύκλωση</p> <p>Οι παραγωγοί υποχρεούνται να παρέχουν μια κατάλληλη λύση επιστροφής (take-back) για πελάτες-επιχειρήσεις (B2B)</p> <p>Οι παραγωγοί είναι υποχρεωμένοι να χορηγούν στους ανακυκλωτές όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την ορθή ανακύκλωση</p>	<p>Περιορισμοί χρήσης ουσιών RoHS-6 σε όλα τα προϊόντα που αναφέρθηκαν παραπάνω και διατίθενται στην κυκλοφορία μετά τις 30 Ιουνίου 2006</p> <p>(ενδέχεται να εφαρμοσθούν ορισμένες εξαιρέσεις)</p>
Σχέση με τον Οικολογικό Σχεδιασμό		
<p>Η EuP υλοποιεί την IPP</p> <p>Ο σχεδιασμός προϊόντος πρέπει να βελτιωθεί λαμβάνοντας υπόψη το συνολικό κύκλο ζωής του προϊόντος</p>	<p>Ο σχεδιασμός προϊόντος δεν πρέπει να παρεμποδίζει την αποσυναρμολόγηση, ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση (προτεραιότητα στην επαναχρησιμοποίηση και την</p>	<p>Πρέπει να είναι γνωστό το περιεχόμενο των υλικών των προϊόντων, τουλάχιστον αναφορικά με τις ουσίες RoHS-6</p> <p>Απαιτείται γνωστοποίηση της</p>

Πίνακας 2.2 Περίληψη νομοθεσίας ΕΕ: EuP, WEEE, RoHS (μέρος 2)

Εκτός από αυτές τις τρεις οδηγίες υπάρχουν και αρκετές άλλες που συνδέονται με το ζήτημα του οικολογικού σχεδιασμού. Αυτές συνοψίζονται παρακάτω:

Η Οδηγία σχετικά με τη Διαχείριση Οχημάτων τέλους κύκλου ζωής (ELV) θέτει περιορισμούς στη χρήση ορισμένων υλικών στα αυτοκίνητα, αλλά ο μόλυβδος στα ηλεκτρονικά αυτοκινήτων εξαιρείται (προς το παρόν). Σκοπός της οδηγίας αυτής είναι η αύξηση του ποσοστού επαναχρησιμοποίησης και ανάκτησης στο 85% κατά μέσο βάρος ανά όχημα και έτος, έως το 2006, και στο 95% έως το 2015. Η οδηγία βρίσκεται σε ισχύ ήδη εδώ και αρκετά χρόνια, αφού προηγήθηκε των οδηγιών WEEE και RoHS. Η αυτοκινητοβιομηχανία αντέδρασε με ένα διευρυμένο Διεθνές Σύστημα Δεδομένων Υλικών (IMDS), το οποίο έγινε σημείο αναφοράς και για τον τομέα των ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών ειδών συνολικά.

Υπάρχουν ήδη τρεις οδηγίες σχετικές με προϊόντα, οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν ως τα αρχέτυπα για τις μετέπειτα οδηγίες EuP:

- Οδηγία σχετικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα στραγγαλιστικά πηνία που προορίζονται για τους λαμπτήρες φθορισμού (2000/55/EK)
- Οδηγία σχετικά με τις απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των οικιακών ηλεκτρικών ψυγείων, καταψυκτών και συνδυασμών τους (96/57/EK)
- Οδηγία σχετικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τους νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή αέρια καύσιμα (92/42/EOK)

2.5 Στρατηγικές, Εργαλεία, και Μεθοδολογίες Οικολογικού Σχεδιασμού

Υπάρχει ένα “βιβλίο συνταγών” για τον οικολογικό σχεδιασμό; Δυστυχώς, όχι, αφού ο οικολογικός σχεδιασμός συνδέεται με τη δημιουργικότητα και την καινοτομία.

Το πρώτο βήμα στον οικολογικό σχεδιασμό το μόνο που απαιτεί είναι μια προοπτική και ένα ερευνητικό πνεύμα. Όταν σκεφτεί κανείς πάνω τα κύρια στοιχεία του προϊόντος του και διαθέτει μια χοντρική, στοιχειώδη κατανόηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται με τα ηλεκτρονικά, θα είναι σε θέση να μαντέψει σε γενικές γραμμές τις σπουδαιότερες περιβαλλοντικές πτυχές του προϊόντος του, πάνω στις οποίες θα επικεντρώσει τη στρατηγική του για τον οικολογικό σχεδιασμό. Οι βασικές ερωτήσεις που πρέπει να θέσει κανείς είναι:

- Ποιος είναι ο κύριος σκοπός ή εφαρμογή του προϊόντος;

- Ποιοι είναι τα πιθανότερα πρότυπα χρήσης;
- Ποιος είναι ο σκοπούμενος χρόνος ζωής, ο συνήθης χρόνος ζωής;
- Ποιος είναι ο χρήστης; Επιχείρηση προς Επιχείρηση ή Επιχείρηση προς Καταναλωτή;
- Ποιο είναι το μέγεθος του προϊόντος;

Τέτοιες ερωτήσεις είναι δυνατόν να απαντηθούν όταν έχει κανείς μια χοντρική ιδέα προϊόντος στο μυαλό του. Και μερικά παραδείγματα απαντήσεων παρατίθενται παρακάτω.

- Αν ο χρόνος ζωής του προϊόντος θα είναι μερικά χρόνια, είναι ενεργοποιημένο για πολλές ώρες ή ακόμα και 24 ώρες την ημέρα; Αν ναι, η κατανάλωση ενέργειας και η απόδοση κατά τη φάση χρήσης θα είναι ένα μείζον ζήτημα. Η μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση θα αντισταθμίσει εύκολα την κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια των διαδικασιών παραγωγής (π.χ., πιο αποτελεσματικά τμήματα, περισσότερη «ευφυΐα» στα τμήματα, υποστήριξη της εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη χρήση).
 - Εάν το προϊόν θα είναι μικρό και θα απευθύνεται στους καταναλωτές, είναι πιθανό ότι το προϊόν θα καταλήξει στα δημοτικά οικιακά απόβλητα (παρότι η οδηγία WEEE θα βρίσκεται σε ισχύ και θα το απαγορεύει). Το αποτέλεσμα θα είναι ότι τα πολύτιμα υλικά δεν θα μπορούν να ανακτηθούν και οι επικίνδυνες ουσίες θα είναι προβληματικές στη διάθεσή τους. Μια κατάλληλη στρατηγική οικολογικού σχεδιασμού θα πρέπει να επικεντρωθεί στην ελαχιστοποίηση των υλικών με βαρύ οικολογικό φορτίο, αφού αυτά δεν ανακυκλώνονται πάντα, καθώς και των επικίνδυνων υλικών που προξενούν επιπρόσθετες δαπάνες και δυσκολίες επεξεργασίας.
 - Αν το προϊόν έχει μεγάλο μέγεθος, όπως οι ηλεκτρικές συσκευές κουζίνας, ή απευθύνεται σε επιχειρήσεις-πελάτες, υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα το προϊόν να επαναχρησιμοποιηθεί και ανακυκλωθεί. Συνεπώς είναι λογικό ο σχεδιασμός να λαμβάνει υπόψη την εύκολη επισκευή, διάλυση και ανακύκλωση.
- Στις δύο τελευταίες δεκαετίες, έχει εκτελεσθεί σημαντική ερευνητική εργασία προκειμένου να ερευνηθούν οι διαφορετικοί τρόποι στην ανάπτυξη περισσότερων βιώσιμων προϊόντων. Ο βιομηχανικός κόσμος έχει αλλάξει την προσέγγισή του στο περιβάλλον. Η σημασία της περιβαλλοντικής ικανότητας υποστήριξης των βιομηχανικών προϊόντων και των διαδικασιών προέρχεται όχι μόνο από τις

περιβαλλοντικές νομοθεσίες που εκδίδονται, αλλά και από την υψηλότερη συνειδητοποίηση των πελατών σχετικά με τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα τελευταία χρόνια η ανταγωνιστικότητα της τοποθέτησης στην αγορά περισσότερων βιώσιμων προϊόντων, γίνεται ένας βασικός παράγοντας. Είναι σαφές, ότι εκτός από τις παραδοσιακές δραστηριότητες της πρόληψης και του ελέγχου, οι παραγωγοί πρέπει να εξετάσουν όλο και περισσότερο τα σύνθετα ζητήματα, τα οποία συσχετίζονται με μια μακρύτερη αλυσίδα αιτία-επίδρασης. Μια τέτοια εξέλιξη απαιτεί τη χρήση των συγκεκριμένων εργαλείων για την ανάπτυξη και διαχείριση των δραστηριοτήτων σχεδίου. Το ισχυρότερο εργαλείο στη διάθεση των σχεδιαστών» επάνω στην αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων αντιπροσωπεύεται από τη (ή το σχέδιο για το περιβάλλον) προσέγγιση Ecodesign [6]. Σε αυτόν τον τομέα, ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων και οι τεχνικές είναι διαθέσιμοι σήμερα, και εξετάζοντας τα αποτελέσματα των ακαδημαϊκών ερευνητικών εργασιών, καθώς επίσης και προσπάθειες που καταβάλλονται από τους διεθνείς οργανισμούς. Για παράδειγμα, το γνωστό DfE «οδηγός», ISO/TR 14062:2002 παρέχει ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές για την ενσωμάτωση του οικολογικού σχεδιασμού στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντος.

Εντούτοις, υπάρχει λίγη υποστήριξη διαθέσιμη για τους σχεδιαστές στο πώς να εφαρμόσουν αυτά τα διαφορετικά εργαλεία προς ένα αποτελεσματικό και αποδοτικό DfE. Με άλλα λόγια, ο ανεφοδιασμός των τρεχουσών μεθόδων DfE και των εργαλείων στερείται συστηματικής προσέγγισης συνολικά. Προ πάντων, η σημαντικότερη δυσκολία είναι η έλλειψη συντονισμού των δραστηριοτήτων σχεδίου, δηλ. πώς να εφαρμόσουν στην πράξη τις ενδείξεις που παρέχονται από τα εργαλεία Ecodesign και τις οδηγίες. Για αυτούς τους λόγους, διάφορες μελέτες για τη διαδικασία σχεδίου και βελτιστοποίησή της προκειμένου να καλυφθούν οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις πραγματοποιήθηκαν, με τον τελικό στόχο έναν τρόπο να μειωθεί το χάσμα μεταξύ της θεωρίας και της πρακτικής. Ο πίνακας 2.3 συνοψίζει τα στάδια της σχεδιαστικής διαδικασίας και μια επιλογή των κατάλληλων μέτρων για τον οικολογικό σχεδιασμό (προσαρμογή από ISO/TR 14062).

Στάδιο	Δραστηριότητες Οικολογικού Σχεδιασμού
(1) Προγραμματισμός	<ul style="list-style-type: none"> • Διευκρίνιση: ποια είναι η ιδέα του προϊόντος; • Ποιες είναι οι προτεραιότητες (οικονομική, τεχνολογική, οικολογική) για το προϊόν αυτό; • Πρόκειται για ένα εντελώς νέο προϊόν ή για βελτίωση προϊόντος (όταν προγραμματίζεται μια βελτίωση προϊόντος, η προηγούμενη γενιά θα μπορούσε να αποτελεί το κατάλληλο μέτρο σύγκρισης) • Ποια είναι η συνολική και περιβαλλοντική στρατηγική της εταιρίας; • Υπάρχουσα κατάσταση: ποιες είναι οι υπάρχουσες οικολογικές δραστηριότητες πάνω στις οποίες μπορείτε να στηριχθείτε; – χρησιμοποιήστε τα σημεία σύνδεσης με τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης • Εξετάστε το επιχειρηματικό περιβάλλον: ανάγκες πελατών/αγοράς, προγραμματιζόμενη οικολογική σήμανση, θύλακες αγοράς, προϊόντα ανταγωνιστών ...
(2) Ιδέα	<ul style="list-style-type: none"> • Ενσωματώστε τις πτυχές του οικολογικού σχεδιασμού όταν διατυπώνετε τις προδιαγραφές (σκληρά και μαλακά κριτήρια) • Ελέγξτε τη σκοπιμότητα (τεχνολογική, οικονομική) • Εφαρμόστε κατευθυντήριες γραμμές, καταλόγους (checklists), κτλ., έτσι ώστε να εξειδικεύσετε περισσότερο τις προδιαγραφές • Επικοινωνήστε με την αλυσίδα προμήθειας
(3) Λεπτομερής Σχεδιασμός	<ul style="list-style-type: none"> • Εφαρμόστε τα εργαλεία του οικολογικού σχεδιασμού και τις σχετικές βάσεις δεδομένων • Βρείτε εναλλακτικές λύσεις για τα προβληματικά υλικά • Αναπτύξτε σενάρια κύκλου ζωής για μια καλύτερη κατανόηση του προϊόντος • Σχεδιάστε λαμβάνοντας υπόψη τη συναρμολόγηση/αποσυναρμολόγηση
(4) Δοκιμασία/ Πρωτότυπο	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκρίνετε με την προηγούμενη γενιά του προϊόντος • Επιτεύχθηκαν οι στόχοι;
(5) Λανσάρισμα στην αγορά	<ul style="list-style-type: none"> • Γνωστοποιήστε τα περιβαλλοντικά προσόντα του προϊόντος σας (ανάλογα με την ομάδα πελατών) • Γνωστοποιήστε τις ιδιότητές του: ποιότητα, κόστος κύκλου ζωής • Αυξήστε την ευαισθητοποίηση των καταναλωτών
(6) Αναθεώρηση προϊόντος	<ul style="list-style-type: none"> • Αξιολογήστε την επιτυχία του προϊόντος (ποια είναι τα επιχειρήματα που πραγματικά μέτρησαν για τον πελάτη;) • Εντοπίστε περαιτέρω βελτιώσεις για την επόμενη γενιά προϊόντος • Ποιες καινοτομίες έπονται (εσωτερικά και στην αγορά); • Τι κάνουν οι ανταγωνιστές;

Πίνακας 2.3 Η Διαδικασία Ανάπτυξης Προϊόντος και οι Δράσεις που σχετίζονται με τον Οικολογικό Σχεδιασμό

Βασικά εργαλεία για τον οικολογικό σχεδιασμό είναι οι κατάλογοι ελέγχου (checklists). Οι κατάλογοι αυτοί παρέχουν συμβουλές για το πού πρέπει να επικεντρωθεί κανείς και τι πρέπει να κάνει. Επίσης βοηθούν στο να αρχίσει κανείς να σκέφτεται ορισμένες περιβαλλοντικές πτυχές – και ώστε να μην ξεχάσει κάποια σημαντική. Οι επαναλαμβανόμενοι έλεγχοι μπορούν επίσης να αποτελέσουν μια κατευθυντήρια γραμμή για τις βελτιώσεις. Ένας ευρύς κατάλογος ερωτήσεων με σχετικές βασικές πληροφορίες μπορεί να αναζητηθεί π.χ. στον οδηγό: J. Rodrigo, F. Castells: *Electrical and Electronic Practical Eco-design Guide* (2002).

Ορισμένες ερωτήσεις αυτών των οδηγιών μπορεί να φαντάζουν απλές, αλλά βοηθούν στην εξασφάλιση των βασικών στοιχείων οικολογικότητας των περιβαλλοντικά φιλικών προϊόντων. Τέτοιου είδους ερωτήσεις μπορεί να είναι:

- Διαθέτει το προϊόν σας χαρακτηριστικά εξοικονόμησης ενέργειας;

- Κινητοποιείτε τον πελάτη ώστε να μειώσει τις μη απαραίτητες αναμονές (stand-by);

- Είναι τα στοιχεία εξοικονόμησης ενέργειας προηγμένα και εύχρηστα;

Η τέχνη του οικολογικού σχεδιασμού που διέπει αυτές τις ερωτήσεις δεν έγκειται στο να τις απαντήσει κανείς με ένα απλό ναι ή όχι, αλλά στο να αρχίσει να σκέφτεται πώς θα μετατρέψει το κάθε όχι σε ένα ναι την επόμενη φορά.

Άλλες ερωτήσεις, π.χ. που αφορούν τα περιεχόμενα υλικά των προϊόντων, θα βοηθήσουν να αντιληφθείτε πόσα πραγματικά γνωρίζετε για το προϊόν. Το να γνωρίσεις καλύτερα το προϊόν σου αποτελεί προϋπόθεση για την ποιότητα και την έρευνα για τον εντοπισμό και την εν συνεχεία υλοποίηση βελτιώσεων του προϊόντος.

Οι δηλώσεις υλικών αρχίζουν και γίνονται στις μέρες μας μια ελάχιστη απαίτηση της αλυσίδας παραγωγής. Υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα δηλώσεων υλικών, που κυμαίνονται από αρνητικούς καταλόγους - «μαύρες λίστες», δηλώσεις συμμόρφωσης έως και «100%» ή πλήρεις δηλώσεις. Όλες οι εταιρίες ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών που προμηθεύουν τους σπουδαιότερους κατασκευαστές πρωτότυπου εξοπλισμού (OEM) οφείλουν ή σύντομα θα οφείλουν να υποβάλλουν δηλώσεις υλικών. Αλλά και μόνη η τήρηση βάσεων δεδομένων για τους σκοπούς της κατάθεσης των απαιτήσεων δήλωσης υλικών εκ μέρους των πελατών σημαίνει την αξιοποίηση του πλήρους δυναμικού αυτών των πηγών από τις εταιρίες, ιδιαίτερα τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Μια πιο έξυπνη στρατηγική αποτελεί η χρησιμοποίηση αυτών των δεδομένων για τα υλικά ως βάση για τον οικολογικό σχεδιασμό, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μια σημαντική συνέργεια. Επίσης, οι ΜΜΕ που θα είναι καλά προετοιμασμένες θα ωφεληθούν από την ενεργητική υλοποίηση και διαχείριση των δηλώσεων υλικών, καθώς θα είναι έτοιμες να αντιμετωπίσουν προσεχείς απαιτήσεις και θα έχουν περισσότερη νομική ασφάλεια.

Μια βασική οικολογική στρατηγική οφείλει να ενεργήσει μια ταξινόμηση του Καταλόγου των Ουσιών (BOS) (που προέρχεται από τη σύνθεση του Καταλόγου των Υλικών (BOM)) με τη χρήση κατάλληλων περιβαλλοντικών δεικτών. Τέτοιου είδους δείκτες μπορούν να είναι η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για αγορά πρώτων υλών, δεδομένα αξιολόγησης υλικών κύκλου ζωής (π.χ. οι τιμές του οικολογικού δείκτη «eco- indicator 99» που συνοψίζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε έναν μόνο αριθμό), ή οι δείκτες τοξικότητας. Ανάλογα με τους στόχους βελτίωσης του οικολογικού σχεδιασμού (ποια περιβαλλοντική πτυχή σας αφορά περισσότερο), το

προϊόν μπορεί να βελτιστοποιηθεί ως προς αυτόν το δείκτη. Ενώ η δήλωση υλικών καθιστά τα υλικά συγκρίσιμα μόνο κατά βάρος, ο δείκτης περιβαλλοντικής εξέτασης παρέχει τη δυνατότητα της σύγκρισης των υλικών ως προς τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Τέλος – και είναι ακόμα σημαντικότερο από την ανακάλυψη για το πώς να εφαρμόζει κανείς τους δείκτες – θα μάθετε πώς να βλέπετε το προϊόν σας από μια νέα οπτική γωνία, και, την επόμενη φορά, δεν θα χρειάζεται πλέον να εφαρμόσετε ένα εργαλείο εξέτασης για τον εντοπισμό «θερμών σημείων» από περιβαλλοντικής άποψη.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ποτέ, όμως, ότι οι δείκτες που αποτελούνται από έναν αριθμό συχνά δεν καλύπτουν όλες τις περιβαλλοντικές πτυχές και συχνά δεν μπορούν να αντιπροσωπεύσουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος.

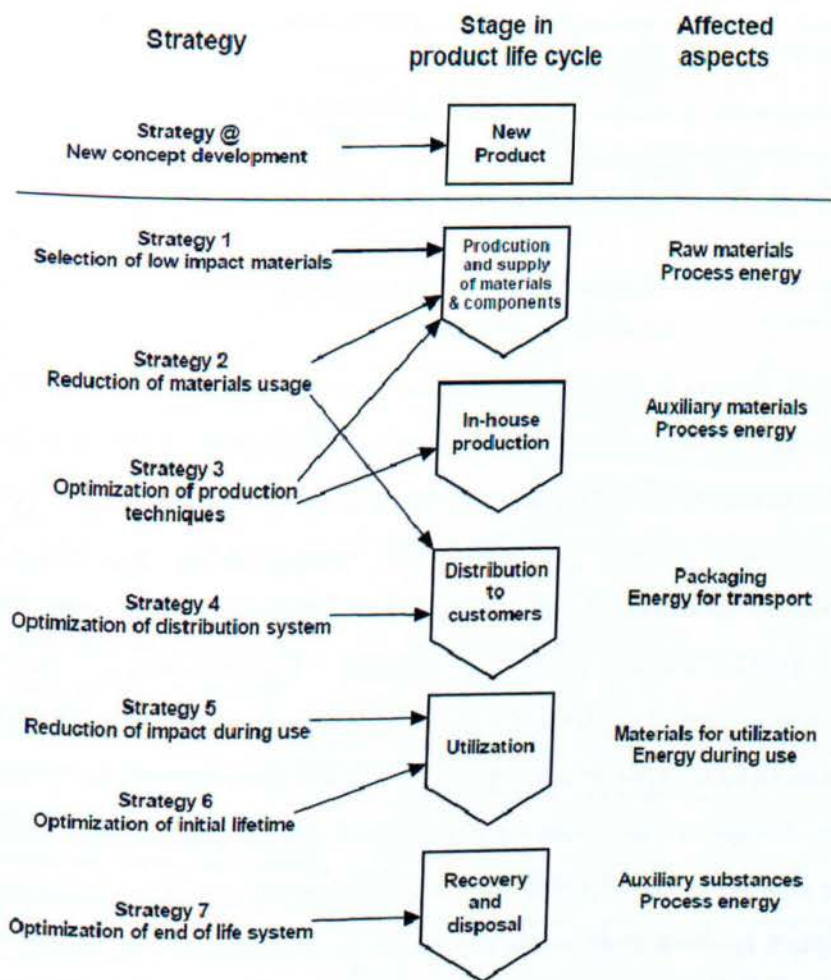
Μια διαφορετική προσέγγιση, η οποία χαρτογραφεί τις σχέσεις μεταξύ φάσεων του κύκλου ζωής, περιβαλλοντικών πτυχών και άλλων θεμάτων, όπως των απαιτήσεων των επιχειρήσεων και των πελατών είναι ο πίνακας MET που αναπτύχθηκε από τον H. Brezet κ.ά.

Πρόκειται βασικά για έναν πίνακα με τις φάσεις του κύκλου ζωής: την παραγωγή και προμήθεια υλικών/τμημάτων, την κατασκευή του τελικού προϊόντος, τη διανομή στους πελάτες, τη χρήση προϊόντος και το τέλος χρήσης.

Σε κάθε μία από αυτές τις φάσεις δίνεται μια δήλωση (statement) αναφορικά με τον κύκλο του υλικού (M), την κατανάλωση ενέργειας (E), και τις τοξικές εκπομπές (T). Αφού αξιολογηθούν με τον τρόπο αυτό οι περιβαλλοντικές πτυχές των εναλλακτικών του σχεδιασμού προϊόντος, η αξιολόγηση πρέπει να συσχετισθεί με άλλες ουσιώδεις πτυχές, όπως οφέλη επιχειρήσεων και πελατών, κοινωνικές, τεχνικές και οικονομικές πτυχές.

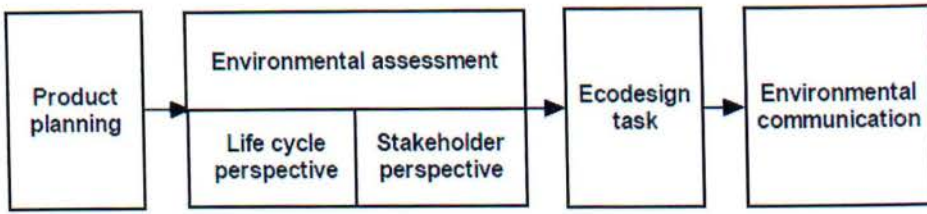
	Generic strategies	Specific strategies
-	New concept development	Dematerialization Shared use of the product Integration of functions Functional optimization of the product (components)
Product component level	Selection of low impact materials	Cleaner materials Renewable materials Lower energy content materials Recycled materials Recyclable materials
	Reduction of materials usage	Reduction in weight Reduction in (transport) volume
Product structure level	Optimization of production techniques	Alternative production techniques Fewer production steps Lower/cleaner energy consumption Less production waste Fewer/cleaner production consumables
	Optimization of distribution system	Less/cleaner/reusable packaging Energy-efficient transport mode Energy-efficient logistics
	Reduction of impact during use	Lower energy consumption Cleaner energy source Fewer consumables needs Cleaner consumables No waste of energy/consumables
Product system level	Optimization of initial lifetime	Reliability and durability Easier maintenance and repair Modular product structure Classic design Strong product user relation
	Reduction of end of life system	Reduction in weight Reduction in (transport) volume

Πίνακας 2.4 Γενικές και συγκεκριμένες Στρατηγικές ecodesign στο εγχειρίδιο UNEP/promising (Brezet και Hemel 1997)



Σχήμα 2.1 Σχέση μεταξύ των στρατηγικών ecodesign και του κύκλου ζωής προϊόντων (Brezet και Hemel 1997)

Οι Wimmer et al (2004) πρότειναν μια προσέγγιση ecodesign, την οποία θεωρήσαμε μια από τις πρακτικότερες και πραγματοποιήσιμες μεθόδους ecodesign στον τομέα. Η προσέγγιση ecodesign που προτάθηκε από τους Wimmer et al βασίστηκε σε μια υπόθεση όπου ο οικολογικός σχεδιασμός είχε στόχο τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός υπάρχοντος προϊόντος. Συχνά οι άνθρωποι αρμόδιοι για το ecodesign δεν καταλαβαίνουν τη διαδικασία σχεδίου και ανάπτυξης προϊόντων. Αναπόφευκτα αυτή η έλλειψη κατανόησης οδηγεί σε χάσμα επικοινωνίας ή κακή επικοινωνία μεταξύ της ομάδας ecodesign και των σχεδιαστών προϊόντων. Συνεπώς το καθαρό αποτέλεσμα είναι μια φτωχή αντανάκλαση της έννοιας ecodesign στο σχέδιο προϊόντων και την ανάπτυξη. Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2, ecodesign θεωρείται ένα από τα διάφορα βήματα στην ανάπτυξη ενός προϊόντος που στοχεύει στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης του προϊόντος.



Σχήμα 2.2 Προσέγγιση Ecodesign

Το στάδιο προγραμματισμού προϊόντων περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των τμημάτων προϊόντων, μέρη, υλικά, που συλλέγουν τις πληροφορίες κύκλων ζωής του προϊόντος, που προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά αγοράς, επιλέγοντας ένα προϊόν για την ανάπτυξη, και τελικά την καθιέρωση μιας ομάδας και ενός στόχου προγραμματισμού. Επιπλέον, οι τεχνικοί παράμετροι του προϊόντος σχετικά με τις σημαντικές περιβαλλοντικές πτυχές, δηλαδή, περιβαλλοντικές παράμετροι, προσδιορίζονται επίσης. Οι περιβαλλοντικές πτυχές ενός προϊόντος αξιολογούνται από δύο διαφορετικές προοπτικές: η προοπτική κύκλων ζωής και η προοπτική συμμετόχων. Το πρώτο πρόκειται να αξιολογήσει τις περιβαλλοντικές πτυχές ενός συστήματος προϊόντων βασισμένου στην περιβαλλοντική επίδραση που προκαλείται από το σύστημα προϊόντων. Η τελευταία πρόκειται να αξιολογεί τις περιβαλλοντικές πτυχές ενός προϊόντος βασισμένη στην άποψη των ενδιαφερομένων, όπως νομικές απαιτήσεις, τις απαιτήσεις της αγοράς, και τα προϊόντα ανταγωνιστή. Τα συνήθως χρησιμοποιημένα εργαλεία για τα πρώτα περιλαμβάνουν τη σκέψη κύκλων ζωής ή/και την αξιολόγηση των κύκλων ζωής (LCA). Για τα τελευταία, η περιβαλλοντική επέκταση ποιοτικής λειτουργίας και η περιβαλλοντική αξιολόγηση είναι κοινά εργαλεία. Η έκβαση από το στόχο περιβαλλοντικής εκτίμησης είναι ένα σύνολο σημαντικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ενός προϊόντος στο περιβάλλον. Ο στόχος Ecodesign αρχίζει με αυτές τις παραμέτρους. Οι Wimmer et al (2004) ανέπτυξαν μια προσέγγιση 12 βημάτων στην εφαρμογή ecodesign βασισμένη στην προσέγγιση ecodesign που παρουσιάστηκε στο σχήμα 2.2. Η προσέγγιση 12 βημάτων συνοψίζεται στον πίνακα 2.5.

Step	Leading questions	Tasks
1	What product is to be redesigned?	Describing the reference product with environmental parameters.
2	What are the stakeholder requirements? What is expected from the product?	Performing Environmental Quality Function Deployment.
3	What are the strengths and weaknesses compared with the competitor's products?	Environmental Benchmarking with the competitor's products.
4	What are the significant environmental aspects of the reference product throughout its entire life cycle?	Applying the ECODESIGN PILOT's Assistant or performing Life Cycle Assessment and interpretation of results.
5	How to combine stakeholders' requirements and significant environmental aspects into improvement strategies?	Deriving common ECODESIGN improvement strategies.
6	Which ECODESIGN guidelines should be implemented in the product?	Applying ECODESIGN PILOT's checklists to determine redesign tasks.
7	What are the environmental product specifications to start with?	Starting product improvement.
8	How to modify the functional structure of the product?	Adding new functions to and/or modifying functions of the reference product.
9	How to generate new ideas for the functions of the product?	Performing creativity session and/or searching for patents.
10	How to generate and select the best product concept variants?	Assembling ideas corresponding to each function of the redesigned product concepts and evaluating them against criteria.
11	How does the improved product look like?	Continuing embodiment design and layout, prototyping and testing
12	How to communicate the environmental improvements of the product to the market?	Performing Environmental Product Declaration or self-declared environmental claims.

Πίνακας 2.5 Δώδεκα βήματα για την εφαρμογή ECODESIGN στην πράξη (Wimmer και λοιποί 2004)

Με την ολοκλήρωση των στόχων ecodesign ένα περιβαλλοντικά βελτιωμένο προϊόν ή ένα eco-προϊόν αναπτύσσεται. Ο επόμενος στόχος είναι να διαβιβαστούν οι περιβαλλοντικές πτυχές του eco-προϊόντος στην αγορά με την ελπίδα του

αυξανόμενου μεριδίου αγοράς για να ενισχύσει την εικόνα του προϊόντος και της επιχείρησης.

2.6 Γιατί ο Τομέας των Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Ειδών βρίσκεται στο επίκεντρο;

Η βιομηχανία των ηλεκτρονικών ειδών είναι ένας μείζων τομέας της ευρωπαϊκής οικονομίας, με τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ) του τομέα να αποτελούν ένα σημαντικό κινητήριο μοχλό καινοτομίας και νέων ιδεών για προϊόντα. Ωστόσο, αυτή η ιστορία επιτυχίας είναι ταυτόχρονα συνδεδεμένη και με ορισμένες περιβαλλοντικές ανησυχίες. Για παράδειγμα, οι οικιακές συσκευές και οι συσκευές γραφείου καταναλώνουν περισσότερο από το 25% της τελικής χρήσης ηλεκτρισμού και ο οικιακός φωτισμός ευθύνεται για το 17% της συνολικής οικιακής χρήσης ενέργειας, ενώ ένα υψηλό ποσοστό αυτής της ενέργειας καταλήγει σε σπατάλη θερμότητας παρά στην παραγωγή φωτός. Επιπλέον, η υψηλή καινοτομικότητα, η μεγάλη ανάπτυξη και κυκλοφορία ηλεκτρονικών προϊόντων συνεπάγεται ότι πολλά τέτοιου είδους προϊόντα συνδέονται σήμερα με την κοινωνία των απορριμμάτων.

Ένα ηλεκτρονικό προϊόν που κυκλοφορεί στην αγορά έχει κατά πάσα πιθανότητα κατασκευασθεί από ένα πλήθος διαφορετικών τμημάτων/εξαρτημάτων που προέρχονται και παράγονται σε διάφορα σημεία του πλανήτη, και τα οποία έχουν ενδεχομένως κάνει αρκετές φορές το γύρο του κόσμου. Η σύνθεση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών έγκειται στο ότι περιέχουν ένα πλήθος υλικών - μερικές φορές μάλιστα ειδικών για τα ηλεκτρονικά είδη -, ορισμένα από τα οποία είναι γνωστά ως επικίνδυνα υλικά για τους ανθρώπους και το περιβάλλον. Η σμίκρυνση του μεγέθους των προϊόντων συνεπάγεται τη χρήση λιγότερου υλικού ανά λειτουργία, περισσότερες πληροφορίες συγκεντρωμένες σε λιγότερο «φυσικό» προϊόν.

Όλα τα παραπάνω εξηγούν το λόγο για τον οποίο η βιομηχανία των ηλεκτρονικών ειδών διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο ως προς την προστασία του περιβάλλοντος.

Ας ρίξουμε όμως το φως στα «πράσινα» οφέλη του τομέα των ηλεκτρονικών ειδών, αφού είναι πολλές οι δυνατότητες ο τομέας αυτός να καταστεί ο βηματοδότης της αειφόρου ανάπτυξης.

2.7 Ο Οικολογικός Σχεδιασμός είναι ένα Θέμα Επιχειρηματικής Επιτυχίας

Η περιβαλλοντική συνείδηση συνδέεται με τη δημιουργικότητα και την καινοτομικότητα. Η υιοθέτηση και η τήρηση της νομοθεσίας ενδέχεται να οδηγήσουν στην πλήρωση των κριτηρίων συμμόρφωσης, κάτι το οποίο είναι θετικό, αλλά επίσης και στην εμπλοκή με γραφειοκρατικές διαδικασίες με μικρή προστιθέμενη αξία. Ο εντοπισμός των επιχειρηματικών οφελών που συνδέονται με μια πράσινη στρατηγική προϊόντων μπορεί να αποτελέσει το πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης μιας πιο ενεργητικής στρατηγικής, γεγονός που συνιστά μια εξέλιξη ως προς την παθητική και αντιδραστική προσέγγιση.

Η περιβαλλοντική επίγνωση έχει επίσης να κάνει και με τη δημιουργία μιας θετικής εικόνας εμπορικού σήματος, το οποίο να είναι διακριτό στην αγορά. Σήμερα, στην επιλογή προμηθευτών εκ μέρους των μεγάλων OEM (κατασκευαστών πρωτότυπου εξοπλισμού) συχνά λαμβάνεται σοβαρά υπόψη το περιβαλλοντικό προφίλ του προμηθευτή. Για ορισμένους καταναλωτές που είναι ευαισθητοποιημένοι στο θέμα της προστασίας του περιβάλλοντος και οι οποίοι ίσως και να αντιλαμβάνονται ότι τα πράσινα προϊόντα στις περισσότερες περιπτώσεις είναι πιο αποδοτικά από τα άλλα, το «πράσινο πουλάει καλύτερα». Υπάρχουν πολλά Οικολογικά Σήματα που πιστοποιούν και γνωστοποιούν στους καταναλωτές τις καλές περιβαλλοντικές ιδιότητες των προϊόντων.

Εκτός από τη συχνά μεγαλύτερη απόδοσή τους, τα οικολογικά σχεδιασμένα προϊόντα αυξάνουν την ασφάλεια του καταναλωτή, είναι πιο αξιόπιστα και διαθέτουν καλύτερη ποιότητα. Συχνά ακούγεται ότι οι περιβαλλοντικές στρατηγικές είναι ιδιαίτερα δαπανηρές για τις εταιρίες, αλλά ουσιαστικά σε πολλές περιπτώσεις ο οικολογικός σχεδιασμός διευκολύνει την εξοικονόμηση κόστους. Παραδείγματος χάρη, η μείωση της κατανάλωσης υλικού και αποβλήτων κατά την παραγωγή και η κατασκευή προϊόντων με λιγότερη κατανάλωση ενέργειας αποτελούν άμεσα οφέλη για τον παραγωγό, χωρίς να λησμονούμε και τη μείωση των σχετικών εσωτερικών κινδύνων και την αυξημένη κινητοποίηση των εργαζομένων. Η υιοθέτηση μιας στρατηγικής οικολογικού σχεδιασμού έχει επίσης να κάνει και με την ανάπτυξη καινοτομιών, έτσι ώστε τα προϊόντα να είναι επίκαιρα και να αυξάνεται η απόδοσή τους. Τελευταίο, αλλά όχι και λιγότερο σημαντικό, ο οικολογικός σχεδιασμός συνιστά μια ενεργητική προσέγγιση της νομικής συμμόρφωσης.

Οι ιδιώτες καταναλωτές αποτελούν ένα σπουδαίο κινητήριο άξονα για τον οικολογικό σχεδιασμό, δεδομένου ότι έχει αυξηθεί η παγκόσμια επίγνωση για τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Με ορισμένες διαφορές από τόπο σε τόπο, η πρόληψη της ρύπανσης αναγνωρίζεται ως ένα καθήκον μείζονος σημασίας. Άρα, η εικόνα φιλικότητας προς το περιβάλλον απολαμβάνει μιας γενικότερης εκτίμησης.

Έχουν καθιερωθεί διάφορα Οικολογικά Σήματα στις διάφορες χώρες, ανάλογα με την ομάδα των προϊόντων. Έως τα τέλη του έτους 2002 περίπου 10,000 προϊόντα έφεραν ένα από τα ευρωπαϊκά εθνικά ή τοπικά οικολογικά σήματα, ή το σήμα με το λουλούδι της ΕΕ. Στη Γερμανία το 2004 περίπου 83% των καταναλωτών ανέφεραν ότι γνωρίζουν το Γερμανικό σήμα με τον Γαλάζιο Άγγελο. Από αυτούς, το 49% ανέφερε ότι ο Γαλάζιος Άγγελος είναι σημαντικός παράγοντας στην απόφαση αγοράς.

Τα Οικολογικά Σήματα δεν είναι σημαντικά μόνο για τους ιδιώτες καταναλωτές, αφού περιλαμβάνονται ανάμεσα στα κριτήρια επιλογής πολλών προϊόντων για τις προμήθειες του δημοσίου, όπου γενικά τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των προϊόντων παίζουν ένα σημαντικό ρόλο. Η τιμή, η λειτουργικότητα, και το service βρίσκονται βέβαια στην κορυφή των αγοραστικών κριτηρίων, αλλά, η οικολογικότητα μπορεί να αποτελέσει εκείνο το επιπλέον επιχείρημα που θα κρίνει την απόφαση υπέρ ενός ορισμένου προϊόντος. Σύμφωνα με μια μελέτη του Γερμανικού Ομοσπονδιακού Περιβαλλοντικού Φορέα, στην ερώτηση αν ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν επιπλέον για προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον, το 10% των Γερμανών καταναλωτών απάντησε «ασφαλώς ναι» και ένα άλλο 53% ότι είναι διατεθειμένοι να πληρώνουν περισσότερο. Αυτό δεν σημαίνει ότι τα οικολογικά σχεδιασμένα προϊόντα είναι αναγκαστικά ακριβότερα, στην πραγματικότητα θα μπορούσαν να είναι και φθηνότερα, ιδιαίτερα όταν υπολογίσει κανείς το κόστος στον συνολικό κύκλο ζωής.

Μια αρχική προσέγγιση στον οικολογικό σχεδιασμό θα μπορούσε να ξεκινήσει από τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής/παραγωγής των προϊόντων. Πόσο βαρύνουν στο κόστος του προϊόντος οι πρώτες ύλες, τα βοηθητικά, η κατανάλωση νερού και ενέργειας. Είναι δύσκολο να προσδιορισθούν αυτά τα ποσοστά για ολόκληρη την αλυσίδα παραγωγής/προμήθειας, αλλά, για παράδειγμα, για τους κατασκευαστές πλακετών τυπωμένου κυκλώματος (PCB) το 20-40% του συνολικού κόστους κατασκευής σχετίζεται με τα υλικά και τη χρήση ενέργειας. Η ελαχιστοποίηση του συνολικού όγκου έργου H₂C του υλικού ανά μονάδα προϊόντος

μειώνει τα κόστη και καθιστά το προϊόν περισσότερο «πράσινο». Μειωμένη χρήση χημικών επεξεργασίας και πιο περιορισμένη ποικιλία σημαίνει επίσης μικρότερες απαιτήσεις εσωτερικής οργάνωσης προμηθειών (logistics). Η αποφυγή της χρήσης επικίνδυνων ουσιών μέσα στα προϊόντα μπορεί να μειώσει το κόστος διακίνησης, τα μικρότερο μέγεθος προϊόντος σημαίνει λιγότερο υλικό συσκευασίας και η χρήση ανακυκλωμένων προϊόντων μπορεί να είναι φθηνότερη. Τα απλά και εύκολα στη συναρμολόγηση προϊόντα μειώνουν το κόστος συναρμολόγησης και καθιστούν ευκολότερη την αποσυναρμολόγηση/διάλυση για την επαναχρησιμοποίηση, την επισκευή ή την ανακύκλωση.

Οι βιομηχανικοί πελάτες είναι μια επιπλέον κινητήρια δύναμη για τον οικολογικό σχεδιασμό, ιδιαίτερα δε οι πολυεθνικές που διαθέτουν περιβαλλοντικές πολιτικές και μπορούν να ασκήσουν μεγάλη επιρροή στους προμηθευτές τους. Το ελάχιστο που απαιτούν είναι οι προμηθευτές τους να χρησιμοποιούν ως ένα συγκεκριμένο βαθμό τις αρχές της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Επίσης, απαιτούν συχνά, την ανάλυση των προμηθευόμενων προϊόντων σε βαθμό που μπορεί να ποικίλλει από λίστες επιφυλακής (watch - lists) ουσιών έως πλήρεις δηλώσεις υλικών. Συνεπώς, το να είναι κανείς «πράσινος προμηθευτής» μπορεί να αποτελέσει έναν αποφασιστικό λόγο για την επιλογή του ως προμηθευτή.

Ένα άλλο επιχειρηματικό όφελος του οικολογικού σχεδιασμού είναι η μεταβολή της οπτικής γωνίας ως προς το προϊόν. Ο σχεδιασμός προϊόντος με οικολογική λογική μπορεί να οδηγήσει σε νέες, εξαιρετικά καινοτόμες ιδέες. Η περιβαλλοντική ανάλυση του προϊόντος οδηγεί σε μια βαθύτερη κατανόηση της σύνθεσης και των λειτουργιών, καθώς και των σχέσεων της παραγωγικής αλυσίδας. Η καλή διαχείριση της αλυσίδας προμήθειας/παραγωγής είναι προϋπόθεση για ένα προϊόν με υψηλή ποιότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

LOT 11 MOTORS –ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

3.1 Εισαγωγή

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει μια οδηγία για τον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια, όπως οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές ή ο εξοπλισμός θέρμανσης. Οι συνεπείς κοινοτικοί κανόνες για το eco-σχέδιο θα εξασφαλίσουν ότι οι διαφορές μεταξύ των εθνικών κανονισμών δεν γίνονται εμπόδια στο ενδοκοινοτικό εμπόριο. Η πρόταση δεν εισάγει τις άμεσα δεσμευτικές απαιτήσεις για τα συγκεκριμένα προϊόντα, αλλά καθορίζει τους όρους και τα κριτήρια για τον καθορισμό, μέσω των επόμενων μέτρων εφαρμογής, των απαιτήσεων σχετικά με τα χαρακτηριστικά των προϊόντων που σχετίζονται με το περιβάλλον και επιτρέπει την γρήγορη και αποτελεσματική βελτίωση. Τα προϊόντα που ικανοποιούν τις απαιτήσεις θα ωφελήσουν και τις επιχειρήσεις και τους καταναλωτές, με τη διευκόλυνση της ελεύθερης μετακίνησης των εμπορευμάτων σε ολόκληρη την ΕΕ και με τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και της προστασίας του περιβάλλοντος. Η πρόταση αποτελεί μια σημαντική δράση στην πολιτική προϊόντων της ΕΕ και εισάγει πολλά καινοτόμα στοιχεία μαζί με συγκεκριμένη εφαρμογή των κανονισμών της.

Με την ενθάρρυνση των κατασκευαστών για τον σχεδιασμό των προϊόντων με τις περιβαλλοντικές επιδράσεις σε όλο τον κύκλο ζωής τους, η Επιτροπή εφαρμόζει μια ολοκληρωμένη πολιτική προϊόντων και επιταχύνει την κίνηση προς τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των προϊόντων καταναλωτών ενέργειας. Μετά από την υιοθέτηση της οδηγίας από το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, η Επιτροπή, θα είναι σε θέση να θεσπίσει την εφαρμογή των μέτρων σχετικά με τα συγκεκριμένα προϊόντα και τις περιβαλλοντικές πτυχές (όπως η κατανάλωση ενέργειας, η παραγωγή αποβλήτων, η κατανάλωση ύδατος, η επέκταση της διάρκειας ζωής) μετά από αξιολόγηση του αντίκτυπου και ευρείες διαβουλεύσεις με τα ενδιαφερόμενα συμβαλλόμενα μέρη.

Αυτή η πολιτική πρωτοβουλία αναμένεται για να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και τις συμπράξεις πράξεων και πρωτοβουλιών άλλων

νομοθετικών δράσεων της ΕΕ σχετικά με τις περιβαλλοντικές πτυχές των προϊόντων. Τα παραδείγματα των σχετικών μέτρων είναι οι οδηγίες που ρυθμίζουν τη διαχείριση των αποβλήτων από τον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (WEEE) και τη χρήση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που χρησιμοποιούνται σε αυτόν τον εξοπλισμό (RoHS) καθώς επίσης και οδηγίες σχετικές με την ενεργειακή αποδοτικότητα των συσκευών όπως η οδηγία ενεργειακής σήμανσης. Οι υπάρχουσες οδηγίες για τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής αποδοτικότητας θα θεωρηθούν ως εφαρμογές αυτής της οδηγίας για τα προϊόντα που καλύπτουν όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα κατά τη διάρκεια της χρήσης.

Τα προϊόντα τα οποία έχει απονεμηθεί η οικολογική ετικέτα θα θεωρηθούν ως υποχωρητικά με τα μέτρα εφαρμογής στο βαθμό που η οικολογική ετικέτα καλύπτει τις απαιτήσεις του μέτρου εφαρμογής. Αν και η εγγραφή EMAS από μόνη της δεν προϋποθέτει τη συμμόρφωση στα προϊόντα που κατασκευάζονται από την επιχείρηση, οι επιχειρήσεις που έχουν μια πιστοποίηση EMAS, η οποία περιλαμβάνει το σχέδιο προϊόντων, μπορούν να χρησιμοποιήσουν άμεσα το περιβαλλοντικό σύστημα διαχείρισής τους και το προϊόν τους συμμορφώνεται με το μέτρο εφαρμογής.

3.2 Η μεθοδολογία EuP

Η οδηγία EuP (2005/32/EC) (τα προϊόντα που χρησιμοποιούν ενέργεια) [Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005] είναι ένας ευρωπαϊκός κανονισμός που συνδυάζει τις προηγούμενες οδηγίες EEE και EER (αντίκτυπος στο περιβάλλον των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών απαιτήσεων αποδοτικότητας εξοπλισμού και ενέργειας αντίστοιχα).

Ο στόχος αυτής της πρωτοβουλίας είναι να παρασχεθούν οι απαιτήσεις eco-σχεδίου για τα προϊόντα που χρησιμοποιούν ενέργεια.

- Διασφάλιση της ελεύθερης κυκλοφορίας των προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Βελτίωση των συνολικών περιβαλλοντικών επιδόσεων των προϊόντων αυτών και ως εκ τούτου προστασία του περιβάλλοντος.

- Συμβολή στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής οικονομίας.
- Αποθεματικό προς το συμφέρον τόσο της βιομηχανίας όσο και των καταναλωτών

Οι κατασκευαστές θα πρέπει να εξετάσουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος τους, καθώς και να κάνουν μια οικολογική αξιολόγηση. Η διαδικασία που αφορά τον κύκλο ζωής περιλαμβάνει μια ανάλυση που λαμβάνει υπόψη τις χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες, την διαδικασία απόκτησης, κατασκευής, συσκευασίας, μεταφοράς και διανομής, εγκατάσταση και συντήρηση, τη χρήση, και τέλος της ζωής των προϊόντων.

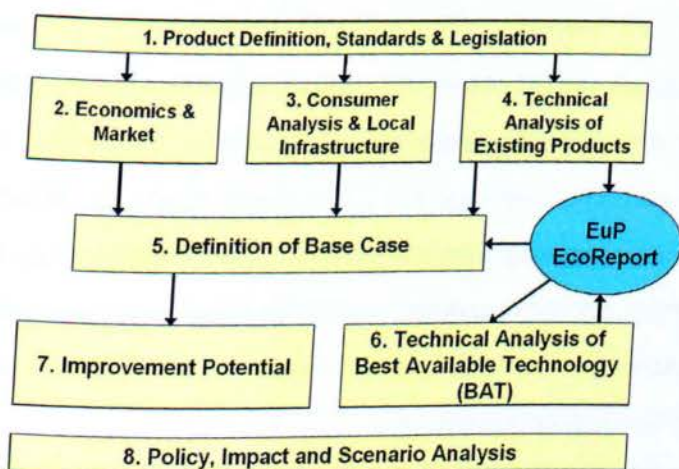
Η αξιολόγηση θα περιλαμβάνει την κατανάλωση υλικών και ενέργειας, εκπομπές στο περιβάλλον, τα αναμενόμενα απόβλητα και τους τρόπους της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης. Υπάρχουν υφιστάμενα σχέδια όπως το «οικολογικό σήμα»

Όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1 της EuP -οδηγίας, ο σκοπός να θεσπιστεί «πλαίσιο για τον καθορισμό των κοινοτικών απαιτήσεων ecodesign για τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια με στόχο να εξασφαλίζουν την ελεύθερη μετακίνηση εκείνων των προϊόντων μέσα στην εσωτερική αγορά» και θα επιτρέψει «τον καθορισμό των απαιτήσεων όπου τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και καλύπτονται με την εφαρμογή των μέτρων πρέπει να τοποθετούνται στην αγορά, συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη με την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και του επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος, συγχρόνως αυξάνοντας την ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού [Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2005]. Τα προϊόντα που συμμορφώνονται με αυτούς για την εφαρμογή των μέτρων μπορούν να συνδέσουν το σημάδι CE, εκείνοι που όχι, μπορούν τελικά να απαγορευθούν από τις εμπορικές συναλλαγές μέσα στην ΕΚ.

Η EuP -οδηγία υπερβαίνει ακριβώς τις εκτιμήσεις ενεργειακής αποδοτικότητας, δεδομένου ότι εξετάζει επίσης ολόκληρο το κόστος κύκλου ζωής, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής και της διάθεσης και του σχετικού οικολογικού αντίκτυπου.

Η περίληψη της EuP -μεθοδολογίας, που εφαρμόζεται σε όλες τις προπαρασκευαστικές μελέτες EuP, παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1. Όπως μπορούμε να δούμε (βήμα 1) η έναρξη για την ανάλυση των προϊόντων που χρησιμοποιούν

ενέργεια γίνεται με τον καθορισμό των προϊόντων καθώς επίσης και μια ανάλυση των υπαρχουσών προτύπων και της νομοθεσίας. Ο καθορισμός προϊόντων δεν είναι τόσο απλός όσο μοιάζει, αλλά είναι κρίσιμης σπουδαιότητας και πρέπει να βασιστεί στις κατηγορίες προϊόντων όπως καθορίζεται σε αυτό το πρώτο στάδιο. Στο βήμα 2 μια ανάλυση της αγοράς για τα προϊόντα υπό εξέταση διευθύνεται, ακολουθούμενη από μια ανάλυση της καταναλωτικής συμπεριφοράς και την τοπική υποδομή στο βήμα 3 [VHK, 2005]. Στο βήμα 4 αναλύονται τα προϊόντα που είναι ήδη διαθέσιμα στην αγορά ενώ στο βήμα 5 για κάθε μια από τις κατηγορίες υπό εξέταση προϊόντων ένα μέσο προϊόν ορίζεται ως η περίπτωση βάσης, η οποία είναι μια σύνθεση των αποτελεσμάτων των βημάτων 1 έως 4. Στο βήμα 6 αναλύονται εκείνα τα προϊόντα που θα είναι πιθανώς διαθέσιμα στην αγορά εντός 2 έως 3 ετών. Η δυνατότητα βελτίωσης για τις διαφορετικές κατηγορίες προϊόντων αναλύεται στο βήμα 7. Τέλος, στο βήμα 8 γίνεται μια ανάλυση σεναρίου και αντίκτυπου.



Σχήμα 3.1 Οι 8 φάσεις της διαδικασίας ανάλυσης EuP

Στα πλαίσια μιας προηγούμενης μελέτης για την Επιτροπή η VHK [VHK, 2005] σχεδίασε μια μεθοδολογία που δίνει ένα πλαίσιο για την εκτίμηση της περιβαλλοντικής επίδρασης των προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια με τους βασικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες (ενέργεια, απόβλητα, υδάτινοι πόροι, εκπομπές στον αέρα, και εκπομπές στο νερό). Όλα τα προϊόντα πρέπει να συγκριθούν σε κάθε ομάδα περιβαλλοντικής επίδρασης σχετικά με την απόλυτη αξία τους ή την αξία τους σε σχέση με «την απόστασή τους στο στόχο». Αυτό καθόρισε τη δομημένη προσέγγιση που θα εφαρμοστεί για να αξιολογήσει τα προϊόντα που εμπίπτουν στην οδηγία EuP και θα είναι η βάση για την Επιτροπή ώστε να αποφασίσει σχετικά με την εφαρμογή των μέτρων. Για να υποστηρίξουν την εργασία της Επιτροπής, έχουν

συμβληθεί 14 μελέτες, ώστε να παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες και να αρχίσουν μια διαδικασία για τα προϊόντα υπό εξέταση. Τα προϊόντα που εξετάζονται σε αυτές αφορούν εξοπλισμό γραφείων, οικιακές συσκευές, και βιομηχανικά προϊόντα όπως οι ηλεκτρικές μηχανές, οι αντλίες, οι κυκλοφορητές, οι ανεμιστήρες και τα κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου. Από την άποψη των Ηλεκτρικών μηχανών, τα σημαντικότερα προϊόντα καλύπτονται κατά ένα μέρος:

- Μέρος 11: Ηλεκτρικές μηχανές 1-150 KW, αντλίες και κυκλοφορητές και ανεμιστήρες για τον εξαερισμό στα μη κατοικημένα κτήρια www.ecomotors.org

3.3 Εφαρμογή οδηγίας 2005/32/EC του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου με το σεβασμό στις απαιτήσεις ecodesign για τις ηλεκτρικές μηχανές και τα συστήματα κίνησης τους (lot 11)

3.3.1 Ηλεκτρικές μηχανές

Η «ηλεκτρική μηχανή» ορίζεται ως μια συσκευή που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια. Οι ηλεκτρικές μηχανές χρησιμοποιούνται σε όλους τους τύπους βιομηχανίας και είναι υπεύθυνες για το 70% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο βιομηχανικό τομέα και 38% στον τριτογενή τομέα. Οι ηλεκτρικές μηχανές είναι ο σημαντικότερος τύπος ηλεκτρικού φορτίου στις βιομηχανίες εντός της Κοινότητας όπου οι μηχανές χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες παραγωγής και σε διάφορες εφαρμογές. Στον παρακάτω πίνακα γίνετε μια επισκόπηση των κύριων εφαρμογών:

Category		Application
A. Generic application	Pumps	Pumps are mainly used for pumping warm or cold water, for the movement of various liquids. Pumps normally do not need very much attention as they are reliable. However, with the use of high efficiency pumps and variable speed drives there is a high saving potential.
	Fans	Fans are mainly used for the supply of clean, warm and cool air. Main savings can be gained by adapting the air supply to the real need.
	Compressors	Compressors compress air or liquid gases which are then used to spray, clean and move. Compressed air is one of the most inefficient mediums and significant savings can be achieved by optimising and reducing its usage.
B. Material handling		Electric motors are used in conveyors, cranes and assembly lines. These systems are often over-dimensioned and savings can be achieved by intelligent transport of goods and intermediate products. However, material handling with the help of electric motors is more efficient than the use of compressed air and hydraulic systems.
C. Material processing		Electric motors are used for various material processes such as stamping, forming, casting, spinning, dyeing, rolling... The saving potential for the processing step is low, however the entire process often bears a high saving potential. This includes the transport to and from the processing plant, electricity consumption when idling etc.

Πίνακας 3.1 Κύριες εφαρμογές ηλεκτρικών μηχανών

Συνεπώς, οι μηχανές και τα συστήματα εκκίνησης που χρησιμοποιούνται στα συστήματα μηχανών είναι μια από τις ομάδες προϊόντων προτεραιότητας που εξετάζονται για την εφαρμογή των μέτρων στο πλαίσιο της οδηγίας Ecodesign. Εντούτοις, οι περισσότερες μηχανές που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη είναι ακόμα μηχανές χαμηλής αποδοτικότητας και δεν είναι συχνά εξοπλισμένοι με συστήματα εκκίνησης.

Μια τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική ανάλυση («προπαρασκευαστική μελέτη») έχει δείξει ότι:

- οι μηχανές τοποθετούνται σε μεγάλες ποσότητες στην εσωτερική αγορά,
- η περιβαλλοντική επίδραση σχετική με τον κύκλο ζωής, και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αυτών των συσκευών είναι σημαντικές,
- υπάρχει μια ευρεία διαφορά στις περιβαλλοντικές επιδράσεις των συσκευών αυτήν την περίοδο στην αγορά, και
- υπάρχουν τεχνικά και οικονομικά αποδοτικές λύσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε σημαντικές βελτιώσεις, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης των συστημάτων εκκίνησης.

Σύμφωνα με το άρθρο 15 της οδηγίας 2005/32/EK, κινητήρες και συστήματα μετάδοσης κίνησης θα πρέπει να καλύπτονται από ένα μέτρο εφαρμογής.

3.3.2 Κατηγοριοποίηση προϊόντων και αξιολόγηση της απόδοσης

Η προπαρασκευαστική μελέτη προτείνει να καλύψει ηλεκτρικές μηχανές στη περιοχή ισχύος 1-150 KW. Εντούτοις, λαμβάνοντας υπόψη τα νέα προτεινόμενα πρότυπα ταξινόμησης αποδοτικότητας μηχανών κατά IEC 60034-30, θεωρήθηκε η περιοχή ισχύος 0.75 KW - 200 KW για να λάβει τα τυποποιημένα μεγέθη ισχύος. Μόνο οι μηχανές χαμηλής τάσης εξετάζονται σε αυτήν την μελέτη. Οι μηχανές μέσης τάσης χρησιμοποιούνται χαρακτηριστικά στις εφαρμογές υψηλής ισχύος (π.χ. επάνω από 500 KW), και πωλούνται σε πολύ μικρούς αριθμούς. Το prodcom είναι ένα σύστημα για τη συλλογή και τη διάδοση των στατιστικών όσον αφορά την παραγωγή των κατασκευασμένων αγαθών. Είναι βασισμένο σε μια ταξινόμηση προϊόντων αποκαλούμενη κατάλογο prodcom που αποτελείται περίπου από 4500 τίτλους

σχετικά με τα προϊόντα στα οποία συμπεριλαμβάνονται και οι ηλεκτρικές μηχανές. Η ταξινόμηση prodcocom για τις ηλεκτρικές μηχανές στην αναφερθείσα σειρά ισχύος παρουσιάζεται στον πίνακα 3.2. Άλλα υπάρχοντα σχέδια ταξινόμησης είναι συμπληρωματικής φύσης σχετικά με, π.χ., τα τυποποιημένα μεγέθη ισχύος, τα μεγέθη πλαισίων ή της χρήσης σε ειδικές εφαρμογές.

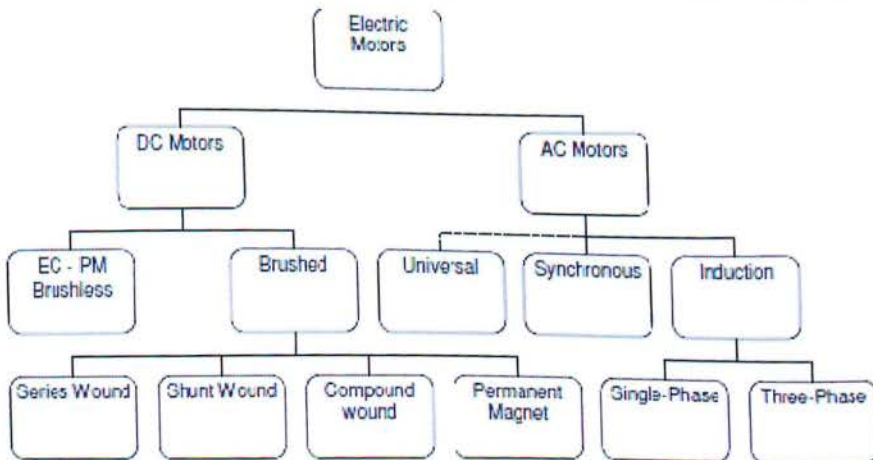
Table 1-1 PRODCOM categorisation for low voltage electric motors

PRDCODE	Description
31.10.10.53	DC motors and generators of an output > 0,75 kW but ≤ 7,5 kW *
31.10.10.55	DC motors and generators of an output > 7,5 kW but ≤ 75 kW *
31.10.10.70	DC motors and generators of an output > 75 kW but ≤ 375 kW *
31.10.21.00	Universal motors of an output > 37,5 W
31.10.22.50	Single-phase AC motors of an output >0,75 kW
31.10.24.03	Multi-phase AC motors of an output > 0,75 kW but ≤ 7,5 kW
31.10.24.05	Multi-phase AC motors of an output > 7,5 kW but ≤ 37 kW
31.10.24.07	Multi-phase AC motors of an output > 37 kW but ≤ 75 kW
31.10.25.40	Multi-phase AC motors of an output > 75 kW but ≤ 375 kW **
31.10.25.30	Multi-phase AC traction motors of an output > 75 kW

* excluding starter motors for internal combustion engines
 ** excluding traction motors

Πίνακας 3.2: Ταξινόμηση prodcocom των ηλεκτρικών μηχανών

Με σκοπό αυτήν την μελέτη, οι μηχανές κατηγοριοποιούνται περαιτέρω κάτω από τις ακόλουθες κατηγορίες που λαμβάνουν υπόψη τις τεχνολογικές ιδιομορφίες:



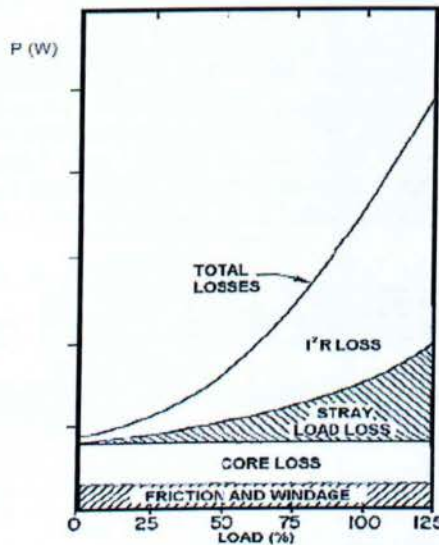
Σχήμα 3.2 Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών μηχανών

3.3.3 Αποδοτικότητα μηχανών

Η αποδοτικότητα μηχανών ορίζεται γενικά ως:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output mechanical power}}{\text{Input electrical power}}$$

Η διαφορά μεταξύ της μηχανικής ισχύς παραγωγής και της ηλεκτρικής ισχύς εισόδου οφείλεται σε πέντε διαφορετικά είδη απωλειών που εμφανίζονται σε μια μηχανή: ηλεκτρικές απώλειες, μαγνητικές απώλειες, μηχανικές απώλειες και λοιπές απώλειες και στην περίπτωση των μηχανών με συλλέκτη, οι απώλειες επαφών συλλέκτη. Οι ηλεκτρικές απώλειες (επίσης αποκαλούμενες απώλειες Joule) εκφράζονται από I^2R , και συνεπώς αυξάνονται γρήγορα με το φορτίο κινητήρων. Οι ηλεκτρικές απώλειες εμφανίζονται ως θερμότητα. Οι μαγνητικές απώλειες εμφανίζονται στα ελάσματα χάλυβα του στάτη και του δρομέα. Οφείλονται στην υστέρηση και το ρεύμα υστέρησης, που αυξάνεται περίπου με το τετράγωνο της πυκνότητας του πεδίου. Οι μηχανικές απώλειες οφείλονται στην τριβή στα ρουλεμάν, τις απώλειες εξαερισμού και ανεμισμού. Οι λοιπές απώλειες φορτίων οφείλονται στη ροή διαρροής, τις αρμονικές του πεδίου στο διάκενο, ανομοιομορφίες ρευμάτων, στις μηχανικές ατέλειες. Οι απώλειες επαφών συλλέκτη προκύπτουν από την πτώση τάσης μεταξύ των επαφών και συλλέκτη (Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τη κατανομή των απωλειών μηχανών επαγωγής συνάρτηση του ποσοστού του φορτίου).



Σχήμα 3.3: Χαρακτηριστική κατανομή των απωλειών επαγωγικών κινητήρων συνάρτηση του φορτίου

Η αποδοτικότητα των μηχανών μετριέται και ταξινομείται σύμφωνα με τα διαφορετικά πρότυπα αποδοτικότητας σε όλο τον κόσμο. Αυτά τα πρότυπα καθορίζουν τις διαφορετικές μεθόδους για να αξιολογήσουν τις απώλειες και αυτό μπορεί να οδηγήσει στις σημαντικά διαφορετικές τιμές αποδοτικότητας των μηχανών. Οι μέθοδοι δοκιμής διαφέρουν επίσης στη μέτρηση της μηχανικής ισχύος στον άξονα, η οποία πραγματοποιείται μόνο σε μερικές μεθόδους. Αυτά τα διαφορετικά πρότυπα είναι ένα εμπόδιο στην αγορά παγκοσμίως, και αυτήν την περίοδο υπάρχει μια δράση που αναλαμβάνεται, ιδιαίτερα από το IEC, για να κινηθεί προς τα κοινά πρότυπα και την ταξινόμηση δοκιμής αποδοτικότητας με όμοιο τρόπο.

3.4 Κατηγορίες μόνωσης

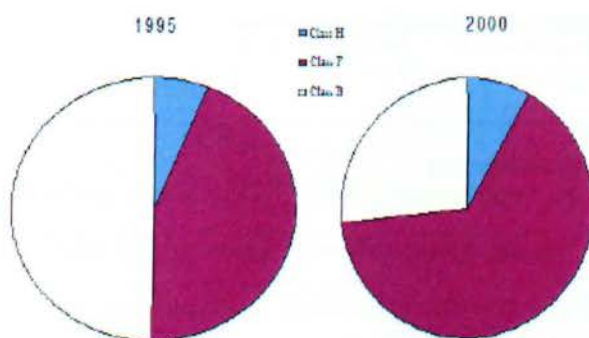
Η θερμοκρασία λειτουργίας έχει επιπτώσεις στην αποδοτικότητα και τη διάρκεια ζωής των μηχανών. Χαρακτηριστικά οι απώλειες χαλκού αυξάνονται κατά 10% όταν αυξάνεται η θερμοκρασία κατά 25 °C. Η σημαντική πρόοδος ήταν στην ανάπτυξη της μόνωσης που είναι σε θέση να αντισταθεί στις υψηλές θερμοκρασίες (κατηγορία F και κατηγορία H).

Λόγω των χαμηλότερων απωλειών τους οι ενεργειακές αποδοτικές μηχανές μπορούν να λειτουργήσουν σε χαμηλότερη θερμοκρασία, που οδηγεί σε μια πιο μεγάλη διάρκεια ζωής.

Σύμφωνα με το τυποποιημένο IEC 60085, ο πίνακας 3.3 παρουσιάζει τη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας για κάθε θερμική κατηγορία μόνωσης. Το σχήμα 3.4 παρουσιάζει εξέλιξη αγοράς των τυλιγμάτων με βάση τις κατηγορίες μόνωσης στην Ευρώπη.

Thermal classes for insulation systems	A	E	B	F	H
Maximum operation temperature (°C)	105	120	130	155	180

Πίνακας 3.3 θερμικές κατηγορίες για τα συστήματα μόνωσης (IEC 60085)



Σχήμα 3.4 Εξέλιξη αγοράς των κατηγοριών μόνωσης του τυλίγματος στην Ευρώπη [25]

3.5 Πρότυπα δοκιμής

Τα πρότυπα δοκιμής αποδοτικότητας δεν είναι ομοιόμορφα στις διαφορετικές περιοχές του κόσμου. Τα ευρύτερα χρησιμοποιημένα πρότυπα απόδοσης, είναι τα παρακάτω:

- IEEE 112 (2004)

Αυτά τα πρότυπα καλύπτουν τις οδηγίες των γενικότερα εφαρμόσιμων και αποδεκτών δοκιμών που καθορίζουν, όχι μόνο αποδοτικότητα αλλά και άλλες παραμέτρους απόδοσης και χαρακτηριστικά των μηχανών και των γεννητριών επαγωγής.

- IEEE 113 (1985)

Οι διαδικασίες δοκιμής για τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος (τελευταία έκδοση 1985) περιέλαβαν τις συστάσεις των γενικά αποδεκτών δοκιμών για να καθορίσουν τα χαρακτηριστικά απόδοσης των συμβατικών κινητήρων συνεχούς ρεύματος. Εντούτοις, αποσύρθηκε μερικά έτη πριν και δεν επικυρώνεται πλέον από IEEE, λόγω της μειωμένης σημασίας των μηχανών DC.

- IEEE 114 (2001)

Τα πρότυπα αυτά εξετάζουν τη δοκιμή απόδοσης των μονοφασικών μηχανών επαγωγής.

- IEEE 115 (1955)

Τα πρότυπα αυτά εξετάζουν τη δοκιμή απόδοσης των σύγχρονων μηχανών.

- IEC 60034-2 (1996)

Τα πρότυπα αυτά καθιερώνουν τις μεθόδους τις αποδοτικότητας από τις δοκιμές, και διευκρινίζουν επίσης τις μεθόδους για συγκεκριμένες απώλειες. Ισχύει για τις DC

μηχανές και για σύγχρονες και επαγωγικές μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος στα πλαίσια του IEC 60034-1.

- IEC 61972 (2002)

Τα πρότυπα αυτά δοκιμής, που αναπτύσσονται ως πιθανή αντικατάσταση του IEC 60034-2 στο τμήμα που αφορά τις τριφασικές μηχανές επαγωγής, επιτρέπουν σε δύο μεθόδους για να καθορίσουν την αποδοτικότητα και τις απώλειές τους.

- Μέθοδος 1 - εισόδου-εξόδου (παρόμοια με IEEE 112-β)

Απώλειες σκέδασης που καθορίζονται από τις μετρήσεις.

- Μέθοδος 2 - έμμεση μέθοδο (που ορίζεται το μεταβλητό επίδομα)

Η κύρια διαφορά είναι ότι οι απώλειες φορτίων υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\text{Output power} \leq 1\text{kW} \Rightarrow \text{Stray load losses} = 0.025 \times \text{input power}$$

$$1 \leq \text{Output power} \leq 1\text{kW} \Rightarrow \text{Stray load losses} = \left[0.025 - 0.005 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Output power}}{1\text{kW}} \right) \right] \times \text{input power}$$

$$\text{Output power} \geq 10\,000\text{kW} \Rightarrow \text{Stray load losses} = 0.005 \times \text{input power}$$

Η ευρωπαϊκή CENELEC δεν υιοθέτησε αυτά τα εξεταστικά πρότυπα δοκιμής στην Ευρώπη λόγω του επιπλέον κόστους για τον εξοπλισμό δοκιμής και το κόστος εργασίας, ειδικά για τις μέσης και μεγάλης ισχύος μηχανές.

- Έκδοση 1 IEC 60034-2-1, (Σεπτέμβριος 2007)

Αυτή η νέα έκδοση του IEC 60034-2 εγκρίθηκε από 23 χώρες υπέρ, 5 αποχή και καμία αποδοκιμασία. Εισάγει τη δοκιμή EH-stars ως αναγνωρισμένη μέθοδο για να καθορίσει τις πρόσθετες απώλειες φορτίων μηχανών επαγωγής. Αυτά τα νέα πρότυπα παρουσιάζουν τρεις πίνακες με τις συνιστώμενες μεθόδους για τον προσδιορισμό της αποδοτικότητας και των επιπέδων αβεβαιότητάς τους.

(Παρακάτω παρατίθεται πίνακας σχετικά με τις μηχανές επαγωγής)

Method	Clause	Preferred method	Required facilities	Uncertainty
Direct				
Torque measurement	8.1.1	All single phase and polyphase ≤ 1 kW	Torque meter/dynamometer for full-load	Low
Calibrated machine test	Annex D		Calibrated machine	See Note 4
Dual supply, back-to-back test	8.1.2		Machine set for full-load Two identical units	Low
Total losses				
Calorimetric method	Annex D		Special thermal enclosure	See Note 4
Single supply back-to-back test	8.2.1		Two identical units (wound rotor)	Low
Summation of losses, with and without load test				
P_{cu} determined from residual loss	8.2.2.5.1	Three phase ≥ 1 kW up to 150 kW	Torque meter/dynamometer for $\approx 1.25 \times$ full-load	Low
P_{cu} from assigned value	8.2.2.5.3			Medium to high
P_{cu} from removed rotor and reverse rotation test	8.2.2.5.2		Auxiliary motor with rated power $\leq 5 \times$ total losses P_{t}	High
P_{cu} from Eh-star test	8.2.2.5.4	(see Note 3)	Resistor for 150 % rated phase current	Medium
Summation of losses, without load test				
Currents, powers and slip from the equivalent circuit method P_{cu} from assigned value	8.2.2.4.3		If test equipment for other tests is not available (no possibility of applying rated load, no duplicate machine)	Medium/high
<p>NOTE 1 Due to measurement inaccuracies, the determination of P_{cu} from residual losses is limited to correlation coefficients (see 8.2.2.5.1.2) greater than 0.95 and may have uncertainties of the determined efficiency exceeding $\pm 0,5$ %.</p> <p>NOTE 2 In the "Uncertainty" column, "Low" indicates a procedure determining all loss components from tests, "Medium" indicates a procedure which is based on a simplified physical model of the machine, "High" indicates a procedure that does not determine all loss components by tests.</p> <p>NOTE 3 The method for P_{cu} from Eh-star test is suitable for motors between 1 kW and 150 kW, larger ratings are under consideration. The method requires that the winding can be connected in star.</p> <p>NOTE 4 Uncertainty to be determined.</p>				

Method	Clause	Preferred method	Required facilities	Uncertainty
Direct				
Torque measurement	8.1.1	All single phase and polyphase ≤ 1 kW	Torque meter/dynamometer for full-load	Low
Calibrated machine test	Annex D		Calibrated machine	See Note 4
Dual supply, back-to-back test	8.1.2		Machine set for full load Two identical units	Low
Total losses				
Calorimetric method	Annex D		Special thermal enclosure	See Note 4
Single supply back-to-back test	8.2.1		Two identical units (wound rotor)	Low
Summation of losses, with and without load test				
P_{res} determined from residual loss	8.2.2.5.1	Three phase > 1 kW up to 150 kW	Torque meter/dynamometer for $\approx 1.25 \times$ full-load	Low
P_{res} from assigned value	8.2.2.5.3			Medium to high
P_{res} from removed rotor and reverse rotation test	8.2.2.5.2		Auxiliary motor with rated power $\leq 5 \times$ total losses P_{res}	High
P_{res} from Eh-star test	8.2.2.5.4	(see Note 3)	Resistor for 150 % rated phase current	Medium
Summation of losses, without load test				
Currents, powers and slip from the equivalent circuit method P_{res} from assigned value	8.2.2.4.3		If test equipment for other tests is not available (no possibility of applying rated load, no duplicate machine)	Medium/high
<p>NOTE 1: Due to measurement inaccuracies, the determination of P_{res} from residual losses is limited to correlation coefficients (see 5.2.2.5.1.2) greater than 0.95 and may have uncertainties of the determined efficiency exceeding $\pm 0.5\%$.</p> <p>NOTE 2: In the "Uncertainty" column, "Low" indicates a procedure determining all loss components from tests, "Medium" indicates a procedure which is based on a simplified physical model of the machine, "High" indicates a procedure that does not determine all loss components by tests.</p> <p>NOTE 3: The method for P_{res} from Eh-star test is suitable for motors between 1 kW and 150 kW (larger ratings are under consideration). The method requires that the winding can be connected in star.</p> <p>NOTE 4: Uncertainty to be determined.</p>				

Πίνακας 3.4 Συνιστώμενες μέθοδοι για την αποδοτικότητα των επαγωγικών κινητήρων

- ANSI/NEMA MG1 - μηχανές και γεννήτριες

Βοηθά τους χρήστες στην κατάλληλη επιλογή και την εφαρμογή των μηχανών και των γεννητριών. Τα πρότυπα προβλέπουν τις αλλαγές στις ανάγκες των χρηστών, τις προόδους στην τεχνολογία, τις μεταβαλλόμενες οικονομικές τάσεις και τις πρακτικές πληροφορίες σχετικά με την απόδοση, την ασφάλεια, τη δοκιμή και την κατασκευή AC και DC μηχανών και των γεννητριών.

3.6 Υπάρχουσα σχετική περιβαλλοντική νομοθεσία εντός και εκτός της ΕΕ

Δεν υπάρχει καμία εθελοντική συμφωνία αποδοτικότητας μηχανών ή ελάχιστος κανονισμός προτύπων αποδοτικότητας σχετικά με τις μηχανές εκτός από τις μηχανές επαγωγής εναλλασσόμενου ρεύματος.

Μια επισκόπηση των εθελοντικών συμφωνιών και του κανονισμού αποδοτικότητας τριφασικών μηχανών επαγωγής εναλλασσόμενου ρεύματος σε όλο τον κόσμο παρουσιάζεται στον πίνακα 3.5. Η Βόρεια Αμερική (ΗΠΑ, Καναδάς και

Μεξικό) είναι η κύρια περιοχή στην προαγωγή των μηχανών υψηλής αποδοτικότητας, οι οποίες έχουν τώρα ένα μερίδιο αγοράς πέρα από τα δύο τρίτα. Άλλες χώρες σε όλο τον κόσμο παίρνουν παρόμοιες πρωτοβουλίες.

Country/Region	Mandatory Agreements (year of implementation)	Voluntary Agreements (year of implementation)	Market Share
U.S.A	EPAct – High Efficiency (1997) NEMA Premium (2011)	NEMA Premium (2001)	NEMA Premium (16%) EPACT (54%)
Canada	EPAct levels– High Efficiency (1997)	NEMA Premium (2001)	NEMA Premium (16%) EPACT (54%)
Mexico	EPAct levels– High Efficiency (1998)	NEMA Premium (2003)	n.a.
EU		Efficiency Classification and market reduction of EFF3 (1998)	EFF1 (12%) EFF2 (85%) for CEMEP members
Australia	High efficiency (2006)	Premium efficiency (2006)	Premium Efficiency (10%) High efficiency (32%) Standard (58%)
New Zealand	High efficiency (2006)	Premium efficiency (2006)	n.a.
Brazil	Standard Efficiency (2002) High Efficiency (2009)	High Efficiency	High Efficiency (15%)
China	Standard Efficiency (2002) High Efficiency (2011)	Premium efficiency (2007)	High Efficiency (10%) Standard Efficiency (90%)
Korea	Standard Efficiency (2008)	Standard Efficiency (1996)	High Efficiency (10%) Standard (90%)

Πίνακας 3.5 Εθελοντικές συμφωνίες και κανονισμός αποδοτικότητας μηχανών σε όλο τον κόσμο

Στον πίνακα 3.5 αναφέρονται τέσσερις κατηγορίες αποδοτικότητας μηχανών:

- Μηχανές αποδοτικότητας πολύ υψηλής αποδοτικότητας (ισοδύναμες με IE3, ταξινόμηση ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΥ ΝΕΜΑ)
- Μηχανές υψηλής αποδοτικότητας (ισοδύναμες με IE2, ΗΠΑ EPACT ή EFF1 από CEMEP/EU)
- Τυποποιημένες μηχανές αποδοτικότητας (ισοδύναμες με IE1, EFF2 από τη συμφωνία CEMEP/EU)
- Μηχανές χαμηλής αποδοτικότητας (ισοδύναμες με EFF3 από τη συμφωνία CEMEP/EU, και κάτω από την τυποποιημένη αποδοτικότητα στον υπόλοιπο κόσμο)

3.6.1. Εθελοντική συμφωνία CEMEP/EU

Το 1998 εθελοντική συμφωνία που υποστηρίχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή κατασκευαστών ηλεκτρικών μηχανών και ηλεκτρονικών ισχύος (CEMEP) και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής συνάφθηκε και υπεγράφη από 36 κατασκευαστές μηχανών, που αντιπροσωπεύουν 80% της ευρωπαϊκής παραγωγής των τυποποιημένων μηχανών. Αυτή η συμφωνία καθόρισε έναν στόχο για να προαγάγει τις αποδοτικότερες μηχανές επαγωγής. Σε αυτήν την συμφωνία αποφασίστηκε να καθοριστεί ένα σχέδιο ταξινόμησης αποδοτικότητας μηχανών με τρία επίπεδα για τις μηχανές:

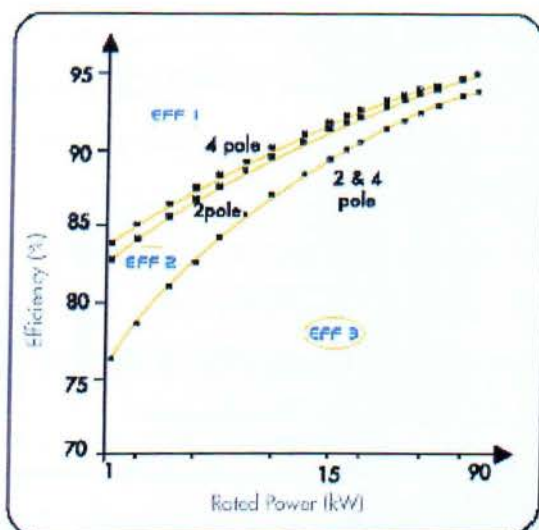
- EFF1 - μηχανές υψηλής αποδοτικότητας
- EFF2 - μηχανές μέσης αποδοτικότητας
- EFF3 - μηχανές χαμηλής αποδοτικότητας

Motors included in CEMEP/EU agreement:
3 phase AC squirrel cage induction motors
Rated power: 1.1 kW to 90 kW
Totally enclosed fan ventilated
Line voltage: 400 V
50 Hz
S1 duty class (continuous mode)
Efficiency tested in accordance with IEC 60034-2 using the "summation of losses" test procedure with P_{LL} from assigned allowance

Πίνακας 3.6 χαρακτηριστικά των κινητήρων που περιλαμβάνονται στις συμφωνίες CEMEP/EU σύμφωνα με την απόδοση (%).

kW	2- Pole		4- Pole	
	EFF2	EFF1	EFF2	EFF1
1.1	76.2	82.8	76.2	83.8
1.5	78.5	84.1	78.5	85.0
2.2	81.0	85.6	81.0	86.4
3	82.6	86.7	82.6	87.4
4	84.2	87.6	84.2	88.3
5.5	85.7	88.6	85.7	89.2
7.5	87.0	89.5	87.0	90.1
11	88.4	90.5	88.4	91.0
15	89.4	91.3	89.4	91.8
18.5	90.0	91.8	90.0	92.2
22	90.5	92.2	90.5	92.6
30	91.4	92.9	91.4	93.2
37	92.0	93.3	92.0	93.6
45	92.5	93.7	92.5	93.9
55	93.0	94.0	93.0	94.2
74	93.6	94.6	93.6	94.7
90	93.9	95.0	93.9	95.0

Πίνακας 3.7 :Καθορισμός κατηγορίας για τις συμφωνίες CEMEP/EU



Σχήμα 3.5 Καθορισμός κατηγορίας από την συμφωνία CEMEP/EU

Με βάση το σχέδιο ταξινόμησης υπήρξε μια εθελοντική επιχείρηση από τους κατασκευαστές μηχανών για να μειώσουν τις πωλήσεις των μηχανών με την τρέχουσα τυποποιημένη αποδοτικότητα (χαμηλή αποδοτικότητα EFF3).

Η συμφωνία CEMEP/EU ήταν ένα πολύ σημαντικό πρώτο βήμα για να προωθήσει την ταξινόμηση και τη σήμανση αποδοτικότητας των μηχανών, μαζί με έναν πολύ αποτελεσματικό μετασχηματισμό αγοράς. Οι μηχανές χαμηλής αποδοτικότητας (EFF3) έχουν αφαιρεθεί ουσιαστικά από την αγορά μηχανών επαγωγής της ΕΕ που είναι μια θετική ανάπτυξη. Εντούτοις το ποσοστό διείσδυσης EFF1 μηχανών είναι ακόμα πολύ μέτριο στην ΕΕ, κυρίως λόγω του αυξημένου κόστους τους.

3.6.2 Σύγκριση των ελάχιστων προδιαγραφών αποδοτικότητας στα διαφορετικά μέρη του κόσμου

Προκειμένου να συγκριθούν οι απαιτήσεις αποδοτικότητας, πρέπει να γνωρίζουμε ότι χρησιμοποιούνται διαφορετικές μέθοδοι δοκιμής στην αξιολόγηση της αποδοτικότητας των μηχανών. Οι διαφορετικές μέθοδοι δοκιμής δίνουν σημαντικά διαφορετικά αποτελέσματα και επομένως τα επίπεδα αποδοτικότητας δεν είναι απευθείας συγκρίσιμα. Επιπλέον, οι ανοχές μέτρησης ποικίλλουν στις διαφορετικές μεθόδους δοκιμής, και η συχνότητα τροφοδοσίας (50Hz ή 60Hz) που

χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της δοκιμής στα τελικά αποτελέσματα της δοκιμής περιπλέκει τα πράγματα περαιτέρω. Όταν δεν αλλάζει η ροπή, η αύξηση ισχύος παραγωγής κατά 20%, οι περισσότερες μηχανές έχουν μια καλύτερη αποδοτικότητα στα 60 Hz έναντι των 50 Hz.

Τα πρότυπα NEMA ισχύουν για τις μηχανές που εξετάζονται σύμφωνα με IEEE 112 – μέθοδος Β. Είναι μια άμεση μέθοδος όπου η ισχύς εξόδου λαμβάνεται μετρώντας τη ροπή και την ταχύτητα περιστροφής σε διαφορετικά επίπεδα φορτίων:

$$\text{Output power} = \text{Torque} \times \text{Speed}$$

Αυτή η μέθοδος απαιτεί την ακριβή οργάνωση μέτρησης, συμπεριλαμβανομένων των δυναμόμετρων ακρίβειας, για τις διαφορετικές σειρές ισχύος.

Η συμφωνία CEMEP/EU, αφ' ενός, περιλαμβάνει τις μηχανές που εξετάζονται σύμφωνα με IEC 60034-2 χρησιμοποιώντας τη διαδικασία δοκιμής «αθροίσματος των απωλειών». Αυτή η διαδικασία δοκιμής είναι μια έμμεση μέθοδος, αποφεύγοντας την ανάγκη να μετρηθεί η μηχανική ισχύς και τις σχετικές δαπάνες. Η μηχανική ισχύς υπολογίζεται με τη μέτρηση της ηλεκτρικής ισχύς εισόδου και των απωλειών.

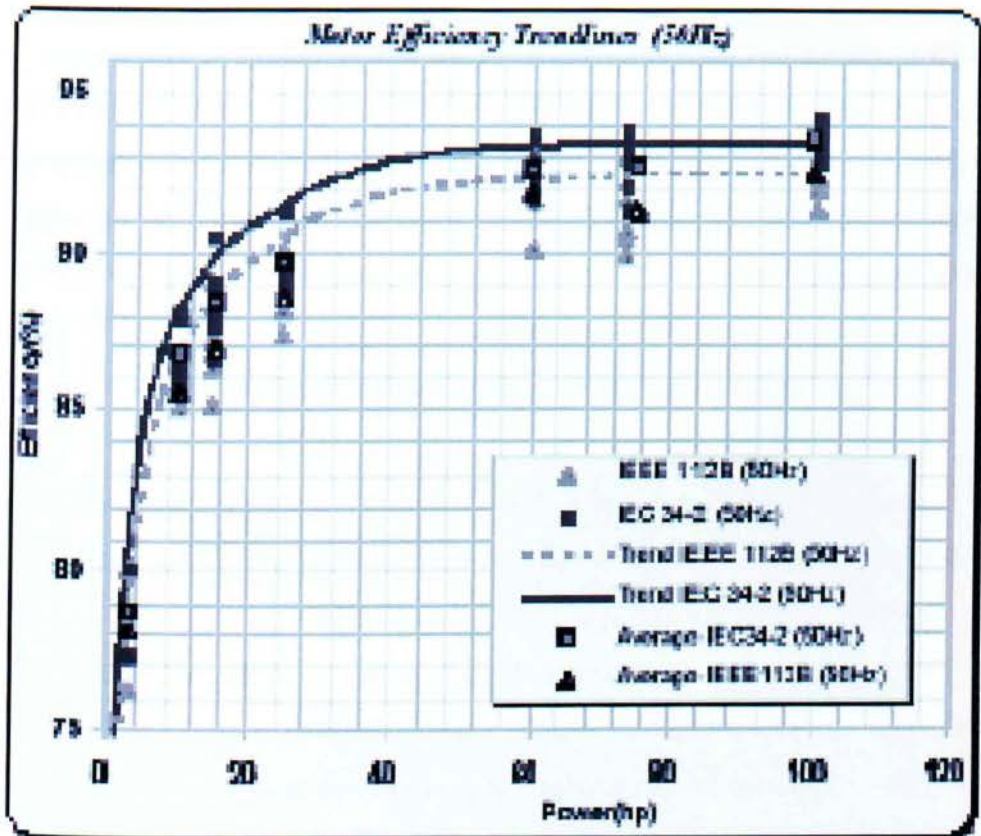
$$\text{Mechanical Power} = \text{Electrical Power} - \text{Power Losses}$$

Όλες οι απώλειες μετριούνται χρησιμοποιώντας τις εργαστηριακές δοκιμές εκτός από τις απώλειες σκέδασης κλπ. Οι απώλειες αυτές υποτίθεται αυθαίρετα ότι είναι 0.5% της ηλεκτρικής ισχύς εισόδου φορτίων.

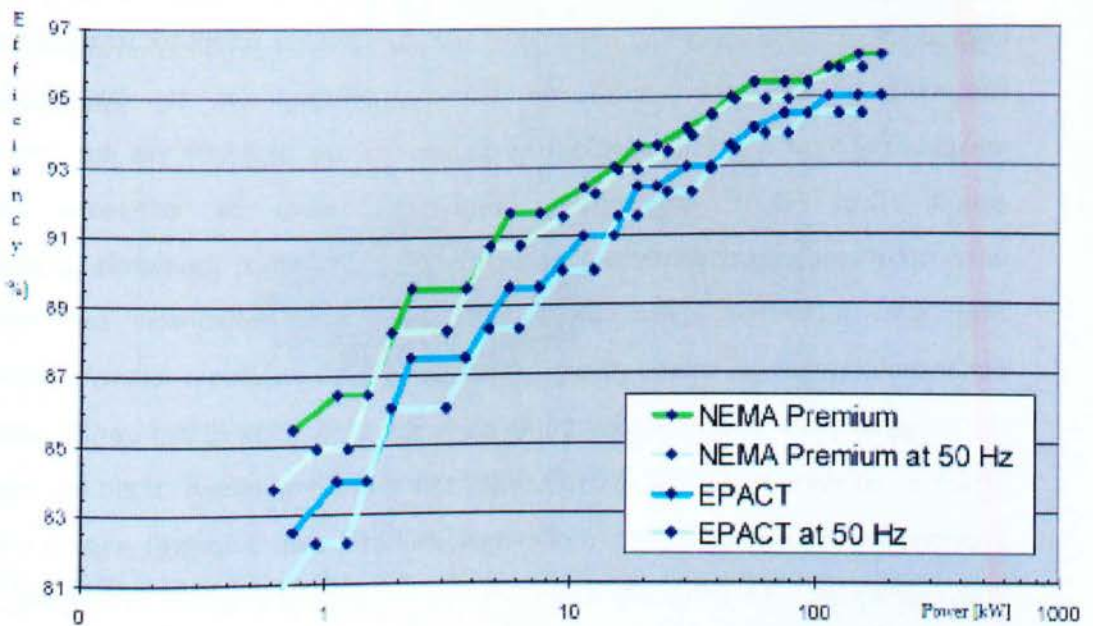
$$\text{Efficiency} = 1 - \frac{\text{Power losses}}{\text{Input power}}$$

Λόγω των προαναφερθέντων, οι μετρήσεις αποδοτικότητας μεταξύ IEEE 112-β και του IEC 60034-2 οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τη διαφορά των δοκιμών αποδοτικότητας που πραγματοποιούνται στις ίδιες μηχανές χρησιμοποιώντας τα πρότυπα δοκιμής IEEE 112-β και IEC 34-2.

Η μέθοδος δοκιμής αποδοτικότητας «αθροίσματος των απωλειών» IEC 60034-2 δίνει τις υπερεκτιμημένες τιμές αποδοτικότητας επειδή η τιμή που εξετάζεται για τις απώλειες φορτίων (0.5% της πλήρους ισχύος εισόδου) δεν είναι ρεαλιστική. Στην πραγματικότητα, στις περισσότερες περιπτώσεις, ιδιαίτερα στους χαμηλής και μέσης ισχύος κινητήρες, οι πραγματικές τιμές των απωλειών αυτών είναι αρκετά παραπάνω από 0.5%. Το σχήμα 3.7 παρουσιάζει μια συγκριτική αξιολόγηση των διαφορετικών επιπέδων αποδοτικότητας για συχνότητα 60 Hz 50 Hz.



Σχήμα 3.6 Διαφορά δοκιμών αποδοτικότητας μηχανών για 50Hz, που χρησιμοποιούν τα πρότυπα IEEE 112-β και IEC 34-2



Σχήμα 3.7 Σύγκριση απαιτήσεων αποδοτικότητας στη συχνότητα 50 Hz και 60 Hz (ασφάλιστρο EPACT και NEMA) [18]

3.6.3.Εναρμόνιση των προτύπων ταξινόμησης αποδοτικότητας στον κόσμο

Το IEC ανέπτυξε πρότυπα ταξινόμησης (IEC 60034-30) προσπαθώντας να εναρμονίσει συνολικά τις κατηγορίες ενεργειακής αποδοτικότητας για τις τριφασικές μηχανές επαγωγής που:

- έχει ονομαστική τάση U_N έως 1000 V
- έχει ονομαστική ισχύ εξόδου P_N μεταξύ 0,75 kW και 375 kW
- Έχει 2, 4 ή 6 πόλους
- εκτιμάται βάσει του τύπου S1 λειτουργίας (συνεχής λειτουργία) ή S3 (διαλείπουσα περιοδική λειτουργία) με έναν χρόνο λειτουργίας 80% ή περισσότερο
- προορίζεται για την άμεση και απευθείας σύνδεση
- εκτιμάται για τους όρους λειτουργίας σύμφωνα με το IEC 60034-1,} 6.

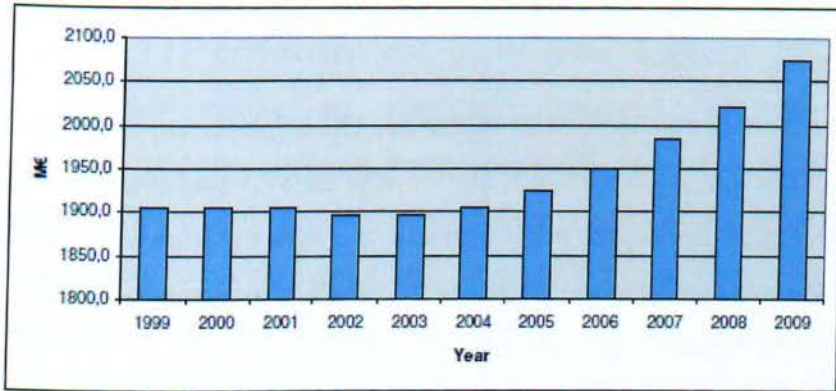
Επίσης καθορίζονται τέσσερις κατηγορίες αποδοτικότητας:

- IE4 – εξαιρετικά υψηλή αποδοτικότητα (υπό εξέταση)
- IE3 – πολύ υψηλή αποδοτικότητα (ισοδύναμη με NEMA)
- IE2 - υψηλή αποδοτικότητα (ισοδύναμη με EPAAct/EFF1)
- IE1 - τυποποιημένη αποδοτικότητα (ισοδύναμη με EFF2)

Η έγκριση των προτύπων ταξινόμησης αποδοτικότητας IEC 60034-3, θα εναρμονίσει τις διαφορετικές απαιτήσεις για τα επίπεδα αποδοτικότητας μηχανών επαγωγής σε όλο τον κόσμο, θα μειώσει ενδεχομένως τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές στην παραγωγή των μηχανών για μια παγκόσμια αγορά. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι τα κατώτατα επίπεδα αποδοτικότητας που υιοθετούνται από κάθε χώρα. Αν και η συμφωνία CEMEP/EU ήταν ένα σημαντικό πρώτο βήμα προς τη μείωση πωλήσεων των λιγότερο αποδοτικών μηχανών, άλλες χώρες έχουν επιτύχει τα καλύτερα αποτελέσματα απ την εφαρμογή των υποχρεωτικών συμφωνιών που εισήγαγαν τα πιο υψηλά κατώτατα επίπεδα αποδοτικότητας με αποτέλεσμα των μετασχηματισμό της αγοράς. Γ παράδειγμα, οι μηχανές EPAAct (ισοδύναμες με EFF1 στην Ευρώπη) τώρα αποτελούν 70% της αγοράς ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΩΝ μηχανών ενώ στην Ευρώπη οι μηχανές EFF έχουν ένα μέτριο μερίδιο αγοράς 12%.

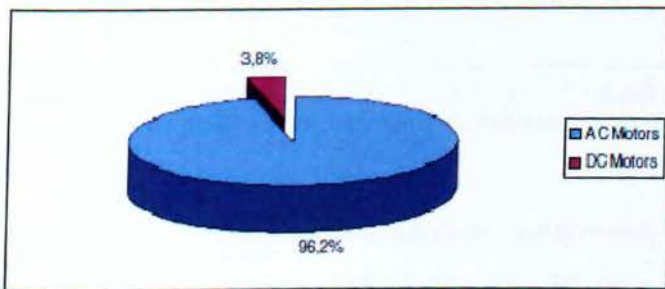
3.7 Γενικά οικονομικά στοιχεία

Σύμφωνα με μια έρευνα που περιλαμβάνει τα στοιχεία αγοράς στις ΕΕ-25 χώρες, η ευρωπαϊκή αγορά για τις μηχανές (όλες οι μηχανές με ονομαστική ισχύ παραπάνω από 1 HP) παρουσιάζεται στο σχήμα, με μια αναμενόμενη αύξηση από τις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης.



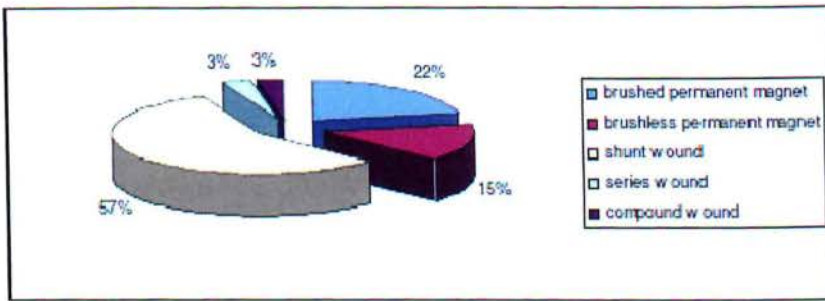
Σχήμα 3.8 Ύψος πωλήσεων που προβλέπεται για ηλεκτρικές μηχανές στην ΕΕ-25

Είναι επίσης δυνατό να υπολογιστεί το ακέραιο μερίδιο αγοράς μηχανών στην Ευρώπη από τον τύπο τους και να παρατηρηθεί ότι οι μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος κυριαρχούν στις πωλήσεις (σχήμα 3.9), αντιπροσωπεύοντας πάνω από 96% των μονάδων που πωλούνται. Αυτό μεταφράζεται σε περίπου 9 εκατομμύρια μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος που πωλούνται έναντι μόνο 350 χιλιάδων DC μηχανών που πωλούνται.



Σχήμα 3.9 Μερίδιο των πωλήσεων από τον τύπο μηχανών σε ΕΕ-25

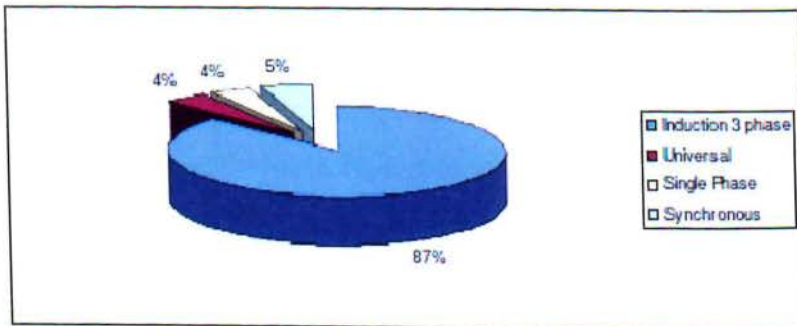
Οι εξελίξεις στην ηλεκτρονική τις τελευταίες δεκαετίες επέτρεψαν στις μηχανές επαγωγής να επιτύχουν την ίδια απόδοση ροπής/ταχύτητας των DC μηχανών στις υψηλές απαίτησης και εφαρμογές, αλλά με υψηλότερη αξιοπιστία.



Σχήμα 3.10 Μερίδιο πωλήσεων των DC μηχανών σε EE-25 (2002)

Οι μεγαλύτερες πωλήσεις στον τομέα των DC μηχανών παρατηρείτε στη σειρά ονομαστικής ισχύος μεταξύ 0.75 KW και 7.5 KW με 87.3 τοις εκατό των πωλήσεων το 2002. Πρέπει να σημειωθεί ότι η αντίστοιχη αγορά κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος είναι περισσότερο από 21 φορές το μέγεθος της αγοράς των DC μηχανών σε αυτή τη σειρά ονομαστικής ισχύος.

Η αγορά μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος στην Ευρώπη κυριαρχείται κατά ένα μεγάλο μέρος από τις τριφασικές μηχανές επαγωγής, και οι μονοφασικές μηχανές αντιπροσωπεύουν λιγότερο από 5% των συνολικών μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος στην Ευρώπη, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.11.



Σχήμα 3.11 Κατανομή των πωλήσεων μηχανών AC με βάση το είδος του στην EE-25 (2006)

Τα γενικά οικονομικά στοιχεία αγοράς μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος χαμηλής τάσης στην EE των 15 (2006) παρουσιάζεται στον πίνακα 3.8. Είναι σημαντικό να παρατηρηθεί ότι το εμπόριο μηχανών είναι κυρίως μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών. Μόνο 15 -25% των εισαγωγών είναι από χώρες εκτός Ευρώπης.

Power Range	Market EU-15 in Mio. Units	Market Share (Units)	Capacity in Giga Watt	Market Share (Capacity)
0,75-7,5 kW	7,2	79,1%	22,5	28,2%
7,5-37 kW	1,5	16,5%	30,0	37,6%
37-75 kW	0,3	3,3%	15,6	19,6%
75-200 kW	0,1	1,1%	11,6	14,6%
Total	9,1	100%	79,7	100%

Πινάκας 3.8 Πληροφορίες αγοράς μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος στην ΕΕ των 15

Το σχήμα 3.11 επιδεικνύει πώς οι πωλήσεις μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος αφορούν κυρίως τις τριφασικές μηχανές επαγωγής οι οποίες χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές με έναν μεγάλο αριθμό ωρών λειτουργίας λόγω της υψηλής αποδοτικότητας, της ευρωστίας και της συγκριτικά χαμηλότερης τιμής τους. Από τη σύγκριση, οι άλλοι τύποι αποτελούν μόνο 11% των πωλήσεων συνολικά. Στις λίγες περιπτώσεις στις οποίες οι μονοφασικές μηχανές έχουν μια σχετική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, όπως τα κλιματιστικά μηχανήματα και οι αντλίες θερμότητας, οι πολιτικές αποδοτικότητας απευθύνονται σε ολόκληρο τον εξοπλισμό και όχι μόνο τη μηχανή, η οποία προσαρμόζεται για κάθε τύπο εξοπλισμού. Το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος χαμηλής τάσης σε σχέση με τον αριθμό πόλων το έχουν οι μηχανές 4-πόλων όπως φαίνεται στον πίνακα 3.9.

Motor type	Share (%)
2-pole	15-35
4-pole	50-70
6-pole	7-15
8-pole	1-7

Πινάκας 3.9 Πληροφορίες αγοράς στην ΕΕ των 15 και ΕΕ-25

3.8 Αγορά και στοιχεία αποθεμάτων

3.8.1 Τάσεις αγοράς

Οι τάσεις δείχνουν ότι το μερίδιο αγοράς DC μηχανών θα παρουσιάσει μια πτώση στα επόμενα έτη (οι τριφασικές μηχανές επαγωγής μπορούν να έχουν μια υψηλή δυναμική απόδοση όταν τροφοδοτούνται από VSDs, με μικρότερο κόστος και λιγότερη συντήρηση). Ο αριθμός μηχανών DC που πωλούνται προβλέπεται να μειωθεί αισθητά σε ένα ποσοστό 10-15% το χρόνο από περίπου 300.000 μονάδες που

πωλούνται σήμερα. Οι μεγάλοι κατασκευαστές έχουν σταματήσει τις νέες εξελίξεις σε αυτές τις μηχανές για αρκετά έτη.

Όλοι οι τύποι DC μηχανών αναμένονται να έχουν μια πτώση στις πωλήσεις, εκτός από τις DC μηχανές μόνιμων μαγνητών. Αυτές οι μηχανές έχουν την υψηλή αποδοτικότητα και υπερνικούν τους περιορισμούς αξιοπιστίας των συμβατικών DC μηχανών, αλλά είναι ακριβότερες (λόγω του κόστους των μόνιμων μαγνητών και των ηλεκτρονικών ελέγχων). Επίσης προσαρμόζονται χωρίς κατάλληλα πρότυπα (π.χ. διαστάσεις, μοντάρισμα, δύναμη, προδιαγραφές ροπής, κ.λπ.). Λόγω της αυξανόμενης παραγωγής το κόστος τους έχει μειωθεί και μπορεί να γίνει βασικός φορέας ιδιαίτερα στη χαμηλής ισχύος σειρά [0.75-5 KW]. Καινοτόμες προσεγγίσεις σε αυτές τις μηχανές, υπάρχουν λόγω των μαγνητικών υλικών χαμηλότερου κόστους για τις εφαρμογές που δεν απαιτούν την υψηλή αναλογία ροπής/βάρος (π.χ. ανεμιστήρας).

Στην αγορά μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος, αναμένεται μια αύξηση για τις τριφασικές μηχανές επαγωγής δεδομένου ότι οι πελάτες συνεχίζουν να αναβαθμίζουν τις παλαιές τεχνολογίες και λαμβάνουν υπόψη το ευνοϊκότερο οικονομικό κλίμα. Όλοι οι άλλοι τύποι μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος αναμένονται για να διατηρήσουν το μερίδιο αγοράς τους, δεδομένου ότι είναι πιο εξειδικευμένα στοιχεία, εκτός από τις μονοφασικές μηχανές που θα αντιμετωπίσουν μια μείωση σε ζήτηση λόγω της αυξανόμενης χρήσης των ηλεκτρονικών ελεγκτών ταχύτητας.

3.8.2 Αγορά μηχανών επαγωγής της ΕΕ

Στην ΕΕ, ο αρχικός στόχος της συμφωνίας CEMEP/EU ήταν να μειωθούν οι πωλήσεις των μηχανών αποδοτικότητας EFF3 κατά 50% μετά από την περίοδο συμφωνίας (2003). Ο στόχος επιτεύχθηκε εντελώς, δεδομένου ότι οι πωλήσεις μηχανών EFF3 μειώθηκαν από 68% το 1998 σε 4% το 2005. Η διείδυση των μηχανών αποδοτικότητας EFF1 ήταν πολύ μικρή μέχρι τώρα. Ο κύριος λόγος για αυτήν την κατάσταση οφείλεται στο γεγονός ότι η αγορά μηχανών είναι κατά ένα μεγάλο μέρος μια αγορά OEM, στην οποία οι αγορές OEM αντιπροσωπεύουν 80-90% των πωλήσεων. Αυτό το μεγάλο μερίδιο της αγοράς που συνδυάζεται με τις υψηλότερες τιμές των μηχανών EFF1, που είναι χαρακτηριστικά 20-30% επάνω από

την τιμή μηχανών EFF2, οδηγεί σε μια χαμηλή διείσδυση των μηχανών EFF1 . Οι κατασκευαστές μηχανών ήταν σε θέση να εισάγουν τις μηχανές EFF2 με μια παρόμοια τιμή με τις μηχανές EFF3, με το βελτιωμένο σχέδιο, την κατασκευή και το ανταγωνιστικότερο μάρκετινγκ.

3.9 Καταναλωτικές δαπάνες

3.9.1 Τιμές μηχανών

Η μέση τιμή από τους καταλόγους των εταιρειών, μιας μηχανής κυμάνθηκε από περίπου 160€ για μια EFF2 τριφασική μηχανή επαγωγής εναλλασσόμενου ρεύματος 0.75 KW ως περίπου 15000€ για μια μηχανή εναλλασσόμενου ρεύματος 200 KW. Γενικά η αγορά είναι πολύ ανταγωνιστική με τις μεγάλες εκπτώσεις που προσφέρονται σε OEMs. Το κόστος μιας μηχανής IE2/EFF1 υπολογίζεται περίπου 20-30% υψηλότερο από μια EFF2 μηχανή, η οποία αποτελεί τη μεγάλη πλειοψηφία των πωλήσεων στην αγορά. Το κόστος των μηχανών IE3/Premium μπορούν να είναι 40-60% υψηλότερο από την τιμή μιας EFF2 μηχανής. Η διαφορά μειώνεται καθώς η ισχύς αυξάνεται.

3.9.2 Τιμές ηλεκτρικής ενέργειας

Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας ποικίλλουν σημαντικά στην ΕΕ, και ακόμη και σε κάθε χώρα οι τιμές επηρεάζονται έντονα από το επίπεδο κατανάλωσης. Η EUROSTAT έχει διαφορετικά στοιχεία, για τις βιομηχανικές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας, εξετάζοντας τις μέσες αξίες και τις τιμές των MME. Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία στην ΕΕ-25 τον Ιανουάριο του 2006 παρουσιάζονται στον πίνακα 3.10.

Country	Cost of electricity (euros/kWh) - industrial	Cost of electricity (euros/kWh) - domestic
EU (25 countries)	0,0754	0,1078
EU (15 countries)	0,0766	0,1094
Belgium	0,083	:
Bulgaria	0,046	0,114
Czech Republic	0,0731	0,1123
Denmark	0,0724	0,0552
Germany (including ex-GDR from 1991)	0,0871	0,0829
Estonia	0,0511	0,0997
Ireland	0,0998	0,1374
Greece	0,0668	0,062
Spain	0,0721	0,1285
France	0,0533	0,0643
Italy	0,0934	0,094
Cyprus	0,1114	0,0905
Latvia	0,0409	0,1548
Lithuania	0,0498	0,1225
Luxembourg (Grand-Duché)	0,0845	0,0702
Hungary	0,0753	0,0609
Malta	0,0711	0,139
Netherlands	0,0855	0,0896
Austria	0,0653	0,0904
Poland	0,0543	0,1207
Portugal	0,0817	0,0894
Romania	0,0773	0,0923
Slovenia	0,0651	0,134
Slovakia	0,0773	0,0792
Finland	0,0517	0,0874
Sweden	0,0587	0,1216
United Kingdom	0,0799	0,0809
Croatia	0,0596	0,0876
Turkey	:	0,0971
Iceland	:	0,0759
Norway	0,052	:

Πίνακας 3.10 τιμές ηλεκτρικής ενέργειας για ΕΕ-25 (Ιαν. 2007)

Οι τιμές που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.10 αναφέρονται σε οικογένεια μεσαίου μεγέθους (ετήσια κατανάλωση 3.500 kWh των οποίων 1300 κατά τη διάρκεια της νύχτας). Οι βιομηχανικές τιμές που παρουσιάζονται εδώ είναι βασισμένες σε έναν μεσαίου μεγέθους βιομηχανικό καταναλωτή με μέγιστη απαίτηση 500 kW και κατανάλωση 2 000 MWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως.

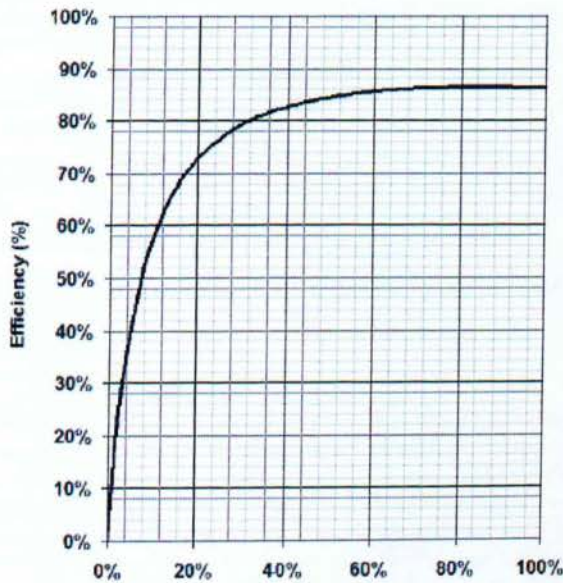
3.10 Πραγματική αποδοτικότητα φορτίων

Η ονομαστική αποδοτικότητα αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος μηχανών για κάθε κατηγορία προϊόντων. Η

πραγματική αποδοτικότητα κινητήρων μπορεί να παρεκκλίνει από την ονομαστική αποδοτικότητα, λόγω διαφορών.

- Εξεταστικά λάθη - δοκιμές με τις ίδιες μηχανές που εκτελούνται στα διαφορετικά εργαστήρια, που χρησιμοποιούν τις άμεσες μεθόδους δοκιμής (π.χ. IEEE 112-β), οδηγεί σε μέγιστα λάθη κοντά στο 10%.
- Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των πρώτων υλών (ιδιαίτερα μαγνητικός χάλυβας) και των ανοχών κατασκευής μπορούν να οδηγήσουν σε μια παραλλαγή μέχρι 10% στις απώλειες μηχανών.

Η αποδοτικότητα μηχανών επαγωγής ποικίλλει επίσης με το φορτίο, δεδομένου ότι με χρήση φορτίου κάτω από το 50% θα έχουμε αισθητή πτώση αποδοτικότητας μηχανών λόγω των σταθερών απωλειών φορτίων (οι μηχανικές και μαγνητικές απώλειες παρουσιάζουν μικρή αλλαγή με το φορτίο).



Σχήμα 3.12 Αποδοτικότητα μηχανών σε σχέση με το φορτίο για τυποποιημένη 3-φασική μηχανή επαγωγής, 4 πολική, 11-kW.

Χαρακτηριστικά, η μέγιστη αποδοτικότητα λαμβάνεται στη σειρά 60-100% του φορτίου μηχανών, αν και το μέγιστο λειτουργούν σημείο αποδοτικότητας εξαρτάται από τον τύπο των μηχανών.

3.11 Τεχνική ανάλυση στα υπάρχοντα προϊόντα

3.11.1 Φάση παραγωγής

Η υλική σύνθεση των ηλεκτρικών μηχανών παρουσιάζεται στο ακόλουθο BoMs που παρέχεται από τους κατασκευαστές και τους συντηρητές. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί μια ουδέτερη και ιδιαίτερα αντιπροσωπευτική πηγή, ο CEMEP συμφώνησε να συλλέξει τα στοιχεία από τους κατασκευαστές (Κόστος υλικών (BoMs) για EFF2 και EFF1 κινητήρες στη σειρά ισχύος: 1.1 kW, 11 kW and 110 kW, όλες τετραπολικές. Αυτό το στοιχείο θα χρησιμοποιηθεί στον καθορισμό των προτύπων BaseCase και την αξιολόγηση των καλύτερων διαθέσιμων τεχνολογιών (BAT).

Materials	Motor Rated Power		
	1,1 kW	11 kW	110 kW
Electrical steel (kg/kW)	5,40	3,60	3,10
Other steel (kg/kW)	1,50	0,95	0,67
Cast iron (kg/kW)	2,5 (0,0 - 5,0)	1,3 (0,0 - 2,0)	3,00
Aluminium (kg/kW)	1,7 (0,5 - 2,5)	0,9 (0,2 - 1,5)	0,18
Copper (kg/kW)	1,24	0,64	0,54
Insulation material (kg/kW)	0,05	0,02	0,01
Packing material (kg/kW)	1,00	0,90	0,50
Impregnation resin (kg/kW)	0,30	0,10	0,05
Paint (kg/kW)	0,10	0,05	0,01

Πίνακας 3.11 Κόστος υλικών για EFF2 μηχανές (μέσες τιμές υλικών).

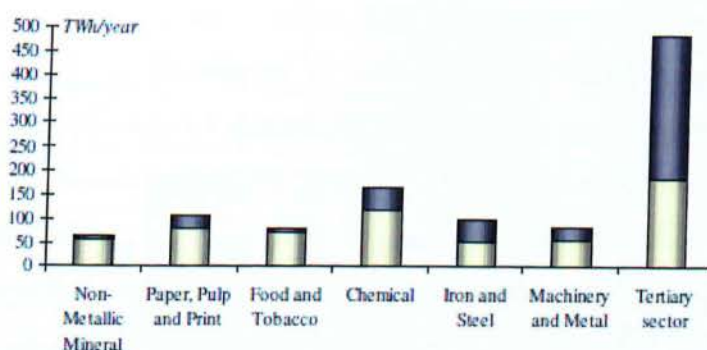
Materials	Motor Rated Power		
	11 kW	11 kW	110 kW
Electrical steel (kg/kW)	8	48	3,6
Other steel (kg/kW)	1,6	1	0,7
Cast iron (kg/kW)	2,5 (0,0 - 5,0)	1 (0,0 - 2,0)	3
Aluminium (kg/kW)	0,5 - 4,0	0,25 - 1,8	0,2
Copper (kg/kW)	1,9	0,9	0,6
Insulation material (kg/kW)	0,05	0,02	0,01
Packing material (kg/kW)	1	0,9	0,5
Impregnation resin (kg/kW)	0,3	0,1	0,05
Paint (kg/kW)	0,1	0,05	0,01

Πίνακας 3.12 Κόστος υλικών για EFF1 μηχανές (μέσες τιμές υλικών).

Ανάλογα με το σχεδιασμό των μηχανών, η τιμή κάθε διαφορετικού υλικού μπορεί να παρεκκλίνει από τη μέση τιμή κατά περίπου 40%. Ένας σημαντικός παράγοντας στην ισορροπία των διαφορετικών παραμέτρων είναι η χρήση του χυτοσιδήρου ή του αλουμινίου για την περίπτωση μηχανών. Επομένως, αυτά τα δύο υλικά έχουν ένα ευρύ φάσμα των τιμών. Η μέση αξία τους χρησιμοποιείται στην ανάλυση των προτύπων BaseCase και του BAT.

3.11.2 Φάση χρήσης

Για τις μηχανές, ο κύριος πόρος που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της ζωής είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Το σχήμα 3.13 παρουσιάζει κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μηχανών, και για τα άλλα φορτία, στη βιομηχανία και στον τριτογενή τομέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι πίνακες 3.13 και 3.14, παρουσιάζουν κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μηχανών στη βιομηχανία και στον τριτογενή τομέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.



Σχήμα 3.13 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κινητήρων σε κάθε βιομηχανικό τομέα και στον τριτογενή τομέα

End-use applications	Total motor electricity consumption in EU-25 [TWh]	Share of motor electricity consumption in EU-25 [%]
Conveyors	13.0	2
Cooling compressors	45.5	7
Air compressors	117.0	18
Fans	104.0	16
Pumps	136.5	21
Other motors	234.0	36
TOTAL	650.0	100

Πίνακας 3.13 Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κινητήρων στη βιομηχανία για διάφορες εφαρμογές (ΕΕ 25, 2000)

End-use applications	Total motor electricity consumption in EU-25 [TWh]	Share of motor electricity consumption in EU-25 [%]
Pumps	33.1	16
Fans	50.3	24
Refrigeration	54.7	26
Air conditioning	34.8	17
Conveyors	22.9	11
Other	13.8	7
TOTAL	209.7	100

Πίνακας 3.14 Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κινητήρων στον τριτογενή τομέα για διάφορες εφαρμογές (ΕΕ-25, 2000)

3.12 Καθορισμός BaseCase

Αυτό το τμήμα περιγράφει τη διαμόρφωση των προτύπων **BaseCase** που παρέχουν την αναφορά για τις περιβαλλοντικές και τεχνικές/οικονομικές βελτιώσεις που καθιερώνονται. Η περιγραφή του BaseCase είναι το αποτέλεσμα των προηγούμενων κεφαλαίων σε ότι αφορά τα προϊόντα, κόστος των υλικών (BOM) συμπεριλαμβανομένης της συσκευασίας, της κατανάλωσης ενέργειας και άλλων πόρων κατά τη διάρκεια της φάσης χρήσης και, ενός σεναρίου για την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση και τη διάθεση.

Εδώ, τρία πρότυπα BaseCase για τις τριφασικές μηχανές επαγωγής θα καθοριστούν για τρεις διαφορετικές περιοχές ισχύος, 1.1 KW, 11 KW και 110 KW, και κατηγορία αποδοτικότητας EFF2 η οποία αντιστοιχεί στο 87% των μηχανών επαγωγής που πωλούνται στην Ευρώπη. Τα πρότυπα BaseCase καθορίζονται για τις τυποποιημένες και πραγματικές καταστάσεις και για τα διαφορετικά σενάρια χρήσης.

Οι ηλεκτρικές μηχανές ορίζονται ως οι «ενεργειακοί μετατροπείς» και όχι ως «συσκευή τελικής χρήσης». Μόνο οι απώλειες μηχανών καταναλώνονται πραγματικά μέσα στη μηχανή, με την υπόλοιπη καταναλωμένη ενέργεια που διαβιβάζεται ως μηχανική δύναμη. Οι δαπάνες κύκλου της ζωής υπολογίζονται εξετάζοντας ολόκληρη την ενεργειακή χρήση.

3.12.1 Πραγματικό BaseCase

Προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι πραγματικές καταστάσεις, όπου οι μηχανές χρησιμοποιούνται σπάνια στο πλήρες φορτίο, θεωρείται ένα μέσο φορτίο 60% από τις προηγούμενες μελέτες. Δεδομένου ότι οι τιμές καταλόγου έχουν σε μια σημαντική έκπτωση, μια έκπτωση 40% υποτίθεται. Επίσης, για να κατανοηθεί το βάρος των διάφορων παραγόντων που συμβάλλουν στις δαπάνες με περιβαλλοντική επίδραση στον κύκλο ζωής των ηλεκτρικών μηχανών, τέσσερα σενάρια αναλύονται για τέσσερις διακριτές ετήσιες ώρες λειτουργίας: 2000, 4000, 6000 και 8000.

Όσον αφορά τις δαπάνες επισκευής, μια γραμμική σχέση εξετάζεται με το μέγιστο για 8000 ώρες, για τις μηχανές 11 και 110 kW (2 επισκευές). Οι μηχανές μικρότερες από 5 kW, κανονικά, δεν επισκευάζονται σε περίπτωση βλάβης.

3.12.2 Συνολικές περιβαλλοντικές επιδράσεις της ΕΕ

Οι ακόλουθοι πίνακες παρουσιάζουν τις περιβαλλοντικές επιδράσεις του αποθέματος μηχανών, για το έτος αναφοράς (2005), στη σειρά ισχύος (μικρές μηχανές [0.75-7.5] kW, μέσες μηχανές [7.5-75] kW και μεγάλες μηχανές [75-200] kW), για ένα σενάριο 4000h. Για κάθε μια από αυτές τις σειρές ισχύος που η βάση διαμορφώνει χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα 1.1 kW, 11 kW και 110 kW για να παρέχουν τα αντιπροσωπευτικά στοιχεία. Παρουσιάζονται δύο πίνακες:

Main Life-Cycle Indicators	Small Motors	Medium Motors	Large Motors
Total Energy, GER (PJ)	2550	4550	2600
Of which, electricity (TWh)	242.3	432.4	247.4
Water, process (M.m ³)*	170	304	173
Waste, non-hazardous/landfill (kton)*	3213	5985	3203
Waste, hazardous/incinerated (kton)*	61	105	60
Emissions to the Air			
Greenhouse Gases in GWP100 (Mton CO ₂ eq.)	111	199	114
Acidifying Agents, AP (kton SO ₂ eq.)	659	1180	672
Volatile Organic Compounds, VOC (kton)	1	2	1
Persistent Organic Pollutants, POP (g i-Teq.)	18	32	18
Heavy Metals, HM (ton Ni eq.)	46	82	46
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons PAHs (ton Ni eq.)	5	9	5
Particulate Matter, PM, dust (kton)	16	29	15
Emissions to the Water			
Heavy Metals, HM (ton Hg/20)	18	31	17
Eutrophication, EP (kton PO ₄)	0	0	0

Πίνακας 3.15 Περίληψη περιβαλλοντικών επιδράσεων αποθέματος στην ΕΕ- 2005

Main Life-Cycle Indicators	Small Motors	Medium Motors	Large Motors
Total Energy, GER (PJ)	604	550	172
Of which, electricity (TWh)	57.0	51.7	16.2
Water, process (M.m ³)*	41	37	12
Waste, non-hazardous/landfill (kton)*	957	1131	332
Waste, hazardous/incinerated (kton)*	16	14	4
Emissions to the Air			
Greenhouse Gases in GWP100 (Mton CO ₂ eq.)	27	24	8
Acidifying Agents, AP (kton SO ₂ eq.)	158	147	46
Volatile Organic Compounds, VOC (kton)	0	0	0
Persistent Organic Pollutants, POP (g i-Teq.)	6	6	2
Heavy Metals, HM (ton Ni eq.)	13	13	4
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons PAHs (ton Ni eq.)	1	2	0
Particulate Matter, PM, dust (kton)	5	7	2
Emissions to the Water			
Heavy Metals, HM (ton Hg/20)	5	5	1
Eutrophication, EP (kton PO ₄)	0	0	0

Πίνακας 3.16 Περίληψη περιβαλλοντικών επιδράσεων απολειών αποθέματος ΕΕ- 2005

3.13 Δυνατότητα βελτίωσης

Η δυνατότητα βελτίωσης της αποδοτικότητας των μηχανών επαγωγής με την υιοθέτηση επίπεδου αποδοτικότητας IE3 αναλύεται ως BAT. Εντούτοις στην ΕΕ δεν

υπάρχουν ακόμα διαθέσιμες μηχανές σε αυτήν την κατηγορία αποδοτικότητας για όλη τη σειρά ισχύος, και μπορεί να είναι δύσκολο να κατασκευαστούν οι μηχανές αυτής της κατηγορίας στη σειρά χαμηλής ισχύος [0,75-7,5kW], χρησιμοποιώντας τα ίδια μεγέθη πλαισίων.

Αν και οι μηχανές IE2/EFF1 είναι μια ουσιαστικά καλύτερη τεχνολογία από τις μηχανές IE1/EFF2, δεν θεωρούνται αυστηρά BAT. Εντούτοις, η πιθανή βελτίωση από άποψη περιβαλλοντικής επίδρασης και LLC τους αναλύονται επίσης εδώ για να γίνει καλύτερη παρουσίαση στον τρόπο με τον οποίο εκείνες οι τιμές εξελίσσονται για τη βελτιωμένη αποδοτικότητα μηχανών.

Με παρόμοιο τρόπο στο BaseCase, θα αναλυθούν τέσσερα σενάρια για τέσσερις διαφορετικές ετήσιες ώρες λειτουργίας: 2000, 4000, 6000 και 8000. Για την περιβαλλοντική επίδραση και την αξιολόγηση LCC του BAT, εξετάζονται οι κινητήρες αποδοτικότητας που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.17 σύμφωνα με τα προτεινόμενα πρότυπα IEC 60034-30.

	Motor Rated Power		
	1,1 kW	11 kW	110 kW
IE2 (EFF1 adjusted) Full-load Efficiency(%)	81,4	89,8	94,5
IE3 Full-load Efficiency(%)	84,1	91,4	95,4

Πίνακας 3.17 Τιμές αποδοτικότητας για την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία ηλεκτρικών μηχανών, πρότυπα IEC 60034-30.

3.13.1 Περιβαλλοντική επίδραση

Τα υλικά μέρη για τις μηχανές IE3 υπολογίστηκαν βάση στο παρεχόμενο BoMs των μηχανών IE2/EFF1 και IE1/EFF2 και παρουσιάζονται στον πίνακα 3.18.

Materials	Motor Rated Power		
	1,1 kW	11 kW	110 kW
Electrical steel (kg/kW)	9,02	6,11	4,0
Other steel (kg/kW)	1,64	1,05	0,77
Cast iron (kg/kW)	2,50	1,30	3,00
Aluminium (kg/kW)	2,12	1,11	0,25
Copper (kg/kW)	2,26	1,08	0,7
Insulation material (kg/kW)	0,05	0,02	0,01
Packing material (kg/kW)	1,00	0,90	0,50
Impregnation resin (kg/kW)	0,30	0,10	0,05
Paint (kg/kW)	0,10	0,05	0,01

Πίνακας 3.18 Κατ' εκτίμηση BoM για τις μηχανές IE3

Ο πίνακας 3.19 παρουσιάζει την περιβαλλοντική επίδραση ανά προϊόν των μηχανών IE2 για την προτεινόμενη σειρά ισχύος.

Main Life-Cycle Indicators	Motor Rated Power		
	1,1 kW	11 kW	110 kW
Total Energy, GER (MJ)	77.436	481.764	3.286.297
Of which, electricity (in primary MJ)	76.294	473.584	3.233.236
Water, process (litr)	5.234	32.449	221.799
Waste, non-hazardous/landfill (g)	152.756	1.125.120	7.712.153
Waste, hazardous/incinerated (g)	2.113	12.136	80.565
Emissions to the Air			
Greenhouse Gases in GWP100 (kg CO ₂ eq.)	3.412	21.236	144.988
Ozone Depletion, emissions (mg R-11 eq.)	negligible		
Acidifying Agents, AP (g SO ₂ eq.)	20.560	130.260	888.058
Volatile Organic Compounds, VOC (g)	92	305	1.982
Persistent Organic Pollutants, POP (ng i-Teq.)	880	5.343	37.199
Heavy Metals, HM (mg Ni eq.)	1.824	11.903	81.638
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH (mg Ni eq.)	205	1.368	7.758
Particulate Matter, PM, dust (g)	713	6.156	35.797
Emissions to the Water			
Heavy Metals, HM (mg Hg/20)	727	4.523	31.006
Eutrophication, EP (g PO ₄)	13	69	439
Persistent Organic Pollutants, POP (ng i-Teq.)	negligible		

Πίνακας 3.19 Περίληψη των περιβαλλοντικών επιδράσεων των βασικών απολειών του BAT (IE2), σενάριο 4000 ωρών

3.13.2 Σύγκριση μεταξύ BaseCase και του BAT

Ο πίνακας 3.20 παρουσιάζει τη δυνατότητα βελτίωσης (στο ποσοστό) του BAT από άποψη περιβαλλοντικής επίδρασης, εξετάζοντας μόνο τη φάση χρήσης.

Main Indicators	Motor Rated Power					
	1,1 kW		11 kW		110kW	
	IE2	IE3	IE2	IE3	IE2	IE3
Total Energy	-30,49%	-42,60%	-19,17%	-32,45%	-18,53%	-31,88%
Of which, electricity	-30,97%	-43,27%	-19,64%	-33,40%	-18,77%	-32,65%
Water (process)	-30,31%	-42,34%	-19,15%	-32,53%	-18,27%	-31,65%
Waste, non-hazardous/landfill	-1,15%	-15,66%	2,06%	9,12%	-11,08%	-1,81%
Waste, hazardous/incinerated	-27,19%	-37,98%	-18,02%	-30,62%	-17,62%	-30,64%
Emissions to the Air						
Greenhouse Gases in GWP100	-30,19%	-42,18%	-18,92%	-31,95%	-18,34%	-31,39%
Acidification Agents, AP	-29,38%	-41,05%	-17,52%	-29,24%	-17,88%	-29,48%
Volatile Organic Compounds, VOC	-28,01%	-39,14%	-17,17%	-27,71%	-16,53%	-27,34%
Persistent Organic Pollutants, POP	-2,42%	-17,41%	-5,31%	-5,83%	-6,76%	-4,53%
Heavy Metals, HM	-21,40%	-29,93%	-10,58%	-15,87%	-13,03%	-16,87%
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH	-21,85%	-30,55%	-12,63%	-17,25%	-27,89%	-34,60%
Particulate Matter, PM, dust	-7,98%	-25,14%	-12,87%	-10,34%	-10,89%	-13,31%
Emissions to the Water						
Heavy Metals, HM	-20,98%	-29,33%	-11,39%	-18,42%	-13,67%	-19,08%
Eutrophication, EP	-3,04%	-4,28%	0,09%	2,20%	-2,75%	2,91%

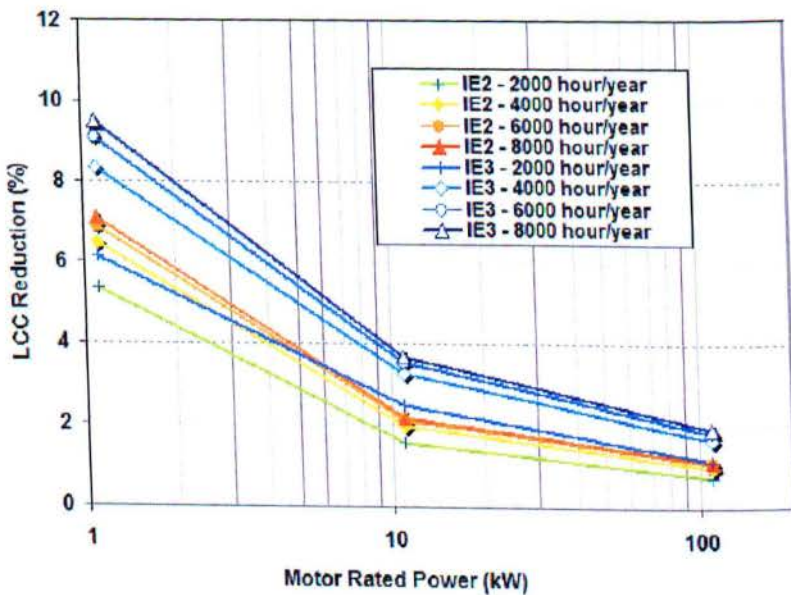
Πίνακας 3.20 Σύγκριση περιβαλλοντικής επίδρασης (BAT προς BaseCase), σενάριο 4000 ωρών.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι εάν οι μηχανές υψηλής αποδοτικότητας είτε IE2 είτε IE3 αντικαταστήσουν τις τρέχουσες IE1 μηχανές, θα επιτευχθεί μια σημαντική μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης. Ο πίνακας 3.21 παρουσιάζει τη μείωση LCC.

	1,1 kW		11 kW		110 kW	
	IE2	IE3	IE2	IE3	IE2	IE3
LCC Reduction for 2000 hour/year	5,3 %	6,1 %	1,6 %	2,5 %	0,7 %	1,1 %
LCC Reduction for 4000 hour/year	6,5 %	8,3 %	2,0 %	3,3 %	1,0 %	1,7 %
LCC Reduction for 6000 hour/year	6,9 %	9,1 %	2,1 %	3,5 %	1,1 %	1,8 %
LCC Reduction for 8000 hour/year	7,1 %	9,5 %	2,2 %	3,7 %	1,1 %	1,9 %

Πίνακας 3.21 μειώσεις LCC (BAT εναντίον BaseCase).

Το σχήμα 3.14 παρουσιάζει την εξέλιξη του LCC για τα τρία επίπεδα ισχύος, εξετάζοντας τα διαφορετικά επίπεδα αποδοτικότητας και τον αριθμό ωρών λειτουργίας. Όπως θα αναμενόταν, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν πολύ σημαντική μείωση του LCC για τις χαμηλής ισχύος μηχανές, με την εξοικονόμηση που φθάνει σε μετριότερα επίπεδα καθώς η ισχύς των μηχανών αυξάνεται. Το μεγαλύτερο μέρος της βελτίωσης εμφανίζεται όταν φθάνει το επίπεδο αποδοτικότητας στο IE3 επίπεδο, αλλά μια αξιοπρόσεχτη βελτίωση υπάρχει ακόμα και όταν κινείται το επίπεδο αποδοτικότητας από IE1/EFF2 προς IE2.

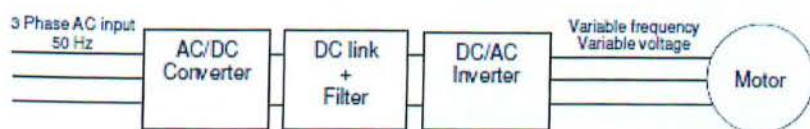


Σχήμα 3.14 Μείωση LCC (BAT προς BaseCase).

3.13.3 Περιβαλλοντική ανάλυση και LCC σύστημα οδήγησης μεταβλητής συχνότητας (VSDs)

Το VSD (σύστημα οδήγησης μεταβλητής συχνότητας) είναι μια ηλεκτρονική συσκευή με σκοπό να ελέγξει την ταχύτητα του άξονα της μηχανής με την ποικιλία της συχνότητας και της τάσης που εφαρμόζονται για να καλυφθούν οι απαιτήσεις της

εφαρμογής. Η χαρακτηριστική διαμόρφωση ενός VSD παρουσιάζεται στο σχήμα 3.15.

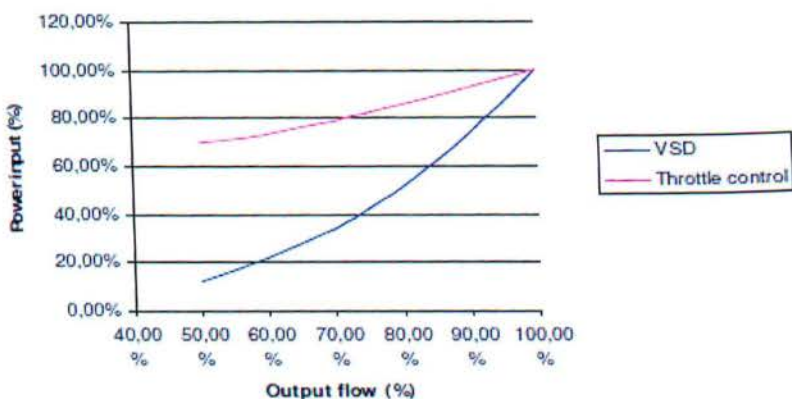


Σχήμα 3.15 Χαρακτηριστική διαμόρφωση VSD

Η ρύθμιση της ταχύτητας μηχανών μέσω της χρήσης VSDs μπορεί να οδηγήσει στον καλύτερο έλεγχο, τη μικρότερη επένδυση σε μηχανικό εξοπλισμό, το λιγότερο ακουστικό θόρυβο, και σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Ο έλεγχος ταχύτητας μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας σε πολλές εφαρμογές. Το VSDs έχει αντικαταστήσει ουσιαστικά άλλες τεχνολογικές λύσεις για τον έλεγχο ταχύτητας (μηχανικός, υδραυλικός), στις εφαρμογές ελέγχου όπου είναι απαραίτητη για βιομηχανικούς λόγους (για παράδειγμα στις γραμμές παραγωγής χαρτιού ή στους μύλους χάλυβα).

Υπάρχει ένας πολύ μεγάλος αριθμός εφαρμογών που θα ωφελούνταν, (και από άποψη βελτίωσης και από άποψη εξοικονόμησης ενέργειας) μέσω της χρήσης του μεταβλητού ελέγχου ταχύτητας. Επομένως, για την ανάλυση του κόστους περιβαλλοντικής επίδρασης και κύκλου ζωής πρόκειται να γίνει μια σύγκριση μεταξύ δύο συστημάτων: ένα που χρησιμοποιεί μια συμβατική προσέγγιση με μια IEC μηχανή και ένα που χρησιμοποιεί ένα Drive μεταβλητής ταχύτητας με μια IEC μηχανή.

Το σχήμα 3.16 παρουσιάζει μια σύγκριση στην απόδοση των δύο συστημάτων. Κατά γενική ομολογία οι εφαρμογές ελεγκτών μεταβλητής ταχύτητας στα συστήματα άντλησης, εξαερισμού και συμπιεστών, παρουσιάζουν μια μεγάλη δυνατότητα εξοικονόμησης. Το ίδιο πράγμα μπορεί να ειπωθεί στον έλεγχο κινητήρων στον οποίο υπάρχει μεταβλητή ταχύτητα και συχνοί κύκλοι έναρξης/στάσεων. Εδώ, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν μπορούν όλες οι εφαρμογές μηχανών να ωφεληθούν από VSDs, δεδομένου ότι για τη σταθερής ταχύτητας λειτουργία ένα VSD, όχι μόνο δεν εξοικονομεί ενέργεια αλλά οδηγεί στις πρόσθετες απώλειες και μεγάλες δαπάνες.



Σχήμα 3-16 Σύγκριση μεταξύ δύο συστημάτων

3.14 Μακροπρόθεσμοι στόχοι (BNAT)

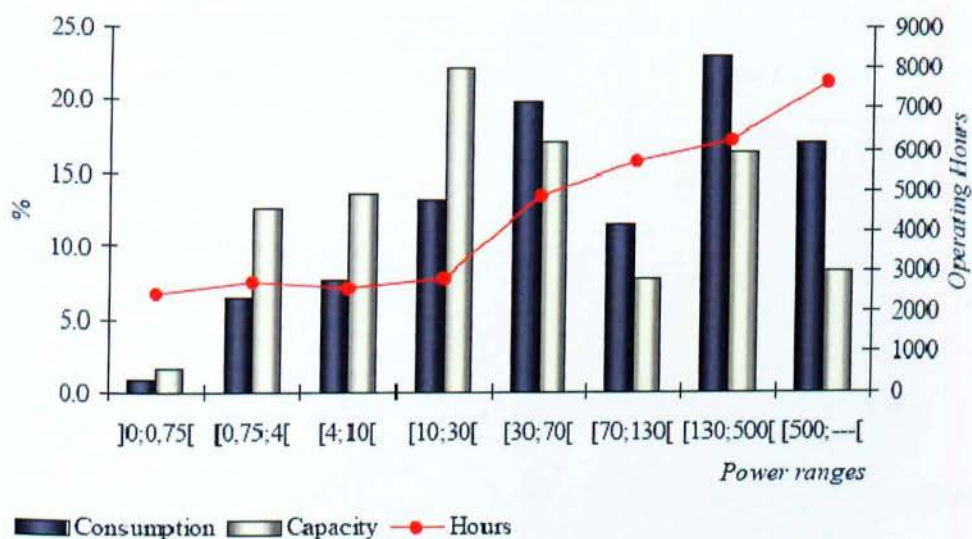
Όπως αναφέρεται νωρίτερα, η παραγωγή των μηχανών της IE3 κατηγορίας στη χαμηλής ισχύος σειρά [0,75-7,5kW], που χρησιμοποιούν τα ίδια μεγέθη πλαισίων με τις μηχανές χαμηλότερης αποδοτικότητας φαίνεται να θέτει σημαντικές προκλήσεις. Αυτό είναι λόγω του πρόσθετου υλικού που απαιτείται για να επιτύχουν μια υψηλότερη αποδοτικότητα, και της έλλειψης διαθεσιμότητας σε εκείνα τα μεγέθη πλαισίων. Επίσης, τα προτεινόμενα πρότυπα ταξινόμησης IEC 60034-30 περιλαμβάνουν, στο παράρτημα A, τα επίπεδα αποδοτικότητας για την κατηγορία μέγιστης αποδοτικότητας (IE4), που προβλέπεται για την επόμενη αναθεώρηση των προτύπων (η πιο πρόωρη προτεινόμενη ημερομηνία είναι το 2013). Σημειώνεται ότι αυτή τη στιγμή δεν υπάρχει καμία ικανοποιητική αγορά και τεχνολογική πληροφορία για να επιτρέψει την σχετική τυποποίηση. Τα επίπεδα αποδοτικότητας αυτής της κατηγορίας θεωρούνται πάρα πολύ υψηλά για να επιτευχθούν με την τυποποιημένη τεχνολογία μηχανών επαγωγής, ιδιαίτερα για τις μικρές μηχανές. Εντούτοις, αναμένεται ότι προηγμένες τεχνολογίες (π.χ. οι κινητήρες μόνιμων μαγνητών) θα επιτρέψουν στους κατασκευαστές να σχεδιάσουν τις μηχανές για αυτήν την κατηγορία αποδοτικότητας, με τις μηχανικές διαστάσεις συμβατές στις υπάρχουσες μηχανές των κατηγοριών χαμηλότερης αποδοτικότητας. Δεδομένου ότι τα πρότυπα IEC 60034-30 αφορούν μόνο τους τριφασικούς επαγωγικούς κινητήρες, η επόμενη αναθεώρηση μπορεί να επεκτείνει το πεδίο της στις νέες τεχνολογίες μηχανών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Οι μηχανές που συναντούν αυτά τα πολύ επίπεδα υψηλής αποδοτικότητας θα μειώσουν πολύ την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και την περιβαλλοντική επίδραση των ηλεκτρικών μηχανών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΩΝ

4.1 Γενικά

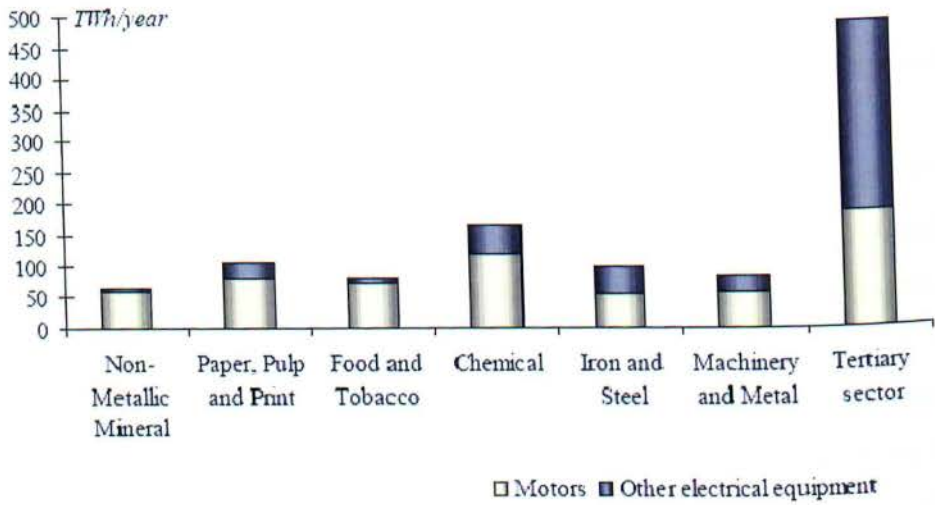
Οι πιο σημαντικοί βιομηχανικοί κλάδοι στην ΕΕ είναι η βιομηχανία μη μεταλλικών ορυκτών, η χαρτοβιομηχανία και εκδόσεις, κλάδος τροφίμων και καπνού, τα χημικά, η χαλυβουργία, και ο κλάδος μετάλλων και μηχανημάτων. Οι παραπάνω κλάδοι είναι υπεύθυνοι για το 72% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ και η κατανάλωση των ηλεκτροκινητήρων στους παραπάνω κλάδους αντιπροσωπεύει το 75% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικών κινητήρων στην ΕΕ, η οποία ανέρχεται σε 575 TWh. Οι υπόλοιποι κλάδοι της βιομηχανίας είναι τα μη σιδηρούχα μέταλλα, βιομηχανία μεταφορών, ορυχεία και λατομεία, βιομηχανία ξύλου, κατασκευές, υφάσματα και δέρμα, καθώς και άλλοι κλάδοι.



Σχήμα 4.1 Εγκατεστημένη ισχύς, κατανάλωση ηλ. Ενέργειας και μέσος χρόνος λειτουργίας κατά μέγεθος, στους βιομηχανικούς κλάδους της ΕΕ

Η κατανάλωση ενέργειας από ηλεκτρικούς κινητήρες έχει αναλυθεί κατά μέγεθος/ισχύ κινητήρα και κατά την τελική τους εφαρμογή όπως είναι οι αντλίες, οι ανεμιστήρες, οι συμπιεστές, ταινιοδρόμοι και άλλες. Οι αντλίες, οι ανεμιστήρες και οι συμπιεστές είναι μακράν οι πιο ενεργοβόροι και στον βιομηχανικό και στον τριτογενή τομέα, με 62% και 66% αντίστοιχα της κατανάλωσης ηλεκτρονικών κινητήρων. Λόγω της σχετικής σημασίας τους η παρούσα ανάλυση πραγματεύεται τους επαγωγικούς κινητήρες AC, οι οποίοι ευθύνονται για το 90% της συνολικής

κατανάλωσης ηλεκτρικών κινητήρων. Οι πληροφορίες είναι αναλυμένες κατά τάξη ισχύος και είδος φορτίου.



Σχήμα 4.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροκινητήρες ανά βιομηχανικό κλάδο και στον τριτογενή τομέα της ΕΕ

Sectors	Total Electricity Consumption (TWh)	Share of Motor Electricity Consumption %
Non-Metallic Mineral	62.7	90.9
Paper, Pulp and Print	106.8	75.1
Food and Tobacco	78.2	89.8
Chemical	164.5	71.9
Machinery and Metal	98.3	51.7
Iron and Steel	81.6	66.3
Other Industry	241.6	59.9
Total Industry	833.6	69.0
Tertiary	484.6	38.3

Πίνακας 4.1 Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και επιμερισμός της κατανάλωσης κατά κλάδο στην ΕΕ

	Pumps	Fans	Air Comp	Cool Comp	Conveyors	Other
Non-Metallic Mineral	6.8	21.4	16.8	0.0	6.2	48.8
Paper, Pulp and Print	56.9	21.7	13.2	0.4	0.9	6.9
Food and Tobacco	9.8	11.5	8.7	30.3	0.0	39.7
Chemical	26.4	10.6	28.1	5.7	2.6	26.6
Iron and Steel	8.5	15.0	14.1	0.0	5.3	57.1
Machinery and Metal	1.4	18.3	17.2	0.0	0.0	63.1

Πίνακας 4.2: Επιμερισμός της κατανάλωσης ηλεκτροκινητήρων στους βιομηχανικούς κλάδους της ΕΕ

4.2 Εφαρμογές ταινιόδρομων στη βιομηχανία

Οι πρωτόγονες μεταφορικές ταινίες χρησιμοποιήθηκαν από το 19ο αιώνα. Το 1892, ο Thomas Robins άρχισε μια σειρά εφευρέσεων που οδήγησε στην ανάπτυξη μιας μεταφορικής ταινίας που χρησιμοποιήθηκε για τη μεταφορά του άνθρακα, των μεταλλευμάτων και άλλων προϊόντων. Το 1901, ο Sandvik εφεύρε και άρχισε την παραγωγή των μεταφορικών ταινιών χάλυβα. Το 1905 ο Richard Sutcliffe εφεύρε τις πρώτες μεταφορικές ταινίες για τη χρήση στα ορυχεία άνθρακα που ξεσήκωσαν τη βιομηχανία μεταλλείων. Το 1913, ο Henry Ford εισήγαγε τις γραμμές μεταφορικών ταινιών στο εργοστάσιο της επιχείρησης μηχανών ρουζ στο Μίσιγκαν. Το 1972, η γαλλική εταιρία REI δημιούργησε στη Νέα Καληδονία την τότε μακρύτερη μεταφορική ταινία στον κόσμο, με μήκος 13.8 χλμ.

Σήμερα οι μεταφορικές ταινίες χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την μεταφορά και αποθήκευση διαφόρων υλικών όπως π.χ. στις βιομηχανίες τροφίμων, για την μεταφορά δεμάτων, για την μεταφορά αποσκευών στα αεροδρόμια, κ.τ.λ.



Σχήμα 4.3 Συστήματα μεταφορικής ταινίας σε μια αποθήκη συσκευασίας.



Σχήμα 4.4 Μεταφορική ταινία διαχείρισης για τα χαρτοκιβώτια και βαλίτσες σε ένα κέντρο διανομής.



Σχήμα 4.5 Μεταφορική ταινία διαχείρισης αποσκευών σε αεροδρόμιο.

Τμηματικές μεταφορικές ταινίες: Χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε ορυχεία λιγνίτη μεταφέροντας τον λιγνίτη από την επιφάνεια εξόρυξης του στο σημείο φόρτωσης. Αποτελούνται από μικρά τμήματα μήκους έως 1,8m ή μεγαλύτερα, ελαφριού πλαισίου ειδικής κατασκευής. Τα τμήματα σχεδιάζονται έτσι ώστε να συναρμολογούνται και να αποσυναρμολογούνται εύκολα για να μεταφέρονται από το ένα σημείο του ορυχείου στο άλλο. Το συνολικό μήκος της ταινίας μπορεί να φτάσει και τα 305m ή και περισσότερο. Μπορούν να μεταφερθούν φορτία 125 tons/h (3 kg/s) λιγνίτη.

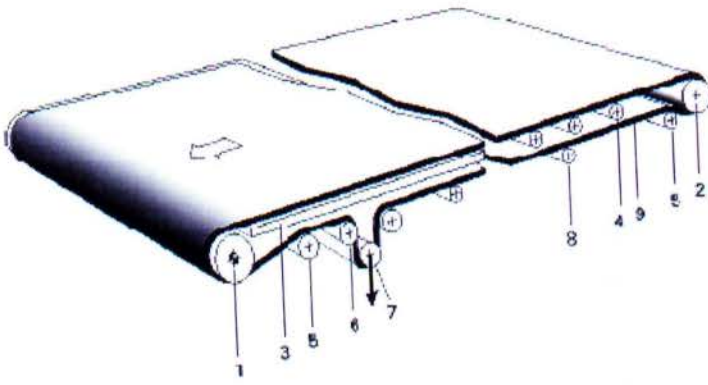
Φορητοί μεταφορείς: Χρησιμοποιούνται ευρέως σε αυλές λιγνίτη, μικρές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, και στα ορυχεία λιγνίτη για την αποθήκευση του άνθρακα και τη λήψη του για τη φόρτωση στα φορητά. Αποτελούνται από ένα μικρό τμήμα αλυσομεταφορέα ή μεταφορικής ταινίας που τροφοδοτείται από βενζινοκινητήρα ή ηλεκτροκινητήρα. Ποικίλλουν στο μήκος από 6m έως και 27m και μπορούν να χειριστούν μέχρι 250 tons/h (63 kg/s) του λιγνίτη.

4.3 Κατασκευή ταινιόδρων

Οι μεταφορικές ταινίες αποτελούνται από την μεταλλική κατασκευή έδρασης, τα ελεύθερα περιστρεφόμενα ράουλα-οδηγούς, πάνω στα οποία κινείται η ταινία και συγκρατούν το φορτίο το οποίο μεταφέρει, την ταινία μεταφοράς και το μηχανισμό μετάδοσης της κίνησης. Η ταινία αποτελείται από χαλύβδινα αρθρωτά τμήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους με πείρους ή από συνθετικό ιμάντα ενισχυμένο με στρώσεις λινών. Ο μηχανισμός κίνησης αποτελείται συνήθως από τον κινητήρα, τον ηλεκτρομειωτήρα, γρανάζια κίνησης και τα ράουλα κίνησης της ταινίας.

4.4. Τμήματα ταινιόδρων

Η απλούστερη μορφή, ενός ταινιόδρου αποτελείται από μια μεταλλική κατασκευή έδρασης την πλατφόρμα ολίσθησης, τα ράουλα μεταφοράς για την στήριξη της ταινίας, το ράουλο οδήγησης (drive), το ράουλο επιστροφής (return), τα ράουλα συγκράτησης και τη μεταφορική ταινία. Τα πιο περίπλοκα συστήματα περιλαμβάνουν πρόσθετα εξαρτήματα όπως η κίνηση, ράουλα εκτροπής και τάνυσης, τους σταθμούς διαχωρισμού προϊόντων (diverters), τους αισθητήρες, κ.λπ.

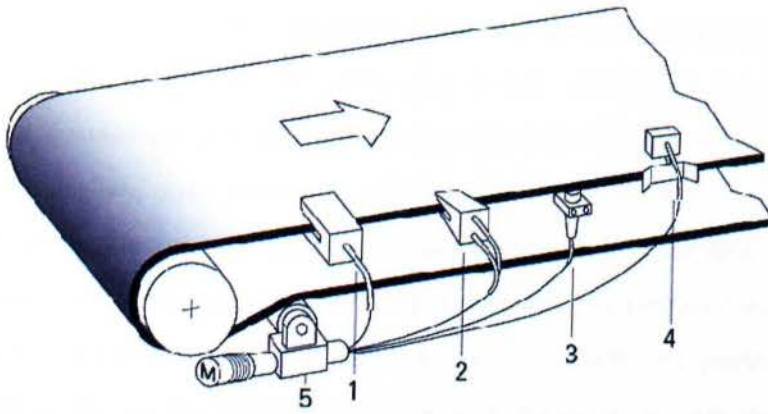


Σχήμα 4.6 Μέρη ενός απλού ταινιόδρου

- 1- ράουλο οδήγησης (drive)
- 2- ράουλο επιστροφής (return)
- 3- πλατφόρμα ολίσθησης
- 4- ράουλα μεταφοράς
- 5- ράουλο συγκράτησης
- 6- ράουλο εκτροπής
- 7- ράουλο τάνυσης
- 8- ράουλο συγκράτησης από την πλευρά της επιστροφής
- 9- ταινία μεταφοράς

Ο αυτόματος έλεγχος ταινιών μπορεί να λύσει ακόμη και τα σοβαρότερα προβλήματα ευθυγράμμισης ταινιών, εντούτοις, είναι μια εξαιρετικά ακριβή επιλογή και χρησιμοποιείται μόνο όπου η συμπεριφορά ευθυγράμμισης ταινιών είναι είτε ιδιαίτερα κρίσιμη ή όπου άλλες μέθοδοι ευθυγράμμισης ταινιών έχουν αποδειχθεί μη αποτελεσματικές.

Ο αυτόματος έλεγχος ταινιών λειτουργεί με την ανίχνευση των ακρών της ταινίας, είτε με τη βοήθεια αισθητήρων είτε με μηχανικά μέσα. Το σήμα στέλνεται σε ένα μηχανισμό ελέγχου, ο οποίος ρυθμίζει έναν κύλινδρο ελέγχου, ο οποίος έπειτα ευθυγραμμίζει τη ταινία πάλι επάνω στους κυλίνδρους.



Σχήμα 4.7 Αυτόματος έλεγχος ταινίας

- 1- οπτικός ανιχνευτής (φωτοκύτταρο)
- 2- πνευματικός αισθητήρας (εκτόξευση αέρα)
- 3- ηλεκτρικός αισθητήρας (χωρητικός αισθητήρας)
- 4- μηχανικός αισθητήρας (μικροδιακόπτης)
- 5- μηχανισμός έλεγχου: Ηλεκτρικός (σερβοκινητήρας), πνευματικός ή υδραυλικός (κύλινδρος πίεσης)

Συνιστάται μια πλευρά του ράουλου οδηγού/ελέγχου να είναι εξοπλισμένη με μια τυποποιημένη συσκευή ρύθμισης έτσι ώστε η ταινία να μπορεί να ευθυγραμμιστεί αρχικά με το χέρι.

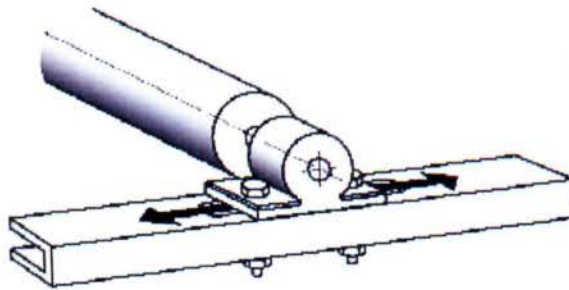
4.5 Η δομή στήριξης

Η δομή στήριξης πρέπει να είναι άκαμπτη. Δεν πρέπει να διαστρεβλώσει ή να λυγίσει από τις δυνάμεις που υποβάλλεται δηλ., τάνυσης ταινίας, βάρος των μεταβιβασμένων αγαθών, των ανώμαλων πατωμάτων, κ.λπ. Χωρίς μια άκαμπτη δομή θα ήταν σχεδόν αδύνατο να ευθυγραμμιστεί η ταινία και να παραμένει ευθυγραμμισμένη υπό τους ποικίλους όρους λειτουργίας (χωρίς φορτίο/μερικό φορτίο/πλήρες φορτίο). Η ταινία πρέπει να είναι σε θέση να κινηθεί ελαφρώς από πλευρά σε πλευρά χωρίς παρεμπόδιση. Επιπλέον, είναι συμφέρον να διαμορφωθεί ο μεταφορέας έτσι ώστε η ταινία να είναι ορατή κατά μήκος της πορείας της, και έτσι να υπάρχει ικανοποιητική δυνατότητα πρόσβασης για τον αποτελεσματικό καθαρισμό. Είναι ουσιαστικό για την δομή ενίσχυσης να υπάρξει μια καλή γείωση μέσω της οποίας οι αντιστατικές ζώνες μπορούν να εκφορτίσουν τα ηλεκτροστατικά φορτία μέσω των τροχαλιών και των κυλίνδρων.

Σημείωση: Οι τυποποιημένες πλαστικές τροχαλίες και οι κύλινδροι, τα συνθετικά ρουλεμάν και τα λιπαντικά, και οι πλαστικές πλατφόρμες ολίσθησης είναι όλοι μονωτές και θα ενισχύσουν την ηλεκτροστατική φόρτιση της ταινίας. Σε περίπτωση που ακόμα και ο χαμηλός θόρυβος επηρεάζει σημαντικά τον εξοπλισμό, η κατασκευή του απαιτεί πρόσθετη προσοχή και οι πλατφόρμες ολίσθησης πρέπει να σχεδιαστούν με έναν τρόπο απορρόφησης θορύβου, και αποφυγής διάχυσης του ήχου. Ειδικά οι ταινίες απορρόφησης θορύβου μπορούν μόνο να υποστηρίξουν τη μείωση θορύβου αλλά δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τα πρόσθετα μέτρα. Η ενισχυτική δομή πρέπει να είναι επακριβώς ευθυγραμμισμένη σε όλα τα επίπεδα. Ο έλεγχος ευθυγράμμισης πρέπει κατά προτίμηση να γίνει με μέτρηση στις διαγώνιες.

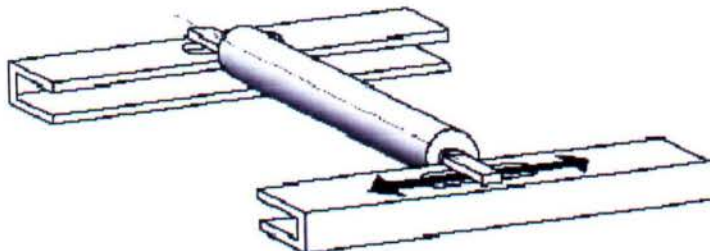
4.6. Καθορισμός των τροχαλιών και των ράουλων

Κανονικά το ράουλο οδήγησης όταν εγκαθίσταται πρέπει να είναι σταθερό και να μην ρυθμίζεται, ενώ τα υπόλοιπα ράουλα, πρέπει να ευθυγραμμίζονται κάθετα στον άξονα κίνησης της ταινίας. Τα ρυθμιζόμενα έδρανα συνιστάται για τα ράουλα εκτροπής και τάνυσης που φορτίζονται με τη δύναμη εφελκυσμού της ταινίας.



Σχήμα 4.8 Ρυθμιζόμενα έδρανα

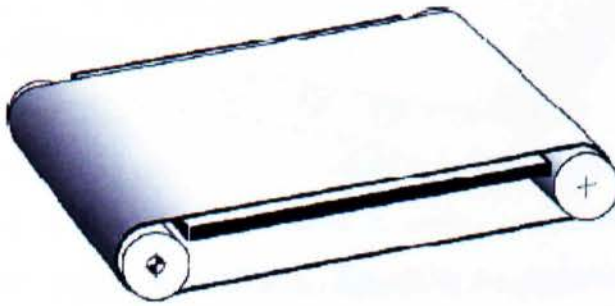
Τα αυλακωμένα έδρανα είναι κατάλληλα για τα λιγότερο φορτιζόμενα ράουλα, όπως τα ράουλα κίνησης και συγκράτησης της ταινίας.



Σχήμα 4.9 Ρυθμιζόμενα έδρανα

4.7 Πλατφόρμα ολίσθησης

Τα πλεονεκτήματα μιας ταινίας που υποστηρίζεται μέσω μιας πλατφόρμας ολίσθησης είναι ότι τα μεταφερόμενα εμπορεύματα μεταφέρονται με μεγάλη σταθερότητα στη ταινία, και δεν παρουσιάζει ουσιαστικά καμία επιρροή στην ευθυγράμμιση της ταινίας. Με τη σωστά επιλεγμένη ταινία (με το κατάλληλο ύφασμα) και το υλικό πλατφόρμας ολίσθησης είναι δυνατό να επηρεαστεί ευνοϊκά ο συντελεστής της τριβής, θόρυβος λειτουργίας και η διάρκεια ζωής της ταινίας.



Σχήμα 4.10 Πλατφόρμα ολίσθησης

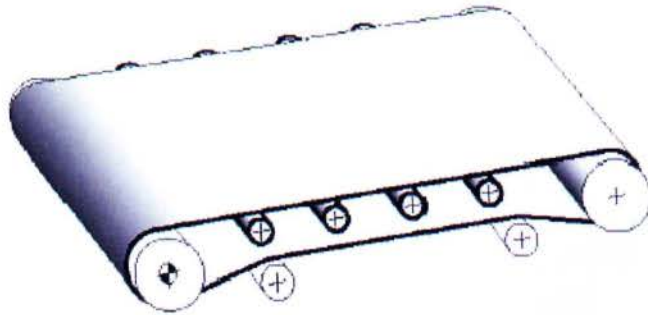
Προτεινόμενα υλικά πλατφόρμας ολίσθησης είναι:

- Αποξειδωμένα φύλλα χάλυβα (χημική καθαλάτωση φύλλων χάλυβα)
- Ανοξειδωτή λαμαρίνα (που χρησιμοποιείται κυρίως στον τομέα των τροφίμων)
- Σκληρά πλαστικά υλών (duroplastics όπως φαινολική ρητίνη κ.λπ.), κυρίως ως επένδυση για μοριοσανίδες ή κόντρα πλακέ
- Τοποθετημένα σε στρώματα φύλλα σκληρού ξύλου (οξιά, βαλανιδιά).

Η τριβή μεταξύ πλατφόρμας ολίσθησης και της ταινίας επηρεάζεται σημαντικά από τον τύπο υλικού και το επιφανειακό τελείωμα της πλατφόρμας ολίσθησης καθώς και από την υγρασία, σκόνη, κ.λπ.

Στις μεγάλες αποστάσεις μεταφοράς και τα μεγάλα φορτία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντί πλατφόρμας ολίσθησης τα ράουλα μεταφοράς. Η πλατφόρμα κυλίνδρων μειώνει τις απώλειες τριβής, τη περιφερειακή δύναμη και τις απαιτήσεις ισχύος κίνησης. Συνήθως χρησιμοποιούνται ράουλα από χαλύβδινους σωλήνες ακριβείας και ρουλεμάν. Τα ράουλα με ένα πλαστικό τύλιγμα μπορούν επίσης να

χρησιμοποιηθούν δεδομένου ότι είναι ανθεκτικοί στη διάβρωση και ορισμένες χημικές ουσίες. Με μια μη αγωγίμη συνθετική κάλυψη μπορούν να παράγουν υψηλότερα στατικά φορτία κατά τη λειτουργία, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα πλαστικά ρουλεμάν. Τα ράουλα μεταφοράς, ουσιαστικά σε όλες τις περιπτώσεις, έχουν ένα κυλινδρικό σχεδιάγραμμα. Δεδομένου ότι η μεταφορική ταινία κινείται μόνο επαφτομενικά κατά μήκος της επιφάνειας αυτών των ράουλων και δεν τυλίγεται γύρω τους, αυτά τα ράουλα μπορούν να έχουν μια μικρότερη διάμετρο.



Σχήμα 4.11 Πλατφόρμα ράουλων μεταφοράς

4.8 Σταθμός κίνησης (Drive station)

Η λειτουργία του ράουλου οδήγησης (driving pulley) είναι να μεταφέρει την κινητήρια δύναμη (περιφερειακή ισχύ) από το ράουλο στην ταινία. Σε ειδικές περιπτώσεις ο σταθμός κίνησης μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως τροχοπέδη. Στους ταινιόδρους με απότομη κλίση (ανηφορική ή κατηφορική) ο σταθμός κίνησης χρησιμοποιείται για να εμποδίσει την ταινία από την κίνηση, όταν βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας.

4.8.1 Μετάδοση ισχύος

Η ικανότητα μετάδοσης ισχύος από οδηγούς όπου ασκείται τριβή, εξαρτάται, σε γενικές γραμμές, από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Τόξο της επαφής της ταινίας με το ράουλο οδήγησης

- Συντελεστής της τριβής μεταξύ της ταινίας και το ράουλο οδήγησης
- Δύναμη πίεσης ως αποτέλεσμα της αρχικής έντασης και του συντελεστή της ελαστικότητας της ταινίας.

Συνήθως χρησιμοποιούνται τα παρακάτω μέτρα για την αύξηση αυτής της ικανότητας μετάδοσης ισχύος:

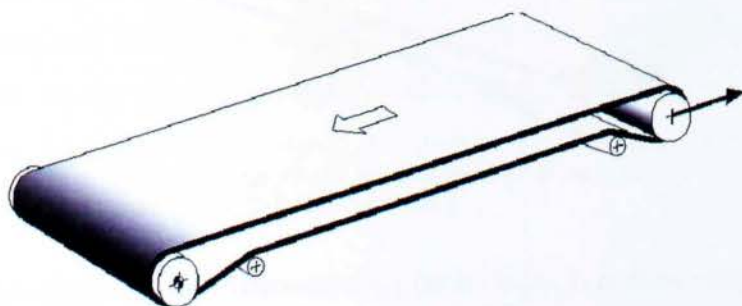
- Η χρήση ράουλου συγκράτησης για την αύξηση το τόξου επαφής
- Χρήση ράουλου οδήγησης με ελαστομερή επένδυση για την αύξηση του συντελεστή της τριβής
- Η αύξηση της δύναμης τάνυσης

Αυτή η επιλογή, εντούτοις, οδηγεί στο πρόσθετο φορτίο του άξονα και των ρουλεμάν. Επιπλέον, δεν πρέπει να ξεπεραστεί η επιτρεπόμενη επιμήκυνση της ταινίας. Συνεπώς, απαιτείται μια ισχυρότερη ταινία.

Ο συντελεστής της τριβής και της αποτελεσματικής μετάδοσης ισχύος εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από την καθαρότητα της επιφάνειας των ράουλων. Το λάδι, το λίπος, η υγρασία, η σκουριά, η σκόνη που μεταβιβάζεται από τη συγκέντρωση προϊόντων, κ.λπ. μειώνουν την τριβή και αυξάνουν τη δυνατότητα ολίσθησης. Συνεπώς, η ταινία και το σύστημα συνολικά δεν μπορούν πλέον να λειτουργήσουν σωστά. Η καθαριότητα είναι εξίσου σημαντική και επιδρά στην ευθυγράμμιση και την διάρκεια ζωής της ταινίας. Συνεπώς, πρέπει να ληφθούν μέτρα για να διασφαλιστεί ότι η ταινία και η εγκατάσταση διατηρούνται όσο το δυνατόν καθαρότερα.

Η μετάδοση ισχύος, ανάλογα με τα φορτία, μπορεί να είναι επικεφαλής (head drive), ουράς (tail drive), κεντρική (Center drive), ή διαδοχική (tandem drive).

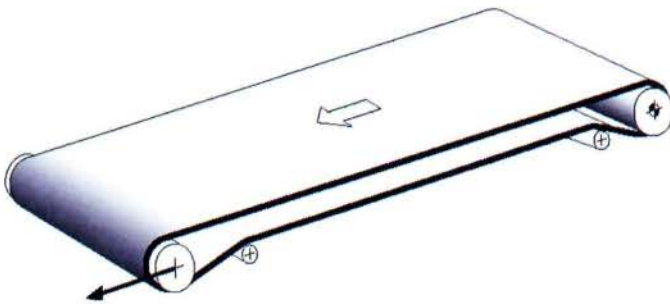
4.8.2 Head drive (Επικεφαλής οδήγηση)



Σχήμα 4.12 Head drive (Επικεφαλής οδήγηση)

Οι πιέσεις που δέχονται τα συστήματα μεταφορικών ταινιών (δυνάμεις ταινιών, φορτία ρουλεμάν και αξόνων, κ.λπ.) ελαχιστοποιείται εν μέρει με τη βελτιστοποίηση της θέσης της κίνησης. Για αυτόν τον λόγο, η προτιμημένη θέση για τη μονάδα κίνησης είναι στο ράουλο οδήγησης.

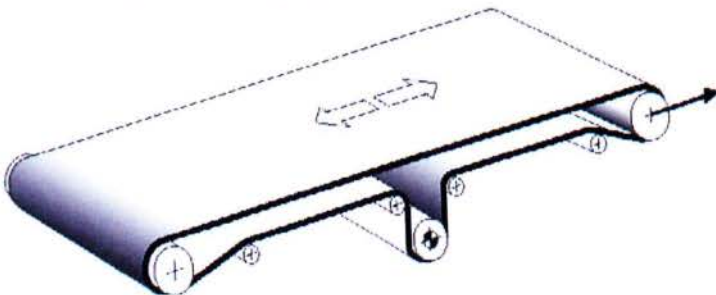
4.8.3 Tail drive (Οδήγηση ουράς)



Σχήμα 4.13 Tail drive (Οδήγηση ουράς)

Η οδήγηση ουράς συστήνεται σε μεταφορικές ταινίες με κλίση (κατηφορικές) όπου παρατηρούνται οι μεγαλύτερες δυνάμεις εφελκυσμού ταινιών και τα υψηλότερα φορτία αξόνων και όπου ο μηχανισμός οδήγησης λειτουργεί ως τροχοπέδη για την ταινία.

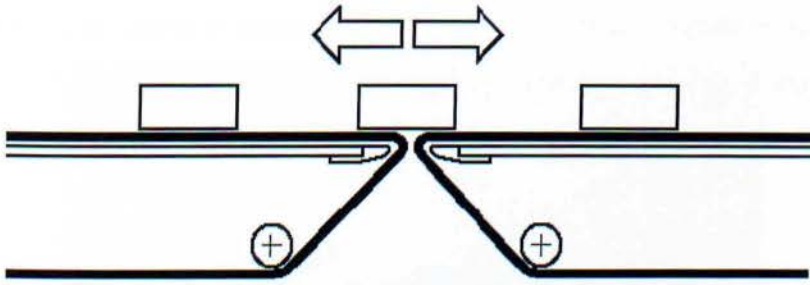
4.8.4 Center drive (Κεντρική οδήγηση)



Σχήμα 4.14 Center drive (Κεντρική οδήγηση)

Η κεντρική κίνηση (Center drive) χρησιμοποιείται συνήθως για την αντιστροφή των διαδικασιών. Η κεντρική κίνηση χρησιμοποιείται επίσης για τους μεταφορείς που

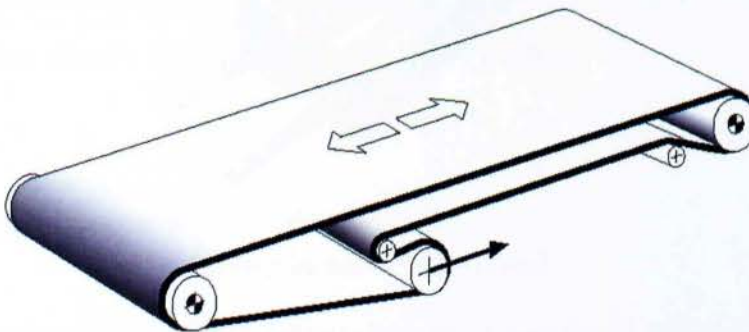
εξοπλίζονται και στις άκρες τροφοδότησης και παραλαβής με άκρες λάμας μαχαιριού (knife-edges).



Σχήμα 4.15 Μεταφορέας με άκρες λάμας μαχαιριού (knife-edges).

Σε ένα τέτοιο τύπο μεταφορικών ταινιών η οδήγηση της ταινίας είναι αρκετά απαιτητική, καθώς η δύναμη έλξης αυξάνεται σημαντικά ως συνέπεια αυτών των σταθερών άκρων. Συνεπώς, πρέπει να εξεταστούν η αυξανόμενη κατανάλωση ισχύος και η φόρτωση αξόνων. Είναι καλύτερο να ελαχιστοποιηθεί ο συνολικός αριθμός τροχαλιών και κυλίνδρων στην πορεία της ταινίας

4.8.5. Διαδοχική οδήγηση (Tandem drive)

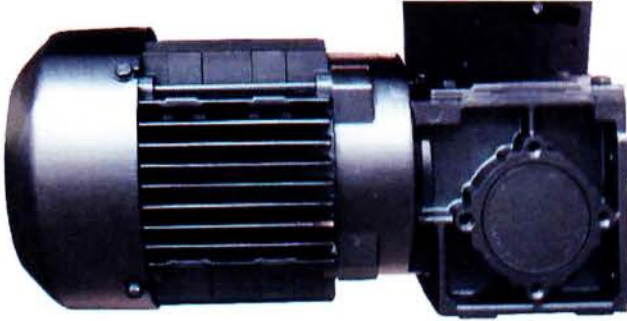


Σχήμα 4.16 Διαδοχική οδήγηση (Tandem drive)

Η διαδοχική οδήγηση χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις που απαιτείται μεγάλη ονομαστική ισχύ και στις διαδικασίες όπου απαιτείται ένας υψηλός βαθμός ακρίβειας προσδιορισμού θέσης και αντιστροφής λειτουργίας. Λόγω το ότι κάθε ράουλο οδηγείται από ξεχωριστούς κινητήρες, θα πρέπει το σύστημα κίνησης να είναι εξοπλισμένο με ένα σύστημα ελέγχου ταχύτητας.

4.9 Μονάδες κίνησης (drive units)

Γενικά η κίνηση περιλαμβάνει τον κινητήρα, το στοιχείο μετάδοσης ισχύος (κιβώτιο ταχυτήτων, μάντας) και το ράουλο οδήγησης. Οι τυποποιημένοι τριφασικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα είναι προτιμητέοι.



Σχήμα 4.17 Κινητήρας μονάδας κίνησης

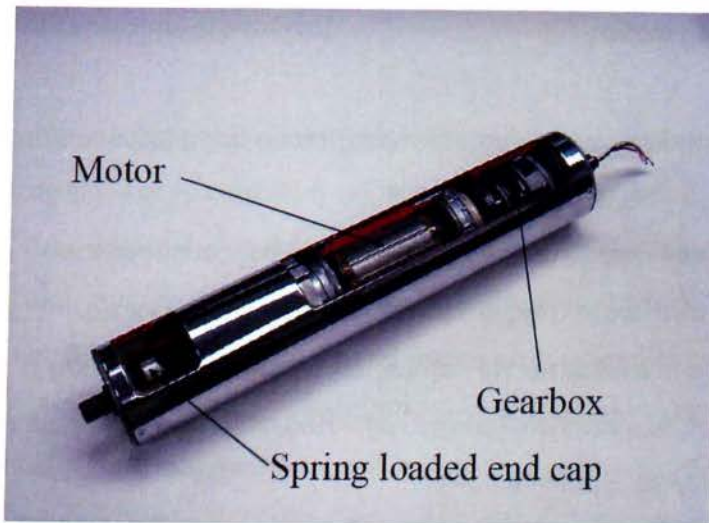


Σχήμα 4.18 Ράουλα οδήγησης

Οι ονομαστικές τιμές ισχύος είναι συνήθως σχετικά μικρές (0.5 - 5 KW). Το αρχικό φορτίο εκκίνησης μειώνεται από τη συνήθη εκκίνηση αστέρα –τριγώνου.

Η μετατροπή της ταχύτητας κινητήρων στην απαραίτητη ταχύτητα μεταφορέων πραγματοποιείται συνήθως μέσω ενός κιβωτίου ταχυτήτων ή ενός συνδυασμού μάντων και τροχαλιών μετάδοσης. Συχνά ο κινητήρας και το κιβώτιο ταχυτήτων συνδυάζονται άμεσα σε ένα συμπαγές σχέδιο (δηλ. κινητήριο γρανάζι). Εάν χρησιμοποιείται μάντας μετάδοσης κίνησης, οι επίπεδοι μάντες μετάδοσης κίνησης συστήνονται λόγω το ότι είναι οικονομική λύση που προσφέρει εξοικονόμηση χώρου, εύκολη συντήρηση και ιδιαίτερη αποδοτικότητα. Ο έλεγχος ταχύτητας

ολοκληρώνεται όλο και περισσότερο μέσω των ηλεκτρονικά ελεγχόμενων οδηγών, ελεγχόμενες μηχανές με κιβώτια ταχυτήτων, μετατροπείς συχνότητας. Συχνά, για σχετικά χαμηλή ονομαστική ισχύ χρησιμοποιούνται κινητήρια τύμπανα ή ράουλα



Σχήμα 4.19 Κινητήριο ράουλο

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα κινητήρια τύμπανα ψύχονται μέσω της επιφάνειας, όπου η διάχυση της θερμότητας γίνεται μέσω της ταινίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μερικές φορές την υπερβολική υπερθέρμανση της ταινίας. Η υπερβολική και ανομοιόμορφη θέρμανση της ταινίας είναι μια συχνή αιτία των προβλημάτων ευθυγράμμισης ταινιών όπως και την συρρίκνωση αυτών.

4.9.1 Επιλογή κινητήρα για ταινιόδρομους

Η ονομαστική ισχύς είναι μόνο μια από τις παραμέτρους που εξετάζονται όταν επιλέγονται οι κινητήρες για μια μεταφορική ταινία. Δυστυχώς, η επιτυχία εγκατάστασης μιας μεταφορικής ταινίας εξαρτάται επίσης από μια παράμετρο κινητήρων που αγνοείται συχνά. Αφότου έχει καθοριστεί η απαίτηση ισχύς, η επόμενη σημαντικότερη παράμετρος που εξετάζεται είναι η ονομαστική ταχύτητα. Η ονομαστική ταχύτητα έχει επιπτώσεις στη κατανομή φορτίου μεταξύ των άμεσα συνδεδεμένων κινητήρων. Η τάνυση της ταινίας αλληλεπιδρά με την ολίσθηση κινητήρων και έχει επιπτώσεις στη κατανομή του φορτίου μεταξύ ταινίας και τυμπάνου. Ευτυχώς, εάν η ονομαστική ταχύτητα επιλέγεται για να ελαχιστοποιήσει

τα προβλήματα διανομής φορτίου, τα συνοδευτικά χαρακτηριστικά ροπή-ταχύτητα παρέχουν καλή απόδοση εκκίνησης για μεταφορικές ταινίες.

4.9.2 Απαιτήσεις ισχύος

Η απαίτηση ισχύος για μια μεταφορική ταινία αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- η ισχύς που απαιτείται για την λειτουργία της ταινίας εν κενό,
- η ισχύς που απαιτείται για να κινηθεί οριζόντια το φορτίο,
- η ισχύς που απαιτείται για οποιαδήποτε κατακόρυφη κίνηση
- η ισχύς που απαιτείται για την τριβή από οποιοδήποτε πρόσθετο εξοπλισμό όπως πλαϊνό περβάζι ή ράουλο, και
- η ισχύς που απαιτείται για την επιτάχυνση.

Το άθροισμα των πρώτων τεσσάρων στοιχείων είναι η ισχύς που απαιτείται για την λειτουργία της μεταφορικής ταινίας. Το τμήμα επιτάχυνσης απαιτείται μόνο κατά τη διάρκεια της εκκίνησης

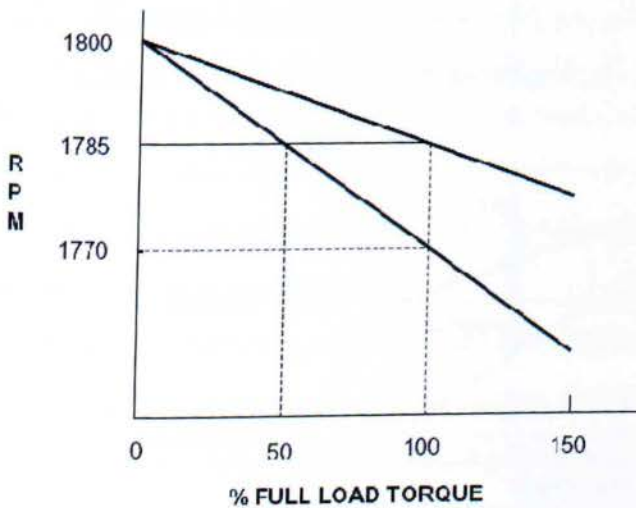
4.9.3 Εκκίνηση μεταφορικής ταινίας

Υπάρχουν δύο κοινές παρερμηνείες όσον αφορά τη ροπή που απαιτείται για την εκκίνηση μιας μεταφορικής ταινίας. Μια παρερμηνεία είναι ότι μια μεταφορική ταινία έχει μια υψηλή ροπή εκκίνησης. Η στατική τριβή είναι υψηλότερη από την τριβή κύλισης, αλλά ένας μεταφορέας δεν ασκεί σημαντική επιρροή κατά την εκκίνηση. Η άλλη παρερμηνεία είναι ότι χρειάζεται σημαντικά περισσότερη ροπή για την εκκίνηση από την λειτουργία. Η μοναδική συνιστώσα από την απαιτούμενη ισχύ που σχετίζεται με την εκκίνηση είναι η επιτάχυνση. Συνεπώς, μια αρχική ροπή ακριβώς ελαφρώς υψηλότερη από την ροπή λειτουργίας θα εκκινήσει τελικά την ταινία. Αν η απαιτούμενη ισχύς έχει προσδιοριστεί σωστά, οποιαδήποτε τεχνική εκκίνησης που μπορεί να προσφέρει το 75% της ονομαστικής ροπής, ή περισσότερο, κατά την εκκίνηση θα πρέπει να είναι σε θέση να ξεκινήσει την μεταφορική ταινία. Ωστόσο, προκειμένου να ελεγχθεί η επιτάχυνση και η περιστασιακή υπερφόρτωση,

είναι φρόνιμο να επιλεγεί μια τεχνική που να είναι σε θέση να παρέχει το 100% της ονομαστικής ροπής κατά την διάρκεια εκκίνησης.

4.9.4 Λειτουργία μεταφορικής ταινίας

Όταν άμεσα συνδεδεμένοι κινητήρες ξεκινούν μια μεταφορική ταινία, η ολίσθηση είναι υψηλή και η κατανομή φορτίου μεταξύ όλων των κινητήρων γίνεται αυτόματα επειδή οι μικρές διαφορές στην ταχύτητα κινητήρων οδηγούν στις μικρές διαφορές στη ροπή κινητήρων. Στην πραγματικότητα, οι κινητήρες με διαφορετική ιπποδύναμη και ταχύτητα λειτουργίας θα μοιραστούν ένα αρχικό φορτίο σύμφωνα με την αντίστοιχη ιπποδύναμη τους. Το πρόβλημα κατανομής φορτίου κατά την λειτουργία μπορεί να αποδειχτεί από την καμπύλη ροπής-ταχύτητας επαγωγικού κινητήρα στην περιοχή λειτουργίας. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η καμπύλη ροπής-ταχύτητας ενός κινητήρα με ονομαστική ταχύτητα 1770 rpm και ενός 1785 rpm.

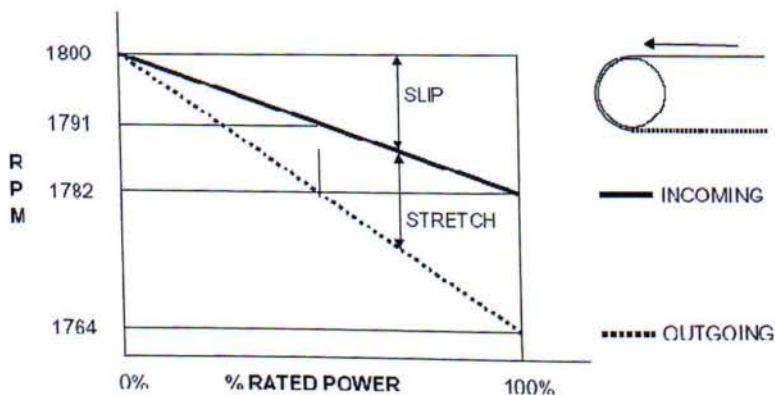


Σχήμα 4.20 Καμπύλη ροπής-ταχύτητας ενός κινητήρα με ονομαστική ταχύτητα 1770 rpm και ενός 1785 rpm.

Στο συγκεκριμένο εύρος, η χαρακτηριστική ροπής-ταχύτητας είναι σχεδόν γραμμική. Εάν αυτοί οι δύο κινητήρες οδηγούν το ίδιο μεταφορικό τύμπανο και είναι αναγκασμένοι να τρέχουν με την ίδια ταχύτητα, ο κινητήρας με ονομαστική ταχύτητα 1770-rpm, θα έχει μια φόρτιση 50% όταν ο κινητήρας 1785-rpm προσδίδει την ονομαστική ισχύ. Υποθέτοντας ότι έχουμε ίδια ιπποδύναμη, τότε κάθε φορτίο που υπερβαίνει το 75% της συνολικής ιπποδύναμης θα μπορούσε να προκαλέσει υπερφόρτωση του κινητήρα με ονομαστική ταχύτητα 1785-rpm. Μια ενδιαφέρουσα

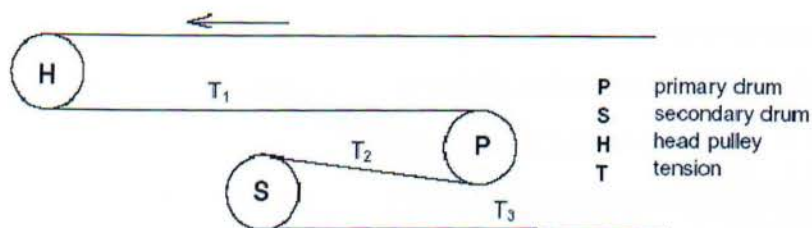
απόρροια αυτής της παρατήρησης είναι ότι οι κινητήρες με διαφορετική ιπποδύναμη μπορούν να είναι άμεσα συνδεδεμένοι και η κατανομή φορτίου να είναι ανάλογη της ιπποδύναμης, αν η ονομαστική ταχύτητα τους είναι ίδια. Από την άλλη πλευρά, νέοι κινητήρες με τα ίδια στοιχεία ίσως να μην μοιράζονται εξίσου το φορτίο.

Η τάνυση της ταινίας εισάγει μια πρόσθετη διάσταση στο πρόβλημα της κατανομής φορτίου σε μονάδες μεταφοράς. Για τη μεταφορά ισχύος από το τύμπανο κίνησης στην ταινία, πρέπει να αυξηθεί η ένταση της ταινίας και η τάνυση να είναι τέτοια ώστε το τμήμα της ταινίας στην έξοδο τυμπάνου να είναι μικρότερο από αυτό που εισέρχεται στη μονάδα τυμπάνου. Για να τεντωθεί μια ταινία, η ταχύτητα του τυμπάνου κίνησης πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη από την ταχύτητα της ταινίας σε όλα τα σημεία επαφής. Συνεπώς, η ταχύτητα μιας ταινίας στην είσοδο του τύμπανου κίνησης είναι ίση με την εφαπτόμενη ταχύτητα του τυμπάνου και η ταχύτητα εξόδου της είναι χαμηλότερη. Στο παρακάτω σχήμα εξετάζεται ένα τύμπανο κίνησης με ένα κινητήρα ονομαστικής ταχύτητας 1782 -rpm (ολίσθηση 1%) και μια ταινία με τάνυση κατά 1% μικρότερη της ονομαστικής--αναλογία τάνυσης--ολίσθησης. Για την απεικόνιση, η ταχύτητα της ταινίας παραπέμπεται στον άξονα του κινητήρα:



Σχήμα 4.21 Ταχύτητα εισόδου και εξόδου τυμπάνου κίνησης

Υπό τον όρο ότι η ένταση στην εξερχόμενη ταινία και ο συντελεστής της τριβής μεταξύ της ταινίας και του τυμπάνου είναι επαρκείς για να διατηρήσουν την “εισερχόμενη ταχύτητα” ταινιών ίση με την ταχύτητα τυμπάνων, η ταχύτητα της “εξερχόμενης” ταινίας θα είναι μικρότερη από την ταχύτητα της “εισερχόμενης” ταινίας από το προϊόν της ολίσθησης και της αναλογίας τάνυσης-ολίσθησης. Σε μια διαδοχική κίνηση, η εισερχόμενη ταινία για το δευτεροβάθμιο τύμπανο είναι η εξερχόμενη ταινία από το αρχικό τύμπανο:



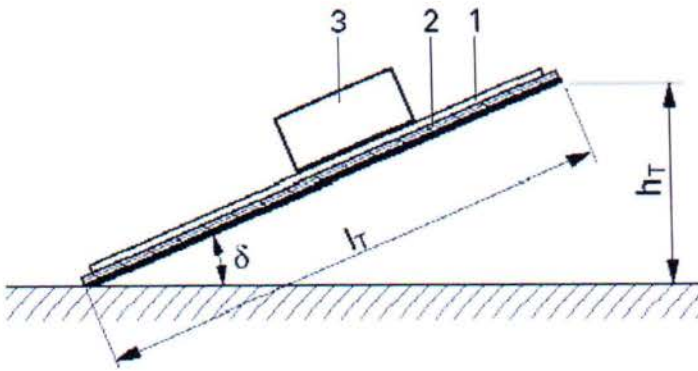
Σχήμα 4.22 Διαδοχική κίνηση

4.10 Εγκατάσταση ταινιόδρομων απότομης γωνίας

Οι ίδιες αρχές κατασκευής και οδήγησης ταινιών ισχύουν για τη μεταφορά στα κεκλιμένα τμήματα όπως αναφέρονται στα προηγούμενα κεφάλαια. Η επικεφαλής κίνηση συστήνεται για την ανοδική μεταφορά, ενώ η κίνηση ουρών είναι προτιμητέα για τις κατηφορικές εγκαταστάσεις όπως ενεργούν ως φρένο σε περίπτωση ανάγκης. Αυτό σημαίνει τελικά, ότι και στις δύο περιπτώσεις είναι καλύτερο να εγκατασταθεί ο σταθμός κίνησης στην κορυφή του μεταφορέα. Η μέγιστη κλίση στην οποία τα αγαθά μπορούν να μεταφερθούν χωρίς την ολίσθηση εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Βάρος, φινίρισμα επιφάνειας (υλικό, δομή) και θέση του κέντρου βάρους των μεταφερόμενων εμπορευμάτων
- Φινίρισμα επιφάνειας (υλικό, δομή) του ιμάντα μεταφοράς
- Συνθήκες λειτουργίας (ταχύτητα ταινίας, stop-and-go, δονήσεις)
- Εξωτερικές επιδράσεις (υγρασία, θερμοκρασία, ακαθαρσίες)

Η επιλογή της σωστής μεταφορικής ταινίας είναι πολύ σημαντική. Κατά γενικό κανόνα, οι ταινίες με μια ομαλή αλλά συγκολλητική επιφάνεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις εγκαταστάσεις με τις κλίσεις περίπου 20°. Οι ταινίες με μια δομημένη πλευρά μεταφοράς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κλίσεις μέχρι 40° ή 45°. Οι ακραίες κλίσεις ρυθμίζονται συχνά από τους σπειροειδείς μεταφορείς. Η μέγιστη πιθανή γωνία της κλίσης για τη μεταφορά του προϊόντος μπορεί να καθοριστεί με μια απλή μέθοδο.



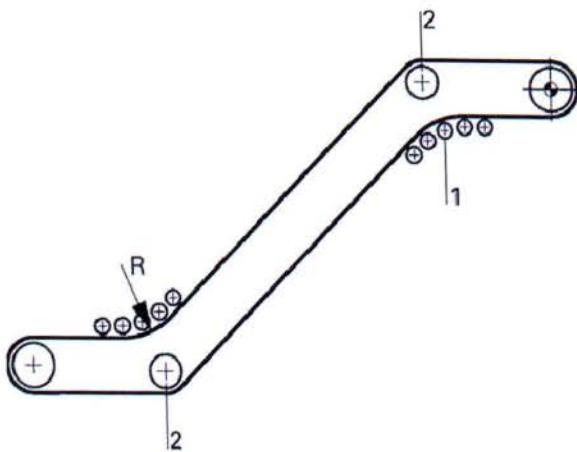
Σχήμα 4.22 Ταινιόδρομος απότομης γωνίας

Μέγιστη δυνατή γωνία κλίσης είναι:

$$\delta_{\max} = \arcsin \frac{h_T}{l_T}$$

Φυσικά η μέγιστη γωνία της κλίσης στην πράξη θα επηρεαστεί πολύ από τις εξωτερικές επιρροές όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και οι ακαθαρσίες καθώς επίσης και από τις συνθήκες λειτουργίας και την ηλικία των ταινιών. Αυτοί οι παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη πλήρως για τον καθορισμό της αποτελεσματικής γωνίας κλίσης. Επίσης πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε τα προϊόντα να μην ανατρέπονται κατά τη μεταφορά.

4.10.1 Εγκατάσταση Z-ταινιόδρομων



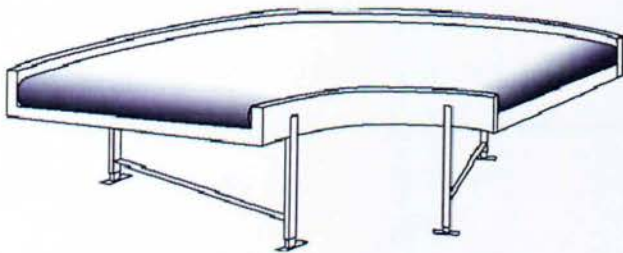
Σχήμα 4.23 Z-ταινιόδρομος

Σε γενικές γραμμές, για την κατασκευή Z-ταινιόδρομων ισχύουν οι ίδιοι κανόνες όπως και για έναν απλό ταινιόδρομο απότομης γωνίας. Εντούτοις, στην

κατασκευή Z-ταινιόδρομων πρέπει επίσης να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα σημεία παραμόρφωση λόγω της αυξημένης μηχανικής φόρτισης σε αυτά τα σημεία.

- Επιλογή της μεγαλύτερης πιθανής ακτίνας παραμόρφωσης
- Στη πλευρά μεταβίβασης, εγκατάσταση κατά προτίμηση 3 έως 5 μικρότερα ενισχυτικά ράουλα (1) εναλλακτικά έναν ράουλο εκτροπής (2) με μια διάμετρο τουλάχιστον $\delta = 200$ χιλ.
- Επιλέξτε τους ευρύτερους πιθανούς ενισχυτικούς κύλινδρους και συναρμολόγηση όσο το δυνατόν πιο κοντά στα εγκάρσια και τα πλευρικά τοιχώματα
- Δεδομένου ότι οι ενισχυτικοί κύλινδροι έχουν τα ρουλεμάν μόνο σε μια πλευρά, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι στηρίζονται σωστά και είναι σταθεροί. Οι κύλινδροι πρέπει να εγκατασταθούν κάθετα στην κατεύθυνση λειτουργίας της ταινίας και δεν πρέπει να επηρεάζονται από τις δυνάμεις εφελκυσμού που ενεργούν στην ταινία
- Επιλογή μιας ταινίας μεταφοράς με την υψηλότερη δυνατή εγκάρσια ακαμψία.
- Για να διατηρηθεί η ένταση της ταινίας όσο το δυνατόν χαμηλότερα, χρησιμοποιείται ράουλο οδήγησης με κάλυψη για την τριβή.

4.11 Κυρτές μεταφορικές ταινίες (Power turn conveyor)

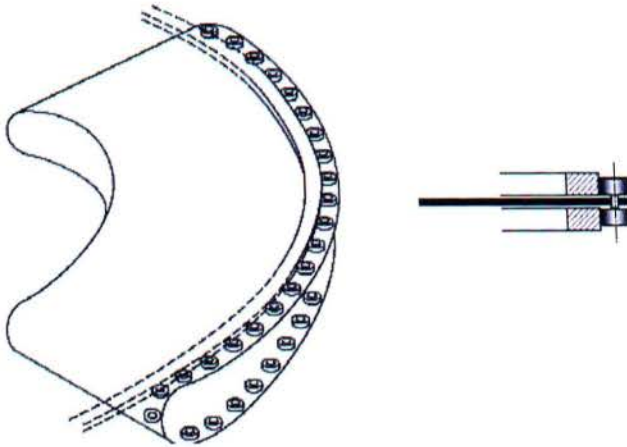


Σχήμα 4.24 Κυρτή μεταφορική ταινία (Power turn conveyor)

Οι κυρτές μεταφορικές ταινίες χρησιμοποιούνται κυρίως για να αλλάξουν την κατεύθυνση μεταφοράς υπό γωνία μεταξύ 30° και 180° . Το κύριο όφελος των κυρτών μεταφορικών ταινιών είναι ότι τα αγαθά που μεταβιβάζονται διατηρούν τη θέση τους στην καμπύλη. Το μειονέκτημά τους είναι το υψηλό κόστος κατασκευής ταινιών και οι συχνά σύνθετες εγκαταστάσεις του οποίου αποτελούν ένα σημαντικό μέρος. Λόγω της φύσης της κυρτής ταινίας, εμφανίζονται ισχυρές εγκάρσιες δυνάμεις στο

εσωτερικό προς το κεντρικό σημείο της καμπύλης. Αυτές οι δυνάμεις πρέπει να απορροφηθούν από την εγκατάσταση με τις καλύτερες διαθέσιμες επιλογές καθοδήγησης της ταινίας.

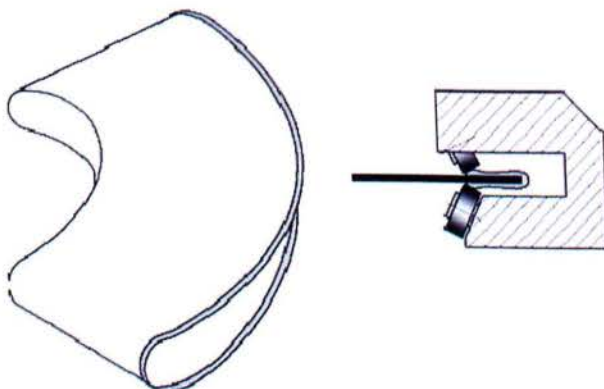
4.11.1 Καθοδήγηση από ζευγάρια ράουλων



Σχήμα 4.25 Καθοδήγηση από ζευγάρια ράουλων

Οι εγκάρσιες δυνάμεις απορροφούνται από τα ζευγάρια των ράουλων που τοποθετούνται στην εξωτερική άκρη της ταινίας και κινούνται στις κυρτές ράγες. Αυτή η μέθοδος απαιτεί την κατασκευή ταινιών υψηλής ακρίβειας με σπές με κατάλληλη διατρητική μηχανή κατά μήκος του εξωτερικού μέρους της ταινίας.

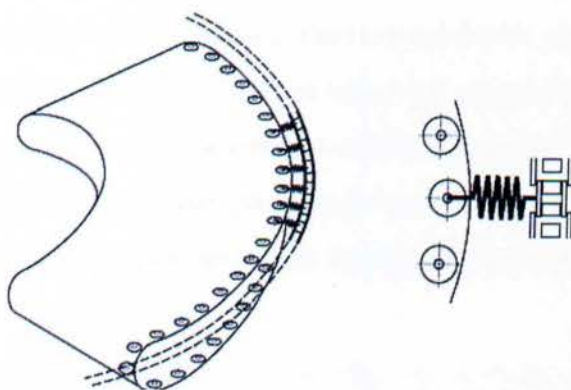
4.11.2 Καθοδήγηση μέσω του προφίλ στο άκρο της ταινίας



Σχήμα 4.26 Καθοδήγηση μέσω του προφίλ στο άκρο της ταινίας

Η καθοδήγηση σ' αυτή την περίπτωση γίνεται με το ράψιμο ή τη χρήση ενός μέσου σύνδεσης (πλαστική χάντρα) στην εξωτερική άκρη της ταινίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από το υψηλό κόστος της κατασκευής της ταινίας, υπάρχουν επίσης σχετικά υψηλές ενεργειακές απώλειες που προκαλούνται από το λύγισμα των σφαιριδίων πλαστικού μέσω του οδηγού. Από τη θετική πλευρά, ωστόσο, έχουν ομαλή λειτουργία και σχετικά εύκολη αντικατάσταση της ταινίας.

4.11.3 Καθοδήγηση μέσω διακινούμενης αλυσίδας οδήγησης



Σχήμα 4.27 Καθοδήγηση μέσω διακινούμενης αλυσίδας οδήγησης

Η ταινία είναι συνδεδεμένη με την αλυσίδα μέσω ενός κυκλικού μάντα, ελατήριου ή μεταλλικού βραχίονα και κατά συνέπεια οδηγείται και κρατιέται στη σωστή θέση. Λόγω της θέσης των οπών στις εξωτερικές άκρες της ταινίας, οι μικρές ανακρίβειες είναι απίθανο να προκαλέσουν προβλήματα. Καθώς η διαδρομή πραγματοποιείται μέσω της αλυσίδας, δεν υπάρχει καμία τριβή δεσμευμένη στο ράουλο οδήγησης, και έτσι η ένταση της ταινίας μπορεί να είναι πολύ χαμηλή.

4.12 Συντήρηση και καθαρισμός

4.12.1 Συντήρηση

Εκτός από τον καθαρισμό, οι ταινίες που κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά δεν χρειάζονται συντήρηση. Ένας περιοδικός έλεγχος της έντασης τάνυσης της ταινίας συστήνεται, ιδιαίτερα όπου οι συνθήκες λειτουργίας είναι σκληρές (π.χ. συχνές ενάρξεις υπό πλήρες φορτίο, σημαντικές διακυμάνσεις θερμοκρασίας, κ.λπ.).

Είναι σημαντικό ότι όλα τα μέρη της εγκατάστασης που έρχονται σε επαφή με την ταινία κρατιούνται όσο το δυνατόν καθαρότερα. Πετρέλαιο, λίπος, υγρασία, σκουριά, ρύπος, ίχνη μεταβιβασμένων προϊόντων κ.λπ. στις τροχαλίες, τα ράουλα, την πλατφόρμα ολίσθησης και άλλα μέρη της εγκατάστασης που έρχονται σε επαφή με την ταινία μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα λειτουργίας και απόδοσης των ταινιών και να μικρύνουν την διάρκεια ζωής των ταινιών.

4.12.2 Καθαρισμός

Η σημασία της καθαρότητας των ταινιών όσον αφορά την κίνηση, την ευθυγράμμιση και τη διάρκεια ζωής των ταινιών είναι πολύ σημαντική. Ο ρύπος στην πλευρά κύλισης της ταινίας μπορεί επίσης να οδηγήσει στη διακοπή λειτουργίας. Προφανώς η υγιεινή είναι ιδιαίτερα σημαντική στον τομέα των τροφίμων όπου ένας αριθμός πρόσθετων μέτρων καθαρισμού πρέπει να εφαρμοστεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ
ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥΣ

5.1 Γενικά

Ο συνδυασμός διαφόρων παραγόντων έχουν συμβάλλει στην κατασκευή ταινιόδρομων μικρότερης ισχύος από αυτή που απαιτεί η διαδικασία, και στην κατασκευή ταινιόδρομων που δεν λειτουργούν σωστά. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τον έλεγχο και την ανάλυση όλων των παραγόντων αντιστάσεων και απομείωσης των ταινιόδρομων. Η λανθασμένη ανάλυση ή η εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει είτε στην αποτυχία εκκίνησης είτε στην αποτυχία απόδοσης κατά την λειτουργία. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη, ώστε ένας ταινιόδρομος να πληρεί τις προϋποθέσεις κάλυψης των απαιτήσεων της εφαρμογής και να λειτουργεί αποδοτικά είναι:

- Προσδιορισμός των αντιστάσεων ταινιόδρομων (conveyor resistances)
- Αξιολόγηση των παραγόντων απομείωσης (de-rating factors)
- Προτάσεις ελαχιστοποίησης ενεργειακών απωλειών στους ταινιόδρομους

5.2 Αντιστάσεις ταινιόδρομων (conveyor resistances)

Οι βασικές αντιστάσεις ταινιόδρομων υπολογίζονται με τη χρησιμοποίηση των διεθνών προτύπων, ISO 5048 στα περισσότερα μέρη του κόσμου, ενώ στη Βόρεια Αμερική με τα πρότυπα CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association). Αν και οι δύο αυτές μέθοδοι παρέχουν μια ρεαλιστική αξιολόγηση των αντιστάσεων για τις περισσότερες εφαρμογές μεταφορικών ταινιών, άλλες αντιστάσεις πρέπει να εξεταστούν, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της εκκίνησης. Αυτές οι αντιστάσεις περιλαμβάνουν:

- Στατική αντίσταση η αποσχιστική τριβή (break-away friction)
- Αντίσταση αδράνειας της ταινίας κατά την επιτάχυνση
- Αντίσταση πλήρης ή μπλοκαρισμένων ολισθητήρων (full or blocked chutes)

5.2.1 Στατική αντίσταση ή αποσχιστική τριβή (break-away friction)

Συχνά αυτές οι αντιστάσεις παραμελούνται, αν και είναι σημαντικές, ειδικότερα κατά την ανάλυση σχετικά μεγάλης, επίπεδης (οριζόντια) μεταφορικής ταινίας όπου η αντίσταση που οφείλεται για την άρση υλικού είναι αμελητέα και οι αντιστάσεις τριβής συναθροίζονται για να καταστούν η κύρια αντίσταση. Είναι κοινή πρακτική στη βιομηχανία ο πολλαπλασιασμός του τεχνητού συντελεστή τριβής (ISO 5048) με έναν παράγοντα 1.1 έως 1.5 για τον υπολογισμό των όρων αποσχιστικής τριβής.

5.2.2 Αντίσταση πλήρων ή μπλοκαρισμένων ολισθητήρων (full or blocked chutes)

Συνήθως, σχεδιάζονται δυο τύπου ολισθητήρες:

1. Κλειστού τύπου ολισθητήρες και,
2. Ανοικτού τύπου ολισθητήρες ταχύτητας

Οι κλειστού τύπου ολισθητήρες χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της σκόνης και για την αποθήκευση των εμπορευματοκιβωτίων κατά τη διάρκεια μιας ανεξέλεγκτης στάσης λόγω διακοπής ρεύματος, ή μια στάση έκτακτης ανάγκης. Στην περίπτωση όπου αυτός ο τύπος ολισθητήρων είναι πλήρης, ή μπλοκαρισμένος, ασκεί σημαντικές αντιστάσεις στη μεταφορική ταινία. Σε ένα ταινιόδρομο που έχει πολλαπλούς τροφοδοτούμενους ολισθητήρες, ένα μεγάλο ποσοστό των αντιστάσεων εκκίνησης οφείλεται στις αντιστάσεις πλήρων ολισθητήρων.

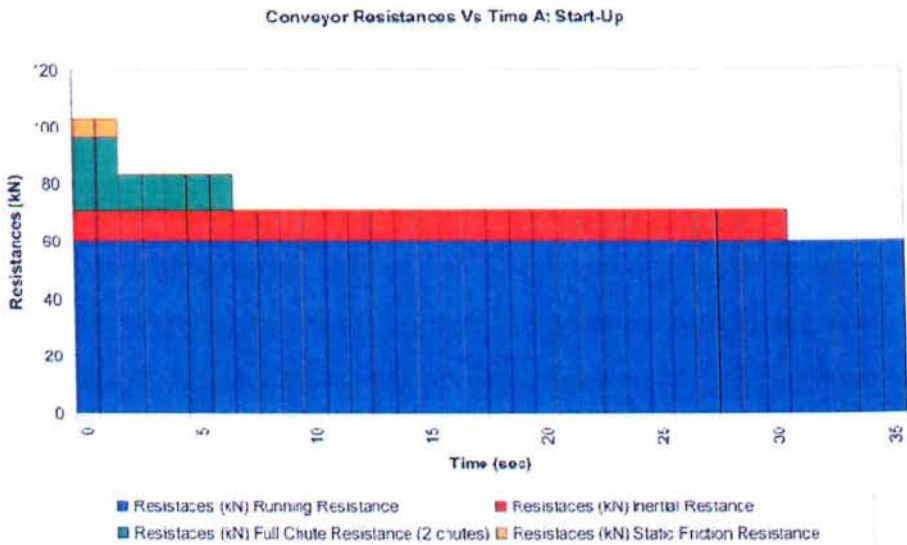
Οι ολισθητήρες ταχύτητας που έχουν γίνει δημοφιλείς για το χειρισμό των σχετικά ελεύθερης ροής υλικών όπως ο άνθρακας, είναι γενικά ανοικτού τύπου. Κατά γενικό κανόνα, για να αποτρέψουν την έκχυση κατά τη διάρκεια μιας στάσης έκτακτης ανάγκης, πρέπει να ελέγχονται με τη χρήση φρένων ή τροχών για να εξασφαλιστεί ότι δεν θα τροφοδοτήσουν τον ταινιόδρομο σε τέτοιες περιπτώσεις. Η εμπειρία δείχνει ότι οι περισσότεροι ολισθητήρες θα μπλοκάρουν κάποια στιγμή για λόγους πέρα από τις κανονικές ελεγχόμενες συνθήκες. Όταν αυτό συμβαίνει είναι προτιμότερο ο ιμάντας μεταφοράς που τροφοδοτείται από τον ολισθητήρα να είναι σε θέση να ξεκινήσει μόνο του.

5.2.3 Αδρανής αντίσταση κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης

Για την επιτάχυνση της μεταφορικής ταινίας και των τμημάτων μετάδοσης ισχύος (ενδιάμεσοι τροχοί μετάδοσης κίνησης, τροχαλίες κ.λπ.) στην πλήρη ταχύτητα λειτουργίας, υπάρχει μια αδρανής αντίσταση που πρέπει να υπερνικηθεί. Αν και αυτή η δύναμη αντίστασης μπορεί να είναι χαμηλή στα σύγχρονα σχέδια που χρησιμοποιούν τους ηλεκτρονικούς εκκινήτες, και τους ελεγκτές ταχύτητας, πρέπει ακόμα να υπολογιστεί και να περιληφθεί στις προδιαγραφές που χρησιμοποιούνται για να ταξινομήσουν την κίνηση και τον ελεγκτή μεταφορικών ταινιών. Τα περισσότερα σύγχρονα προγράμματα υπολογιστών καθορίζουν τις εντάσεις μεταφορικών ταινιών για την κατάσταση λειτουργίας και επιτάχυνσης. Επομένως αυτή η αντίσταση μπορεί αρκετά απλά να καθοριστεί με την αφαίρεση της δρούσας τάσης ($T_e = T_1 - T_2$) για την κατάσταση επιτάχυνσης από την τάση για την κατάσταση λειτουργίας.

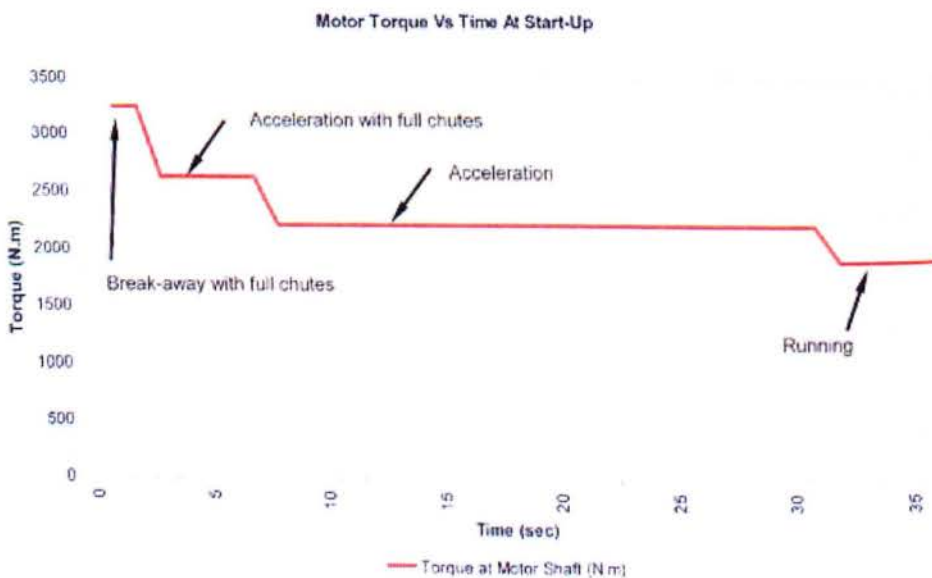
5.2.4 Διάγραμμα ροπής συνάρτηση του χρόνου

Ο αριθμός των φάσεων και οι σύνθετες αντιστάσεις εξετάζονται κατά την ανάλυση της προβλεπόμενης ροπής κινητήρων κατά τη διάρκεια της εκκίνησης. Κατά τη διάρκεια της εκκίνησης, οι αντιστάσεις λόγω της στατικής τριβής και οι αδρανείς αντιστάσεις προστίθενται στις βασικές αντιστάσεις βάσεων. Αυτή η ανάλυση είναι συντηρητική δεδομένου ότι δεν λαμβάνει υπόψη την ελαστικότητα της ταινίας. Με τη χαμηλή επιτάχυνση το τμήμα της μεταφορικής ταινίας δίπλα στη μονάδα κίνησης μπορεί να κινείται ενώ άλλες περιοχές της ταινίας μπορεί να εξακολουθούν να είναι ακόμα στάσιμες. Αυτή η συμπεριφορά μειώνει την επίδραση των αποσχισμένων αντιστάσεων αν ο ρυθμός επιτάχυνσης είναι αρκετά χαμηλός και το μήκος της ταινίας αρκετά μεγάλο. Μετά από την αρχική εκκίνηση κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης της μεταφορικής ταινίας οι στατικές αντιστάσεις τριβής είναι μηδέν. Στην πλειοψηφία κατά την φάση επιτάχυνσης στην εκκίνηση, είναι σύνηθες να εξετάζεται το ενδεχόμενο να υπάρχουν μόνο οι αντιστάσεις αδράνειας εκτός από τις βασικές αντιστάσεις σε συνθήκες λειτουργίας (σχήμα 5.1).



Σχήμα 5.1 Τυπικές συνιστώσες των αντιστάσεων ταινιοδρόμων κατά την εκκίνηση.

Το τελικό αποτέλεσμα της ανάλυσης των αντιστάσεων ταινιοδρόμων κατά τη διάρκεια της εκκίνησης πρέπει να είναι μια γραφική παράσταση της ροπής στον άξονα κινητήρων συνάρτηση του χρόνου. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 5.2.



Σχήμα 5.2 Παράδειγμα που παρουσιάζει χαρακτηριστικές απαιτήσεις ροπής κινητήρων ταινιοδρόμων κατά τη διάρκεια των διάφορων φάσεων εκκίνησης.

5.2.5 Ανοχή διακύμανσης

Αποτελεί συνήθη πρακτική, στη βιομηχανία η επιλογή της ισχύς των κινητήρων ενός ταινιόδρομου να είναι τέτοια που να επιτρέπει τη διακύμανση. Αυτό προκύπτει από τις ανακρίβειες και τα αποτελέσματα υστέρησης στο σύστημα ελέγχου που μπορεί να οδηγήσει σε τιμές εξόδου παραπάνω από τις σχεδιασμένες τιμές. Για τον καθορισμό της ανοχής διακύμανσης κατά την εκκίνηση εκτός από τις συνθήκες πλήρων ολισθητήρων, πρέπει να πραγματοποιηθεί μια μελέτη για να αποφασιστεί η πιθανότητα και των δύο περιστατικών να συμβαίνουν από κοινού. Αυτή η πιθανότητα μπορεί έπειτα να χρησιμοποιηθεί για να υπολογίσει τις πιθανές οικονομικές απώλειες που μπορούν να υποστούν για διάφορα σενάρια. Μια απόφαση μπορεί επομένως να ληφθεί σε λογική βάση ως προς το εάν η ανοχή διακύμανσης και οι πλήρεις ολισθητήρες πρέπει να προστεθούν μαζί ως όρος για την εκκίνηση. Συχνά μια διακύμανση κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου αναγκάζει έναν ταινιόδρομο να σταματήσει λόγω ηλεκτρικής υπερφόρτωσης (χρόνος-ρεύμα ή θερμοκρασία) ή της μηχανικής υπερφόρτωσης (θερμοκρασία ελαίου), αφήνοντας μια κατάσταση όπου απαιτείται μια νέα εκκίνηση με υπερβολικό φορτίο και τους μπλοκαρισμένους ολισθητήρες.

5.3 Παράγοντες απομείωσης (de-rating factors)

Διάφοροι παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον προσδιορισμό εάν ένα σύστημα μετάδοσης κίνησης θα είναι ικανό για την υπέρβαση των αντιστάσεων κατά την εκκίνηση.

- Αποδοτικότητα κιβωτίων ταχυτήτων
- Αποδοτικότητα ρευστών συζεύξεων (ολίσθηση)
- Απώλειες γραμμής από τον ελεγκτή στον κινητήρα
- Εγγενείς απώλειες συστημάτων ελέγχου κινητήρων π.χ. VVVF και ηλεκτρονικοί ομαλής εκκίνησης εκκινητές
- Εκτίμηση κατανομής φορτίου στους ταινιόδρομους πολλαπλών κινήσεων
- Γενικοί παράγοντες κινητήρων

5.3.1 Αποδοτικότητα κιβωτίων ταχυτήτων - ρευστών συζεύξεων (ολίσθηση)

Οι απώλειες που υφίστανται από τη μεταφορά ισχύος μέσω ενός κιβωτίου ταχυτήτων είναι γνωστές. Τα τυπικά κιβώτια ταχυτήτων κεκλιμένων ελικοειδών γραναζιών έχουν αποδοτικότητα της τάξεως 95% με 97%. Άλλοι τύποι κιβωτίων ταχυτήτων μπορεί να μην είναι τόσο αποδοτικοί και θα πρέπει να επιβεβαιωθεί ότι το προμηθευμένο κιβώτιο ταχυτήτων έχει την ίδια αποδοτικότητα με αυτή που έχει σχεδιαστεί.

Οι συζεύξεις ρευστών υφίστανται απώλειες. Η αποδοτικότητα των τυπικών ρευστών συζεύξεων αναφέρονται συνήθως στη σειρά 95% ως 97%. Πάλι, θα πρέπει να επιβεβαιωθεί ότι η εφαρμοζόμενη σύζευξη έχει την ίδια αποδοτικότητα με αυτή που έχει σχεδιαστεί.

5.3.2 Απώλειες γραμμής από τον ελεγκτή στον κινητήρα

Οι απώλειες αυτές είναι ηλεκτρικές απώλειες που εμφανίζονται μεταξύ του ελεγκτή κινητήρων και του κινητήρα και μπορούν χαρακτηριστικά να υπολογιστούν. Οι χαρακτηριστικές τιμές είναι συνήθως της τάξεως 2 έως 5%. Άλλοι παράγοντες όπως η πτώση τάσης πρέπει επίσης να εξετάζονται για την καθιέρωση των πιθανών παραγόντων απομείωσης ως αποτέλεσμα των ηλεκτρικών παραγόντων.

5.3.3 Εγγενείς απώλειες συστημάτων ελέγχου κινητήρων

Είναι απαραίτητο και ουσιαστικό να καθοριστεί η διαθέσιμη ροπή στον άξονα του κινητήρα, εξετάζοντας όλο το σύστημα κίνησης. Ένας κινητήρας που ελέγχεται από έναν VVVF ή έναν ηλεκτρονικό ελεγκτή ομαλής εκκίνησης, κατά την διάρκεια της εκκίνησης μπορεί να έχει μειωμένη ροπή για την αντιστάθμιση των χαρακτηριστικών του συνδυασμού κινητήρα-ελεγκτή. Η διαθέσιμη ροπή στον άξονα των κινητήρων πρέπει να υπολογίζεται για κάθε περίπτωση συνδυασμού κινητήρα-ελεγκτή. Για παράδειγμα η αποδοτικότητα των κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα μειώνεται όταν συνδυάζεται με έναν ελεγκτή VVVF. Οι χαρακτηριστικές ροπές για τους κινητήρες ποικίλουν σημαντικά μεταξύ των προμηθευτών και του τύπου των

κινητήρων. Είναι απαραίτητο να διασφαλίσει ότι ο κινητήρας που παρέχεται έχει χαρακτηριστικά που ταιριάζουν με το σχεδιασμό. Κατά προτίμηση ο κινητήρας και ο ελεγκτής πρέπει να προμηθευτούν ως συσκευασία. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, ο προμηθευτής πρέπει να ενημερώνει τα χαρακτηριστικά των κινητήρων (και αντίστροφα) για να εξασφαλίσει ότι οι απαιτήσεις ροπής - χρόνου κατά τη διάρκεια της εκκίνησης μπορούν να καλυφθούν.

5.3.4 Τα αποτελέσματα της κατανομής φορτίου

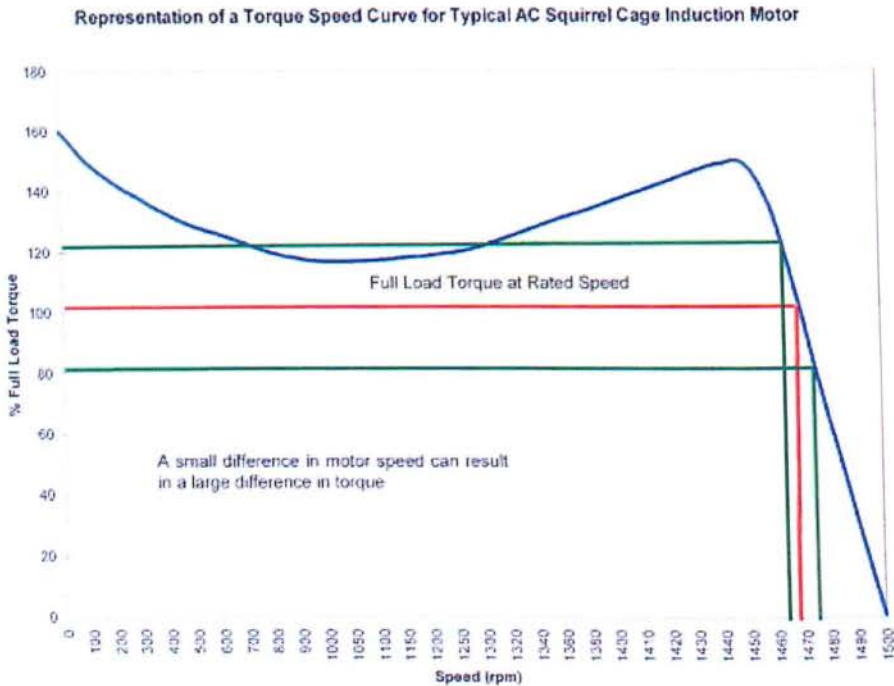
Τα συστήματα πολλαπλών κινήσεων έχουν διάφορους παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στη δυνατότητα του συστήματος για την αποτελεσματική κατανομή φορτίου.

- Διαφορές στα χαρακτηριστικά κινητήρων λόγω των ανοχών κατασκευής
- Διαφορές στη διάμετρο τροχαλιών κίνησης λόγω των ανοχών κατασκευής, την επένδυση, ή τη συγκέντρωση υλικού στις τροχαλίες.
- Οι διαφορές λαδιού ρευστών συζεύξεων

Η εξέταση της κατανομής φορτίου έχει καταστεί ιδιαίτερα σημαντική, πιο πρόσφατα, με τη σύγχρονη τάση της άμεσης ζεύξης κινητήρων στα συστήματα κίνησης. Το σχήμα 5.3 απεικονίζει μια χαρακτηριστική καμπύλη ροπής-ταχύτητας για έναν επαγωγικό κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Είναι εμφανές από το σχήμα ότι μια μικρή αλλαγή στην ταχύτητα του κινητήρα σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας θα οδηγήσει σε μια σχετικά μεγάλη διαφορά της ροπής που μπορεί να προσδοθεί από τον κινητήρα. Μια μικρή αναγκαστική αλλαγή στην περιστροφική ταχύτητα του κινητήρα μέσω των κακώς συνδυασμένων διαμέτρων τροχαλιών ή του κινητήρα, η επίδραση στη κατανομή φορτίου μπορεί να είναι σημαντική. Σε ακραίες περιπτώσεις, η έλλειψη εκτίμησης για τη κατανομή φορτίου μπορεί να οδηγήσει σε μικρότερη από την εκτιμώμενη ικανότητα. Σε μια περίπτωση μεταφορικής ταινίας που είχε σχεδιαστεί να χρησιμοποιεί κινητήρες δακτυλιοφόρου δρομέα (wound rotor) με εκκινητές αντιστάσεων, σε απευθείας σύνδεση, χωρίς να ληφθεί μέριμνα για τις διαφορές των διαμέτρων των τροχαλιών, δεν λειτουργούσε με περισσότερο από 70% απόδοση, επειδή ο ένας κινητήρας λειτουργούσε με μεγαλύτερη ροπή από την ονομαστική, ενώ ο άλλος κινητήρας

λειτουργούσε με λιγότερο από το 50% της ονομαστικής ροπής. Οι επαγωγικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα που συνδυάζονται με ηλεκτρονικούς ελεγκτές ομαλής εκκίνησης παρουσιάζουν τέτοιου είδους προβλήματα. Επίσης οι συζεύξεις ρευστών που δεν είναι σωστά συντηρημένες ή με χαμηλή στάθμη λαδιού μπορούν να παρουσιάσουν προβλήματα στην κατανομή φορτίου.



Σχήμα 5.3 Απεικόνιση χαρακτηριστικής καμπύλης ροπής-ταχύτητας επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα

Στους κινητήρες που είναι άμεσα συνδεδεμένοι στα συστήματα κίνησης μπορεί να επιτευχθεί αντιστάθμιση στην κατανομή φορτίου με διάφορες μεθόδους:

- Παρέχοντας ένα σύστημα ελέγχου το οποίο μετρά τη διαφορά ροπής μεταξύ του κινητήρα και του ρυθμιστή ταχύτητας με σκοπό την σωστή κατανομή φορτίου.

Τα συστήματα ελέγχου σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνουν :

- α) Επαγωγικούς κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα που χρησιμοποιούν ελεγκτές VVVF. Οι ελεγκτές VVVF επιτρέπουν συνήθως μια ανοχή 5% ως 10% μεταξύ των κινήσεων για την κατανομή φορτίων.
- β) Επαγωγικούς κινητήρες δακτυλιοφόρου δρομέα (WRIM) που χρησιμοποιούν PLC που ελέγχουν δευτερεύον κύκλωμα αντιστάσεων. Αυτός ο τύπος συστήματος έχει βρει την οικονομική εφαρμογή στις μεγαλύτερες ισχύς (> 750 KW) και στις θέσεις όπου η ταχύτητα γίνεται καθοριστικός παράγοντας. Με έναν ηλεκτρονόμο προστασίας κινητήρων (MPR) η πραγματική ισχύς και το ρεύμα του στάτη

ανατροφοδοτεί την είσοδο, το PLC εξασφαλίζει ότι η κατανομή του φορτίου έχει επιτευχθεί, και οι επιπτώσεις όλων των στιγμιαίων ταλαντώσεων για πρακτικούς λόγους, έχουν εξαλειφθεί.

- Μια άλλη μέθοδος που συνιστάται είναι κατασκευάζοντας τις μονάδες κίνησης υπερμεγέθεις, για να επιτρέψει μια μονάδα να λειτουργήσει επάνω από το κανονικό σημείο κατανομής φορτίου. Οι συνέπειες αυτής της προσέγγισης είναι δυσμενείς παράγοντες ισχύος, χαμηλότερη αποδοτικότητα κίνησης, επιδράσεις στη σχεδίαση λόγω των μεγαλύτερων διαστάσεων κίνησης και υψηλότερα δομικά φορτία στη δομή στήριξης των κινητήρων.

Οι εφαρμογές πολλαπλών κινήσεων που λειτουργούν χρησιμοποιώντας ελεγκτές VVVF πρέπει να αντιστοιχηθούν στη ροπή, και όχι στην ταχύτητα. Η προσπάθεια αντιστοίχισης της ταχύτητας μπορεί να οδηγήσει στην αστάθεια κατανομής φορτίου.

5.3.5 Γενικοί παράγοντες κινητήρων

Οι παράγοντες κινητήρων αναφέρονται συχνά στις προδιαγραφές ως παράγοντες απομείωσης και συσχετίζονται με τις απώλειες των κινητήρων, τις απώλειες στα συστήματα μεταφοράς ισχύος, την ποιότητα τάσης τροφοδοσίας, την συντήρηση και επισκευή των κινητήρων.

5.4 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

Η ισχύς που απαιτείται για τη λειτουργία μιας μεταφορικής ταινίας είναι το αποτέλεσμα των αντιστάσεων κίνησης (πραγματική ένταση) και της ταχύτητας της ταινίας. Η ταχύτητα της ταινίας είναι ουσιαστικά προκαθορισμένη σε συγκεκριμένη περιοχή βάρους και διατομής με στόχο την επίτευξη διακίνησης του συγκεκριμένου υλικού. Κατά συνέπεια, οποιαδήποτε μείωση της απαίτησης ισχύος για την ανάγκη μεταφοράς μπορεί να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

- Βελτίωση της απόδοσης των κινητήρων
- Μείωση των αντιστάσεων κίνησης.

5.5 Βελτίωση της απόδοσης των κινητήρων

Ένα βασικό βήμα για την βελτίωση της αποδοτικότητας ενός ηλεκτροκίνητου συστήματος είναι ο προσδιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας των ηλεκτρικών κινητήρων του συστήματος. Η κατανάλωση ενέργειας για τα συστήματα ηλεκτρικών κινητήρων μπορεί να προσδιοριστεί χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Ισχύς (KW)
- Ετήσιες ώρες λειτουργίας
- Η τιμή ενέργειας ανά KWH

Η ισχύς (KW) ενός κινητήρα μπορεί κανονικά να βρεθεί στην πινακίδα των κινητήρων ή στις τεχνικές προδιαγραφές των κινητήρων. Οι ετήσιες ώρες λειτουργίας μπορούν να είναι διαθέσιμες από τις τεχνικές προδιαγραφές των κινητήρων, ή εάν αυτό δεν είναι διαθέσιμο, από το ειδικευμένο προσωπικό που εργάζεται στο σύστημα.

Ο πολλαπλασιασμός της ισχύος με τις ετήσιες ώρες λειτουργίας δίνει την ετήσια κατανάλωση ενέργειας της συσκευής σε KWH. Εάν δεν είναι δυνατό να υπολογιστεί η κατανάλωση ενέργειας, είναι απαραίτητο να ληφθούν μετρήσεις. Οι μετρήσεις δεν είναι ούτε δύσκολες ούτε ακριβές και μπορούν να αναληφθούν από το προσωπικό. Για την λήψη στοιχείων και πληροφοριών η κατανάλωση ενέργειας θα πρέπει να μετρηθεί για μια περιορισμένη χρονική περίοδο, π.χ. μια εβδομάδα που αντιπροσωπεύει τις συνηθισμένες συνθήκες εργασίας. Η συλλογή αυτών των πληροφοριών όλων των ηλεκτρικών κινητήρων για ολόκληρο το σύστημα δίνει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας των κινητήρων του συστήματος.

Οι πληροφορίες που πρέπει να συλλέγονται είναι οι ακόλουθες:

Motor reference	Motor type	Power kW	Annual running hours	Yearly consumption kWh
Drive conveyor	IP 55	5	3650	18250

Πίνακας 5.1 Κύριες πληροφορίες που συλλέγονται για τους ηλεκτρικούς κινητήρες

Για τις εγκαταστάσεις με εκτενείς τελικές χρήσεις ηλεκτροκίνητων συστημάτων, όπως οι ταινιόδρομοι, πρέπει να εφαρμόζεται ένα κατάλληλο σύστημα για να υποστηρίξει τη συντήρηση, τη διαχείριση καταλόγων απογραφής, και την

ανάγκη επανασχεδιασμού του συστήματος λαμβάνοντας υπόψη τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Πληροφορίες πινακίδων, συμπεριλαμβανομένου του τύπου κινητήρα, της ισχύος, της σύγχρονης ταχύτητας, της ονομαστικής τάσης και της ονομαστικής αποδοτικότητας
- Ιστορία θέσης και εφαρμογής (χρήση στις εγκαταστάσεις)
- Ημερομηνία της αγοράς και του αρχικού κόστους
- Αρχείο συγκριτικής μέτρησης επιδόσεων εγκατάστασης (αρχική δόνηση, ρεύμα πλήρης-φορτίων)
- Αρχεία συντήρησης (λίπανση, αντικατάσταση φίλτρων, αντικατάσταση μιάωντων, ρουλεμάν, κ.λπ.)
- Αρχεία επισκευής περιέλιξης
- Οι μετρήσεις κύκλων εργασιών και φορτίου

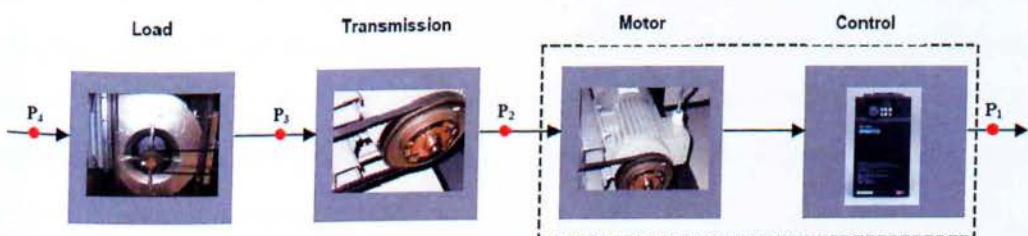
Η συλλογή αυτών των πληροφοριών έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα :

- Μια περιεκτική βάση δεδομένων δίνει μια καλή επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης της τεχνολογίας
- Σε περίπτωση βλάβης ή δυσλειτουργίας, υπάρχει ήδη μια βάση σωστής απόφασης για την επισκευή ή την αντικατάσταση.

5.5.1 Καθορισμός ενός ηλεκτροκίνητου συστήματος

Ένα σύστημα ηλεκτρικών κινητήρων αποτελείται από τα ακόλουθα:

- Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος
- Ηλεκτρικός κινητήρας
- Τμήματα μετάδοσης (ιμάντας, αλυσίδα, γρανάζι)
- Τμήματα ελέγχου (διαμορφωτές συχνότητας και ομαλοί εκκινητές)
- Τύπος φορτίων (μεταφορικές ταινίες)



Σχήμα 5.4 Στοιχεία που συνιστούν ένα ηλεκτροκίνητο σύστημα.

5.6 Δυνατότητες να βελτιωθεί η αποδοτικότητα

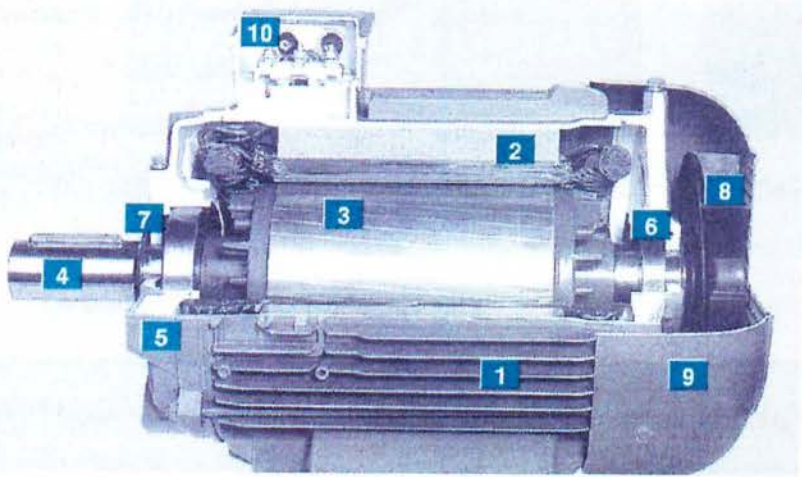
Η ενεργειακή αποδοτικότητα των ηλεκτροκίνητων συστημάτων μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας μια βαθμιαία διαδικασία:

- Συλλογή των στοιχείων των κινητήρων
- Προσδιορισμός των κινητήρων που χρησιμοποιούν την περισσότερη ενέργεια
- Επιλογή καλύτερης δράσης για κάθε περίπτωση

5.6.1 Ενέργειες για την εξοικονόμηση ενέργειας στους ταινιόδρομους

Στους ταινιόδρομους οι καταναλωτές ενέργειας είναι οι κινητήρες. Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι οι επαγωγικοί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος. Είναι κινητήρες που τροφοδοτούνται με σταθερή ή μη, εναλλασσόμενη ημιτονοειδή τάση και μπορούν να λειτουργούν συνδεδεμένοι απευθείας στο δίκτυο τροφοδοσίας. Συνεπώς οι επαγωγικοί κινητήρες ανήκουν στην κατηγορία των «κλασσικών» κινητήρων στους οποίους δεν απαιτείται κάποια ηλεκτρική μονάδα οδήγησης, σε σύγκριση με τους «σύγχρονους» κινητήρες, η λειτουργία των οποίων απαιτεί την ύπαρξη μιας τέτοιας μονάδας.

Οι επαγωγικοί κινητήρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την κατασκευαστική δομή του δρομέα τους: σε κινητήρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα ή κλωβό (squirrel cage rotor) και σε κινητήρες με δακτυλιοφόρο δρομέα (wound rotor). Οι κινητήρες με βραχυκυκλωμένο κλωβό είναι οι πλέον διαδεδομένοι. Ο δρομέας του επαγωγικού κινητήρα με βραχυκυκλωμένο κλωβό, δεν συνδέεται ηλεκτρικά με καμιά πηγή. Στο γεγονός αυτό οφείλεται η απλή κατασκευή του επαγωγικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου κλωβού (Σχ. 5.5).



Σχήμα 5.5 Τριφασικός επαγωγικός κινητήρας με βραχυκυκλωμένο κλωβό.

Διακρίνονται τα παρακάτω μέρη:

- 1–Πτερύγια ψύξης του στάτη,
- 2–Ελάσματα του στάτη και το τύλιγμα,
- 3–Δρομέας,
- 4–Άξονας
- 5–9–Κέλυφος,
- 6–7– Ρουλεμάν,
- 8–Ανεμιστήρας,
- 10–Κιβώτιο ηλεκτρικής σύνδεσης.

Ο επαγωγικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου κλωβού είναι ο μόνος χωρίς ολισθαίνουσες επιφάνειες για την αγωγή σύνδεση του στρεφόμενου δρομέα με ακίνητα σημεία τροφοδοσίας. Το χαρακτηριστικό αυτό του προσφέρει τα πλεονεκτήματα της μικρότερης ανάγκης για συντήρηση και της αξιοπιστίας. Τα χαρακτηριστικά αυτά σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος κατασκευής του, τον ανέδειξαν ως το πιο ευρύ χρησιμοποιούμενο είδος κινητήρα στη σύγχρονη εποχή και έχει κυριαρχήσει στις μη-ελεγχόμενες εφαρμογές ηλεκτροκίνησης. Η χρήση του δεν περιορίζεται μόνο σε αυτές τις εφαρμογές. Με τα χαρακτηριστικά που διαθέτει ξεχωρίζει σε σχέση με τους υπόλοιπους «κλασσικούς κινητήρες» και στα ελεγχόμενα κινητήρια συστήματα. Διαθέτει πολύ μικρότερη σταθερά χρόνου και μικρότερη ροπή αδράνειας από τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται καλύτερη δυναμική συμπεριφορά.

Για την βελτίωση της απόδοσης θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν οι ακόλουθες ενέργειες:

- Ενεργειακός έλεγχος κινητήρων
- Μείωση των απωλειών των κινητήρων
- Επιλογή κινητήρων με καλύτερη αποδοτικότητα
- Επιλογή κινητήρων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του φορτίου
- Χρήση συστημάτων ελέγχου κινητήρων
- Κατάλληλη επισκευή και συντήρηση κινητήρων
- Μείωση άεργου ισχύος και απωλειών δικτύου
- Σβήσιμο κινητήρων κατά την μη απασχόληση

5.6.2 Ενεργειακός έλεγχος κινητήρων σε έναν ταινιόδρομο

Η συστηματική προσέγγιση του ενεργειακού ελέγχου, για τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας και για την επισήμανση των πηγών απωλειών των κινητήρων, είναι γνωστή ως αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος. Μια μελέτη αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου βοηθά μια επιχείρηση να αναλύσει την ενεργειακή χρήση και να προσδιορίσει τις περιοχές όπου η ενεργειακή χρήση μπορεί να μειωθεί, να αποφασίσει σχετικά για τον προϋπολογισμό μεθόδων ενεργειακής χρήσης, τα εφικτά σχέδια ενεργειακής συντήρησης και πρακτικής που θα ενισχύσουν την ενεργειακή αποδοτικότητά τους, να περιορίσει τις ενεργειακές απώλειες και να μειώσει ουσιαστικά τις ενεργειακές δαπάνες. Το κόστος των ενεργειακών εισαγωγών δηλαδή η ηλεκτρική ενέργεια και τα καύσιμα αυξάνονται και η υπερβολική κατανάλωση ενέργειας μειώνει τα κέρδη της επιχείρησης. Ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος χρησιμεύει στον προσδιορισμό της ενεργειακής χρήσης, σε μία προσπάθεια εξισορρόπησης του συνόλου ενεργειακής εισαγωγής με τη χρήση της. Έτσι ένας αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος είναι το κλειδί σε μια συστηματική προσέγγιση για τη λήψη αποφάσεων στον τομέα της διαχείρισης της ενέργειας στα ηλεκτροκίνητα συστήματα. Κατά συνέπεια, ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος γίνεται ένα αποτελεσματικό εργαλείο στον καθορισμό και τη συνέχιση ενός σημαντικού προγράμματος διαχείρισης της ενέργειας.

Τα ακόλουθα είναι οι στόχοι ενός αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου ηλεκτρικών κινητήρων σε έναν ταινιόδρομο:

- Προσδιορισμός της ενεργειακής χρήσης των κινητήρων σε έναν ταινιόδρομο.
- Εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας των κινητήρων σε έναν ταινιόδρομο
- Προσδιορισμός και εφαρμογή μέτρων μείωσης ενεργειακών απωλειών των κινητήρων σε έναν ταινιόδρομο

Τα πλεονεκτήματα αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου ηλεκτρικών κινητήρων σε έναν ταινιόδρομο είναι τα ακόλουθα:

- Προσδιορισμός διορθωτικών δράσεων μείωσης ενεργειακών απωλειών.
- Έλεγχος αντίκτυπου των λειτουργικών βελτιώσεων.
- Μείωση κατανάλωσης ενέργειας και λειτουργικών δαπανών (περίπου 20-30%) από τη συστηματική ανάλυση.
- Εκτός από την πιθανή εξοικονόμηση χρημάτων από έναν ενεργειακό λογιστικό έλεγχο, τα αποτελέσματα μπορούν να οδηγήσουν στα περιβαλλοντικά οφέλη όπως οι μειώσεις αερίων του θερμοκηπίου.
- Βελτιώνει τη γενική απόδοση του συνολικού συστήματος, την κερδοφορία και την παραγωγικότητα.
- Αποτρέπει την αποτυχία και ανεπάρκεια εξοπλισμού.
- Υπολογίζει τον οικονομικό αντίκτυπο των προγραμμάτων διαχείρισης ενέργειας.
- Χρησιμεύει ως ένας πολύ καλός αυτοέλεγχος και σύστημα για τη βελτίωση της απόδοσης.

Οι σημαντικότερες πληροφορίες που απαιτούνται για την ενεργειακή ανάλυση ηλεκτρικών κινητήρων είναι:

- Συντελεστής φορτίου
- Παραγωγική διαδικασία
- Ονομαστική ισχύς
- Συντελεστής ισχύος
- Αποδοτικότητα με πλήρες φορτίο
- Αποδοτικότητα στο 75% του πλήρες φορτίου
- Ετήσιες ώρες λειτουργίας
- Περιγραφή του φορτίου του κινητήρα

- Απαιτήσεις χρήσης
- Ώρες χρήσης αιχμής και μη αιχμής

5.6.3 Μείωση των απωλειών των κινητήρων

Ο βαθμός απόδοσης ενός κινητήρα, εκφράζει την ικανότητά του να μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια εισόδου σε μηχανική. Κατά τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας, ένα ποσοστό της ισχύος εισόδου καταναλώνεται από τον κινητήρα, με αποτέλεσμα την ανύψωση της θερμοκρασίας του. Αυτό το ποσοστό αντιπροσωπεύει τις απώλειες της μηχανής, οι οποίες πρέπει να είναι οι ελάχιστες δυνατές για την καλύτερη απόδοσή. Οι ολικές απώλειες των επαγωγικών κινητήρων, απαρτίζονται από τις παρακάτω επιμέρους συνιστώσες:

- Απώλειες χαλκού ή ωμικές απώλειες (copper, winding losses).

Οι απώλειες χαλκού οφείλονται στη ροή των ρευμάτων από τα τυλίγματα του στάτη και του δρομέα. Οι απώλειες χαλκού στο στάτη ορίζονται από τη σχέση:

$$P_{cu_s} = 3R_s I_s^2$$

και στο δρομέα από τη σχέση

$$P_{cu_r} = 3R_r' I_r'^2$$

Οι ολικές απώλειες χαλκού είναι ίσες με το άθροισμα των απωλειών στο στάτη και το δρομέα

$$P_{cu} = P_{cu_s} + P_{cu_r}$$

Οι απώλειες χαλκού εξαρτώνται από το μέγεθος των αντιστάσεων των τυλιγμάτων και το μέγεθος των ρευμάτων στο στάτη I_s και το δρομέα I_r' , τα οποία είναι συνάρτηση της ροπής του φορτίου. Οι απώλειες χαλκού στο στάτη και το δρομέα συμβάλλουν κατά 33–40% και 15–22% αντίστοιχα, στις ολικές απώλειες των συμβατικών επαγωγικών κινητήρων υπό ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας.

- Απώλειες σιδήρου ή μαγνητικές απώλειες (core, iron losses).

Οι απώλειες σιδήρου προκύπτουν από το άθροισμα των απωλειών υστέρησης και δινορευμάτων στο στάτη και το δρομέα. Εξαρτώνται από το μέγεθος της ολικής μαγνητικής ροής στο διάκενο $m \phi$ και τη συχνότητα μεταβολής της, ενώ είναι

ανεπηρέαστες από τη ροπή του φορτίου. Οι απώλειες σιδήρου στο στάτη προσεγγίζονται από τη σχέση:

$$P_{iron_s} = k_e \omega_e^2 \phi_m^2 + k_h \omega_e \phi_m^n$$

και στο δρομέα από την σχέση:

$$P_{iron_r} = k_e (s\omega_e)^2 \phi_m^2 + k_h s\omega_e \phi_m^n$$

όπου k_e είναι ο συντελεστής απωλειών δινορευμάτων και k_h ο συντελεστής απωλειών υστέρησης. Ο εκθέτης n λαμβάνει τιμές από 1.5 έως 2.5 και συνήθως θεωρείται $n = 2$. Στην περίπτωση αυτή, οι ολικές απώλειες σιδήρου του επαγωγικού κινητήρα είναι ίσες με

$$P_{iron_s+r} = [k_e(1+s^2)\omega_e^2 + k_h(1+s)\omega_e] \phi_m^2$$

Οι απώλειες σιδήρου στο δρομέα είναι σημαντικά μικρότερες από εκείνες στο στάτη, εξαιτίας της μικρότερης συχνότητας $s\omega_e$. Οι απώλειες σιδήρου αποτελούν τη δεύτερη σημαντικότερη συνιστώσα των ολικών απωλειών, με ποσοστό περίπου 20%.

- Μηχανικές απώλειες (mechanical losses).

Οι μηχανικές απώλειες P_{fw} , περιλαμβάνουν τις απώλειες τριβών (friction), λόγω της περιστροφής του άξονα και τη συνιστώσα αερισμού (windage) από τη λειτουργία του ανεμιστήρα. Οι απώλειες τριβών-αερισμού, μεταβάλλονται προσεγγιστικά ανάλογα με το τετράγωνο της ταχύτητας

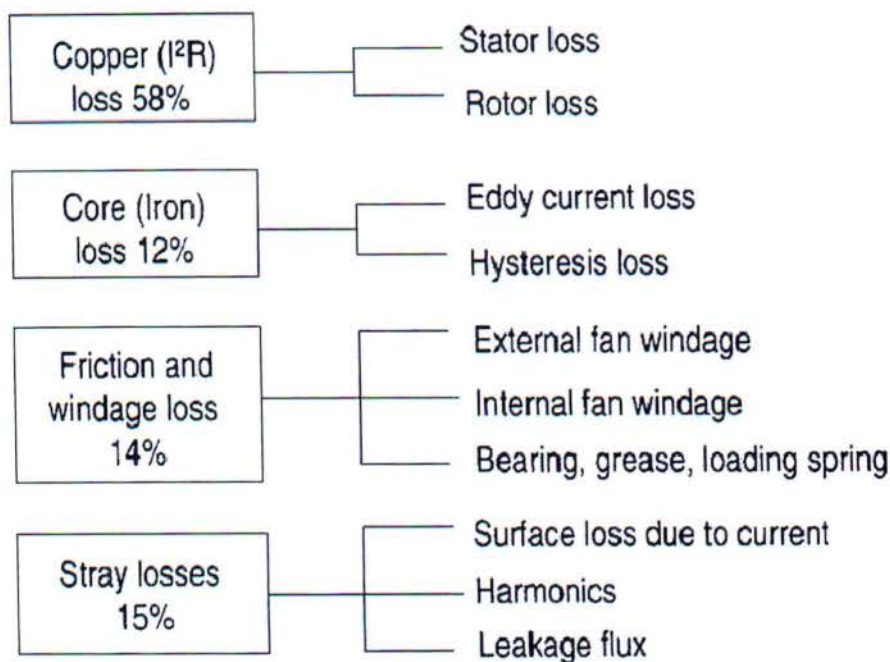
$$P_{fw} = C_{fw} n_r^2$$

όπου, C_{fw} είναι ο συντελεστής μηχανικών απωλειών. Οι μηχανικές απώλειες αποτελούν το 8–10% των ολικών απωλειών στο ονομαστικό φορτίο.

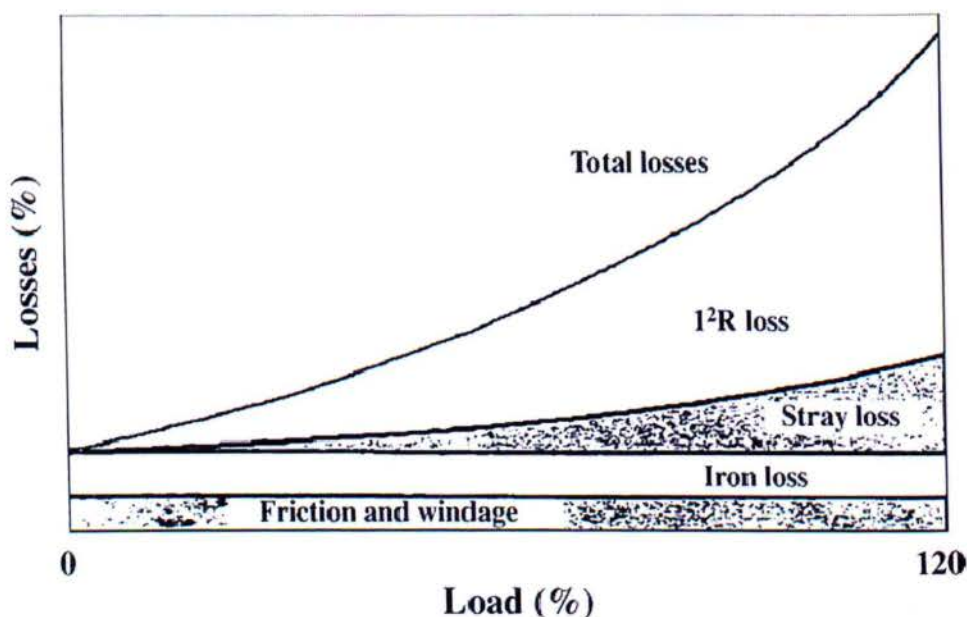
- Κατανεμημένες απώλειες (stray losses).

Πρόκειται για πρόσθετες απώλειες της μηχανής, οι οποίες οφείλονται στην αύξηση της ροής σκέδασης με το φορτίο και στις υψηλής συχνότητας διακυμάνσεις της ροής αυτής. Ο προσδιορισμός των κατανεμημένων απωλειών P_{stray} είναι εξαιρετικά δύσκολος. Έτσι, συνήθως λαμβάνονται ίσες με το 1% της ισχύος εξόδου της μηχανής, στη λειτουργία με το ονομαστικό φορτίο. Οι κατανεμημένες απώλειες αποτελούν το 8–20% των ολικών απωλειών, ανάλογα με την υποδύναμη του κινητήρα.

Στα παρακάτω σχήματα δίνεται μια επισκόπηση των απωλειών των κινητήρων και των αιτιών που προκαλούν τις απώλειες αυτές.



Σχήμα 5.6 Απώλειες ενός τυπικού κινητήρα



Σχήμα 5.7 Απώλειες κινητήρα με φορτίο

Επομένως, για την βελτίωση της αποδοτικότητας των κινητήρων είναι σημαντικό να μειωθούν οι απώλειες τους. Δεδομένου ότι οι απώλειες κινητήρων παράγουν θερμότητα, η μείωση των απωλειών θα έχει ως αποτέλεσμα την άμεση εξοικονόμηση ενέργειας στα ηλεκτροκίνητα συστήματα. Ο πίνακας 5.2 συνοψίζει τους τρόπους για να μειωθούν οι απώλειες κινητήρων, σύμφωνα με τα πρότυπα δοκιμής IEEE 112 μέθοδος B και τα αποτελέσματα για τους τυποποιημένους και ενεργειακά αποδοτικούς κινητήρες διαφορετικής ονομαστικής ισχύος παρουσιάζονται στον πίνακα 5.3.

Power loss area	Ways to reduce
Stator	Use of more copper and larger conductors increases cross sectional area of stator windings. This lowers the resistance of the windings and reduces losses due to current. I^2R losses can be decreased by modifying the stator slot design or by decreasing insulation thickness to increase the volume of wire in the stator. Motor operation closer to synchronous speed will also reduce rotor I^2R losses.
Rotor	Use of larger motor conductors bars increase the cross section, thereby lowering conductor resistance and losses due to current flow.
Core/iron losses	Use of a thinner gauge because lower loss core steel reduces eddy current losses. Longer core adds more steel to the design, which reduces losses due to lower operating flux densities. Core losses can be reduced through the use of improved permeability electromagnetic (silicon) steel and by lengthening the core to reduce magnetic flux densities. Eddy current losses are decreased by using thinner steel laminations.
Windage and friction	Use of a low loss fan design reduces losses due to air movement. Use of bearing with lower friction.
Stray load	Use of optimized design and strict quality control procedures minimizes stray load losses.

Πίνακας 5.2 Τρόποι μείωσης απωλειών των κινητήρων

Power loss to the total loss ratio	Efficiency class	3 kW	7.5 kW	11 kW	15 kW
Core loss (%)	SD	17	17	20	17
	EEM	11	14	15	12
Friction and windage loss (%)	SD	3	4	4	5
	EEM	14	12	14	10
Stator current loss (%)	SD	45	45	42	39
	EEM	40	40	36	37
Rotor current loss (%)	SD	29	22	21	26
	EEM	26	20	22	27
Stray load loss (%)	SD	9	12	13	13
	EEM	6	14	13	14

Πίνακας 5.2 Σύγκριση απωλειών τυποποιημένων και ενεργειακά αποδοτικών κινητήρων

5.6.4 Επιλογή κινητήρων με καλύτερη αποδοτικότητα

Σε συνεχή λειτουργία, οι απώλειες εξαρτώνται από την ονομαστική ισχύ και το φορτίο ενός ηλεκτρικού κινητήρα. Γενικά, οι κινητήρες μικρής ονομαστικής ισχύος έχουν μεγαλύτερες απώλειες από τους κινητήρες μεγάλης ονομαστικής ισχύος. Οι κινητήρες ονομαστικής ισχύος μεταξύ 1 - 22 KW έχουν αποδοτικότητα 90 - 93%. Οι υψηλής απόδοσης κινητήρες (κατηγορία αποδοτικότητας EFF1) είναι περίπου 2 - 3% αποδοτικότεροι από τους τυποποιημένους κινητήρες. Το ποσοστό αυτό ηχεί μικρό

αλλά πέρα από την αύξηση της διάρκειας ζωής του κινητήρα σημαίνει μια σημαντική μείωση ενεργειακής χρήσης.

Στις πρώτες 5-6 εβδομάδες της χρήσης, οι κινητήρες καταναλώνουν ενέργεια γενικά ίση με την τιμή αγοράς τους. Η τιμή αγοράς των υψηλής απόδοσης κινητήρων είναι λίγο υψηλότερη από αυτή των τυποποιημένων κινητήρων. Η αγορά ενός φτηνότερου λιγότερο αποδοτικού κινητήρα δεν είναι πάντα οικονομικά αποδοτική. Η αποταμίευση από τις χαμηλότερες δαπάνες επένδυσης ενός κανονικού κινητήρα θα μηδενιστεί από τις ετήσιες υψηλότερες λειτουργικές δαπάνες. Η αγορά ενός κινητήρα με μικρότερες λειτουργικές δαπάνες είναι οικονομικά αποδοτική λύση στις περισσότερες περιπτώσεις. Στον πίνακα 5.4 φαίνεται η αντιστάθμιση αποταμίευσης από την αγορά ενός φτηνότερου λιγότερο αποδοτικού κινητήρα (Normal motor) με τις χαμηλότερες λειτουργικές δαπάνες ενός υψηλής απόδοσης κινητήρα (HIF motor) ίδιας ισχύος:

Ισχύς κινητήρων :15 KW

Ετήσιος χρόνος λειτουργίας : 4.500 ώρες

Ενεργειακές δαπάνες :0.07€/kWh

	Efficiency	Purchase cost	Power required
HIF motor	0.95	600	15 kW * 0.95 = 14.25 kW
Normal motor	0.92	460	15 kW * 0.92 = 13.80 kW
Difference			0.45 kW
0.45 kW * 4,500 hours * 0.07 = € 141.75			

Πίνακας 5.3 Αποταμίευση από την αγορά ενός φτηνότερου λιγότερο αποδοτικού κινητήρα (Normal motor), με τις χαμηλότερες λειτουργικές δαπάνες ενός υψηλής απόδοσης κινητήρα (HIF motor) ίδιας ισχύος

Όσο μικρότερος είναι ο κινητήρας τόσο μεγαλύτερη θα είναι η αποταμίευση κατά την χρησιμοποίηση των υψηλής απόδοσης κινητήρων. Οι υψηλής απόδοσης κινητήρες κάτω από 1 KW κερδίζουν περίπου 14%, του κόστους σε σύγκριση με τους κανονικούς κινητήρες, από 1-10 KW περίπου 6.5%, και κινητήρες μεγαλύτεροι από 10 KW κερδίζουν περίπου 2% του κόστους σε σύγκριση με τους κανονικούς κινητήρες. Εάν οι κινητήρες φορτώνονται μόνο στο περίπου 40% της ονομαστικής ισχύος τους, η σύνδεση των τυλιγμάτων σε αστέρα είναι μονόδρομος για την αύξηση της αποδοτικότητας. Ο αστέρας περιγράφει τη σύνδεση των τυλιγμάτων ενός επαγωγικού τριφασικού κινητήρα. Η σύνδεση ενός κινητήρα σε αστέρα μειώνει την τάση, το ρεύμα και τη ροπή εκκίνησης.

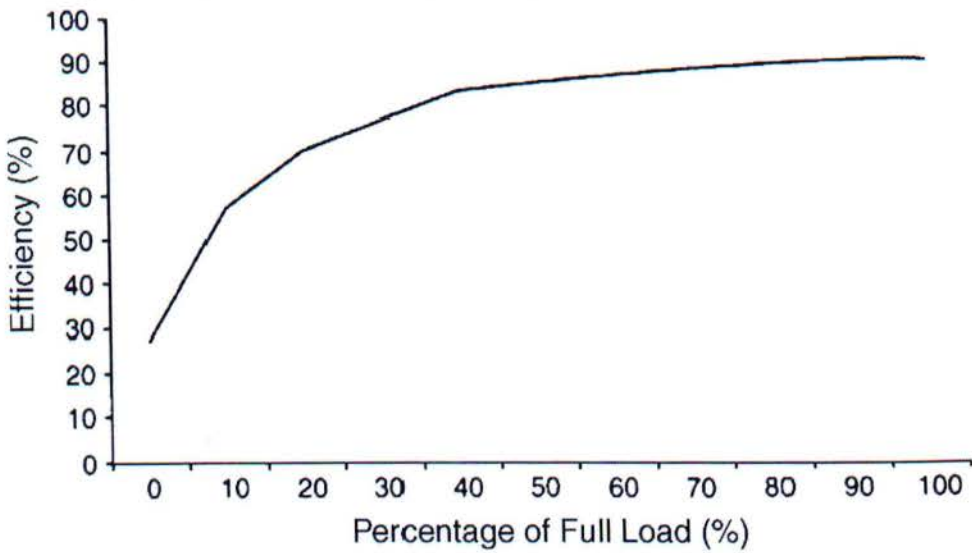
5.6.5 Επιλογή κινητήρων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του φορτίου

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες σχεδιάζονται για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά μέσα σε μια μικρή σειρά του φορτίου. Η αποδοτικότητα κινητήρων μειώνεται σημαντικά όταν χρησιμοποιούνται κάτω από το 50% της ονομαστικής ισχύος. Μια από τις κύριες αιτίες των απωλειών των κινητήρων είναι ότι επιλέγονται πολύ μεγάλοι κινητήρες για το συγκεκριμένο στόχο, κάτι που αποτελεί ένα ιδιαίτερο μερίδιο των προβλημάτων αποδοτικότητας που συναντιούνται συχνά στις εφαρμογές κινητήρων. Σύμφωνα με μια μελέτη της Αμερικανικής Υπηρεσίας Ενέργειας, 44% των κινητήρων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις λειτουργούν σε 40% ή λιγότερο του πλήρους φορτίου τους, με αποτέλεσμα να λειτουργούν αναποτελεσματικά. Σε γενικές γραμμές, οι κινητήρες επιλέγονται με μεγαλύτερες ικανότητες από αυτές που απαιτούνται για να ικανοποιηθούν οι πρόσθετες απαιτήσεις φορτίων.

Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι τα εργοστάσια μετατρέπουν τα μηχανήματα παραγωγής για να ανταποκριθούν τακτικά στις απαιτήσεις πελατών και τις μεταβαλλόμενες τεχνολογίες. Κατά συνέπεια, τα συστήματα μπορούν να καταλήξουν σε πολύ διαφορετικούς όγκους υλικών με την πάροδο του χρόνου. Μπορούν ακόμη και να εκτελέσουν αρκετά διαφορετικούς στόχους που είναι ανεξάρτητοι από εκείνους που είχαν ως σκοπό αρχικά και εγκαταστάθηκαν να εκτελέσουν. Είναι πολύ σημαντικό να επιλεγεί ένας ηλεκτρικός κινητήρας κατάλληλης ονομαστικής ισχύος, ανάλογα των απαιτήσεων, για να λειτουργήσει αποτελεσματικά και αποδοτικά.

Κανονικά, οι κινητήρες λειτουργούν αποτελεσματικότερα στο 75% του ονομαστικού φορτίου και άνω. Κινητήρες που λειτουργούν κάτω από το 50% του ονομαστικού φορτίου, γιατί επιλέχθηκαν μεγαλύτερης ισχύος, λειτουργούν αναποτελεσματικά, και λόγω της αύξησης του ρεύματος αντίδρασης, μειώνεται η ισχύς. Αυτοί οι κινητήρες δεν καταναλώνουν την ενέργεια αποτελεσματικά επειδή έχουν επιλεγεί μεγαλύτερης ισχύος, σε σχέση με τις ανάγκες, και πρέπει να αντικατασταθούν με νέους κινητήρες κατάλληλης ισχύος, και, καλύτερης αποδοτικότητας. Ένας κινητήρας με μεγαλύτερη ισχύ από αυτή που απαιτεί το φορτίο, λειτουργεί ως μέρος του φορτίου. Οι κινητήρες αποδίδουν την αποδοτικότητα που δηλώνεται στην πινακίδα τους όταν λειτουργούν υπό πλήρες φορτίο. Η τιμή της αποδοτικότητας στα διαφορετικά φορτία είναι διαφορετική από την τιμή που

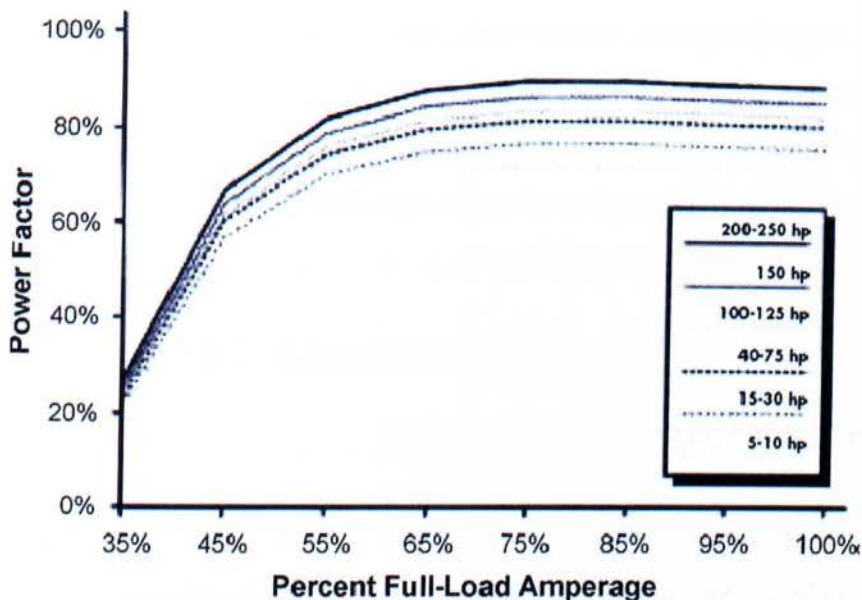
δηλώνεται στην πινακίδα τους. Το σχήμα 5.8 παρουσιάζει τις παραλλαγές της αποδοτικότητας κινητήρων σύμφωνα με το φορτίο.



Σχήμα 5.8 Σχέση μεταξύ του φορτίου κινητήρων και της αποδοτικότητας

Η αποδοτικότητα του κινητήρα κατά τη λειτουργία, καθορίζεται με την εξέταση της καμπύλης φόρτωσης αποδοτικότητας. Η τιμή της αποδοτικότητας ενός κινητήρα είναι ίση με τη μέγιστη τιμή μόνο όταν χρησιμοποιείται στο 75% του ονομαστικού φορτίου και άνω. Η προτιμώμενη βέλτιστη περιοχή λειτουργίας κυμαίνεται μεταξύ 60% και 90% του ονομαστικού φορτίου των κινητήρων: Η ιδανική αποδοτικότητα αποδίδεται όταν ο κινητήρας λειτουργεί σε πλήρες φορτίο. Στις περισσότερες από τις εφαρμογές, οι κινητήρες καταπονούνται από τα μεταβλητά φορτία που υπολογίζονται κατά μέσο όρο αρκετά κάτω από 80%. Σύμφωνα με στοιχεία έχει αναφερθεί ότι το 75% όλων των κινητήρων φορτίζονται κάτω από 60%.

Η σωστή ταξινόμηση των ηλεκτρικών κινητήρων είναι κρίσιμη για την αποδοτική λειτουργία τους, δεδομένου ότι οι μεγάλοι μεγέθους κινητήρες παρουσιάζουν κακό συντελεστή φορτίου και χαμηλή αποδοτικότητα. Ανάλογα με το μέγεθος και την ταχύτητα, ένας χαρακτηριστικός τυποποιημένος κινητήρας μπορεί να έχει αποδοτικότητα πλήρους φορτίου μεταξύ 55% και 95%. Γενικά, όσο χαμηλότερη η ταχύτητα, τόσο χαμηλότερη η αποδοτικότητα, και τόσο χαμηλότερος ο συντελεστής ισχύος. Συνήθως οι κινητήρες παρουσιάζουν την καλύτερη αποδοτικότητα που είναι εύλογα σταθερή κάτω από περίπου το 75% του πλήρους φορτίου. Στη συνέχεια χάνουν περίπου το 5% κάτω από 50% του πλήρους φορτίου, και μετά η αποδοτικότητα μειώνεται γρήγορα όπως φαίνεται στο σχήμα 5.9.



Σχήμα 5.9 Συντελεστής ισχύος κινητήρων ως λειτουργία του πλήρους φορτίου %

Όταν κινητήρας έχει σημαντικά υψηλότερη ονομαστική ισχύ από αυτή που απαιτεί το φορτίο που οδηγεί, ο κινητήρας λειτουργεί ως μέρος του φορτίου, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αποδοτικότητα του κινητήρα. Κατά γενικό κανόνα, οι ηλεκτροκινητήρες που είναι μικρών διαστάσεων και υπερφορτωμένοι έχουν μια μειωμένη διάρκεια ζωής και μια μεγαλύτερη πιθανότητα διακοπής, που οδηγεί στην απώλεια παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, οι ηλεκτροκινητήρες που είναι μεγάλου μεγέθους και, επομένως, λαμβάνουν μικρό φορτίο έχουν χαμηλή αποδοτικότητα και χαμηλό συντελεστή ισχύος. Ένας κινητήρας που λειτουργεί στο 35% του πλήρους φορτίου είναι λιγότερο αποδοτικός από ένα μικρότερο κινητήρα που αντιστοιχείται το ίδιο φορτίο. Επομένως, είναι πολύ σημαντικό να επιλεχτεί ένας ηλεκτρικός κινητήρας κατάλληλης ονομαστικής ισχύος, ανάλογα των απαιτήσεων της εφαρμογής, για να λειτουργήσει αποτελεσματικά και αποδοτικά όχι μόνο να αποτρέψει την υπερθέρμανση, αλλά και να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.

Για τη σωστή επιλογή κινητήρων, πρέπει να εξεταστούν τα ακόλουθα θέματα:

- Προσδιορισμός της διαδικασίας, των απαιτήσεων φορτίου και προσαρμογή της ισχύος στις ανάγκες της εφαρμογής. Ο πιο κοινός τύπος βιομηχανικών κινητήρων σχεδιάζεται για να λειτουργήσει με μια σταθερή ταχύτητα κάτω από ένα ευρύ φάσμα φορτίων. Οι τυποποιημένοι κινητήρες τείνουν να φθάσουν στη μέγιστη αποδοτικότητα στο 80-100% του πλήρους φορτίου, ενώ οι ενεργειακά αποδοτικοί κινητήρες επιτυγχάνουν τη μέγιστη αποδοτικότητα μεταξύ 65% και 75% του πλήρους φορτίου.

- Εάν η ποσότητα των υλικών που μεταφέρονται πρέπει να μειωθεί ή ακόμα και να αποβληθεί.
- Σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται διάφοροι κινητήρες σε μια διαδικασία, πρέπει να γίνει μια ανάλυση για να αξιολογήσει εάν όλοι οι κινητήρες απαιτούνται ή εάν ο στόχος θα μπορούσε να εκπληρωθεί με λιγότερους κινητήρες.

5.6.6 Χρήση συστημάτων ελέγχου κινητήρων

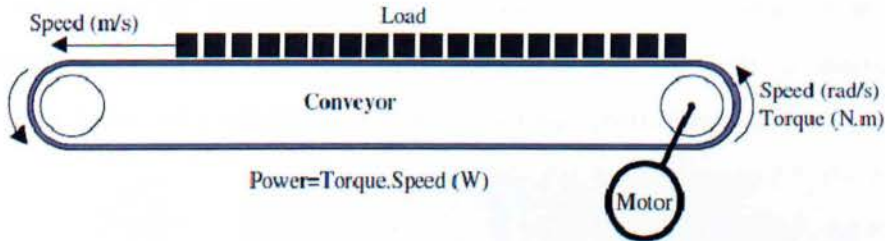
Τα Drive μεταβλητής ταχύτητας (VSD) ελέγχουν την ταχύτητα με την οποία ένας κινητήρας επαγωγής εναλλασσόμενου ρεύματος λειτουργεί. Τα Drive μεταβλητής ταχύτητας VSD είναι ηλεκτρονικές συσκευές που μπορούν να προγραμματιστούν εύκολα για να ελέγξουν την ταχύτητα και τη ροπή ενός κινητήρα ανάλογα με τις απαιτήσεις φορτίου. Ένα δεύτερο σύστημα ελέγχου είναι η ομαλή εκκίνηση. Αυτό είναι μια μέθοδος που σκοπεύει να μειώσει το υψηλό αρχικό ρεύμα που εμφανίζεται κατά την εκκίνηση των κινητήρων, με την εφαρμογή μιας μειωμένης ρυθμιζόμενης τάσης. Η τάση αυξάνεται έπειτα για μια χρονική περίοδο σε μια τιμή που επιτρέπει στον κινητήρα να επιταχύνει ομαλά στην πλήρη ταχύτητα. Οι μετατροπείς συχνότητας είναι βασισμένοι στους ημιαγωγούς ισχύος IGBT και χαρακτηρίζονται, από μια σύγχρονη έννοια ελέγχου αποκαλούμενη άμεσος έλεγχος ροπής DTC (direct torque control). Σε αντίθεση με τη γνωστή διαμόρφωση πλάτους παλμών (PWM) το DTC ελέγχει άμεσα τη ροπή και τη ροή στο στάτη του κινητήρα. Αυτό προσδίδει στην κίνηση μια υψηλότερη ακρίβεια ελέγχου και καλύτερες δυναμικές ιδιότητες, ειδικά στη φάση έναρξης και φρεναρίσματος.

Τα απαιτητικά ποιοτικά κριτήρια, εισάγοντας τον έλεγχο ταχύτητας για τους ταινιόδρομους, περιλαμβάνουν:

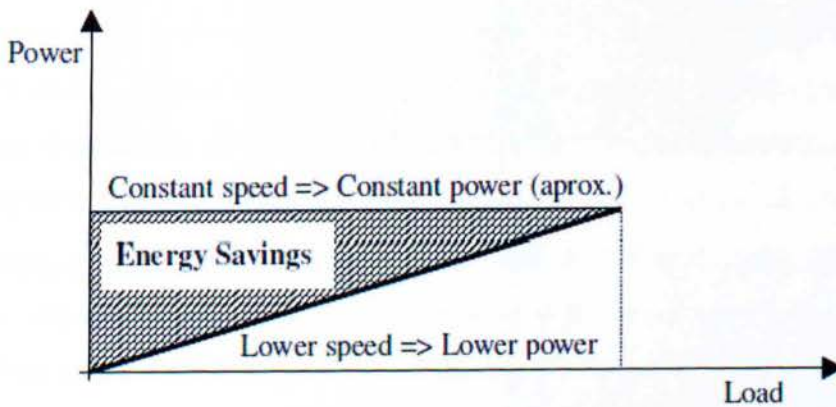
- δυναμικά χαρακτηριστικά ροπής κατά την έναρξη και την παύση
- αποδοτικότητα με τις διαφορετικές ταχύτητες και τα φορτία
- συντελεστής ισχύος ($\cos\phi \geq 0,95$)
- διαταραχές συστήματος (THD $\leq 10\%$)

Στα συστήματα σταθερής ροπής (π.χ: οριζόντιοι μεταφορείς), η ροπή είναι περίπου ανεξάρτητη από το μεταφερόμενο φορτίο (είναι εξαρτώμενο μόνο από την τριβή). Χαρακτηριστικά, η κίνηση ενός φορτωμένου μεταφορέα ελέγχεται μέσω της

ποσότητας εισαγωγής, και η ροπή και η ταχύτητα είναι κατά προσέγγιση σταθερές. Αλλά, εάν το μεταφερόμενο φορτίο της μεταφορικής ταινίας μπορεί να αλλάξει, είναι δυνατό να μειωθεί η ταχύτητα (η ροπή είναι η ίδια). Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί ανάλογος προς τη μείωση της ταχύτητας.



Σχήμα 5.10 Ισχύς που απαιτείται από έναν μεταφορέα



Σχήμα 5.11 Η εξοικονόμηση ενέργειας σε μεταφορική ταινία με χρήση ελέγχου ταχύτητας, σε σχέση με τη σταθερή ταχύτητα.

Συνοψίζοντας, τα οφέλη από τη χρήση έλεγχου ταχύτητας στους ταινιόδρομους, είναι:

- βέλτιστη φόρτωση των ταινιών μέσω του ελέγχου της ταχύτητας ταινιών, ανάλογα με τον όγκο φορτίων
- εξάλειψη της ολίσθησης ταινιών στα τύμπανα οδήγησης
- μείωση του υλικού και της ένδυσης ταινιών μέσω της ομαλής έναρξης και της παύσης των μεταφορέων
- έλεγχος των διαφορών ταχύτητας μεταξύ των κινητήρων σε ένα τύμπανο οδήγησης
- μεγαλύτερη ροπή των τύμπανων οδήγησης μέσω της ισορρόπησης φορτίων

5.6.7 Κατάλληλη επισκευή και συντήρηση ηλεκτροκίνητων συστημάτων

Τα συστήματα κίνησης που διαθέτουν ιμάντες, γρανάζια, ρουλεμάν, όσο λειτουργούν και εκτελούν την λειτουργία, δεν προβληματίζουν κανένα, για το αν χρειάζεται κάποια επισκευή ή επίβλεψη. Οι ιμάντες κίνησης, συχνά, είναι απρόσιτες και οι καλύψεις καθιστούν συχνά δύσκολη την επιθεώρηση και την συντήρηση. Είναι λογικό, επομένως, όταν ένα σύστημα χρησιμοποιείται επί σειρά ετών, να τίθεται το εξής ερώτημα; *Πόσο αποδοτικός είναι ο ιμάντας κίνησης και, είναι αυτό η καλύτερη οικονομικά και ενεργειακά αποδοτική λύση;*

Οι ενεργειακές απώλειες των ιμάντων κίνησης είναι συχνά πολύ μεγαλύτερες από τι νομίζουμε. Στην πραγματικότητα, οι απώλειες των ιμάντων κίνησης είναι συχνά μεγαλύτερες από εκείνες τού κινητήρα. Ο εξοπλισμός και τα συστήματα χάνουν την αποδοτικότητα πριν χάσουν τη διαθεσιμότητα. Η μείωση της αποδοτικότητας εξοπλισμού προκαλεί συμπληρωματικές λειτουργικές δαπάνες που γενικά δεν λαμβάνονται υπόψη στις επιχειρήσεις, δεδομένου ότι η αποδοτικότητά τους μειώνεται. Στους κινητήρες, οι δαπάνες συντήρησης για την επανάκτηση της αποδοτικότητας είναι μικρότερες από τις δαπάνες συντήρησης που αφορά τη διαθεσιμότητα. Τα συμπτώματα των ιμάντων κίνησης που δεν λειτουργούν ιδανικά είναι:

- Θόρυβος των ιμάντων (Squealing belts)
- Ασυνήθιστα επίπεδα θερμότητας
- Φθαρμένοι ιμάντες ή τροχαλίες

Άλλοι παράγοντες που δεν φαίνονται αμέσως και επηρεάζουν επίσης την αποδοτικότητα των ιμάντων κίνησης είναι:

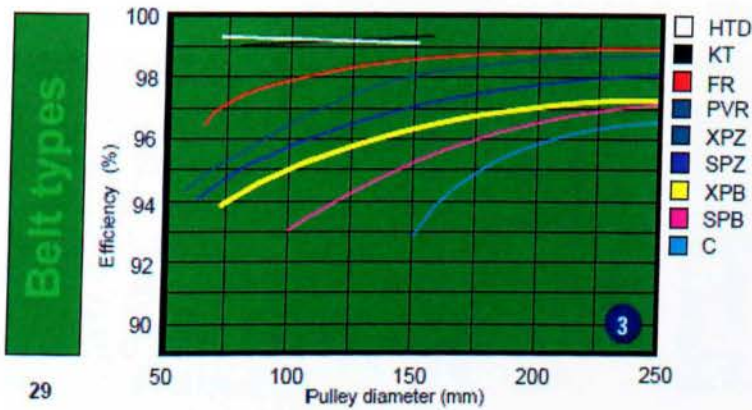
- Ολίσθηση μεταξύ των ιμάντων και των τροχαλιών κατά τη λειτουργία
- Χαμηλά φορτία
- Έλλειψη εκκινήτων (π.χ. soft starter)

Η σημασία αυτών των διαφορετικών παραγόντων είναι συχνά δύσκολο να αξιολογηθεί δεδομένου ότι υπάρχει μια έλλειψη απλών εργαλείων και οδηγιών που καλύπτουν, τον έλεγχο και τη συντήρηση. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα των ιμάντων μετάδοσης κίνησης είναι:

- Μικρότερη διάμετρος τροχαλίας
- Το φορτίο του ιμάντα

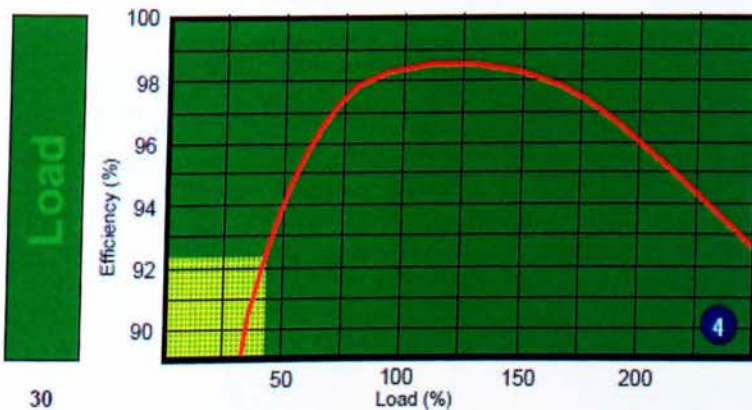
- Ένταση τάνυσης
- Κατάσταση ιμάντα και τροχαλίας

Το σχήμα 5.12 απεικονίζει την αποδοτικότητα συνάρτηση της διαμέτρου τροχαλιών. Τα στοιχεία δείχνουν ότι εάν η διάμετρος της τροχαλίας είναι πάνω από 220 χιλ. δεν υπάρχει καμία μεγάλη διαφορά μεταξύ των διαφορετικών διαθέσιμων τύπων ιμάντων. Τα στοιχεία δείχνουν επίσης ότι μπορεί να επιτευχθεί σημαντική αποδοτικότητα με τους τυποποιημένους ιμάντες, όπως με τους επίπεδους ιμάντες, όταν η διάμετρος της μικρότερης τροχαλίας υπερβαίνει τα 220 χιλ.



Σχήμα 5.12 Αποδοτικότητα συνάρτηση της διαμέτρου τροχαλιών και του τύπου

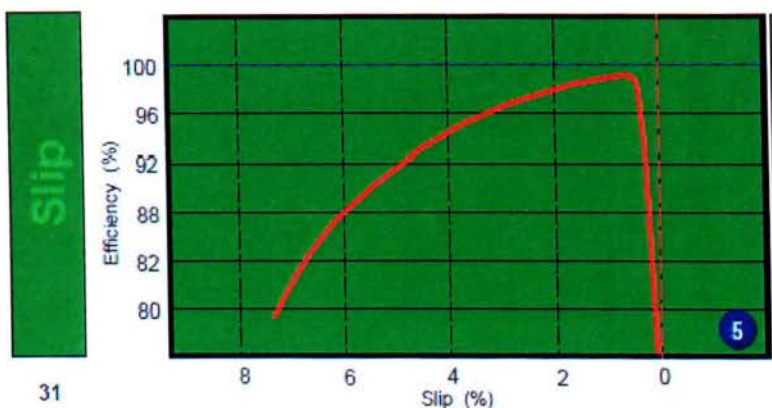
Μια κοινή ανησυχία στη βιομηχανία είναι ότι οι ιμάντες μετάδοσης κίνησης θα υπερφορτωθούν, και η συνηθέστερη μέθοδος που ακολουθείται οδηγεί συχνά στην επιλογή ιμάντων κίνησης που είναι μεγαλύτεροι. Τι σημαίνει αυτό για την αποδοτικότητα των ιμάντων κίνησης είναι εμφανές από το σχήμα 5.13.



Σχήμα 5.13 Αποδοτικότητα συνάρτηση του φορτίου

Η καμπύλη αποδοτικότητας συνάρτηση του φορτίου δείχνει ότι η αποδοτικότητα των ιμάντων κίνησης μειώνεται κατά 7% εάν το φορτίο μειώνεται κατά 50%. Είναι εφικτό να γίνει εξοικονόμηση σε αυτήν την περιοχή.

Πόσο συχνά εκτελούνται έλεγχοι για τον έλεγχο της έντασης τάνυσης του ιμάντα ;
Πρέπει, φυσικά, να σημειωθεί εδώ πως μια ολίσθηση της τάξης του 6% μπορεί να οδηγήσει σε μια μείωση της αποδοτικότητας συστημάτων, της τάξης μεταξύ 4 και 5%. Με τον όρο ολίσθηση εννοούμε την ολίσθηση που εμφανίζεται μεταξύ του ιμάντα και των τροχαλιών κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Το σχήμα 5.14 επεξηγεί τη σχέση μεταξύ της ολίσθησης και της αποδοτικότητας:

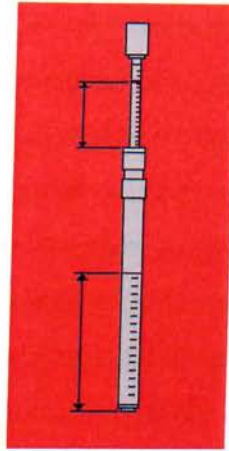


Σχήμα 5.14 Αποδοτικότητα συνάρτηση της ολίσθησης

Τα επίπεδα ολίσθησης πρέπει να είναι περίπου της τάξης του 1% αλλά συχνά μετριέται μεταξύ 4% και 6%. Η ολίσθηση εμφανίζεται ως συνέπεια χαμηλής έντασης τάνυσης του ιμάντα. Η μεγάλη ολίσθηση (δηλ. πάνω από 1%) οδηγεί στη θέρμανση των ιμάντων που έχει ως αποτέλεσμα την εντυπωσιακή μείωση της διάρκειας ζωής των ιμάντων. Η ολίσθηση μπορεί να καθοριστεί με την εκτέλεση των μετρήσεων χρησιμοποιώντας ένα στροφόμετρο. Είναι σημαντικό ότι κατά την εγκατάσταση διάφορων ιμάντων, θα πρέπει να μετρηθεί η ένταση σε κάθε ιμάντα. Κατά την εκτέλεση της συνηθισμένης συντήρησης είναι σημαντικό να ελεγχθεί η ένταση των ιμάντων, ο παραλληλισμός των τροχαλιών των ιμάντων, η κατάσταση και ο βαθμός φθοράς του ιμάντα και των τροχαλιών. Είναι επίσης σημαντικό να διατηρηθεί ο διάλογος με το πρόσωπο που είναι υπεύθυνο παραγωγής ως προς το αν το φορτίο του συστήματος θα παραμείνει το ίδιο.

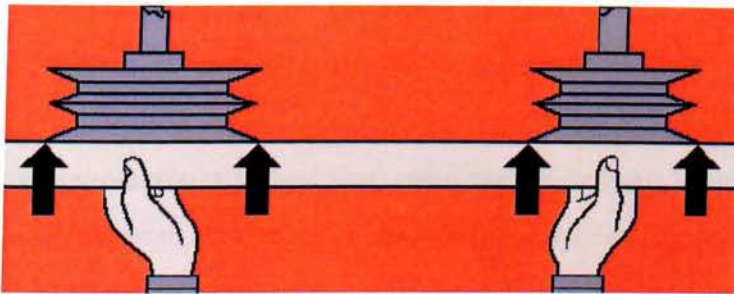
Τα ακόλουθα τέσσερα εργαλεία απαιτούνται για τη σωστή συντήρηση ιμάντων κίνησης:

1. Μετρητής έντασης (tensiometer) για να μετρηθεί η σωστή ένταση (σχήμα 5.15).



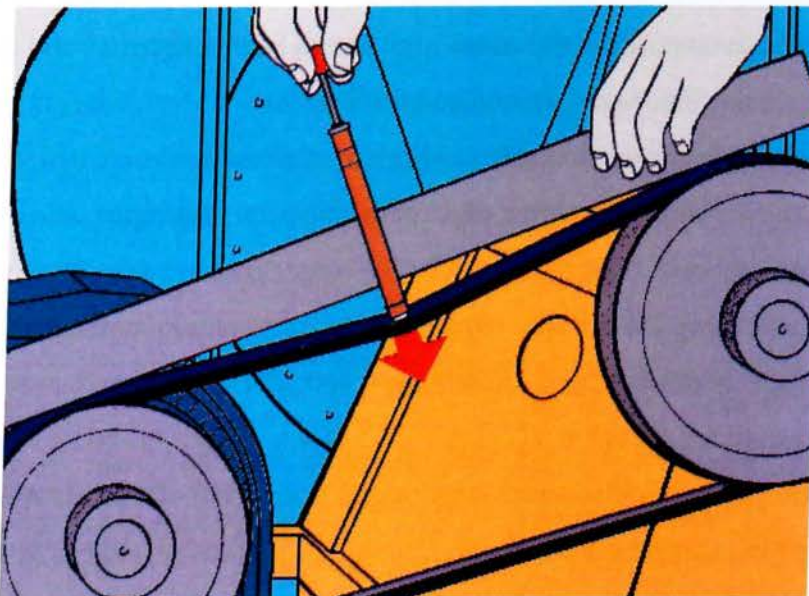
Σχήμα 5.15 Μετρητής έντασης (tensiometer)

2. Μια ρίγα για να αξιολογηθεί ο παραλληλισμός τροχαλιών (σχήμα 5.16).



Σχήμα 5.16. Ρίγα για τον έλεγχο παραλληλισμού τροχαλιών

Η ρίγα πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της έντασης από κοινού με τον μετρητή έντασης (tensiometer) (σχήμα 5.17.).



Όταν η ένταση των ιμάντων κίνησης είναι μεγαλύτερη, ελέγξτε τις τροχαλίες για τον παραλληλισμό χρησιμοποιώντας τη ρίγα και ρυθμίστε τη σωστή ένταση όπου είναι απαραίτητο. Αν αυτό δεν είναι εφικτό τότε αυτό μπορεί να οφείλεται στα ρουλεμάν.

3. Στροφόμετρο για τον έλεγχο της ολίσθησης.

Όταν η ένταση των ιμάντων κίνησης είναι η κατάλληλη, ελέγξτε την ολίσθηση χρησιμοποιώντας το στροφόμετρο. Θα πρέπει να περιλαμβάνονται οι σχέσεις μετάδοσης κατά τη σύγκριση με τον κινητήρα, καθώς και οι μεταβολές συνάρτηση του φορτίου.

4. Αμπεροτσιμπίδα ή ένα αναλυτή ισχύος, για τη μέτρηση του φορτίου στο σύστημα.

Χρησιμοποιήστε ένα όργανο μέτρησης για να ελέγξετε το φορτίο του κινητήρα, και να το συγκρίνετε με το φορτίο βάσει του οποίου ο ιμάντας κίνησης είναι καθορισμένος. Κατόπιν αξιολογήστε εάν είναι δυνατό να μειωθεί ο αριθμός των ιμάντων κίνησης.

Όταν το σύστημα λειτουργήσει για πέντε λεπτά, ελέγξτε και εκτελέστε οποιεσδήποτε ρυθμίσεις που μπορεί να είναι απαραίτητες. Ελέγξτε πάλι μετά από 24 ώρες.

Κατά την εκτέλεση της συνηθισμένης συντήρησης, για την καλύτερη αποδοτικότητα των ηλεκτροκίνητων συστημάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- 1) Διάμετρος τροχαλιών: Όσο το δυνατόν μεγαλύτερος, >220 χιλ. στη μικρότερη τροχαλία.
- 2) Τύπος ιμάντων: Αξιολογήστε την τιμή και τη διαθεσιμότητα
- 3) Λειτουργία: Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα
- 4) Κεντρική απόσταση: Ελαχιστοποιήστε την απόσταση
- 5) Αναλογία: Μεγιστοποιήστε το φορτίο και στον κινητήρα και στον ιμάντα κίνησης
- 6) Εγκατάσταση: Πάντα χρησιμοποιήστε τα αυτοπροωθούμενα sleighs, κρίσιμα για: ένταση και παραλληλισμός μεταξύ των τροχαλιών - χρησιμοποιήστε μετρητή έντασης (tensiometer) και ρίγα.
- 7) Εκκίνηση: Χρησιμοποιήστε έναν ομαλό εκκινήτη (soft starter) ή διαμορφωτή συχνότητας (frequency modulator)

- 8) Ένταση: Χρησιμοποιήστε μετρητή έντασης (tensiometer) αντί μιας εμπειροτεχνικής μεθόδου.
- 9) Ολίσθηση: Μέτρηση και μείωση ολίσθησης.
- 10) Συντήρηση: Η συντήρηση είναι πολύ σημαντική και παραμελείται συχνά, γι' αυτό πρέπει να εφαρμόζεται προγραμματισμένη συντήρηση.

Η σωστή λειτουργία και η συντήρηση των ηλεκτροκίνητων συστημάτων προσφέρουν πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένων των χαμηλότερων λειτουργικών δαπανών, μικρότερο χρόνο διακοπής και την αυξανόμενη ζωή του εξοπλισμού. Για τους περισσότερους τύπους βιομηχανικών ηλεκτροκίνητων συστημάτων, η κατάλληλη συντήρηση περιλαμβάνει έναν συνεχή κύκλο επιθεώρησης, διάγνωσης, συντήρησης και επισκευής. Εάν οι παλαιότεροι κινητήρες πρέπει να επισκευαστούν, η αντικατάσταση πρέπει να εξεταστεί. Αυτό θα μπορούσε να είναι σημαντικό δεδομένου ότι οι υψηλής απόδοσης κινητήρες έχουν μια πολύ καλή επιστροφή σε σύγκριση με τους παλαιότερους κινητήρες.

5.6.8 Μείωση άεργου ισχύος και απωλειών δικτύου

Ένα ηλεκτρικό σύστημα διανομής χαρακτηρίζεται από διαφορετικά στοιχεία όπως, η αρχιτεκτονική του, το μέγεθος του, το μοντέλο λειτουργίας, το σύστημα γείωσης, ο τύπος των πηγών και του φορτίου του, το είδος και τα χαρακτηριστικά των μετασχηματιστών διανομής, τις ενδεχόμενες ειδικές ανάγκες και τις ιδιότητες της παρεχόμενης ισχύος που απαιτείται. Καθώς το κόστος και η πολυπλοκότητα ενός ηλεκτρικού δικτύου σχετίζονται μεταξύ τους, η επιλογή της αρχιτεκτονικής γίνεται με συνδυασμό τεχνικών και οικονομικών κριτηρίων. Η αποτίμηση των λειτουργικών παραμέτρων απαιτεί εξοπλισμό μέτρησης και καλή γνώση των ηλεκτρικών δικτύων. Προκειμένου να επιτραπεί μια συνεχόμενη λειτουργία του συστήματος ελέγχου, θα πρέπει να εγκατασταθεί στο εσωτερικό του δικτύου μόνιμος εξοπλισμός μέτρησης. Οι λειτουργικοί παράμετροι είναι:

(1) Φαινομενική (S), ενεργός (P) και άεργη (Q) ισχύς (VA, W, VAR)	(6) Επίπεδο θορύβου (dB)
(2) RMS τάση και τιμές ρεύματος	(7) Πτώση τάσης, αύξηση και διακοπές
(3) Συντελεστής ισχύος (PF=P/S) ή αλλαγή φάσης	(8) Συνολική αρμονική παραμόρφωση (THD)
(4) Συντελεστής φορτίου (%) ή προφίλ φορτίου	(9) Απώλεια τάσης
(5) Διάρκεια λειτουργίας (ώρες/χρόνια)	(10) Θερμοκρασία λειτουργίας

Πίνακας 5.4 Λειτουργικοί παράμετροι ενός ηλεκτρικού δικτύου

Χωρίς διαθέσιμο εξοπλισμό μετρήσεων, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μια ποιοτική ανάλυση του συστήματος. Η ανάλυση απαιτεί προχωρημένα μέτρα για να εκτιμηθούν οι ακόλουθη παράμετροι:

(1) Διάγραμμα πολικότητας και διανύσματος	(4) Απώλειες φορτίου P_k σε kW, άμεσες και μηδενικής-τάξης σύνθετες αντιστάσεις (συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης θερμοκρασίας),
(2) Αντίσταση περιέλιξης (συμπεριλαμβανομένης και της διόρθωσης θερμοκρασίας)	(5) Αρμονικές και μεταξύ-αρμονικών ηλεκτρομαγνητικό φάσμα
(3) Απώλειες χωρίς φορτίο (συμπεριλαμβανομένης και της διόρθωσης θερμοκρασίας) P_0 σε kW	(6) Θερμοκρασία λειτουργίας

Πίνακας 5.5 Παράμετροι που πρέπει να εκτιμηθούν

Οι διαταραχές του συστήματος και η απόκλιση της θερμοκρασίας που δεν οφείλονται σε διαταραχή του φορτίου, πρέπει να ληφθούν ως συμπτώματα πιθανής ηλεκτρικής διαταραχής.

Επίσης για μια ποιοτική και λεπτομερή ανάλυση θα πρέπει να εκτιμηθούν και οι παρακάτω δείκτες απόδοσης του ηλεκτρικού δικτύου διανομής:

1. Φαινομενική, ενεργός και άνεργη ισχύς	5. Μικρές διακοπές, μεγάλες διακοπές (μέγιστη/ελάχιστη/μέση διάρκεια)
2. Συντελεστής ισχύος ($PF=P/S$) ή αλλαγή φάσης συνημίτονου τάσης-ρεύματος	6. Δριμύτητα και αριθμός των πτώσεων και ανυψώσεων τάσης
3. Ρεύμα	7. Συνολική αρμονική παραμόρφωση (THD)
4. Διαταραχή τάσης	

Πίνακας 5.6 Δείκτες απόδοσης του ηλεκτρικού δικτύου διανομής

Ένα βιομηχανικό δίκτυο διανομής σχεδιάζεται για να εκπληρώσει τις εξής ανάγκες:

- Βελτιωμένη λειτουργία της βιομηχανίας
- Την ασφάλεια και την προστασία των εργαζόμενων
- Την ασφάλεια και την προστασία του εξοπλισμού
- Συνεχόμενη και ποιοτική παροχή ισχύος .

Η ποιότητα της ισχύς του δικτύου διανομής εξαρτάται από τον παροχό και την αρχιτεκτονική του δικτύου καθώς και από τα χαρακτηριστικά των μηχανημάτων και του εξοπλισμού. Τα ασυνήθιστα συμπτώματα λειτουργίας των ηλεκτρικών δικτύων και των μηχανημάτων, προέρχονται κυρίως από τέσσερεις αστοχίες:

- Έλλειψη διακοπών ασφαλείας (φάση/φάση, η φάση/ουδέτερος)
- Υπερφόρτωση
- Αστοχίες των περιστροφικών εξοπλισμών

- Χαμηλής ποιότητας ισχύ που προκαλείται από τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό
Η υπερθέρμανση και η αντίστροφη ροπή είναι συνήθη συμπτώματα της διαταραχής της φάσης περισσότερο από 2%.

Παρ' όλο που οι κινητήρες τυπικά αντέχουν σε μικρές μεταβολές της τάσης κοντά στην ονομαστική τάση, η λειτουργία του κινητήρα σε τάση διαφορετική από την ονομαστική, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αποδοτικότητας του. Αυτό, διαδοχικά, μειώνει το χρόνο ζωής του κινητήρα υπερθερμαίνοντας τα συστήματα λίπανσης και μόνωσης. Για παράδειγμα ένας κινητήρας που λειτουργεί 10% κάτω από την ονομαστική τάση λειτουργίας, παράγει περίπου το 80% της ονομαστικής του ροπής. Η λειτουργία του κινητήρα σε υψηλότερα επίπεδα φορτίου μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη κυκλοφορία ρεύματος και να επέλθει υπερφόρτιση, οδηγώντας στην υπερθέρμανση και στην πρόωρη καταστροφή του κινητήρα.

Είναι εμφανές ότι χρειάζονται τεχνικές δράσεις για την καλή λειτουργία και την εξοικονόμηση ενέργειας των δικτύων και του εξοπλισμού που τροφοδοτείται από αυτό. Οι δράσεις ενεργειακής εξοικονόμησης διαιρούνται στις ακόλουθες εφαρμογές:

- Λειτουργία
- Συντήρηση
- Αναβάθμιση και σχεδιασμός νέας εγκατάστασης

5.6.8.1 Λειτουργία

Άεργος ισχύς: Η άεργος ισχύς καταναλώνεται από την μαγνητική τροχιά των φορτίων όπως οι κινητήρες, οι οποίοι οδηγούν σε αύξηση του ρεύματος στα καλώδια και τους αγωγούς για την ίδια ενεργή ισχύ. Η εναλλαγή τάσης-ρεύματος έχει ποικίλες επιπτώσεις μειώνοντας την ποιότητα της ισχύος, όπως:

- Αυξημένες απώλειες ενέργειας (Joule) στο συνολικό δίκτυο διανομής ($a RI^2$),
- Υπερφόρτιση και υπερθέρμανση των μετασχηματιστών με περιορισμένη διαθέσιμη ενεργή ισχύ

- Πτώση τάσης στην τελική γραμμή με αντικανονική λειτουργία των ευαίσθητων φορτίων,
- Μείωση του αναμενόμενου χρόνου ζωής των κινητήρων και μετασχηματιστών
- Οικονομικό πρόστιμο που πληρώνεται στον πάροχο της ενέργειας.

Η μείωση της άεργου ισχύος επιτρέπει την επίτευξη ενός $\cos \phi$ τέτοιου ώστε να μειώσει τους λογαριασμούς ρεύματος αλλά επίσης να μετριάσει τις επιπτώσεις των ρευμάτων άεργης ισχύος. Η τιμή του $\cos \phi$,συνήθως είναι ανώτερη του 0,85. Η αποκατάσταση πρέπει να είναι προσαρμοσμένη και ρυθμισμένη στην άεργο ισχύ πραγματικού χρόνου. Η επένδυση για την βελτίωση του εγκατεστημένου $\cos \phi$, έχει έναν τυπικό χρόνο αποπληρωμής γύρω στους 6 μήνες με 1,5 χρόνο, το οποίο εξαρτάται από τις ώρες λειτουργίας της επιχείρησης.

Μείωση των αρμονικών παραμορφώσεων: Τα αρμονικά ρεύματα που υπάρχουν σε ένα δίκτυο διανομής προκαλούν όχι μόνο υποβάθμιση της ποιότητας της ισχύος αλλά δημιουργούν επίσης απώλειες πάνω από 10% στα καλώδια, τους μετασχηματιστές και τα φορτία. Οι απώλειες των ρευμάτων Φουκώ, γύρω στο 10% των συνολικών απωλειών του πλήρους φορτίου, αυξάνονται με το τετράγωνο των αρμονικών του ρεύματος. Γενικά, οι μετασχηματιστές φθείρονται όταν παρέχονται μη-γραμμικά φορτία. Συστήνεται η χρήση μετασχηματιστών κλάσης K, που είναι ειδικά σχεδιασμένοι να ελαχιστοποιούν τις απώλειες των ρευμάτων Φουκώ όταν υπάρχουν αρμονικά ρεύματα. Οι πιθανές δράσεις για να αυξηθεί και να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα των δικτύων διανομής δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Περιγραφή	Εξοικονόμηση	Συχνότητα	Εφαρμοσιμότητα	Απαιτούμενες Ικανότητες
Αύξηση του συντελεστή ισχύος χάρη στην τοπική (πυκνωτές, κινητήρας μεταβλητών ταχυτήτων και φίλτράρισμα αρμονικών) ή κεντρική αντιστάθμιση		Μια φορά	+	Εσωτερικές
Μείωση των απωλειών Joule με τον υπερδιαστασιολόγηση των καλωδιώσεων			-	-
Εξέταση φίλτραρίσματος αρμονικών (αντι-αρμονικός στραγγαλισμός, παθητικά ή ενεργά φίλτρα, υβριδικά φίλτρα, γραμμές στραγγαλισμού, Scc), που περιέχουν ρυπασμένα φορτία ή φθαρμένος εξοπλισμός	Μείωση των απωλειών από το φαινόμενο Joule κατά 10% Απώλειες ρεύματος Φουκώ (10% των συνολικών απωλειών)		+	Εξωτερικές
Εξέταση για εγκατάσταση σειρών έργων αντιστάσεων για να λυθεί το πρόβλημα των ενδοαρμονικών διαταραχών	Μείωση 30% από το στροβοσκοπικό φαινόμενο (flickering)			Εξωτερικές
Εγκατάσταση τοπικού εξοπλισμού μετρήσεων (ανά μονάδα/ όροφο/ υπηρεσία). Η συμπεριφορά αλλάζει εξαρτώμενη από τον τρόπο χειρισμού των ενεργειακών αλλαγών				Εξωτερικές
Εγκατάσταση ηλεκτρομηχανικής αντιστάθμισης ισχύος, αντιστάθμισης πραγματικού χρόνου, ηλεκτρονική αντιστάθμιση σε σειρά,	Μείωση του στροβοσκοπικού φαινομένου από 25 μέχρι 50%			Εξωτερικές

Συνέχεια πίνακα στην επόμενη σελίδα

κλείσιμο εναλλαγής για να λυθεί το πρόβλημα διακύμανσης τάσης				
Υπέρυθρος θερμογράφος για να εξακριβωθεί πιθανή υπερθέρμανση των μετασχηματιστών που προκαλείται από τις αρμονικές			++	Εσωτερικές ή εξωτερικές
Εξέταση των UPS , της αντιστάθμισης πραγματικού χρόνου, του δυναμικού ηλεκτρονικού ρυθμιστή τάσης, soft starter , της ηλεκτρονικής αντιστάθμισης, αύξηση της ισχύος, της βραχυκύκλωσης για να λυθεί το πρόβλημα της πτώσης τάσης	Εξαρτάται από την ευαισθησία του εξοπλισμού της εταιρίας και τη συχνότητα πτώσης τάσης	Μια φορά		Εξωτερικές
Εξέταση των UPS , των γεννητριών μεταφοράς σε μηχανική ισχύς, διακόπτη στατικής μεταφοράς, διακόπτες απομόνωσης δικτύων, απομακρυσμένο έλεγχο για να λυθεί το πρόβλημα των διακοπών τροφοδοσίας		Μια φορά		Εξωτερικές
Εκέταση ηλεκτρικής αντιστάθμισης , δυναμικού ηλεκτρονικού ρυθμιστή τάσης, αύξηση της ισχύος κυκλώματος βραχυκύκλωσης για εξισορρόπηση των φορτίων και αποφυγή αναστροφής της ροπής του κινητήρα ή υπερθέρμανση των ασύγχρονων κινητήρων				Εξωτερικές

Πίνακας 5.8 Πιθανές δράσεις για να αυξηθεί και να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα των δικτύων διανομής.

5.6.8.2 Συντήρηση

Μια τακτική προληπτική συντήρηση συμβάλλει στην αποφυγή λειτουργικών βλαβών. Για παράδειγμα, η αστοχία ενός μετασχηματιστή μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά ή ακόμα και δραματικά αποτελέσματα, με το κλείσιμο της παροχής ισχύος μιας εγκατάστασης, ή ακόμα και με ολικό σταμάτημα της λειτουργίας της εγκατάστασης. Στον παρακάτω πίνακα γίνεται προεπισκόπηση των πιθανών δράσεων τακτικής προληπτικής συντήρησης δικτύων διανομής:

Περιγραφή	Εξοικονόμηση	Συχνότητα	Εφαρμοσιμότητα	Απαιτούμενες Ικανότητες
Καθαρισμός εδράνων και συνδέσμων (για προστασία από την σκουριά) – η επιφάνεια επαφής πρέπει να είναι μεγάλη και καθαρή Σφίξιμο μπαρών Έλεγχος του εξοπλισμού ελέγχου		Μια φορά τον χρόνο	+++	Εσωτερικές
Έλεγχος εξοπλισμού προστασίας και διακοπών κυκλωμάτων		Μια φορά τον χρόνο	++	Εσωτερικές
Ανίχνευση διαρροών του εγκατεστημένου λαδιού, έλεγχος του επιπέδου λαδιού και στοιχείων στεγανοποίησης		Μια φορά τον χρόνο	++	Εσωτερικές
Βάψιμο ανίχνευσης βλάβης (δείκτης υπερθέρμανσης)		Μια φορά τον χρόνο	++	Εσωτερικές
Έλεγχος για πιθανή ύπαρξη συμπίκνωσης ή εμπότισης νερού στα τελικά κουτιά		Μια φορά τον χρόνο	++	Εσωτερικές
Υπέρυθρη ανίχνευση υπερθερμασμένων καλωδίων		Μια φορά τον χρόνο	++	
Εκτίμηση του προφίλ φορτίου για μια τυπική διάρκεια λειτουργίας μετρώντας τα ρεύματα και τις τάσεις				
Έλεγχος της κυκλοφορίας του αέρα γύρω από τους μετασχηματιστές		Μια φορά τον χρόνο	++	Εσωτερικές
Έλεγχος των παροχών ισχύος, ρεύματος και τάσης για τον εντοπισμό πιθανής υπερφόρτισης		Μια φορά τον χρόνο	++	
Ανάλυση λαδιών των μετασχηματιστών (χρωματογραφία, ιδιότητες μόνωσης, ποσοστό νερού, αναλύσεις αερίων ...) κάθε δύο χρόνια για τους αεριζόμενους μετασχηματιστές ασυνεχούς λειτουργίας και κάθε έξι χρόνια για τους μη-αεριζόμενους μετασχηματιστές ασυνεχούς λειτουργίας		Κάθε δύο ή έξι χρόνια	+	Εξωτερικές
Μέτρηση των αντιστάσεων περιέλιξης και συνδέσεων		Προκαταρκτικά, μια φορά τον χρόνο		
Έλεγχοι μόνωσης		Προκαταρκτικά, μια φορά τον χρόνο		

Πίνακας 5.9 Πιθανές δράσεις τακτικής προληπτικής συντήρησης δικτύων διανομής

5.6.8.3 Αναβάθμιση και σχεδιασμός νέας εγκατάστασης

Η αναβάθμιση ενός δικτύου διανομής έχει να κάνει με την αποκατάσταση ελαττωματικού εξοπλισμού και υλικού. Στην περίπτωση ελαττωματικού εξοπλισμού και υλικού, υπάρχουν τρεις πιθανές δράσεις:

- Επισκευή του ελαττωματικού υλικού
- Αντικατάσταση ελαττωματικού υλικού με ένα αντίστοιχο που υπάρχει στην εταιρεία
- Αντικατάσταση ελαττωματικού υλικού με ένα καινούργιο μεγαλύτερης ενεργειακής αποδοτικότητας

Περιγραφή	Εξοικονόμηση	Συχνότητα	Εφαρμοσιμότητα	Απαιτούμενες Ικανότητες
Περιέλιξη είναι συνήθως μια οικονομικά αποτελεσματική λύση για εξειδικευμένους μετασχηματιστές ή περιστροφικά μηχανήματα			+	Εξωτερικές
Αντικατάσταση των συνδέσμων πλαισίου (δεξαμενής)				Εξωτερικές
Αντικατάσταση του μονωτικού υγρού μετά τον καθαρισμό της δεξαμενής				Εξωτερικές
Αντικατάσταση των παλαιών μετασχηματιστών με καινούργιους μετασχηματιστές υψηλής απόδοσης	15 έως 20% για απώλειες χωρίς φορτίο			Εξωτερικές
Αντικατάσταση παλαιών	Απώλειες			Εξωτερικές
(<1980) γενικά χαμηλής τάσης γραμμών με νέες(>2000), (το μήκος των αγωγών μειώνεται γύρω στο 40%)	Joule μειωμένες κατά 30%			
Επιλογή στοιχείων υψηλής απόδοσης για τον πίνακα χαμηλής τάσης με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση π.χ. standards για διακόπτη κυκλωμάτων (20W) και αποδοτικό (7W) Τέτοια μείωση ισχύος μπορεί επίσης να παρουσιάσει την ανάγκη για κλιματισμό				Εξωτερικές
Αντικατάσταση των παλιών μετατροπέων ισχύος (inverter) με νέους αποδοτικούς μετατροπείς: η αποδοτικότητα είναι μεγαλύτερη και ο συντελεστής ισχύος μεταβάλλεται από 10% έως 15%				Εξωτερικές
Πρόσθεση φίλτρων για αρμονικές στην περίπτωση δικτύων φτωχής ποιότητας ισχύος				Εξωτερικές

Πίνακας 5.9. Πιθανές δράσεις αναβάθμισης δικτύου διανομής

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να διεξαχθεί μια οικονομική και τεχνική ανάλυση, που θα λαμβάνει υπόψη το συνολικό κόστος, τα κοινά ή εξειδικευμένα χαρακτηριστικά και τη διάρκεια επισκευής. Γενικά, η αντικατάσταση ενός παλαιού ή ελαττωματικού μηχανήματος με ένα καινούργιο, πιο αποδοτικό, είναι οικονομικό αποτελεσματικό και γρήγορο (κοινοί εξοπλισμοί είναι εύκολα διαθέσιμοι). Από την άλλη πλευρά, για εξειδικευμένο εξοπλισμό, ή έχουν αλλάξει τα πρότυπα παρελθόντος, ή, η επισκευή είναι ταχύτερη και οικονομικά αποτελεσματικότερη. Στους παρακάτω πίνακες γίνεται επισκόπηση των πιθανών δράσεων για αναβάθμιση και σχεδιασμό νέας εγκατάστασης:

Περιγραφή	Εξοικονόμηση	Συχνότητα	Εφαρμοσιμότητα	Απαιτούμενες Ικανότητες
Επιλογή μετασχηματιστών υψηλής αποδοτικότητας αντί για κοινούς μετασχηματιστές	15 έως 20% για απώλειες χωρίς φορτίο		++	Εσωτερικές
Εξακρίβωση ότι οι μετασχηματιστές ψύχονται σωστά αν είναι τοποθετημένοι σε μικρούς εσωτερικούς χώρους		--	++	Εσωτερικές
Επιλογή ψυχόμενων μετασχηματιστών φυσικής μεταφοράς (ONAN) αντί για εξαναγκασμένης μεταφοράς μετασχηματιστές (ONAF)			++	Εσωτερικές
Συγκέντρωση των μη γραμμικών φορτίων κοντά στους μετασχηματιστές χαμηλής τάσης		--	+	Εσωτερικές
Συγκράτηση μη γραμμικών φορτίων		--	+	Εσωτερικές
Μείωση της τάσης βραχυκύκλωσης των μετασχηματιστών (ή την αντίσταση) / φθείρουν τους μετασχηματιστές		--	++	

Πίνακας 5.10 Πιθανές δράσεις σχεδιασμού δικτύου διανομής

Για κάθε ένα από τα μέτρα των παραπάνω πινάκων, η εκτίμηση θα πρέπει να αξιολογήσει την καταλληλότητα και την αποδοτικότητα αυτών.

5.6.9. Σβήσιμο των κινητήρων

Η απλούστερη μέθοδος για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από τους ηλεκτρικούς κινητήρες είναι να τα σβήνετε όταν δεν απαιτείται. Το χειροκίνητο σβήσιμο των κινητήρων θα λειτουργήσει μόνο με τη στενή συνεργασία του

προσωπικού, π.χ. κατά τα διαλείμματα ή το μεσημέρι. Οι κινητήρες μπορούν επίσης να σβηστούν χρησιμοποιώντας έναν χρονικό διακόπτη. Υπάρχουν διάφορες εφαρμογές που δεν χρειάζονται τη συνεχή λειτουργία και που δεν συνδέονται άμεσα με την παραγωγή, οπότε θα μπορούσε με κάποιους αισθητήρες (π.χ. φωτοκύτταρα) να μην τροφοδοτούνται οι κινητήρες κατά τη διάρκεια μη απασχόλησης.

5.7 Μείωση των αντιστάσεων κίνησης

Οι βασικές αντιστάσεις των ταινιόδρομων συνήθως υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τα πρότυπα ISO5048, CEMA ή DIN 22101. Αυτές οι μέθοδοι διαιρούν τη γενική αντίσταση σε συστατικές αντιστάσεις ή ομάδες που προστίθενται για να δώσει τη συνολική δύναμη αντίστασης του μεταφορέα. Μερικές προτάσεις σχετικά με τη μείωση των δυνάμεων αντίστασης στις διάφορες περιοχές περιγράφονται παρακάτω.

5.7.1 Ελαχιστοποίηση του υλικού ανέλκυσης (slope resistances)

Η αντίσταση που οφείλεται στην ανέλκυση του υλικού (και της ταινίας) είναι συχνά ένα μεγάλο τμήμα της συνολικής αντίστασης των ταινιόδρομων. Είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθούν με την εξασφάλιση ότι το τμήμα ανέλκυσης της μεταφορικής ταινίας έχει τη μικρότερη διαδρομή και δεν είναι μεγαλύτερο από τι χρειάζεται να είναι. Κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις απαιτήσεις ύψους της μεταφορικής ταινίας για να εξασφαλιστεί ότι επαρκείς συνθήκες μεταφοράς του υλικού υπάρχουν σε όλα τα σημεία φόρτωσης / εκφόρτωσης.

5.7.2 Επιλογή ταινίας σύμφωνα με το σχεδιασμό

Η συνολική μάζα της ταινίας σε ένα ταινιόδρομο μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη, ιδιαίτερα σε μεγάλου μήκους μεταφορικές ταινίες. Δεδομένου ότι η ονομαστική ισχύς της ταινίας αυξάνεται, τόσο επίσης αυξάνεται και η συνολική μάζα

της ταινίας. Παραδείγματος χάριν, μια ταινία τύπου ST500 έχει μάζα περίπου 5kg/m^2 ενώ μια ταινία τύπου ST2000 έχει μάζα περίπου 14.5kg/m^2 . Ο συντηρητισμός στην επιλογή των παραγόντων ασφάλειας των μεταφορικών ταινιών μπορεί να οδηγήσει στην υψηλότερη ισχύ αλλά και τις βαρύτερες ταινίες από αυτή που απαιτείται από τον ταινιόδρομο. Είναι φανερό, ότι οι ταινιόδρομοι δεν πρέπει να σχεδιάζονται επιλέγοντας μια βαρύτερη ταινία από αυτή που απαιτείται.

5.7.3 Χρησιμοποίηση αποδοτικών υλικών στα σημεία μεταφοράς

Τα αποδοτικά υλικά στις μεταφορικές ταινίες, χρησιμεύουν για τον περιορισμό των εργασιών που απαιτούνται για την επιτάχυνση του υλικού στη κατεύθυνση της ταινίας. Οποιαδήποτε μείωση της διαφοράς της ταχύτητας μεταξύ της ταχύτητας του υλικού φόρτωσης και της ταχύτητας της ταινίας θα μειώσει τις αντιστάσεις επιτάχυνσης του υλικού.

5.7.4 Αποφύγετε τα υπερβολικά μήκη μπαρών στις περιοχές φόρτωσης/εκφόρτωσης

Τα μήκη μπαρών στις περιοχές φόρτωσης πρέπει να είναι ορισμένου μεγέθους έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι η επιβάρυνση του ταινιόδρομου βρίσκεται στην κατώτατη τιμή. Το φορτωμένο υλικό πρέπει επίσης να είναι ελεύθερο στις περιοχές τροφοδοσίας. Τα υπερβολικά μήκη πρέπει να αποφευχθούν δεδομένου ότι θα αυξήσουν τις αλληλεπιδράσεις της τριβής υλικού και ταινίας με το περίβλημα, με αποτέλεσμα την αύξηση των ολικών αντιστάσεων μεταφορικών ταινιών. Αυτή η επίδραση συντίθεται στους μεταφορείς με τα πολλαπλάσια σημεία τροφοδοσίας ή τα σημεία εκφόρτωσης. Με την κατάλληλη σχεδίαση ολισθητήρων μπορεί επίσης να επαλειφθεί η απαίτηση για μπάρες και περίβλημα συνολικά.

5.7.5 Επιλογή του κατάλληλου τύπου ράουλων συγκράτησης, και κατανόηση αποτελεσμάτων κάμψης (κρέμασμα) της ταινίας.

Η κατάλληλη επιλογή ράουλων συγκράτησης (συμπεριλαμβανομένων των ρουλεμάν και των τύπων δακτυλιδιών) και των διαστημάτων χρησιμεύουν στη

μείωση δυνάμεων αντίστασης μη απασχόλησης. Οι παράγοντες που χρειάζονται να εξεταστούν στην επιλογή περιλαμβάνουν: τύπος υπηρεσίας, ώρες λειτουργίας, μεταφερόμενο φορτίο, ταχύτητα ταινίας, φόρτωση ρουλεμάν, ύψος και γωνία σημείων κάμψης (π.χ. οι αντιστάσεις θα αυξηθούν με μια αύξηση στη γωνία σημείων κάμψης). Τα διαστήματα μεταξύ των ράουλων συγκράτησης έχουν επιπτώσεις επίσης στη κάμψη της ταινίας, που είναι συνάρτηση της απόστασης των ράουλων συγκράτησης, της έντασης και του βάρους της ταινίας. Η υπερβολική κάμψη (>1%) μπορεί να έχει δυσμενείς συνέπειες στις απαιτήσεις ισχύος και αξιοπιστία των συστατικών στοιχείων. Οι υψηλές τιμές κάμψης πρέπει να χρησιμοποιηθούν με προσοχή και μόνο όπου επιτρέπεται.

Μονωτικό περίβλημα ράουλων μεταφορέων: Η χρησιμοποίηση μονωμένων ράουλων, και η επιλογή υλικού μόνωσης, είναι δύο από τα σημαντικότερα ζητήματα στον σχεδιασμό ταινιόδρομων. Το βουλκανισμένο μονωτικό περίβλημα ράουλων, μια ένωση SBR με μια σκληρότητα 55-65 durometer, θα αυξήσει το συντελεστή τριβής μεταξύ της ταινίας και του ράουλου τουλάχιστον κατά 50% σε σχέση με τα τυποποιημένα μη μονωμένα ράουλα (χάλυβα).

Το ελαστικό μονωτικό περίβλημα βοηθάει στη βελτίωση της ευθυγράμμισης της ταινίας και την κίνηση της ταινίας στο κέντρο του ράουλου. Το όφελος του μονωτικού περιβλήματος, είναι η αύξηση της ζωής των ράουλων, με την προστασία από το γδάρισμα και τη φθορά. Ένα πρόσθετο όφελος, επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των αυλακίων που βοηθούν να αποβάλλουν το νερό και το υλικό ρύπανσης της ταινίας.

Ένα από τα καλύτερα διαθέσιμα υλικά μονωτικών περιβλημάτων είναι το κεραμικό μονωτικό περίβλημα. Γενικά, αυτό το υλικό χαρακτηρίζεται από την μεγάλη αντοχή στη φθορά, την απόδοση, τη διάρκεια και την ικανότητα μεταφοράς φορτίων. Αυτά, επιτυγχάνονται λόγω των ανθεκτικά στη φθορά των κεραμικών στρώσεων, σε συνδυασμό με μια προηγμένη ελαστική σύνθεση. Μερικά από τα πλεονεκτήματα του κεραμικού μονωτικού περιβλήματος είναι:

- Διπλάσιο συντελεστή τριβής σε σχέση με τα μη μονωμένα ράουλα
- Μέχρι 50% υψηλότερος συντελεστής τριβής σε σχέση με τα ράουλα με ελαστικό μονωτικό περίβλημα
- Σχεδόν εξάλειψη της ολίσθησης της ταινίας

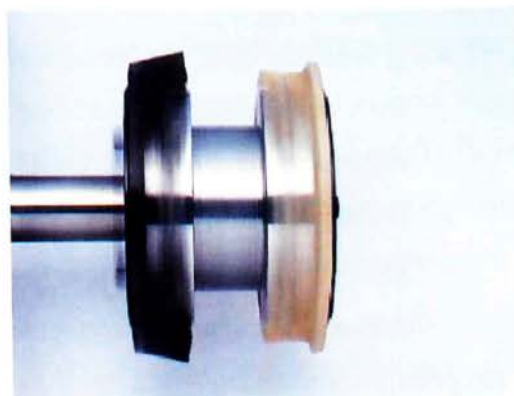
- Χαμηλότερη τάση της ταινίας και μικρότερο βάρος λήψης, αυξάνει τη διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων και της ταινίας
- Εύκολη αποβολή του νερού και των ρύπων
- Μείωση του μεγέθους των αξόνων και των ρουλεμάν που απαιτούνται
- Η διάρκεια ζωής των ράουλων κίνησης με κεραμικό μονωτικό περίβλημα είναι κατά οκτώ φορές μεγαλύτερη από τα τυποποιημένα ράουλα ελαστικού μονωτικού περιβλήματος SBR
- Η ευθυγράμμιση της ταινίας βελτιώνεται αισθητά
- Μείωση της απαιτούμενης ισχύος έως 1,3%

Μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση: Τα δομικά άθικτα ράουλα μπορούν να καθαριστούν και να ανακατασκευαστούν με ένα κόστος 25-35% του κόστους ενός καινούργιου ράουλου. Εάν είναι απαραίτητο, το ράουλο μπορεί να επισκευαστεί με την τοποθέτηση νέων δακτυλίων και ρουλεμάν. Αν και η προσθήκη των πρόσθετων εξαρτημάτων θα αυξήσει το συνολικό κόστος της ανακατασκευής, το αποτέλεσμα είναι ένα εντελώς ανακατασκευασμένο ράουλο, το οποίο είναι άμεσα διαθέσιμο για να τοποθετηθεί πίσω στην υπηρεσία, ή ως εφεδρεία για μελλοντική χρήση κατά τη διάρκεια ενός προγραμματισμένου κύκλου συντήρησης. Αυτός ο τρόπος σκέψης μπορεί πραγματικά να βοηθήσει στη βελτίωση των εγκαταστάσεων, και να χρησιμεύσει στη προστασία του περιβάλλοντος από την αποβολή των αποβλήτων και μέσω της συντήρησης με την εφαρμογή του δοκιμασμένου “μειώστε, επαναχρησιμοποιήστε και ανακυκλώστε”.

Μείωση των ενδιάμεσων ράουλων και αντίστασης κίνησης: Η μείωση των ενδιάμεσων ράουλων κίνησης, ειδικά στους μακρύτερους ταινιόδρομους, όπου η απαίτηση ισχύος μπορεί να αποτελέσει τουλάχιστον το 10% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στον ταινιόδρομο, έχει ως αποτέλεσμα τη χρησιμοποίηση λιγότερης ενέργειας για να γυρίσει κάθε ράουλο, μείωση δαπανών και την προστασία του περιβάλλοντος.

Εκτός από τα ανωτέρω στοιχεία, που μειώνουν το υλικό μεταφοράς, με την υιοθέτηση και διατήρηση κατάλληλου συστήματος συντήρησης και ελέγχου και διόρθωσης των προβλημάτων λειτουργίας της ταινίας, η εφαρμογή των αποδοτικών ρουλεμάν θα συμβάλλουν στη μείωση των συνολικών αντιστάσεων και την εξοικονόμηση ενέργειας ενός ταινιόδρομου. Τα ενεργειακά αποδοτικά ρουλεμάν

βαθιών αυλακιών, συνδυάζουν μια βελτιστοποιημένη εσωτερική γεωμετρία, χαμηλό συντελεστή τριβής, και ένα νέο πολυμερές κλωβό.



Σχήμα 5.18. Νέο σχήμα ρουλεμάν

Σχήμα 5.19 Σύγκριση της παραμόρφωσης

Τα οφέλη από τη χρήση των ρουλεμάν βαθιού αυλακιού είναι!

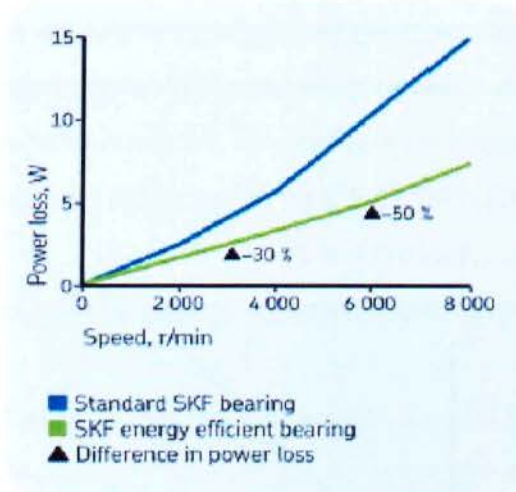
- Τουλάχιστον 30% εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας
- Διπλασιασμός ζωής και ωρών λειτουργίας
- Ομαλή λειτουργία, λιγότερη παραγωγή θερμότητας
- Με βάση τις διαστάσεις αντικαθιστά τα ισοδύναμα τυποποιημένα ρουλεμάν
- Διατίθεται από το απόθεμα σε επιλεγμένα μεγέθη

Οι εργαστηριακές μετρήσεις που εκτελέστηκαν επιβεβαίωσαν τα επιτευχθέντα αποτελέσματα σε σύγκριση με τα τυποποιημένα ρουλεμάν.

Λιγότερη κατανάλωση ισχύος

Οι δοκιμές με ενεργειακά αποδοτικά ρουλεμάν βαθιού αυλακιού παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας περισσότερο από 30% έναντι των τυποποιημένων ρουλεμάν.

- Προσδιορισμός: E2.6306-2Z/C3 (προστατευμένο ρουλεμάν)
- Θερμοκρασία λειτουργίας: 80°C
- Ακτινωτό φορτίο: kN 0.75

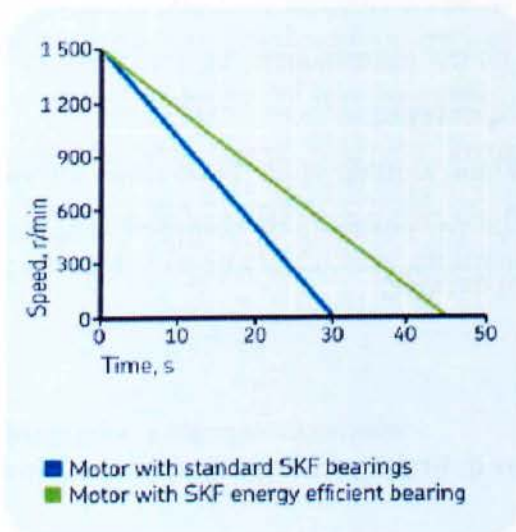


Σχήμα 5.20 Δοκιμή κατανάλωσης ισχύος

Λιγότερη τριβή

Οι δοκιμές αυτές αποδεικνύουν ότι τα ενεργειακά αποδοτικά ρουλεμάν βαθιού αυλακιού, παράγουν τη λιγότερη τριβή έναντι των τυποποιημένων ρουλεμάν.

- Προσδιορισμός: E2.6306-2Z/C3 (προστατευμένο ρουλεμάν)
- Θερμοκρασία λειτουργίας: 60°C
- Ταχύτητα κατά την απενεργοποίηση : 1 500 r/min

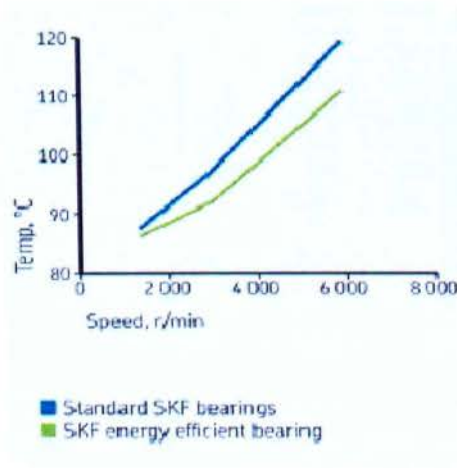


Σχήμα 5.21 Δοκιμή τριβής

Μικρότερη θερμοκρασία λειτουργίας

Οι δοκιμές με τις διαφορετικές ταχύτητες δείχνουν ότι τα ενεργειακά αποδοτικά ρουλεμάν βαθιού αυλακιού, λειτουργούν με χαμηλότερες θερμοκρασίες έναντι των τυποποιημένων ρουλεμάν .

- Προσδιορισμός: E2.6312-2Z/C3 (προστατευμένο ρουλεμάν)
- Ακτινωτό φορτίο: C/P=10 (kN 8.2)



Σχήμα 5.22 Δοκιμή θερμοκρασίας λειτουργίας

Εκτός από τα αποτελέσματα της δοκιμής που παρουσιάζονται ανωτέρω, έχει υπολογιστεί η χαρακτηριστική εξοικονόμηση ενέργειας με την πάροδο του χρόνου όπως ακολουθεί:

- κινητήρας 7.5 KW που λειτουργεί με 3 000 r/min συνεχώς: αποταμίευση 94 KWH/έτος, συγκρίσιμη με την κατανάλωση ενέργειας ενός ενεργειακού αποδοτικού λαμπτήρα 11 W για 1 έτος συνεχώς.
- κινητήρας 37KW που λειτουργεί με 3 000 r/min συνεχώς: αποταμίευση 270 KWH/έτος, συγκρίσιμη με την κατανάλωση ενέργειας ενός ενεργειακού αποδοτικού λαμπτήρα 11 W για 3 έτη συνεχώς.

5.8 Ελαχιστοποίηση των αποτελεσμάτων απομείωσης κίνησης

Η απομείωση της κίνησης των μεταφορικών ταινιών μπορεί να προέλθει από διάφορες πηγές που εξαρτώνται από τη διαμόρφωση της κίνησης. Είναι πηγές άσκοπων ενεργειακών απωλειών και ενώ δεν μπορούν να αποβληθούν πλήρως,

πρέπει να γίνουν προσπάθειες για να ελαχιστοποιηθούν οι επιδράσεις τους. Παρακάτω γίνεται μια συζήτηση για τους διάφορους παράγοντες απομείωσης. Αυτοί θα εξεταστούν στη συνέχεια με μερικές προτάσεις σχετικά με το πώς να ελαχιστοποιήσουν τον αντίκτυπό τους στο σύστημα κίνησης.

5.8.1. Αποδοτικότητα συζεύξεων και κιβωτίων ταχυτήτων

Οι τιμές αποδοτικότητας για αυτά τα συστατικά είναι χαρακτηριστικά 95-97%. Δεν υπάρχει ουσιαστικά τίποτα που μπορεί να γίνει για να βελτιώσει το ποσοστό απόδοσης αυτών των συστατικών, εντούτοις ένα κατάλληλο καθεστώς συντήρησης θα βοηθήσει να εξασφαλίσει ότι η αποδοτικότητα δεν μειώνεται κάτω από τις αναφερόμενες τιμές. Η σωστή επιλογή λιπαντικών έχει επιπτώσεις επίσης σε αυτήν την τιμή αποδοτικότητας και η επιλογή των λιπαντικών που χρησιμοποιούνται πρέπει να βασιστεί στη σύσταση του κατασκευαστή: Η χρήση λιπαντικών υψηλότερου ιξώδους έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

5.8.2. Απώλειες γραμμών μεταξύ του κινητήρα και του ελεγκτή

Αυτές οι απώλειες εμφανίζονται μεταξύ του ελεγκτή κινητήρων και του κινητήρα και εξαρτώνται κατά ένα μεγάλο μέρος από το μήκος γραμμών. Κατά συνέπεια, οι μονάδες κίνησης μεταφορικών ταινιών πρέπει να τοποθετηθούν όσο το δυνατόν πιο κοντά σχεδόν στα κέντρα ελέγχου κινητήρων (MCCs) για να περιορίσουν τα μήκη γραμμών και τις σχετικές απώλειες. Η σωστή και κατάλληλη επιλογή καλωδίων μπορεί επίσης να συμβάλλει στη μείωση αυτών των απωλειών.

5.8.3. Απώλειες συνδυασμών κινητήρα-ελεγκτών

Αυτές οι απώλειες είναι συνυφασμένες με τον συνδυασμό κίνησης και λίγα μπορούν να γίνουν για να μειώσουν τέτοιες απώλειες. Μια πλήρης κατανόηση των αποτελεσμάτων των απωλειών για έναν συνδυασμό κίνησης μπορεί να βοηθήσει να αποφασίσει την καταλληλότητά του για μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

5.8.4. Επιπτώσεις κατανομής φορτίου

Αυτά τα αποτελέσματα υπάρχουν στα πολλαπλάσια συστήματα τροχαλιών κίνησης όπου οι παραλλαγές περιστροφικής ταχύτητας υπάρχουν ή αναγκάζονται επάνω στους κινητήρες. Μερικές μέθοδοι για να περιορίσουν αυτά τα αποτελέσματα είναι:

- Έλεγχος διαμέτρων τροχαλιών που μπορούν να ποικίλουν λόγω των ανοχών κατασκευής, ενίσχυσης ή ένδυσης
- Χρησιμοποίηση ίδιων κινητήρων και κατά προτίμηση ίδιων κατασκευαστών όπου είναι δυνατόν για να περιορίσουν τις παραλλαγές λειτουργίας μεταξύ των κινητήρων
- Εξασφάλιση ότι οι ρευστές συζεύξεις συντηρούνται και γεμίζουν σωστά
- Χρησιμοποίηση ενός αποτελεσματικού συστήματος ελέγχου για τις άμεσες συνδεδεμένες μονάδες το οποίο μέτρα την κατανομή ροπής μεταξύ των κινήσεων και προσαρμόζει αναλόγως την ταχύτητα των κινητήρων ώστε να επιτευχθεί ίση κατανομή του φορτίου.

Αν και τα αποτελέσματα αυτών των πρόσθετων αντιστάσεων και παραγόντων απομείωσης μεμονωμένα είναι σχετικά μικρά, το αποτέλεσμα συνδυασμού αυτών είναι σημαντικό και δεν μπορεί να αγνοηθεί.

Η ανωτέρω συζήτηση έχει παράσχει κάποιες πληροφορίες για τους τομείς της πιθανής εξοικονόμησης ενέργειας όπου ο σχεδιαστής μεταφορικών ταινιών μπορεί να στοχεύσει για να επιτευχθεί ένα αποδοτικότερο, με λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις σύστημα μεταφορέων. Εντούτοις, το μέγιστο όφελος από αυτές τις βελτιώσεις σχεδιασμού θα επιτευχθεί μόνο εάν ένα καλό καθεστώς συντήρησης υποστηρίζεται και διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του συστήματος, και θα συμβάλουν στην εξασφάλιση της ελάχιστης ζήτησης ισχύος, και την εξάλειψη των πηγών των περιττών απωλειών ενέργειας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί άμεση προτεραιότητα παγκοσμίως, καθώς είναι ευδιάκριτες οι επιπτώσεις από τη διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας τόσο στο περιβάλλον όσο και στην οικονομία.

Στην Ελλάδα, όπου το ενεργειακό κόστος είναι από τα υψηλότερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η εφαρμογή συστημάτων εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση του κόστους ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος, παράλληλα με τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Τα στοιχεία δείχνουν πως τα τελευταία 20 χρόνια έχει γίνει παγκοσμίως ουσιαστική πρόοδος στο θέμα της εξοικονόμησης ενέργειας στις ενεργοβόρες βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένου και του κλάδου παραγωγής ενέργειας. Ωστόσο, η εν δυνάμει πιθανότητα πιο αποδοτικής χρήσης της ενέργειας υφίσταται ακόμα. Τα αποτελέσματα χαρακτηριστικά δείχνουν πως:

- Η κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία χάλυβα θα μπορούσε να μειωθεί κατά 40% υπό την προϋπόθεση πως οι κύριες χώρες παραγωγής χάλυβα, θα είχαν ως σημείο αναφοράς στο θέμα της εξοικονόμησης ενέργειας τη χώρα εκείνη που θα έχει παρουσιάσει τα καλύτερα αποτελέσματα παγκοσμίως.
- Η κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία θα μπορούσε να μειωθεί κατά 20% υπό την προϋπόθεση πως οι κύριες χώρες παραγωγής, θα είχαν ως σημείο αναφοράς στο θέμα της εξοικονόμησης ενέργειας τη χώρα εκείνη που θα έχει παρουσιάσει τα καλύτερα αποτελέσματα παγκοσμίως.
- Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά παραγόμενη κιλοβατώρα (kW) θα μπορούσαν να μειωθούν κατά 20%, εφόσον επιτευχθεί σε παγκόσμιο επίπεδο εξοικονόμηση ενέργειας στην παραγωγή της ίση με τον μέσο όρο των 10 πρώτων χωρών.

Ο βιομηχανικός τομέας είναι από τους μεγαλύτερους χρήστες της ενέργειας σε όλο τον κόσμο και οι μεταφορικές ταινίες χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την μεταφορά και αποθήκευση διαφόρων υλικών όπως π.χ. στις βιομηχανίες τροφίμων, για την μεταφορά δεμάτων, για την μεταφορά αποσκευών στα αεροδρόμια, κ.τ.λ.

Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι οι ταινιόδρομοι αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο χειρισμού υλικών. Προσφέρουν την ευκαιρία για να δοθεί ώθηση στην παραγωγικότητα, να μειώσουν το χειρισμό του προϊόντος και των ζημιών, και να

ελαχιστοποιήσουν το περιεχόμενο της εργασίας σε μια εγκατάσταση παραγωγής ή διανομής

Η συνεχώς αυξανόμενη απαίτηση να ελαχιστοποιηθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις βιομηχανικών εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβανόμενων και των ταινιόδρομων, για οικονομικούς και περιβαλλοντικούς λόγους, είναι μια κρίσιμη πτυχή οποιουδήποτε προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας. Αν και οι μεταφορικές ταινίες, είναι σχετικά πιο αποδοτικές σε σύγκριση με άλλες μεθόδους μεταφορών, υπάρχουν ακόμα διάφορες μέθοδοι για να μειώσουν τις απαιτήσεις ισχύος στους ταινιόδρομους. Συνεπώς, οι σχεδιαστές μεταφορικών ταινιών βρίσκονται αντιμέτωποι με την πρόκληση της εφαρμογής των κατάλληλων μέτρων για την επίτευξη των λιγότερο ενεργειακών απαιτήσεων συστημάτων μεταφορικών ταινιών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω των προσεκτικών και πλήρων εκτιμήσεων στο σχεδιασμό που θα συνδυάζονται με διαδικασίες καλής συντήρησης σε μία προσπάθεια να ελαχιστοποιηθούν οι δυνάμεις αντίστασης των συστημάτων μεταφορικών ταινιών. Επιπλέον, οι ενεργειακές απώλειες στα τμήματα κίνησης αποτελούν μια ακόμη περιοχή εξοικονόμησης ενέργειας.

Ας ελπίσουμε ότι η ωριμότητα και η περιβαλλοντική ευαισθησία που τα τελευταία χρόνια έχει αποκτήσει η βιομηχανία της δίνει τη δυνατότητα να αναπτύξει μια πιο καινοτόμο πολιτική η οποία μπορεί να στοχεύσει στην επίτευξη της όλο και μεγαλύτερης εξοικονόμησης ενέργειας σε όλους τους τομείς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Study for preparing the first Working Plan of the EcoDesign Directive – C. Psomopoulos
- Theory of energy efficiency standards and labels - T.M.I. Mahlia *, H.H. Masjuki, I.A. Choudhury
- Methodology for predicting market transformation due to implementation of energy efficiency standards and labels - T.M.I. Mahlia *
- Measurement and verification of a motor sequencing controller on a conveyor belt - A.Z. Dalglish *, L.J. Grobler

- A new conveyor system based on a passive magnetic levitation unit having repulsive-type magnetic bearings - T. Ohjia,*, S. Ichiyamaa, K. Ameia, M. Sakuia, S. Yamadaba
- New multifunction filter implemented with current conveyors -Og̃uzhan C icekoglu*

- Energy-efficient motor systems in the industrial and in the services sectors in the European Union: characterisation, potentials, barriers and policies
Anibal T. de Almeida, Paula Fonseca, Paolo Bertoldi

- Eco-design of non-metallic layer composites with respect to conveyor Belts - Krystyna Czaplicka*

- Current conveyor filters: Classification and review – Ahmed M.Soliman

- Application of Design Parameters Space Search for BeltConveyor Design
S. S. TSALIDIS - A. J. DENTSORAS

- A review on electrical motors energy use and energy savings -R. Saidur

- A new conveyor system based on a passive magnetic levitation unit having repulsive-type magnetic bearings - T. Ohjia*, S. Ichiyamaa, K. Ameia, M. Sakuia, S. Yamadab
- A mathematical analysis of tension shocks in long belt conveyors
D. Ellist - K. Miller
- Energy-Efficient Electric Motors, Third Edition (Electrical) Ali Emadi
- Industrial Power Engineering and Applications Handbook K. C. Agrawal
- Design fundamentals for drive systems on conveyors - Luke Meakin* and Peter Saxby, Hatch
- Latest Developments in Belt Conveyor Technology -M. A. Alspaugh
- Variable-speed drives for belt-conveyor systems - ABB Process Industries
- Eco- friendly conveying- Paul Ross
- Belt tension, power, and drive engineering – Cema belt book-fifth edition chapter 6
- Light Belt Conveyor Installations - René Seiler
- Βιομηχανικές διεργασίες και ενεργειακή κατανάλωση - Ε. Μαθας ,B. Αλεξάνδρου
- Definition of Standards for High Efficiency Electric Motors -Tomaž Fatur-Jozef Stefan Institute
- Canning conveyor engineering & bulk handling - Canning Conveyor
- EUP Lot 11 Motors - Aníbal T. de Almeida -Fernando J. T. E. Ferreira- João Fong - Paula Fonseca

- Motor Challenge – Ευρωπαϊκή Επιτροπή
- An introduction to Eco Design - Karsten Schischke, Marcel Hagelüken, Gregor Steffenhagen
- Ecodesing -Best Practice of ISO/TR 14062- Kun-Mo Lee - Pil-Ju Park
- Ecodesing in twelve steps – Wimmer Wolfgang – Lee Kun-Mo – Jeong In-Tae – Hong John-Hee
- Coordinating Ecodesign Methods in Early Stages of Industrial Product Design - Mario Fargnoli - Tomohiko Sakao
- Αποδοτική Χρήση της Ενέργειας στη Βιομηχανία - Tadhg Coakley, Noel Duffy, Sebastian Freiburger, Johannes Fresner, Jos Houben, Hannes Kern, Christina Krenn, Colman McCarthy, Harald Raupenstrauch
- Technological Change and the Environment - Adam B. Jaffe, Richard G. Newell, and Robert N. Stavins
- Energy Savings in the Minerals Industry with Copper-Rotor “Super-Premium” Electric Motors - David Brender, Rick Olcott, K. Kundig,
- In-Field Induction Motor Efficiency Determination Methods in the Scope of Efficiency-Based Maintenance - Rosaura Castrillón - José Luis Oslinger and Jairo Arcesio Palacios.