



**ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΟΥΣ ΩΣ ΕΥΕΛΙΚΤΑ ΦΟΡΤΙΑ



**Σπουδαστής: Μπουντάκης Εμμανουήλ
Εισηγητής: Δρ. Τσικαλάκης Αντώνιος**

Ηράκλειο

2012

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ.Τσικαλάκη για το ερέθισμα που μου έδωσε στην αρχή να ασχοληθώ με την εξοικονόμηση ενέργειας, κυρίως όμως για την αμέριστη βοήθεια που μου παρείχε σε υλικό και υποστήριξη για την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής άσκησης.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές που συνεργάστηκα όλα αυτά τα χρόνια, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν, και με βοήθησαν επίσης να ολοκληρώσω την εργασία και τις σπουδές γενικότερα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για κάθε υλική και ηθική συμπαράσταση που μου παρείχε κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Μπουντάκης Εμμανουήλ

Περίληψη

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί ένα δυναμικό πεδίο στην σύγχρονη εποχή, διαδραματίζει ήδη σημαντικό ρόλο στην καθημερινότητα του ανθρώπου, ενώ τα επόμενα χρόνια αναμένεται να γίνει ένας από τους καθοριστικούς παράγοντες διαβίωσης σύμφωνα με τις τάσεις της κοινωνίας, τόσο από πλευράς προστασίας του περιβάλλοντος όσο και από πλευράς εξοικονόμησης χρημάτων.

Τα ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα αποτελούν σημαντικό παράγοντα του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, που είναι υπεύθυνα για σημαντικότερα ποσοστά κατανάλωσης ανά τον κόσμο και ανά τομείς εφαρμογής. Σύμφωνα με έρευνες πάνω από το 40% της παγκόσμιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται σε βιομηχανικές εφαρμογές και τα 2/3 αυτής χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικούς κινητήρες. Σε έρευνα που είχε διεξαχθεί ειδικά για τις ευρωπαϊκές χώρες, τα κινητήρια συστήματα είναι υπεύθυνα για το 69% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία και για το 38% στις οικιακές εφαρμογές, το οποίο σε απόλυτες τιμές αντιστοιχεί σε 575 και 186 TWh αντιστοίχως ανά έτος.

Οι αντλίες και τα αντλητικά συστήματα που είναι μια από τις κύριες κατηγορίες των κινητήριων συστημάτων, αποτέλεσαν και το κύριο αντικείμενο μελέτης της εργασίας, ειδικότερα αυτές που χρησιμοποιούνται στον τομέα των γεωτρήσεων. Οι αντλίες απαιτούν περίπου το 20% της παγκόσμιας κατανάλωσης, και από 25% μέχρι και 50% της κατανάλωσης των βιομηχανιών. Μεγάλη ευθύνη σε αυτή την κατανάλωση φέρει και η άσκοπη χρήση του νερού. Μόνο στην Ελλάδα καταναλώνονται ετησίως περί τις 700 GWh ετησίως από τις εταιρίες ύδρευσης. Όπως θα αναλυθεί εκτενώς και στην πορεία, η εξοικονόμηση νερού συνδέεται άμεσα με την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να παρουσιάσει και να αναλύσει τις δυνατότητες εξοικονόμησης που υπάρχουν στον τομέα των κινητήριων συστημάτων και ιδιαίτερα στην κατηγορία των αντλιών. Από τις προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν με πραγματικά δεδομένα από το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας Κρήτης, το ημερήσιο όφελος από την ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης του 5% των αντλιών με το μεγαλύτερο συντελεστή φόρτισης των περιοχών Μοιρών και Ιεράπετρας μπορεί να φτάσει τα 260€. Το μέσο όφελος ανά εξοικονομούμενη MWh φτάνει τα 175 € σε μέρες χαμηλού φορτίου και τα 250€ σε μέρες υψηλού φορτίου.

Επειδή το νερό μπορεί με χαμηλό κόστος να αποθηκευτεί, η χρήση αντλιών έχει κάποια ευελιξία. Επομένως θα είχε νόημα, δοθείσης της εμπειρίας από άλλες εφαρμογές, όπως η αφαλάτωση, να ξεταστεί ποιο θα ήταν το όφελος να θεωρηθούν οι αντλίες ως ευέλικτα φορτία, φορτία που η ζήτηση τους μπορεί να μετατεθεί σε διαφορετικές ώρες από την αιχμή του συστήματος χωρίς όμως να μεταβάλλεται η λειτουργία που επιτελούν.

Στην εργασία ποσοτικοποιήθηκαν τα οφέλη αν για το 5% των αντλιών με μεγαλύτερη ισχύ των Μοιρών και της Ιεράπετρας εφαρμοστούν κινητήρα μετατόπισης της ζήτησης. Εξετάστηκε η μετατόπιση της αιχμής των αντλιών, η επιπεδότηση της ζήτησης τους αλλά και η μείωση της συμμετοχής των αντλιών κατά τη στιγμή αιχμής του Υποσταθμού σύνδεσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το όφελος από κάθε μεταφερόμενο kW μπορεί να φτάσει από 0,07€ έως και 0,2€ αναλόγως την εφαρμογή!

Στο τελευταίο μέρος της εργασίας παρουσιάζονται συνοπτικά διάφορες προοπτικές και δράσεις που θα μπορούσαν να λάβουν μέρος έτσι ώστε να υλοποιηθούν ορισμένα στοιχεία που ανέλυσε. Τα μηνύματα που προσπαθεί να περάσει έχουν σαν αποδέκτες όλους τους εμπλεκόμενους στην ενεργειακή κατανάλωση και στην κατανάλωση νερού.

Abstract

Energy Saving is one of the most important issues in the energy field. This is an important issue for electricity utilities as well since energy saving could lead to avoiding running expensive units for meeting peak demand for very short time. Electrical motors are extremely widespread in all sectors, residential, commercial and industrial. It should be noted that around 70% of the energy consumption in industries comes from electrical motors. Therefore, energy saving in motor systems is an important issue for both the end-users and the utilities.

This diploma thesis does not only aim to present the ways for improving energy efficiency in motor systems but also to present the potential impact of improving energy efficiency in pump systems for the largest autonomous power system in Greece, the Cretan Power System.

More precisely, the thesis summarizes the efforts of International Bodies for standardization of electrical motors based on their efficiency and the database used for this purpose.

Then some techniques for energy saving in motors, including motor supervision and control, power electronics for speed variation, replacement of old motors and reactive compensation are discussed giving the reader the opportunity to learn some basic information on these wide spread energy conservation methods.

Reducing mechanical load of motors is one of the key uses for motors such as fans, blowers, refrigerating systems and so on. Some techniques for reducing this load have been described as well in combination with co-operation with power electronic drivers etc.

Pumps are widespread in numerous of applications in all consumers. Only in Greece, water utilities consume about 700 GWh annually. To make matters worse, in some Aegean Islands, desalination, an even more energy intensive method for producing potable water, is utilized increasing even more energy demand during summer periods. Therefore, improving energy efficiency in pumping systems could improve the economics of water utilities.

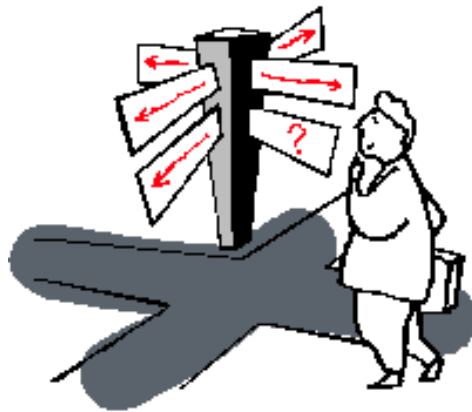
Based on actual data, from the Power System of Crete, the largest autonomous power system in Greece, and irrigation pumps from agriculture areas of Moires and Ierapetra, the energy saving potential of pumping systems is estimated. More precisely, the economic benefits for the operator of the island if the 5% of the pumps in those areas, the ones with the highest load factor, are replaced with more efficient ones can reach 175 €/MWh during low demand days and 250€/MWh during high demand days.

Since water can be easily stored, pumps could be considered as flexible loads, producing water during periods when it is more economic either for their owner or for the power system they are connected to. For the 5% of the pumps in the same areas presenting the highest capacity scenarios such as reducing peak demand of the pumps and reducing their participation in the peak demand of the substation have been examined showing benefits for the utility in the range of 0.07-0.20€/kW transferred to other periods. Therefore, considering pumps as flexible loads could be an economic effective solution for both the utility and the end-user.

The results are summarized in the conclusions section. Based on the findings on the importance of reducing energy demand in pumps systems, some proposals for reducing water consumption and hence energy consumption are presented in the same section. Such measures may be reutilizing water, use of rain water and leak detection with smart water metering.

Therefore saving water, may means significant energy savings as well.

1 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
2.1 Εξοικονόμηση ενέργειας γενικά	12
2.2 Εξοικονόμηση Ενέργειας και Αξία στην Κρήτη.....	15
2.3 Σκοπός και δομή της εργασίας	17
3 ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	21
3.1 Κινητήρια Συστήματα Γενικά.....	22
3.1.1 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος.....	23
3.1.1.1 Κατηγορίες κινητήρων Σ.Ρ.	23
3.1.1.2 Χρήσεις κινητήρων Σ.Ρ.	24
3.1.2 Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος.....	24
3.1.2.1 Σύγχρονοι	24
3.1.2.2 Ασύγχρονοι	25
3.1.2.2.1 Κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού	25
3.1.2.2.2 Κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα.....	25
3.2 Απώλειες ηλεκτρικών κινητήρων	26
3.3 Χρήσεις κινητήρων	28
3.3.1 Χρήσεις Αντλιών στον οικιακό-επαγγελματικό τομέα.....	29
3.3.1.1 Κατοικίες	29
3.3.1.2 Επαγγελματικά κτήρια.....	31
3.3.1.3 Βιομηχανίες.....	33
3.3.1.4 Εταιρίες υδάτων και ύδρευσης	33
3.4 Σημασία των κινητήρων στην Εξοικονόμηση Ενέργειας.....	35
4 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΔΙΕΘΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	39
4.1 Πρώτο στάδιο-εισαγωγικά	40
4.1.1 Βάση δεδομένων για αποδοτικότητα ηλεκτρικών Μηχανών	43
4.2 Σημερινά δεδομένα-μελλοντικοί στόχοι.....	47
4.3 Πλεονεκτήματα κατηγοριοποίησης κινητήρων	49
4.3.1 Γενικές γραμμές	49
4.3.2 Εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων-οφέλη	50
αλλαγής κατηγορίας-Ευρωπαϊκές Εκτιμήσεις.....	50
5 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ	55
5.1 Επιδράσεις κατασκευαστικών χαρακτηριστικών	56
5.2 Επίδραση διαστάσεων κινητήρα.....	60
5.3 Ρύθμιση και έλεγχος κινητήρων.....	61
5.3.1 Τεχνολογίες ελέγχου κινητήρων	64
5.3.1.1 Έλεγχος με μικροελεγκτές.....	64
5.3.1.2 Αυξομείωση στροφών του συστήματος κίνησης	65
με μετατροπέα ισχύος.....	65
5.3.1.3 Αυξομείωση στροφών του συστήματος κίνησης	66
με μετατροπέα συχνότητας.....	66
5.3.2 Σύγκριση της αυξομείωσης στροφών με άλλες	68
μεθόδους ελέγχου της παροχής.....	68

5.3.2.1	Προφίλ ενός συνήθους συστήματος Θέρμανσης, Εξαερισμού, Κλιματισμού (ΘΕΚ)	69
5.3.2.2	Αρχή λειτουργίας του μετατροπέα συχνότητας, εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων στην πράξη	70
5.4	Αντικατάσταση κινητήρων	71
5.5	Σημασία του συντελεστή ισχύος (cosφ) στην εξοικονόμηση ενέργειας	72
5.5.1	Διόρθωση συντελεστή ισχύος σε επαγωγικούς κινητήρες	73
5.5.1.1	Αντιστάθμιση με σύνδεση πυκνωτή	73
5.5.1.2	Κίνδυνοι από υπερβολική αντιστάθμιση.....	74
5.5.2	Τύποι αντιστάθμισης	75
5.5.2.1	Μεμονωμένη αντιστάθμιση	75
5.5.2.2	Ομαδική αντιστάθμιση	75
5.5.2.3	Κεντρική αντιστάθμιση	75
6	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ	76
6.1	Κυκλοφορητές	77
6.1.1	Εξοικονόμηση ενέργειας στους κυκλοφορητές	79
6.1.1.1	Ενεργειακή σήμανση κυκλοφορητών	79
6.1.1.2	Αντικατάσταση και αναβάθμιση κυκλοφορητών-κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης	81
6.1.1.3	Κυκλοφορητές τελευταίας τεχνολογίας υψηλής απόδοσης	82
6.1.1.3.1	Ηλεκτρονικός κυκλοφορητής.....	82
6.1.1.3.2	Κυκλοφορητής με κινητήρα EC.....	82
6.2	Ανεμιστήρες.....	83
6.2.1	Ανεμιστήρες γενικά.....	83
6.2.2	Ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας στους ανεμιστήρες	84
6.3	Ψύξη	87
6.3.1	Φιλοσοφία εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα ψυκτικό συγκρότημα.	88
6.3.1.1	Ενεργοβόροι παράγοντες στα ψυγεία	88
7	ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ94	
7.1	Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας σε αντλίες	97
7.1.1	Επιλογή κατάλληλης αντλίας	97
7.1.2	Έλεγχος ρυθμού ροής μέσω της ταχύτητας	99
7.1.3	Έλεγχος με P-Constant.....	99
7.1.4	Παράλληλη διασύνδεση αντλιών με σκοπό την κάλυψη όποιας ζήτησης .	100
7.1.5	Εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου.....	101
7.1.6	Εξάλειψη γραμμής παράκαμψης ελέγχου	102
7.1.7	Ενσωμάτωση ελέγχου start/stop	103
7.1.8	Μείωση της λειτουργίας της φτερωτής	103
7.2	Συσχέτιση κατανάλωσης νερού με κατανάλωση ενέργειας.	104
7.2.1	Διεθνείς πρακτικές	106
7.2.1.1	Παράδειγμα εξοικονόμησης σε ένα χωριό στην Γερμανία.....	106
7.2.1.2	Το πρόβλημα στην Ινδία	107
7.2.1.3	Το πείραμα στην Καλιφόρνια	107
7.2.1.4	Η μελέτη στην Αίγυπτο	110

7.2.2	Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	112
7.2.2.1	Εταιρίες ύδρευσης	112
7.2.2.1.1	ΕΥΔΑΠ.....	112
7.2.2.1.2	Δ.Ε.Υ.Α.Χ.....	113
7.2.2.1.3	Λοιπές Εταιρίες Ύδρευσης	113
7.2.2.2	Εργοστάσια εμφιάλωσης	114
7.2.3	Αφαλάτωση	115
7.2.3.1	Συνοπτικά για τις τεχνολογίες αφαλάτωσης.....	115
7.2.3.2	Εφαρμογές αφαλάτωσης στην Ελλάδα.....	117
7.2.3.2.1	Ο σημαντικός ρόλος της αφαλάτωσης στη Σύρο	117
7.2.4	Ευέλικτα φορτία και αφαλάτωση.....	118
7.2.4.1	Μήλος	118
7.2.4.1.1	Ενεργειακές επιπτώσεις λόγω του εργοστασίου.....	119
7.2.4.1.2	Άμβλυση επιπτώσεων λόγω συνεργασίας με ΑΠΕ	120
7.2.4.2	Κύθνος	121
7.2.4.2.1	Πως χρησιμοποιήθηκε η αφαλάτωση στο σενάριο της Κύθνου .	121
7.2.4.3	Κύπρος.....	123
7.2.4.4	Αποτελέσματα της αποφυγής περικοπών ΑΠΕ	125
8	ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ	126
8.1	Γενική περιγραφή του νησιού	127
8.2	Γενικά για το ΣΗΕ Κρήτης.....	129
8.2.1	Διαχρονική εξέλιξη της ζήτησης	130
8.2.1.1	Υποσταθμοί Φορτίων	133
8.2.1.2	Κατανομή ζήτησης σε τελικές χρήσεις	133
8.2.2	Συμβατικές Μονάδες Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας	134
8.2.3	Στοιχεία για τις μονάδες ΑΠΕ	138
8.3	Γεωτρήσεις	138
8.3.1	Γενική επίπτωση στη ζήτηση της Κρήτης	138
8.4	Περιπτώσεις ενδιαφέροντος	139
8.4.1	Ιεράπετρα.....	139
8.4.2	Μοίρες.....	140
9	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΗΕ ΚΡΗΤΗΣ.....	144
9.1	Εξαγωγή χρονοσειράς κατανάλωσης αντλιών	145
9.2	Εκτίμηση επίπτωσης στην οικονομική λειτουργία	147
9.2.1	Περιγραφή αλγορίθμου	147
9.2.1.1	Διάγραμμα ροής αλγορίθμου	149
9.2.2	Περιγραφή κώδικα	151
9.2.2.1	Εισαγωγή.....	151
9.2.2.2	Συναρτήσεις – Ρουτίνες	151
9.2.2.3	Ανάλυση λειτουργιών.....	151
9.3	Αντικατάσταση αντλιών με μεγαλύτερη απόδοση.....	156
9.3.1	Ιεράπετρα.....	156
9.3.2	Μοίρες.....	159
9.4	Αποτελέσματα	161
9.5	Συγκεντρωτική επίδραση στην οικονομική λειτουργία του Σ.Η.Ε. Κρήτης .	162

9.6	Συμπεράσματα	164
10	ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΩΣ ΕΥΕΛΙΚΤΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	166
10.1	Μεθοδολογία προσέγγισης.....	168
10.1.1	Εφαρμογή στις αντλίες της Ιεράπετρας.....	168
10.1.2	Εφαρμογή στις αντλίες των Μοιρών	171
10.2	Αντιμετώπιση αντλιών ως ευέλικτα φορτία	173
10.2.1	Μετατόπιση αιχμής αντλιών	173
10.2.1.1	Ιεράπετρα	173
10.2.1.2	Μοίρες	174
10.2.2	Επιπεδοποίηση της ζήτησης	175
10.2.2.1	Ιεράπετρα	176
10.2.2.2	Μοίρες	177
10.2.3	Μετατόπιση κατά την ώρα αιχμής του υποσταθμού	178
10.2.3.1	Ιεράπετρα	178
10.2.3.2	Μοίρες	179
10.3	Συμπεράσματα.....	179
11	ΣΥΝΟΨΗ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	181
11.1	Εξοικονόμηση ενέργειας.....	182
11.1.1	Στάδια-μεθοδολογίας εξοικονόμησης	183
11.1.1.1	Ανάλυση των κινητήριων συστημάτων	183
11.1.1.2	Κατηγοριοποίηση	183
11.1.1.3	Επεμβάσεις στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κινητήρων.....	183
11.1.1.4	Επιδράσεις στην εξοικονόμηση μερικών από των υπολοίπων ομάδων ηλεκτρικών μηχανών.	184
11.1.1.5	Αντλητικά συγκροτήματα	184
11.1.1.5.1	Συλλογή στοιχείων καταναλώσεων-πρώτα στάδια αλλαγών αντλιών	184
11.1.1.5.2	Εξέταση της αντικατάστασης των μηχανών των αντλιών.	185
11.1.1.5.3	Μεταβολές στους οικονομικούς δείκτες του ΣΗΕ Κρήτης	186
11.2	Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω εξοικονόμησης νερού	187
11.2.1	Αντλία ανακύκλωσης βρόχινου νερού.....	188
11.2.2	Λειτουργία συστήματος επαναχρησιμοποίησης αποπλύτων	189
11.2.3	Έξυπνοι μετρητές νερού	190
11.2.3.1	Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών νερού στους καταναλωτές ύδρευσης	190
11.3	τελικά σενάρια ευελιξίας	191
11.3.1	Χρήση επιλεγμένων αντλιών σαν ευέλικτα φορτία.....	191
11.3.1.1	Μετατόπιση αιχμής αντλιών	192
11.3.1.2	Επιπεδοποίηση της ζήτησης.....	193
11.3.1.3	Μετατόπιση της ζήτησης κατά την ώρα αιχμής των Υ/Σ	194
11.4	Αποτίμηση και σύγκριση σεναρίων	195
11.5	Προτάσεις προοπτικές.....	196
12	ΠΗΓΕΣ	198
13	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	203

2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ



2.1 Εξοικονόμηση ενέργειας γενικά

Σε μια εποχή που η τεχνολογία και η ανάπτυξη εξελίσσεται με τρελούς ρυθμούς, όπως άλλωστε και οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του ανθρώπου, το περιβάλλον επιβαρύνεται λόγω αυτών των παραμέτρων αντιστρόφως ανάλογα. Επίσης η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από μια οικονομική ύφεση στην οποία έχουν περιέλθει οι περισσότερες χώρες του ανεπτυγμένου κόσμου.

Το κυρίαρχο στοιχείο που μπορεί άνετα να συγκαταλεχτεί ανάμεσα στις βασικές ανάγκες του ανθρώπου είναι η ενέργεια. Πώς να μην είναι άλλωστε όταν απασχολεί την καθημερινή ζωή του ολόκληρο το 24ωρο.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η ραγδαία αύξηση του κόστους της ενέργειας περισσότερο της θερμικής και λιγότερο της ηλεκτρικής έχει δραματική θετική επίδραση στην οικονομική αποδοτικότητα των επεμβάσεων και μπορεί να αλλάξει ριζικά τη στάση του τελικού χρήστη καταναλωτή ως προς την απόφασή του να προχωρήσει στην υλοποίησή τους.

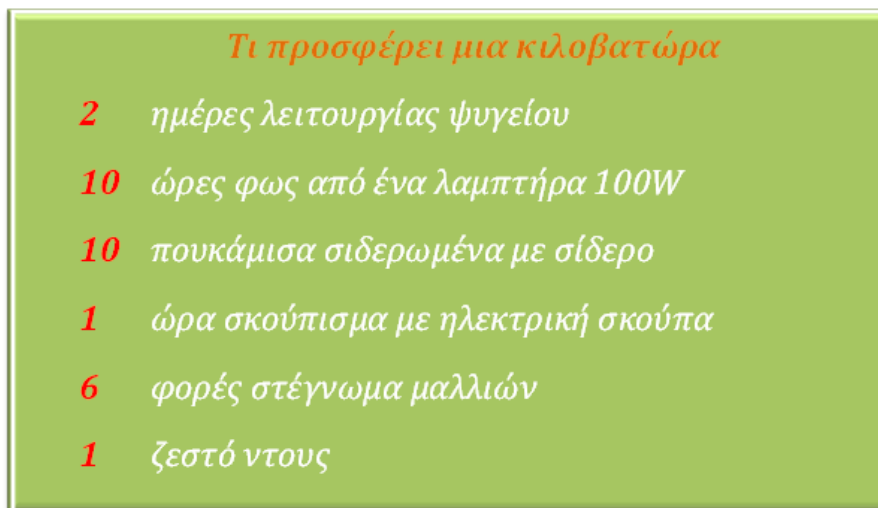
Παρόλο που το αγαθό αυτό είναι από τα βασικότερα εντούτοις είναι και το πιο ζημιογόνο για το περιβάλλον. Η παραγωγή και η κατανάλωση ενέργειας ευθύνεται για το μεγαλύτερο ποσοστό ρύπανσης του περιβάλλοντος και ταυτόχρονα αποτελεί και την μεγαλύτερη πηγή εξόδων για τον μέσο πολίτη. Είτε έμμεσα είτε άμεσα.

Πέρα από τις ενέργειες για την εύρεση συμβατικών μονάδων παραγωγής φιλικών προς το περιβάλλον οι οποίες έχουν διεισδύσει σημαντικά και προχωρούν με εντατικούς ρυθμούς, υπάρχουν και άλλες λύσεις ακόμα πιο άμεσες σε εμφάνιση αποτελεσμάτων.

Αυτές δεν είναι άλλες από την αντιμετώπιση του προβλήματος στον τελικό αποδέκτη δηλαδή τις καταναλώσεις. Είναι ένας απλός τρόπος να επιτευχθούν γρήγορα αποτελέσματα με εξοικονόμηση της ενέργειας που ήδη παράγεται και αποφυγή της κατασπατάλησής της.

Η εξοικονόμηση ενέργειας γενικότερα είναι η διαδικασία της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας χωρίς όμως να συνδυάζεται με μείωση της άνεσης ή της ποιότητας. Είναι η πιο αποδοτική μορφή ενέργειας γιατί δεν καταναλώθηκαν πόροι για την παραγωγή της, δεν υπάρχουν απώλειες κατά τη διανομή της, ούτε υπάρχουν επιπλέον οικονομικά έξοδα για να εγκατασταθεί ισχύ που δε χρειάζεται.

Στην απόφαση για υλοποίηση οποιασδήποτε από τις ποικίλες τεχνολογικές παρεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας, καθοριστικό ρόλο παίζει πάντα η οικονομική αποδοτικότητά της. Με κατάλληλες μεθοδολογίες και με χρήση ορισμένων κριτηρίων, μπορεί να αξιολογηθεί η όλη επένδυση ως προς τη βιωσιμότητά της. Το κόστος της ενέργειας και το κόστος του χρήματος έχει, σε κάθε περίπτωση, καθοριστική σημασία.



ΕΙΚΟΝΑ 1: ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ ΜΙΑ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑ, ΕΚ ΠΡΩΤΗΣ ΟΨΕΩΣ ΜΙΚΡΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΣΑΝ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΛΛΑ..... [2]

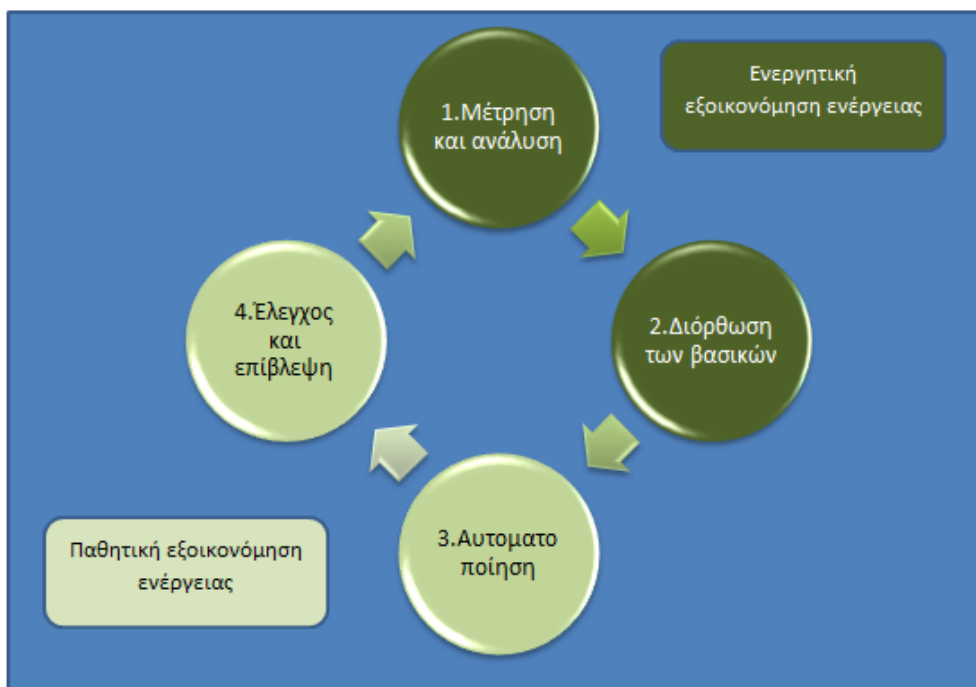
Η μεθοδολογία εξοικονόμησης όπως φαίνεται και παρακάτω (**Διάγραμμα 1**) ξεκινάει από την μέτρηση και την ανάλυση.

- Το κυριότερο στάδιο ασφαλώς, καθώς έχει να κάνει με την αναγνώριση του προβλήματος, και την περαιτέρω ανάλυση του. Στην συγκεκριμένη περίπτωση δηλ μέτρηση των καταναλώσεων των συσκευών που εξετάζονται, και ανάλυση των ωρών λειτουργίας.
- Το επόμενο στάδιο έχει να κάνει με την διόρθωση των βασικών σημείων. Ένα πρώτο βήμα είναι η επιλογή συσκευών χαμηλής κατανάλωσης, πιθανά επιπρόσθετα υλικά ή ακόμα και διόρθωση του συντελεστή ισχύος.

Τα δύο αυτά βήματα ανήκουν στο στάδιο της παθητικής εξοικονόμησης ενέργειας, δηλαδή με επεμβάσεις και διορθώσεις στα ήδη υπάρχοντα στοιχεία.

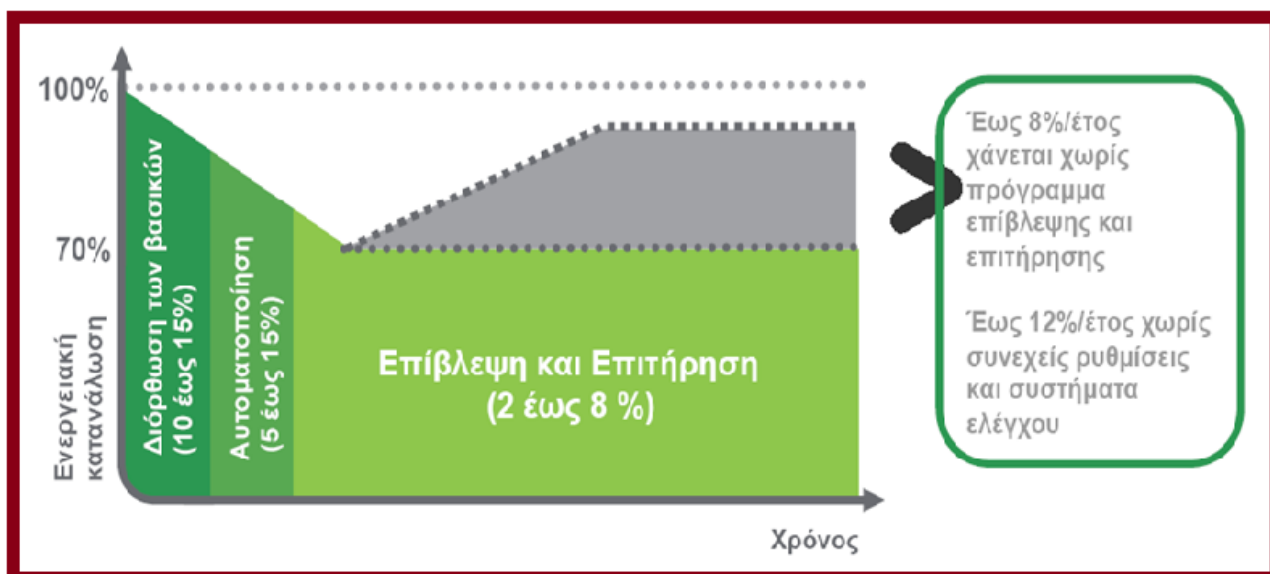
- Το τρίτο στάδιο αφορά την αυτοματοποίηση. Την προσθήκη δηλ κατάλληλων συσκευών αυτοματισμού έτσι ώστε να ελέγχονται οι καταναλώσεις και να αποφεύγεται η αχρείαστη λειτουργία.
- Το τελευταίο στάδιο είναι ο έλεγχος και η επίβλεψη των αλλαγών που πραγματοποιήθηκαν στα προηγούμενα στάδια. Στο ίδιο βήμα ανήκει και η ανάλυση των νέων δεδομένων.

Τα στάδια τρία και τέσσερα ανήκουν στην κατηγορία της ενεργητικής εξοικονόμησης ενέργειας, την προσπάθεια εξοικονόμησης δηλ με πιο δραστικές λύσεις και με αλλαγές στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [13]

Με την διόρθωση των βασικών στοιχείων επιτυγχάνεται από 10 έως και 15% εξοικονόμηση, ενώ με την αυτοματοποίηση συστημάτων 5-15%. Μια απλή επίβλεψη και επιτήρηση προσφέρει 2-8 % εξοικονόμηση. Από την άλλη πλευρά έως και 8%/έτος χάνεται ενέργεια χωρίς πρόγραμμα επίβλεψης, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό χωρίς συνεχείς ρυθμίσεις και συστήματα ελέγχου είναι 12%/έτος. Αναλυτικότερα παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [13]

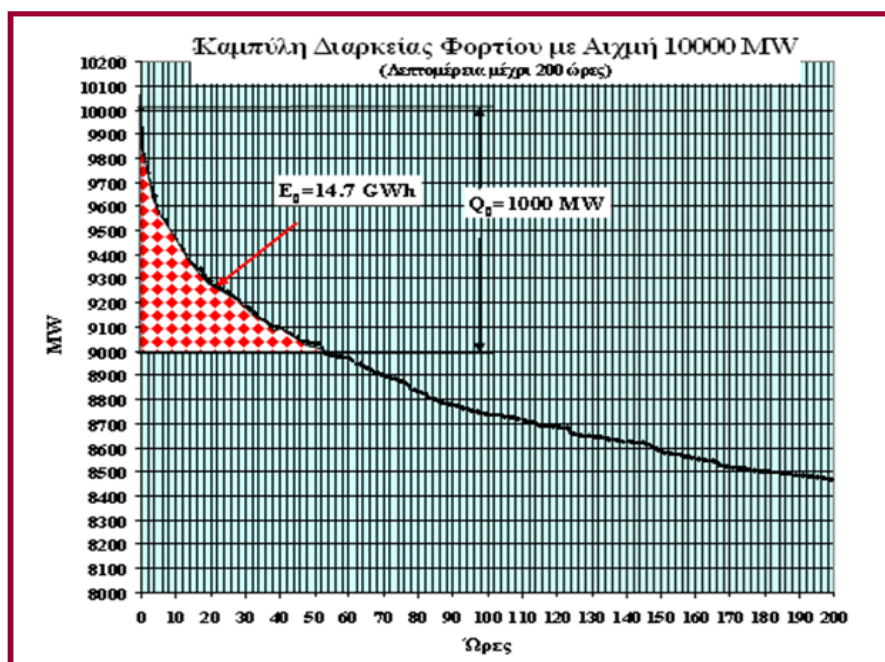
Το συνολικό ποσοστό ενέργειας που διατίθεται στην κατανάλωση υπό μορφή ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται περίπου στο 40%. Η ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται στην βιομηχανία, σε όλες τις παραγωγικές μονάδες, στο φωτισμό, στις οικιακές συσκευές, σε

επισκευαστικές μονάδες, στα μέσα μεταφοράς αλλά και στα επερχόμενα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Με εξαίρεση το φωτισμό, το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται στην ηλεκτροκίνηση, δηλαδή καταναλώνεται από τους ηλεκτρικούς κινητήρες που ανέρχονται σε ένα τεράστιο αριθμό πάνω στον πλανήτη, προσφέρονται όμως για εξοικονόμηση ενέργειας με διάφορους τρόπους όπως αυτοί θα αναλυθούν παρακάτω.

Οι σταθερά αυξανόμενες τιμές της ενέργειας αλλά και η περίοδος παγκόσμιας οικονομικής κρίσης υποχρεώνουν όλο και πιο συχνά της επιχειρήσεις όπως επίσης και πολλά νοικοκυριά να λαμβάνουν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και κόστους. Προκαλεί εντύπωση το γεγονός ότι οι συζητήσεις στον τομέα αυτό αναλώνεται κυρίως γύρω από εναλλακτικές πηγές ενέργειας, ενώ οι ήδη διαθέσιμες τεχνικές λύσεις που παρέχουν δυνατότητες τεράστιας εξοικονόμησης προσελκύουν σχετικά λίγο μόνο ενδιαφέρον. Είναι πιο γρήγορος και πιο αποδοτικός τρόπος σε σχέση με την εγκατάσταση νέων μονάδων παραγωγής ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών.

Στο **Διάγραμμα 3** που ακολουθεί μπορεί να παρατηρήσει κάποιος πως δημιουργείται το πρόβλημα σχετικά με την σχέση ζήτησης παραγωγής. Για κάποιες ώρες η ζήτηση ξεπέρασε την μέγιστη διαθέσιμη ενέργεια, και έτσι αναγκάστηκαν να τεθούν σε λειτουργία αρκετές μονάδες αιχμής.

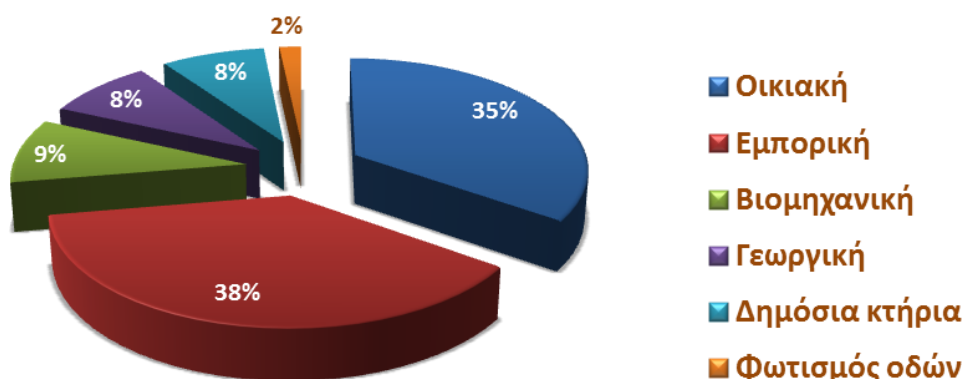


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3 ΚΑΜΠΥΛΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΦΟΡΤΙΟΥ, Η ΑΙΧΜΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΗΚΕ ΓΙΑ ΛΙΓΗ ΩΡΑ, ΠΑΡΟΛΑΥΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΛΥΦΘΕΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥ [2]

2.2 Εξοικονόμηση Ενέργειας και Αξία στην Κρήτη

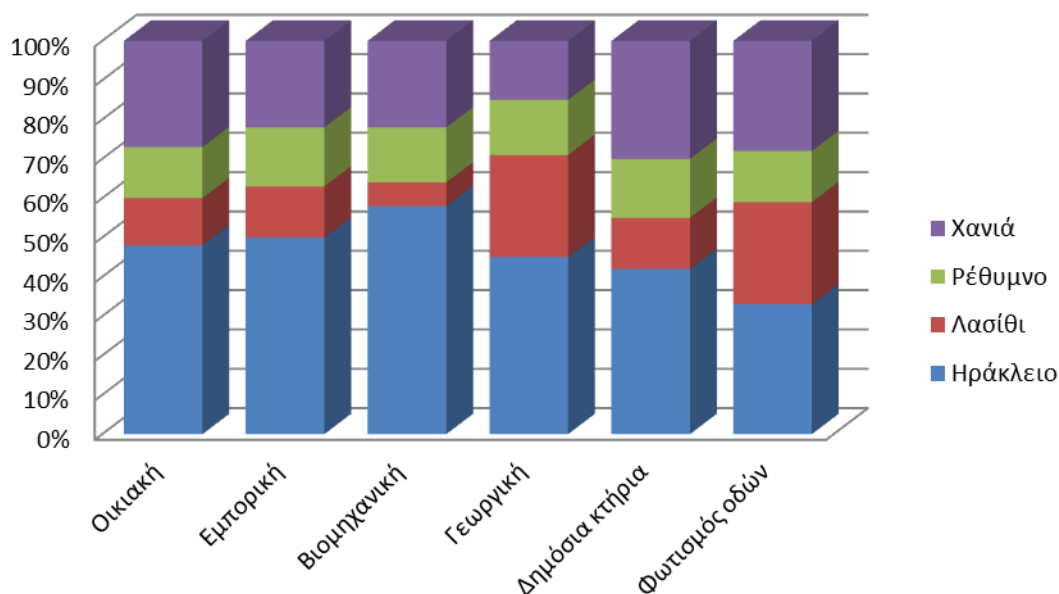
Λόγω των δραστηριοτήτων του νησιού και συγκεκριμένα των οικονομικών δραστηριοτήτων του ως σημαντικός τουριστικός προορισμός, το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης ενέργειας ανήκει στον εμπορικό τομέα. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό αν υπολογίσει κανείς ότι στον εμπορικό τομέα περιλαμβάνονται οι ξενοδοχειακές μονάδες. Το 38% της κατανάλωσης ενέργειας στην Κρήτη καταλαμβάνει ο εμπορικός τομέας, ενώ ακολουθεί ο

οικιακός με 35%. Πάρα την πληθώρα γεωργικών δραστηριοτήτων στο νησί, ο γεωργικός τομέας καταναλώνει ένα σχετικά μικρό ποσοστό της τάξης του 8%.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4:ΧΡΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ 2002 [2]

Ο νομός Ηρακλείου όπως ήταν αναμενόμενο είναι πρώτος σε κατανάλωση σε όλους τους τομείς, με τον νομό Λασιθίου παρόλο που είναι ο μικρότερος νομός της Κρήτης, είναι στην δεύτερη θέση στον γεωργικό τομέα ως αποτέλεσμα των πολλών γεωτρήσεων που υπάρχουν στον νομό. Επίσης και στον φωτισμό οδών καταναλώνει αρκετά ο συγκεκριμένος νομός. Σημαντικές καταναλώσεις διαθέτει ο νομός Χανίων στους τομείς των Δημοσίων κτηρίων και στον οικιακό τομέα. Μικρά σχετικά μερίδια στην κατανάλωση στην Κρήτη διαθέτει το Ρέθυμνο, καθώς είναι και αυτός με τη σειρά του μικρός νομός.

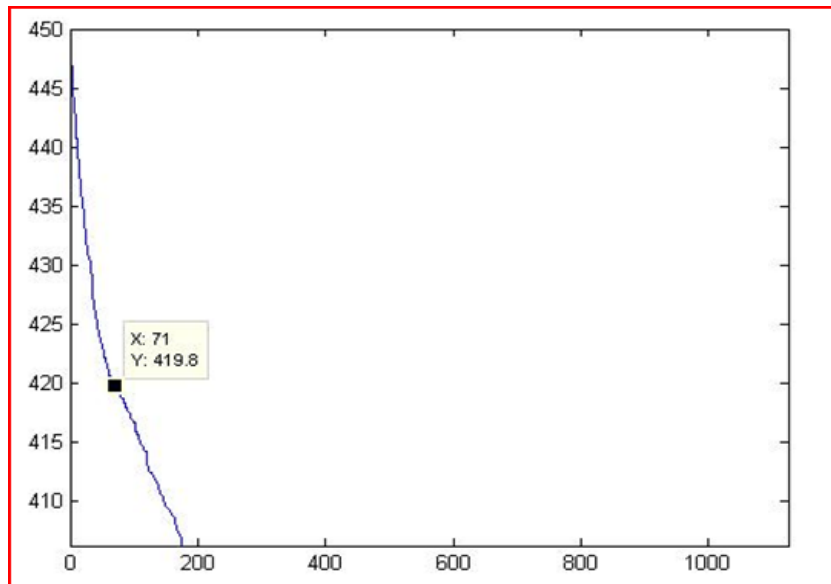


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5: ΧΡΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ 2002[2]

Λόγω του ότι το σύστημα της Κρήτης είναι αυτόνομο αναγκάζεται να καλύψει τα όποια προβλήματα προκύπτουν αποκλειστικά με τις δικές του μονάδες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα

πολλές φορές να λειτουργούν επιπλέον μονάδες για να καλύψουν μια ολιγόωρη αύξηση της αιχμής. Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα με παράδειγμα αυξημένης ζήτησης για λίγη ώρα, με αποτέλεσμα να λειτουργούν οι ακριβές μονάδες για μικρή συνολικά κατανάλωση ενέργειας.

Παρακάτω ακολουθεί το **Διάγραμμα 6** με ένα παράδειγμα του Σ.Η.Ε. Κρήτης, όπου μια πολύ ακριβή μονάδα δούλεψε περίπου 300 ώρες (350€/MWh) για να αντιμετωπίσει την αιχμή του Υ/Σ Χανίων. Για μόνο 71 ώρες πέρασε τα 419.8MW. Αυτό έγινε μια τυπική καλοκαιρινή μέρα όπου ήταν ανοικτά τα καταστήματα και η θερμοκρασία ήταν πολύ υψηλή.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6 ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ ΤΟ 2001 Η ΖΗΤΗΣΗ ΥΠΕΡΕΒΑΙΝΕ ΤΑ 400MW.. [2]

2.3 Σκοπός και δομή της εργασίας

Από τον τίτλο της η εργασία προϋποθέτει για το τι πρόκειται να ακολουθήσει. Πέρα από μια ανάλυση των κινητήριων συστημάτων, σκοπό έχει να γνωρίσει στο αναγνωστικό κοινό τα ευέλικτα φορτία.

Αυτό πρόκειται να αποτελέσει και το κυρίως αντικείμενο που θα ασχοληθεί έχοντας σαν πεδίο έρευνας και πειραματισμού τα αντλητικά συστήματα του ΣΗΕ Κρήτης. Αναλυτικότερα αυτά που θα επακολουθήσουν στις επόμενες σελίδες περιγράφονται παρακάτω.

Η εργασία επικεντρώνεται στους παρακάτω κυρίους στόχους που αφορούν τα κινητήρια συστήματα:

1. Γενική ενημέρωση
2. Ανάδειξη προβλημάτων και προτεινόμενες λύσεις
3. Ανάλυση επιμέρους στοιχείων κινητήριων συστημάτων
4. Έμφαση στο πεδίο των αντλητικών συστημάτων
5. Επιλογή του πεδίου πειραματισμού και ανάλυση του
6. Παρουσίαση μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε.
7. Παρουσίαση κατά στάδια των αποτελεσμάτων ευελιξίας.
8. Συμπεράσματα και ανάλυση αποτελεσμάτων.

Ειδικότερα οι παραπάνω στόχοι αναλύονται παρακάτω ξεχωριστά σύμφωνα με την δομή τους στο κείμενο:

1. Γενική ενημέρωση

Γενική ενημέρωση μέσω του κεφαλαίων 3 και 4 για:

- Τα είδη των κινητήρων
- Την χρήση τους
- Τις απώλειες τους
- Την σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας σε αυτούς
- Τις διεθνείς ενέργειες και τις προδιαγραφές που έχουν θέσει διάφορες διεθνείς επιτροπές ενέργειας και την κατηγοριοποίηση τους
- Τα οφέλη από την κατηγοριοποίηση τους και παρουσίαση της βάσης δεδομένων Eurodeem

2. Ανάδειξη προβλημάτων και προτεινόμενες λύσεις

Ανάδειξη προβλημάτων και προτεινόμενες λύσης μέσω του κεφαλαίου 5. Μέσω αυτού γίνονται γνωστά τα προβλήματα που προκαλούν αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση και έχουν να κάνουν με:

- Επιδράσεις κατασκευαστικών χαρακτηριστικών
- Επιδράσεις διαστάσεων κινητήρα
- Συμβατικούς τρόπους ελέγχου κινητήρα

Επίσης στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι σύγχρονοι μέθοδοι ελέγχου κινητήρων όπως:

- Έλεγχος με μικροελεγκτές
- Έλεγχος με μετατροπείς

Τέλος ιδιαίτερη ανάλυση δίνεται στην σημασία της αντικατάστασης κινητήρων και στην ιδιαίτερη επίπτωση του συντελεστή ισχύος.

3. Ανάλυση επιμέρους στοιχείων κινητήριων συστημάτων

Στο κεφάλαιο 6 ακολουθεί μια ανάλυση των υπολοίπων ομάδων κινητήριων μηχανών, και πως επιδρούν και αυτές με την σειρά τους στην κατανάλωση ενέργειας. Παρατίθενται επίσης πιθανές τους δυνατότητες στην εξοικονόμηση με έμφαση στις προσπάθειες μείωσης του μηχανικού τους φορτίου, και προσπάθειες για κατηγοριοποίηση τους. Ειδικότερα παρουσιάζονται:

- Κυκλοφορητές
- Ανεμιστήρες
- Ψυκτικά συγκροτήματα

4. Έμφαση στο πεδίο των αντλητικών συστημάτων

Το κυρίως πεδίο της παρούσας εργασίας έρχεται να καταλάβει τη θέση όλου του κεφαλαίου 7. Αντλητικά συγκροτήματα, εξοικονόμηση νερού και η σχέση της με την ενέργεια, διεθνείς πρακτικές, εγχώρια δεδομένα και ασφαλάτωση είναι οι γενικές έννοιες που θα αναλυθούν. Ειδικότερα:

- Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας στις αντλίες

- Αναφορά λανθασμένων τακτικών
- Συσχέτιση κατανάλωσης νερού με κατανάλωση ενέργειας
- Διεθνείς πειραματισμοί στην εξοικονόμηση των αντλιών που στέφθηκαν με επιτυχία
- Η κατάσταση στον τομέα νερού στην Ελλάδα και μια μικρή αποτίμηση της κατανάλωσης τους.

Επίσης ιδιαίτερη έμφαση στο συγκεκριμένο κεφάλαιο δίνεται στην αφαλάτωση ενδεικτικά αναφέρεται:

- Οι αρκετές εγκαταστάσεις που υπάρχουν στον ελλαδικό χώρο και αυξάνουν την ενεργειακή κατανάλωση.
- Πως μπορούν να αποτελέσουν ευέλικτα φορτία και να συνδυαστούν με ΑΠΕ

5. Επιλογή του πεδίου πειραματισμού και ανάλυση επιπτώσεων στο ΣΗΕ Κρήτης

Στο κεφάλαιο 8 ακολουθεί αρχικά μια συνοπτική παρουσίαση του ΣΗΕ Κρήτης και των προβλημάτων που αντιμετωπίζει σαν νησιωτικό σύστημα.

Στην συνέχεια γίνεται ανάλυση των 2 Υ/Σ του ΣΗΕ που επιλέχθηκαν. Του Υ/Σ Ιεράπετρας και του Υ/Σ Μοιρών

Συγκεκριμένα:

- Ανάλυση των λόγων που επιλέχθηκαν οι 2 περιοχές.
- Ανάλυση σπουδαιότητας γεωτρήσεων για αυτές τις 2 περιοχές
- Ανάλυση των εγκατεστημένων φορτίων με στοιχεία καταναλώσεων για περίοδο αρκετών εβδομάδων κατά τους θερινούς μήνες όπου παρουσιάζονται τα μεγαλύτερα ποσοστά ζήτησης στην Κρήτη.
- Αναλυτική παρουσίαση μέσω πινάκων όλων των στοιχείων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν παρακάτω.

6. Παρουσίαση μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε.

Το κεφάλαιο 9 αποτελεί την ραχοκοκαλιά της διαδικασίας καθώς παρουσιάζει τον αλγόριθμο και το πρόγραμμα που ακολουθήθηκε με σκοπό να πραγματοποιηθούν οι προσομοιώσεις που παρουσιάζονται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο όπως και στο κεφάλαιο 10.

Επίσης στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πραγματοποιείται η πρώτη κίνηση των αλλαγών οι οποίες είναι:

- Αλλαγή του 5% των αντλιών με υψηλότερο συντελεστή φόρτισης των Υ/Σ με αποδοτικότερες
- Αναλυτική παρουσίαση επιπτώσεων στην ζήτηση
- Παρουσίαση αποτελεσμάτων
- Συμπεράσματα που προκύπτουν

7. Διερεύνηση δυνατοτήτων ευελιξίας και σχετικά αποτελέσματα

Το κεφάλαιο 10 έρχεται σε πρώτη φάση να παρουσιάσει τα ευέλικτα φορτία, και μέσω προσομοιώσεων να προβάλουν τις δυνατότητες τους και τις επιπτώσεις τους στις αντλίες και στο ΣΗΕ Κρήτης. Για την ευελιξία χρησιμοποιήθηκε το 5% των ισχυρότερων αντλιών.

Όλα αυτά μέσω των παρακάτω σεναρίων που προσομοιώθηκαν:

- Μετατόπιση αιχμής αντλιών
- Επιπεδοποίηση της ζήτησης
- Μείωση της συμμετοχής των αντλιών αυτών στην αιχμή του Υ/Σ

Τα αποτελέσματα φυσικά και είναι άκρως ενθαρρυντικά!

8. Συμπεράσματα και ανάλυση αποτελεσμάτων-προοπτικές.

Το κεφάλαιο 11 αποτελεί το τελευταίο κομμάτι της μελέτης συνοψίζοντας και αναλύοντας τα αποτελέσματα. Δεν μένει όμως εκεί καθώς:

- Αναλύει τα οφέλη για την ηλεκτρική εταιρία
- Αναλύει τα οφέλη για τον καταναλωτή
- Συνοψίζει τα συμπεράσματα για την εξοικονόμηση ενέργειας και την εξοικονόμηση νερού.
- Επιβεβαιώνει την άρρηκτη σχέση που έχουν τα δυο παραπάνω στοιχεία μεταξύ τους.
- Προτείνει λύσεις και ενέργειες εξοικονόμησης ενέργειας και νερού
- Ανοίγει προοπτικές

Περισσότερα στις σελίδες που ακολουθούν

3 ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ



3.1 Κινητήρια Συστήματα Γενικά

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες αποτελούν μια κατηγορία στρεφόμενων ηλεκτρικών μηχανών. Το βασικό στοιχείο μιας στρεφόμενης ηλεκτρικής μηχανής είναι η μετατροπή ενέργειας από ηλεκτρική σε μηχανική μορφή. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ηλεκτρομαγνητική επαγωγή. Με βάση το φαινόμενο της επαγωγής όταν ένας αγωγός κινείται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο τότε μέσα στον αγωγό αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή δηλαδή ηλεκτρικό δυναμικό το οποίο είναι και το αίτιο της εμφάνισης ηλεκτρικού ρεύματος στον αγωγό. Στους κινητήρες αξιοποιείται επίσης και το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής σύμφωνα με το οποίο όταν ένας αγωγός που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα βρεθεί μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο τότε πάνω του ασκείται από το μαγνητικό πεδίο μια δύναμη που τείνει να τον κινήσει. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, την ένταση του μαγνητικού πεδίου, αλλά και το μήκος του αγωγού. Οι κινητήρες στην βιομηχανία καταναλώνουν περίπου το 70% του συνολικού φορτίου.

Φορτίο σε ένα σύστημα ηλεκτρικής κίνησης ονομάζεται το μηχανικό, συνήθως, σύστημα που είναι συνδεδεμένο στον άξονα της ηλεκτρικής μηχανής και ανταλλάσσει με αυτήν μηχανική ενέργεια (είτε λαμβάνει οπότε έχουμε λειτουργία κινητήρα είτε προσφέρει οπότε έχουμε λειτουργία γεννήτριας). Ο σχεδιασμός ενός συστήματος ηλεκτρικής κίνησης ξεκινάει με την εξέταση του φορτίου που πρέπει να εξυπηρετήσει ο κινητήρας. Για το λόγο αυτό πριν να προχωρήσει οποιοδήποτε άλλο βήμα ο σχεδιασμός θα πρέπει απαραίτητως να είναι γνωστές οι χαρακτηριστικές ροπής– ταχύτητας και ισχύος–ταχύτητας του φορτίου.

Τα φορτία του κινητήρα είναι 3 ειδών σταθερής ροπής, μεταβαλλόμενης ροπής και σταθερής τάσης, παρακάτω ακολουθεί πίνακας όπου περιγράφονται αναλυτικά.

Είδος φορτίου	Περιγραφή	Παραδείγματα
Φορτίο σταθερής ροπής	Μεταβάλλεται η τάση εξόδου αλλά το φορτίο μένει σταθερό	Ταινιόδρομοι, περιστροφικοί κλίβανοι, αντλίες σταθερής μετατόπισης
Φορτίο μεταβλητής ροπής	Το φορτίο μεταβάλλεται ανάλογα με το τετράγωνο της ταχύτητας περιστροφής	Φυγόκεντρες αντλίες, ανεμιστήρες.
Φορτίο σταθερής τάσης	Η ροπή στρέψης μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με την ταχύτητα	Ηλεκτρικά εργαλεία

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΕΙΔΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Οι ηλεκτροκινητήρες διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες στους κινητήρες συνεχούς ρεύματος και στους κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος, οι οποίοι καλύπτουν την πλειοψηφία των εφαρμογών. Οι μηχανές εναλλασσομένου ρεύματος διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες τις σύγχρονες και τους ασύγχρονες (επαγωγικές). Οι σύγχρονες μηχανές σε αντίθεση με τις επαγωγικές χρησιμοποιούνται κυρίως ως γεννήτριες. Στους σύγχρονους κινητήρες η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα είναι ίση με την ταχύτητα που στρέφεται το πεδίο του στάτη. Αντίθετα στους ασύγχρονους κινητήρες η ταχύτητα του δρομέα είναι μικρότερη από εκείνη του πεδίου του στάτη και εξαρτάται από το φορτίο.

3.1.1 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος

Η λειτουργία του κλασσικού ηλεκτρικού κινητήρα συνεχούς ρεύματος βασίζεται στην αλληλεπίδραση δύο μαγνητικών πεδίων. Το πρώτο πεδίο δημιουργείται από μόνιμους μαγνήτες (διέγερση) που βρίσκονται συνήθως σταθερά προσαρμοσμένοι στον στάτη της μηχανής. Το δεύτερο πεδίο δημιουργείται στον δρομέα της μηχανής από το περιστρεφόμενο τύλιγμα τυμπάνου, που συνιστά έναν ηλεκτρομαγνήτη.

Βασικό ρόλο στη λειτουργία της μηχανής συνεχούς ρεύματος παίζει ο συλλέκτης. Ο ρόλος του συλλέκτη είναι να αντιστρέφει τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος τυμπάνου δύο φορές σε κάθε κύκλο, έτσι ώστε να αντιστρέφεται η πολικότητα του ηλεκτρομαγνήτη τυμπάνου την κατάλληλη χρονική στιγμή (όταν οι δύο αντίθετοι μαγνητικοί πόλοι βρίσκονται απέναντι) και τελικά να αλληλεπιδρούν εις το διηνεκές μαγνητικά τα δύο πεδία. Αυτό είναι αναγκαίο αφού το τύλιγμα τυμπάνου είναι περιστρεφόμενο και χωρίς το συλλέκτη η μηχανή θα σταματούσε άμεσα την πρώτη φορά που δύο αντίθετοι πόλοι θα βρίσκονταν απέναντι.

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα η μηχανή συνεχούς ρεύματος να μην διαθέτει μόνιμους μαγνήτες στον στάτη αλλά τύλιγμα ηλεκτρομαγνήτη (ως διέγερση), που αποτελεί και τη συνηθέστερη πρακτική. Η μηχανή αυτή ονομάζεται μηχανή συνεχούς ρεύματος με τύλιγμα πεδίου. Έτσι μεταβάλλοντας το ρεύμα που διέρχεται από τον ηλεκτρομαγνήτη (που ονομάζεται εναλλακτικά τύλιγμα πεδίου ή τύλιγμα διεγέρσεως) μπορεί να μεταβληθεί η χαρακτηριστική ταχύτητας-ροπής του κινητήρα.

3.1.1.1 Κατηγορίες κινητήρων Σ.Ρ.

Υπάρχουν οι εξής κατηγορίες μηχανών συνεχούς ρεύματος με τύλιγμα πεδίου ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του τυλίγματος διέγερσης:

Ξένης Διέγερσης:

Το τύλιγμα πεδίου τροφοδοτείται από ανεξάρτητη πηγή τάσης/ρεύματος δίνοντας τη δυνατότητα για πολύ εύκολο έλεγχο του πεδίου διέγερσης.

Διέγερσης σε Σειρά:

Το τύλιγμα πεδίου τροφοδοτείται σε σειρά με το τύλιγμα τυμπάνου δίνοντας τη δυνατότητα για κατασκευή κινητήρων υψηλής ροπής σε μικρές ταχύτητες.

Παράλληλης Διέγερσης:

Το τύλιγμα πεδίου τροφοδοτείται παράλληλα με το τύλιγμα τυμπάνου δίνοντας τη δυνατότητα για κατασκευή κινητήρων υψηλών ταχυτήτων.

Σύνθετης Διέγερσης:

Το τύλιγμα πεδίου τροφοδοτείται εν μέρει σε σειρά και εν μέρει παράλληλα με το τύλιγμα τυμπάνου δίνοντας τη δυνατότητα για κατασκευή κινητήρων περίπου σταθερής ταχύτητας παρά τις μεταβολές της ροπής.

3.1.1.2 Χρήσεις κινητήρων Σ.Ρ.

Οι ηλεκτρικές μηχανές συνεχούς ρεύματος ιστορικά προηγούνται των μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος. Η δυνατότητα που παρέχουν για εύκολο έλεγχο ταχύτητας και ροπής τις είχε καταστήσει για δεκαετίες τη μοναδική επιλογή για συστήματα ηλεκτρικής κίνησης που απαιτούσαν μεταβλητή ταχύτητα λειτουργίας.

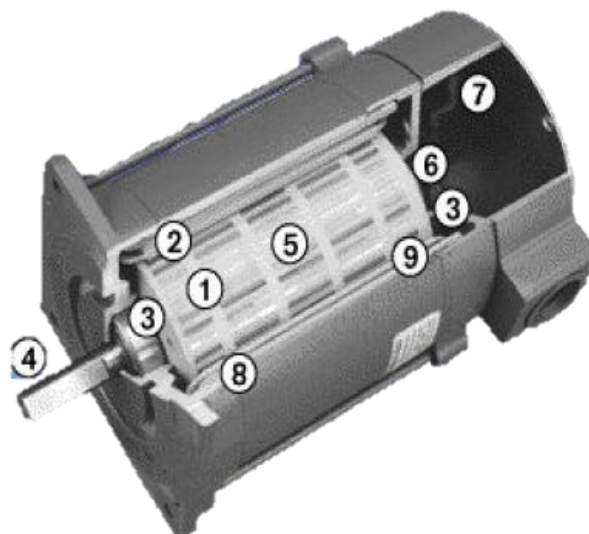
Η ευκολία του ελέγχου έγκειται στο ότι γενικά σε μια μηχανή συνεχούς ρεύματος η ταχύτητα περιστροφής είναι ανάλογη της εφαρμοζόμενης τάσης στο τύμπανο και η αναπτυσσόμενη ροπή είναι ανάλογη του ρεύματος τυμπάνου (αυτό ισχύει επακριβώς μόνο για τους κινητήρες συνεχούς ξένης διέγερσης). Συνεπώς, όπως ήδη θα είναι φανερό, είναι αρκετά απλός ο έλεγχος ενός τέτοιου κινητήρα (λ.χ. μέσω ενός μετατροπέα συνεχούς σε συνεχές – DC to DC Converter).

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος έχουν χρησιμοποιηθεί για πάρα πολλά χρόνια σε συστήματα ηλεκτρικής κίνησης και θεωρούνταν αναντικατάστατοι σε εφαρμογές μεταβλητής ταχύτητας περιστροφής όπως για παράδειγμα στα τρένα. Μόνο τα τελευταία είκοσι χρόνια δόθηκε η δυνατότητα αντικατάστασής τους από τους ασύγχρονους κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος (κινητήρες επαγωγής) που οδηγούνται με προηγμένες τεχνικές ελέγχου.

3.1.2 Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος

3.1.2.1 Σύγχρονοι

Η αρχή λειτουργίας του σύγχρονου κινητήρα στηρίζεται στο ότι το μαγνητικό πεδίο του δρομέα προσπαθεί να ακολουθήσει το πεδίο του στάτη χωρίς ποτέ να καταφέρει να ευθυγραμμιστεί. Το φορτίο ενός σύγχρονου κινητήρα είναι συνήθως μια διάταξη που πρέπει να περιστρέφεται με ταχύτητα. Γενικά η τάση εισόδου και η συχνότητα παραμένουν σταθερές και ανεξάρτητες από την ισχύ εξόδου του κινητήρα. Η ταχύτητα προσδιορίζεται από την συχνότητα της τάσης τροφοδοσίας και δεν εξαρτάται καθόλου από το φορτίο.



ΕΙΚΟΝΑ 2 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ: 1-ΜΟΝΙΜΟΣ ΜΑΓΝΗΤΗΣ, 2-ΤΥΛΙΓΜΑ ΣΠΕΙΡΩΝ, 3-ΡΟΥΛΕΜΑΝ, 4-ΑΞΟΝΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ, 5-ΡΟΤΟΡΑΣ, 6-ΠΛΟ ΕΛΑΤΗΡΙΟ, 8-ΤΕΛΙΚΟ ΚΙΒΩΤΙΟ, 9-ΣΠΕΙΡΕΣ ΠΟΥ ΤΥΛΙΓΟΝΤΑΙ ΣΕ ΙΣΧΥ, 9-ΣΤΑΤΗΣ [57]

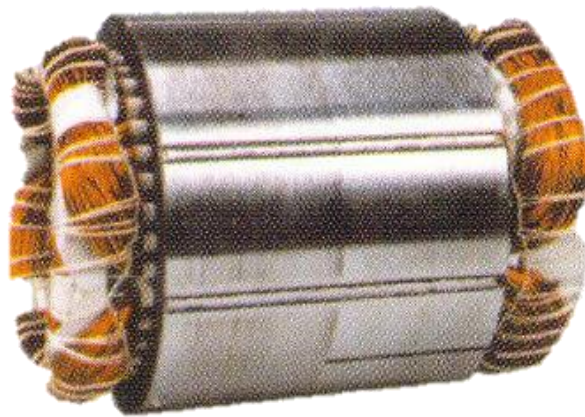
3.1.2.2 Ασύγχρονοι

Οι επαγωγικοί κινητήρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την κατασκευαστική δομή του δρομέα τους, σε κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού και σε κινητήρες με δακτυλιοφόρο δρομέα. Διακατέχονται από σημαντικά πλεονεκτήματα όπως υψηλή αξιοπιστία και απόδοση, μεγάλη διάρκεια ζωής χωρίς ιδιαίτερες ανάγκες συντήρησης, με μικρό βάρος και όγκο.

Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με τους μοντέρνους αντιστροφείς και τις προηγμένες τεχνικές ελέγχου τους καθιστούν την ιδανική επιλογή για τα περισσότερα συστήματα ηλεκτρικής κίνησης. Ήδη υπάρχει η τάση αντικατάστασης των κινητήρων συνεχούς ρεύματος σε βιομηχανικό επίπεδο από τους πιο οικονομικούς και αξιόπιστους κινητήρες επαγωγής ενώ το ενδιαφέρον για νέες εφαρμογές τους είναι αυξημένο. Για όλους τους παραπάνω λόγους είναι φυσικό να είναι και η πλέον διαδεδομένη κατηγορία, και η κατηγορία που εστιάζεται κυρίως η παρούσα εργασία.

3.1.2.2.1 Κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού

Ο δρομέας των κινητήρων αυτών αποτελείται από ελάσματα μονωμένα μεταξύ τους, τα οποία προσαρμόζονται στον άξονα. Τα ελάσματα φέρουν οδοντώσεις οι οποίες σχηματίζουν αυλάκια κατά μήκος του δρομέα. Η γεωμετρική μορφή των αυλακώσεων καθορίζει την ηλεκτρική συμπεριφορά του κινητήρα, δηλαδή την χαρακτηριστική ταχύτητα ροπής. Στα αυλάκια του δρομέα τοποθετούνται ράβδοι από χαλκό ή ορείχαλκο, τα άκρα των οποίων συνδέονται μεταξύ τους με δακτυλίους βραχυκύκλωσης. Έτσι σχηματίζεται το τύλιγμα κλωβού του δρομέα.



ΕΙΚΟΝΑ 3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΟΜΗ ΣΤΑΤΗ 3ΦΑΣΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

3.1.2.2.2 Κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα

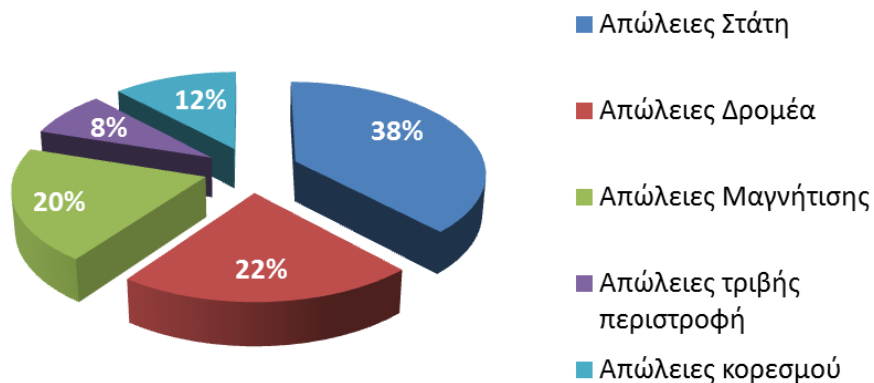
Ο δρομέας των επαγωγικών κινητήρων με δακτυλιοφόρο δρομέα φέρει αυλακώσεις μέσα στις οποίες τοποθετούνται ένα τριφασικό τύλιγμα, αντίστοιχο με εκείνο του στάτη. Οι τρεις φάσεις του τυλίγματος στο δρομέα συνδέονται σχεδόν πάντα σε αστέρα. Τα τρία άκρα του τυλίγματος αστέρα καταλήγουν σε ισάριθμους δακτυλίους που φέρει ο δρομέας. Μέσω των δακτυλίων και των ψηκτρών που εφάπτονται σε αυτούς, είναι δυνατή η σύνδεση ρυθμιστικών αντιστάσεων στο τύλιγμα του δρομέα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η τροποποίηση της χαρακτηριστικής ταχύτητας-ροπής του κινητήρα, ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας.

3.2 Απώλειες ηλεκτρικών κινητήρων

Η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας προφανώς επιτυγχάνεται με την ταυτόχρονη λειτουργία διαφόρων τεχνικών διατάξεων, εκ των οποίων τον πρώτο ρόλο διαδραματίζει η ηλεκτρική μηχανή. Η διαδικασία αυτή συνοδεύεται πάντοτε από απώλειες, οι οποίες πρέπει να ελαχιστοποιούνται με σκοπό αφενός την κατά τον δυνατόν μειωμένη χρήση των φυσικών ενεργειακών πόρων και αφετέρου την βελτίωση της διαδικασίας μετατροπής με κριτήρια οικονομικά, περιβαλλοντολογικά και λιγότερων φθορών του συστήματος μετατροπής.

Η ηλεκτρική ισχύς είναι που είναι απαραίτητη να φαίνεται στις πινακίδες των κινητήρων αναφέρεται στην τιμή της ισχύος που απορροφάει ο κινητήρας από το ηλεκτρικό δίκτυο. Η ωφέλιμη ισχύς όμως είναι αυτή που καταλήγει στο φορτίο και συνήθως εκφράζεται σε Ηρ. Επίσης υπάρχουν οι απώλειες μαγνήτισης, κορεσμού και τριβών, όπως επίσης και οι απώλειες του στάτη και του δρομέα. Όλες αυτές οι απώλειες αφαιρούνται από την ηλεκτρική ισχύ του εκάστοτε κινητήρα και στο τέλος παραμένει η ωφέλιμη ισχύς που μπορεί να καταναλωθεί από το φορτίο. Παρακάτω ακολουθεί πίνα με το ποσοστό των απωλειών κάθε κατηγορίας όπως επίσης και διαγράμματα ροής με τις ισχύεις που αναπτύσσονται σε ένα κινητήριο σύστημα.

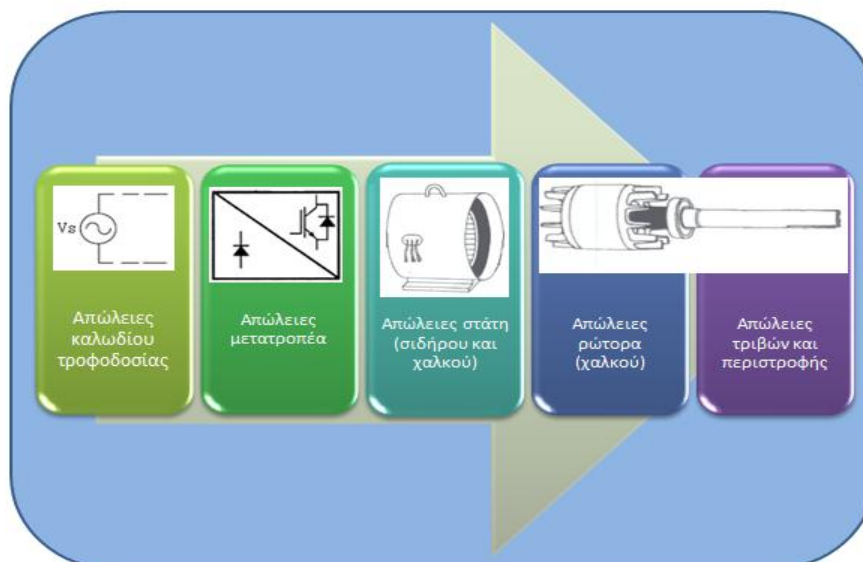
Απώλειες κινητήρα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7: ΠΙΝΑΚΑ ΜΕ ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

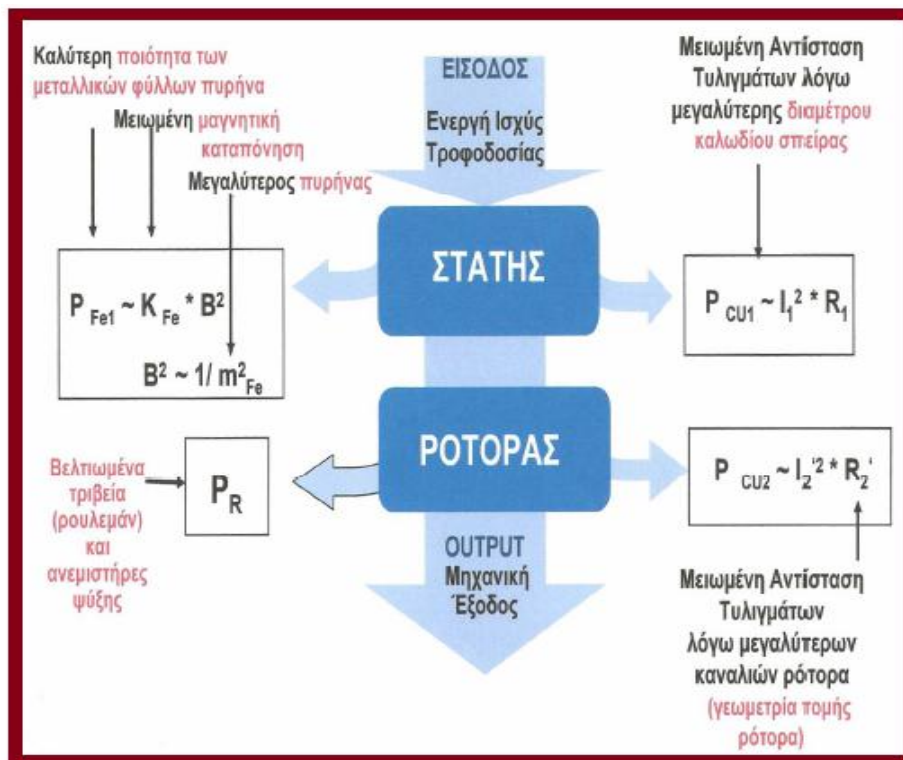


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8 ΠΛΗΘΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΣΥΝΟΔΕΥΟΥΝ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9 ΣΗΜΕΙΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Σε όλα τα κινητήρια συστήματα χάνεται ένα ποσό ενέργειας λόγω των απωλειών των αγώγιμων και σιδηρομαγνητικών υλικών, των τριβών και άλλων επιπρόσθετων απωλειών. Οι απώλειες εξαρτώνται από τα χρησιμοποιούμενα υλικά, το σχεδιασμό των συνιστούντων στοιχείων του συστήματος, τις γεωμετρικές διαστάσεις, τον τρόπο λειτουργίας και τη συντήρηση. Η χαμένη ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα, η οποία πρέπει να απομακρύνεται από το σύστημα μέσω ενός συστήματος ψύξης, διότι διαφορετικά προκαλεί καταπόνηση και φθορές με αποτέλεσμα να επέρχεται μείωση της διάρκειας ζωής και ενδεχομένως καταστροφή κάποιων συνιστούντων στοιχείων. Εκτός από τις αρνητικές επιπτώσεις στο ίδιο το σύστημα, οι απώλειες ενέργειας προκαλούν οικονομικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα, μειώνουν τους φυσικούς πόρους, επιδρούν αρνητικά στον άνθρωπο και στην ζωή γενικώς.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10 ΟΙ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΠΙΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ[3]

Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι το βάρος για εξοικονόμηση ενέργειας πέφτει στον περιορισμό των απωλειών του κινητήρα, όπως επίσης της μείωσης της απαιτούμενης ισχύς που πιθανόν να χρειάζεται για να δουλέψει.

3.3 Χρήσεις κινητήρων

Οι κινητήρες χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής είτε είναι εμφανείς είτε όχι. Για να αντιληφθεί κάποιος καλύτερα την χρήση τους παρατίθεται παρακάτω μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης τους ανάλογα με τα μεγέθη ισχύος των κινητήρων που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση.

Η παραγωγή μηχανικού έργου γίνεται κατά κύριο λόγο με κινητήρες, αναφέρονται πρώτοι ως πιο σημαντικοί καθώς πιθανή εξοικονόμηση ενέργειας στην παραγωγή συνεπάγεται με εξοικονόμηση όλου του ηλεκτρικού συστήματος και φυσικά των φορτίων που το διέπουν .

Οι βιομηχανίες περιέχουν κατά κύριο λόγο τις πιο «βαριές» καταναλώσεις σε ένα σύστημα. Η μεγάλη διαφορά σε ισχύ με τα υπόλοιπα φορτία τις καθιστά κεντρικά σημεία όσον αφορά τον σχεδιασμό των ηλεκτρικών συστημάτων, καθώς οι περισσότερες χρησιμοποιούν κινητήρια συστήματα.

Σε μια Τρίτη κατηγορία θα μπορούσαν να εισέλθουν οι μεγάλες κτηριακές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν μεγάλο αριθμό κινητήρων συστημάτων για τις ανάγκες τους. Μερικά παραδείγματα είναι τα ξενοδοχεία, τα νοσοκομεία, κτήρια γραφείων, κλπ.

Σε τέταρτη κατηγορία κατατάσσονται οι υπόλοιπες χρήσεις των κινητήρων που αφορούν τις αντλίες γεώτρησης τους οικιακούς κινητήρες, και γενικά τους κινητήρες που η ισχύ τους κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα. Ψυγεία, αντλίες νερού, κλιματιστικά είναι μόνο μερικές από τις εφαρμογές που συναντάει κάποιος σε οποιαδήποτε οικία.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11: ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΜΕ ΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΑΝΑ ΜΕΓΕΘΟΣ ΙΣΧΥΟΣ

3.3.1 Χρήσεις Αντλιών στον οικιακό-επαγγελματικό τομέα.

3.3.1.1 Κατοικίες

Σίγουρα όποιος φέρει στο μυαλό του τη λέξη κινητήρια συστήματα, το τελευταίο πράγμα που του έρχεται στο μυαλό είναι οι οικιακές χρήσεις τους, καθώς λίγοι τις συνδέουν με μια οικία. Τα πράγματα είναι όμως λίγο διαφορετικά. Αν και οι κινητήρες στις οικίες είναι συνήθως μεγέθους ελάχιστων watt εντούτοις εάν αθροιστούν όλοι μαζί αριθμούς μια σεβαστή κατανάλωση. Φυσικά για να αθροιστούν όλοι μαζί θα πρέπει να λειτουργήσουν και όλοι μαζί ταυτόχρονα. Είναι όμως κάτι που συμβαίνει σε καθημερινή βάση, μια ματιά να ρίξει κανείς στον επόμενο πίνακα, θα ανακαλύψει διάφορα σημεία που είναι κρυμμένοι κινητήρες σε μια οικία, το μεγαλύτερο μέρος αυτών λειτουργεί και ταυτόχρονα σε διάφορες χρήσεις μέσα σε ένα τυπικό σπίτι.

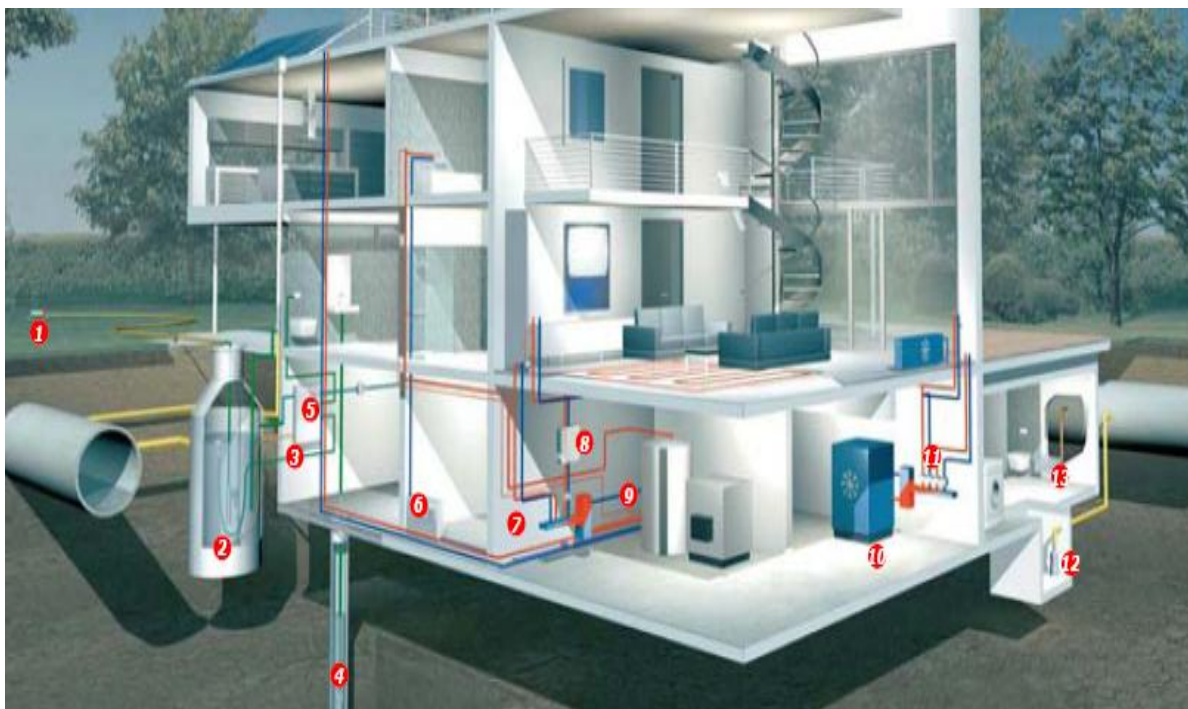
Οικιακές συσκευές	Ψυγείο, Μίξερ, πλυντήριο πιάτων, ηλεκτρική σκούπα, πιστολάκι μαλλιών, αποροφητήρας κουζίνας, αποχυμωτής, πλυντήριο ρούχων, A/C, κουζίνα με αέρα
Εξοπλισμός γραφείου, ψυχαγωγία	Στοιχεία Η/Υ, ανεμιστήρας, εκτυπωτής, σαρωτής, φαξ, μονάδες CD/DVD, κάμερα, φωτογραφική μηχανή.
Ηλεκτρικά εργαλεία	Ραπτομηχανή, τρυπάνι, κατσαβίδι, τροχός
Διάφορα	Ηλεκτρικά ρολά, ηλεκτρική γκαραζόπορτα

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΠΑΝΤΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕΣΑ ΣΕ ΜΙΑ ΟΙΚΙΑ

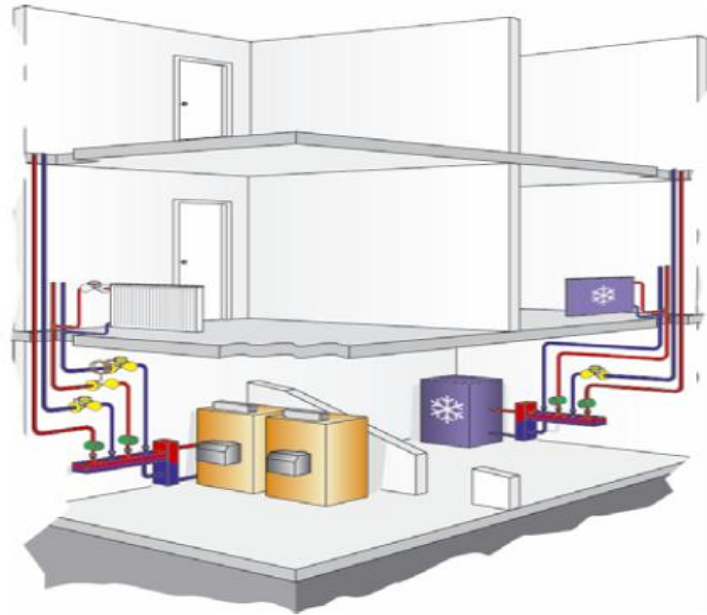
Σημαντική θέση διακατέχουν όμως και οι αντλίες, οι οποίες αποτελούν και την κύρια αιτία μελέτης της παρούσας εργασίας.

Στην παραπάνω εικόνα αναφέρονται τα πιθανά σημεία τοποθέτησης αντλιών σε ένα σπίτι, αναλυτικότερα:

1	Τεχνητή βροχή κήπου	2,3	Αντλίες άρδευσης
4	Αντλίες άρδευσης από γεωτρήσεις	5	Αντλίες εκμεταλ. βρόχινου νερού
6	Αντλίες πόσιμο νερού και προώθηση με πίεση	7,9,11	Κυκλοφορητές
8	Διαχωρισμός συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης	10	Άντληση συμπυκνώματος σε λέβητες
12	Αντλία αποστράγγισης υπογείων	13	Αντλία λυμάτων



ΕΙΚΟΝΑ 4 ΕΙΚΟΝΑ 4: ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ [6]



ΕΙΚΟΝΑ 5 ΑΝΤΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ [6]

3.3.1.2 Επαγγελματικά κτήρια

Στην παρακάτω εικόνα αναφέρονται τα πιθανά σημεία τοποθέτησης αντλιών σε ένα επαγγελματικό κτήριο, αναλυτικότερα:

1	Αντλίες ακαθάρτων υδάτων	2	Αντλίες εκμετάλλευσης βρόχινου νερού
3	Αντλίες πόσιμου νερού	4,6,7	Κυκλοφορητές
5	Αντλίες νερού θέρμανσης	8	Αντλίες νερού ψύξης και νερού πυρόσβεσης
9,10	Αντλίες λυμάτων		



ΕΙΚΟΝΑ 6 ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ [6]

Στον παρακάτω πίνακα ακολουθούν οι ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης σε διάφορα επαγγελματικά κτήρια.

Είδος Κτηρίου	Ενεργ.Κατανάλωση (Kwh/m ²)
Κολυμβητήρια	411.7
Νοσοκομεία	406.8
Κλινικές	275
Ξενοδοχεία	273
Γραφεία	187
Εμπορικά	152
Σχολεία	92
Γυμναστήρια	83.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 3:ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ[7]

3.3.1.3 Βιομηχανίες

Στην παραπάνω εικόνα αναφέρονται τα πιθανά σημεία τοποθέτησης αντλιών σε ένα επαγγελματικό κτήριο, αναλυτικότερα:

1	Αντλία για παροχή νερού από γεωτρήσεις και δεξαμενές	2	Αντλίες λυμάτων
3,4	Αντλίες πυρόσβεσης	5,8	Κυκλοφορητές
6	Αντλίες νερού θέρμανσης, ψύξης	7	Αντλία ψύξης
9	Αντλίες θέρμανσης	10	Αντλίες όμβριων υδάτων
11	Αντλίες παροχής νερού	12	Αντλίες αυτόματης παροχής νερού και αύξησης πίεσης
13	Αντλίες πλύσης		



ΕΙΚΟΝΑ 7: ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ [6]

3.3.1.4 Εταιρίες υδάτων και ύδρευσης

Στην παραπάνω εικόνα αναφέρονται τα πιθανά σημεία τοποθέτησης αντλιών σε μια δημοτική επιχείρηση υδάτων, αναλυτικότερα:

1	Αντλίες νερού χωρίς μακρόνια και διαβρωτικά συστατικά στοιχεία	2	Αντλίες παροχής ζεστού/κρύου νερού
3	Αντλίες άρδευσης	4	Αντλίες ύδρευσης
5	Αντλητικά συστήματα λυμάτων με σύστημα διαχωρισμού στερεών ουσιών	6	Αντλίες φρεατίων
7,10	Αντλίες βιολογικού καθαρισμού	8	Αντλίες γεωργικού τομέα
9	Αντλίες δημιουργίας ροής σε κανάλια νερού	11	Αντλίες για άρδευση και για άντληση λάσπης
12	Υδροηλεκτρικά έργα		

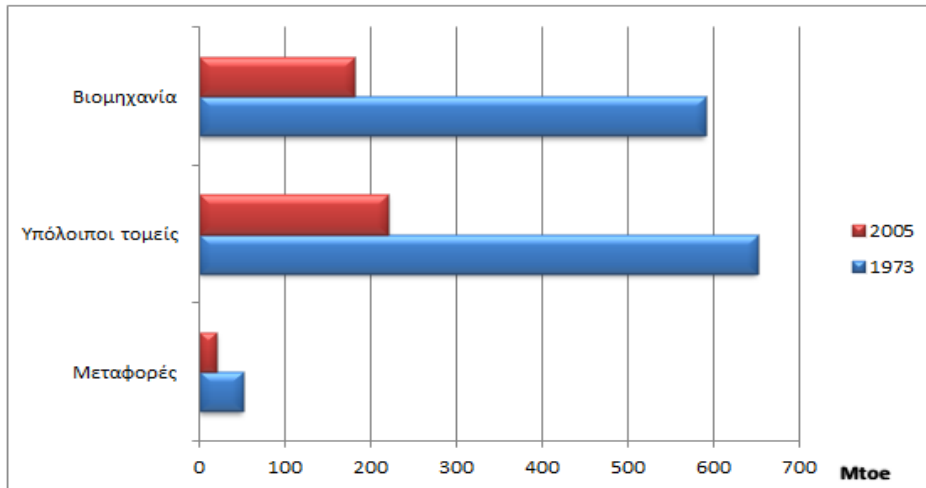


ΕΙΚΟΝΑ 8: ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΩΝ [6]

Οι αντλίες της παραπάνω κατηγορίας αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι γιατί ασφαλώς είναι από τις μεγαλύτερες κατηγορίες αντλιών όσον αφορά την συνολική ονομαστική ισχύς. Επίσης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη καθημερινότητα για αυτό μια περαιτέρω ανάλυση της κατηγορίας αυτής είναι ιδιαίτερως χρήσιμη. Όπως θα αναλυθεί και παρακάτω, μόνο στην Ελλάδα οι μεγαλύτερες εταιρίες ύδρευσης καταναλώνουν περίπου 700 GWh το χρόνο. Σε αυτού του είδους τις αντλίες θα υπάρξει περαιτέρω ανάλυση στις παρακάτω σελίδες.

3.4 Σημασία των κινητήρων στην Εξοικονόμηση Ενέργειας

Τα τελευταία 30 χρόνια καταγράφεται ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, σε έρευνα του Οργανισμού «International Energy Agency» το 2007, πάνω από το 40% της παγκόσμιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται σε βιομηχανικές εφαρμογές και τα 2/3 αυτής χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικούς κινητήρες.

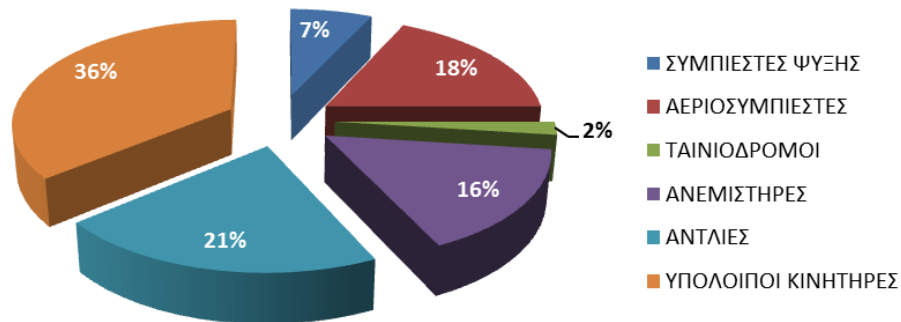


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12: ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ ΤΟ 1973 ΚΑΙ ΤΑ ΤΟ 2005, ΜΕ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΝΑ ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΤΟΝΟΥΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (ΜΤΟΕ) [4]

Σε έρευνα που είχε διεξαχθεί ειδικά για τις ευρωπαϊκές χώρες [4], τα κινητήρια συστήματα είναι υπεύθυνα για το 69% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία και για το 38% στις οικιακές εφαρμογές, το οποίο σε απόλυτες τιμές αντιστοιχεί σε 575 και 186 TWh αντιστοίχως ανά έτος. Οι αντλίες, οι ανεμιστήρες και οι συμπιεστές που κινούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες αποτελούν τα πιο σημαντικά φορτία ως προς την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τόσο στις βιομηχανίες (το 62%) όσο και στον τομέα των υπηρεσιών (το 82%). Από τα στοιχεία προκύπτει ότι οι ηλεκτρικοί κινητήρες αποτελούν πολύ σημαντικό παράγοντα στο ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας, επομένως είναι σημαντικό ο βαθμός απόδοσης των κινητήρων αυτών να είναι όσο το δυνατόν υψηλότερος.

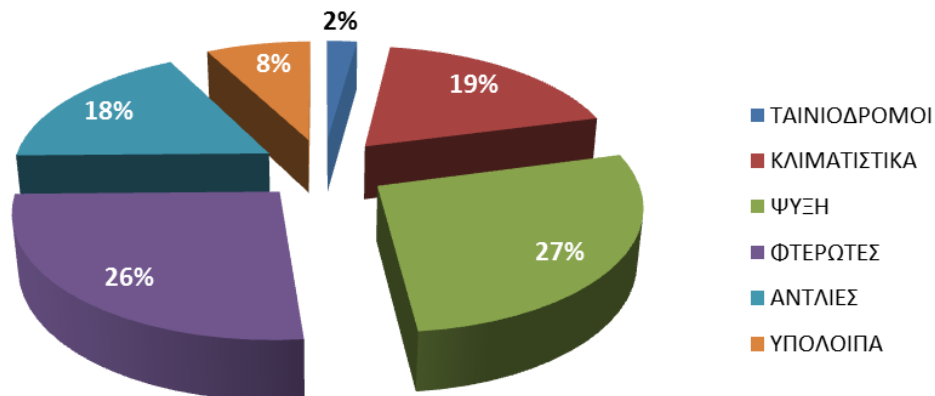
Παρακάτω ακολουθούν δύο διαγράμματα με την χρήση των κινητήριων συστημάτων στην βιομηχανία και στον τομέα των υπηρεσιών, όπου και στις δυο περιπτώσεις παρατηρεί κανείς πλήθος εφαρμογών κινητήριων συστημάτων.

Χρήση κινητήρων στην βιομηχανία



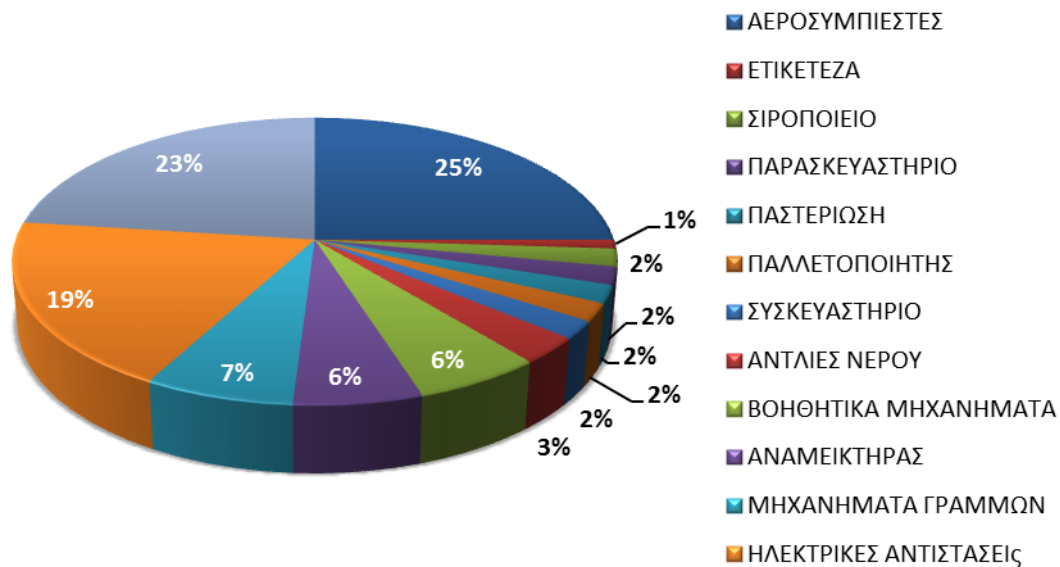
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13: ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ. [4]

Χρήση κινητήρων στις υπηρεσίες



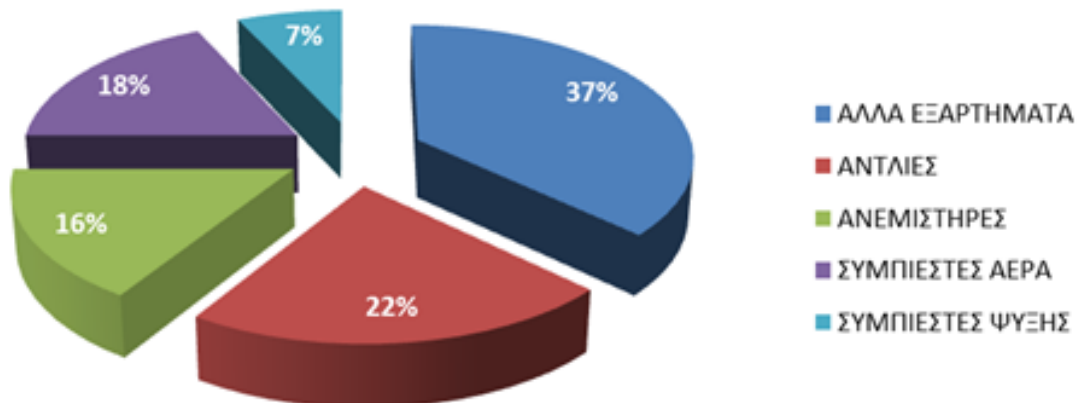
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14: ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ. [4]

Στο Διάγραμμα 15 που ακολουθεί παρουσιάζεται μια τυπική βιομηχανία γάλακτος με την ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας ανά παραγωγική διαδικασία.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ, ΣΕ ΜΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ[5]

Η τυπική κατανάλωση μιας βιομηχανικής εγκατάστασης δείχνει την κυρίαρχη θέση που έχουν οι αντλίες σε αυτήν, αναλυτικότερα παρουσιάζονται στο επόμενο διάγραμμα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16 ΤΥΠΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ[6]

Ένα εξίσου σημαντικό συμπέρασμα που βγαίνει από όλα τα παραπάνω στοιχεία και τα διαγράμματα είναι ότι οι αντλίες και οι φτερωτές καταλαμβάνουν ένα εξίσου σεβαστό ποσοστό στην κατανάλωση ενέργειας. Αν και υποτιμημένες καταναλώσεις λόγω των σχετικά μικρότερων τιμών όσον αφορά την ονομαστική τους τιμή ισχύος, η εισχώρησή τους σε μεγάλες ποσότητες στην βιομηχανία και στους υπόλοιπους τομείς γενικότερα, μόνο αμελητέες καταναλώσεις δε μπορούν να χαρακτηριστούν.

Στις περισσότερες περιπτώσεις βιομηχανιών καταλαμβάνουν τα $\frac{3}{4}$ των ηλεκτρικών καταναλώσεων, ενώ και ακόμα και στις οικίες καταλαμβάνουν ένα πολύ μεγάλο ποσοστό όπως θα αναλυθεί και παρακάτω.

Σύμφωνα με μελέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπως αναλύθηκαν και παραπάνω μέχρι και 40% μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση των αντλιών σε παγκόσμια κλίμακα.

Οι κυκλοφορητές για παράδειγμα θα καταλαμβάνουν την 5^η θέση στην κατανάλωση σε ένα σπίτι μέχρι το 2030. Ταυτόχρονα όμως στα περιθώρια εξοικονόμησης θα καταλαμβάνουν την 3^η θέση. Κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης μπορούν να προσφέρουν μέχρι και 80% λιγότερη κατανάλωση [6].

Τοποθέτηση θερμοστατικών κεφαλών στο δισωλήνιο σύστημα μειώνουν έως και 60% την ενεργειακή κατανάλωση.

Αυτά ήταν μόνο μερικά από τα παραδείγματα του τι ευκαιρίες εξοικονόμησης υπάρχουν στα κινητήρια συστήματα, περισσότερη ανάλυση στα κεφάλαια που ακολουθούν.

4 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΔΙΕΘΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



4.1 Πρώτο στάδιο-εισαγωγικά

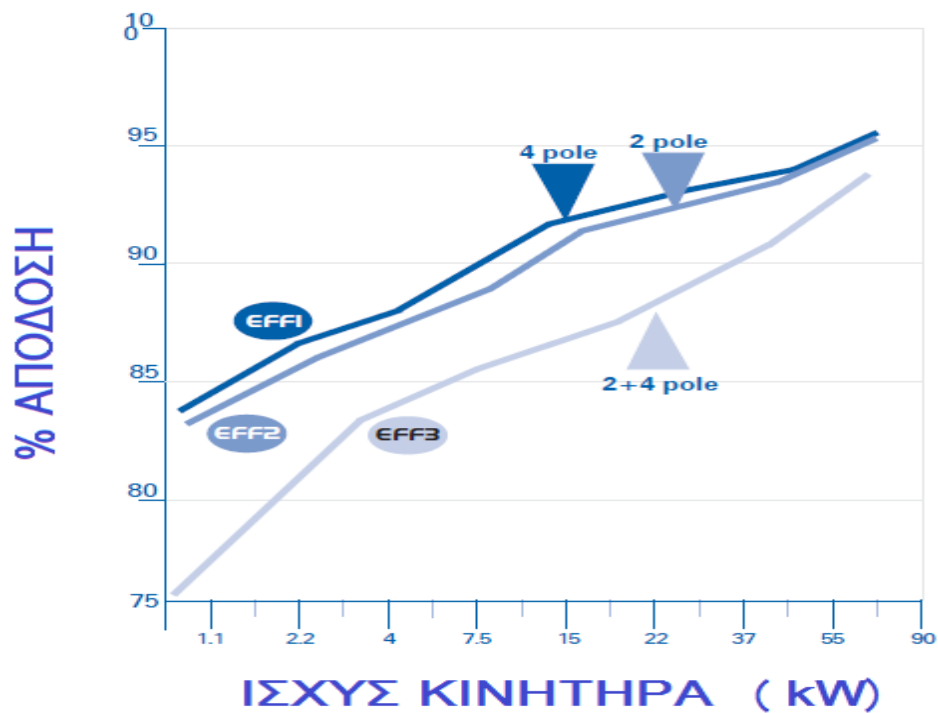
Η κατηγοριοποίηση των κινητήρων ξεκίνησε με την προτροπή της Κομισιόν, σε συνεργασία με τους κατασκευαστές των κινητήρων συμφώνησαν να εφαρμόσουν τρεις κατηγορίες για τους κινητήρες ανάλογα με τον βαθμό απόδοσης τους. Οι τρεις αυτές κατηγορίες αφορούν το 80% περίπου των παραγόμενων κινητήρων στην Ευρώπη ονομαστικής ισχύος από 1.1 μέχρι 90 kW. Οι τρεις επίσημες κλάσεις είναι οι εξής: EFF1, EFF2, EFF3 όπως αυτές θα αναλυθούν παρακάτω.

Ο εκάστοτε κατασκευαστής ήταν υποχρεωμένος να αναγράφει στην πινακίδα της μηχανής την κατηγορία που ανήκει ο κινητήρας, όπως επίσης και να την αναγράφει σε όλους τους καταλόγους. Κύριο μέλημα των κατασκευαστών αποτελούσε η ένταξη των κινητήρων τους στην υψηλότερη κατηγορία EFF1 που αποτελεί και την πιο αποδοτική, και αυτό συνεπάγεται με την χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας για το ίδιο μηχανικό έργο. Επίσης το όλο εγχείρημα είχε σαν σκοπό την πλήρη κατάργηση των κινητήρων που ανήκαν στην κατηγορία EFF3 που αποτελούσε την πιο ενεργοβόρα. Τέλος σημαντικό κριτήριο που λαμβανόταν υπόψη ήταν και η χρήση τους, σπάνια, συχνή, συνεχόμενη. Αυτό είναι εξίσου σημαντικό καθώς σε μερικές περιπτώσεις που η χρήση δεν είναι και τόσο συχνή ανάλογα θα συμφέρει και διαφορετική κατηγορία, καθώς δε μπορεί να αγνοήσει κανείς και το οικονομοτεχνικό στοιχείο. Έτσι μια κατάταξη των κινητήρων αναλόγως την χρήση τους θα ήταν η ακόλουθη:

Κατηγορία	Χρήση	Απόδοση
EFF1	Συνεχόμενη	Πολύ υψηλή
EFF2	Συχνή	Υψηλή
EFF3	Περιστασιακή-Σπάνια	Χαμηλή

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ

Το διάγραμμα που ακολουθεί παρακάτω φανερώνει την συσχέτιση των εκάστοτε κατηγοριών με τα κατασκευαστικά μέρη των κινητήρων. Πιο συγκεκριμένα παρατηρώντας προσεκτικά οι κινητήρες που ανήκουν στην κατηγορία EFF1 (αποδοτικότερη από όλες) και αποτελούνται από 4 πόλους κινούνται σε υψηλότερα επίπεδα απόδοσης, ειδικά για μεγαλύτερες τιμές ονομαστικής ισχύος.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΧΥ ΕΞΟΔΟΥ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ [9]

Είναι εύκολα αντιληπτό λοιπόν ότι το μέγιστο όφελος προέρχεται από συνδυασμό διαφόρων παραγόντων στην συγκεκριμένη περίπτωση και σύμφωνα με το διάγραμμα στα 40 KW ο πιο αποδοτικός κινητήρας είναι ο τετραπολικός κατηγορίας EFF1, ενώ αρκετά ικανοποιητική απόδοση θα μπορούσε να προσφέρει και ένας διπολικός κινητήρας κατηγορίας EFF2 ίδιας ονομαστικής ισχύος. Αντιθέτως στην ίδια ισχύ διπολικοί ή τετραπολικοί κινητήρες κατηγορίας EFF3 κινούνται σε αρκετά χαμηλότερα επίπεδα απόδοσης. Όπως θα αναλυθεί και παρακάτω ο αριθμός των πόλων παίζει και αυτός το ρόλο του.

Η κατηγοριοποίηση αρχικά αφορούσε τα παρακάτω είδη κινητήρων:

- Σε κινητήρες με περίβλημα με αεριζόμενη φτερωτή, τριφασικούς επαγωγικούς βραχυκυκλωμένου κλωβού.
- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18: ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΧΥ ΕΞΟΔΟΥ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ
- Ονομαστική ισχύς εξόδου από 1,1 μέχρι 90 kW
- Ονομαστική τάση λειτουργίας 400V, 50 Hz
- Σχεδιασμένοι κινητήρες με βάση τα πρότυπα EN 60034-12 και HD 231
- Για κάθε επίπεδο ονομαστικής ισχύος εξόδου, δίνονται 2 τιμές ονομαστικής ισχύος εξόδου:

-Τιμές που ορίζονται κατά το πρότυπο IEC 34

-Τιμές μετρημένες σύμφωνα με τα IEC 60034-2(1972)+Amendment1(1995)+Amendment2(1996)

Συνοψίζοντας η πρώτη προσπάθεια κατηγοριοποίησης με τις τρεις κατηγορίες EFF θα μπορούσε να περιγραφεί με δυο λόγια ώστε να γίνει πιο κατανοητή η χρήση τους.

EFF1: Πολύ υψηλή απόδοση διπολικοί και τετραπολικοί κινητήρες ονομαστικής ισχύος από 1.1 μέχρι 90 kW

EFF2: Ιδανικοί για εξοικονόμηση ενέργειας, έχουν ήδη γίνει η ελάχιστη απαίτηση κατηγορίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

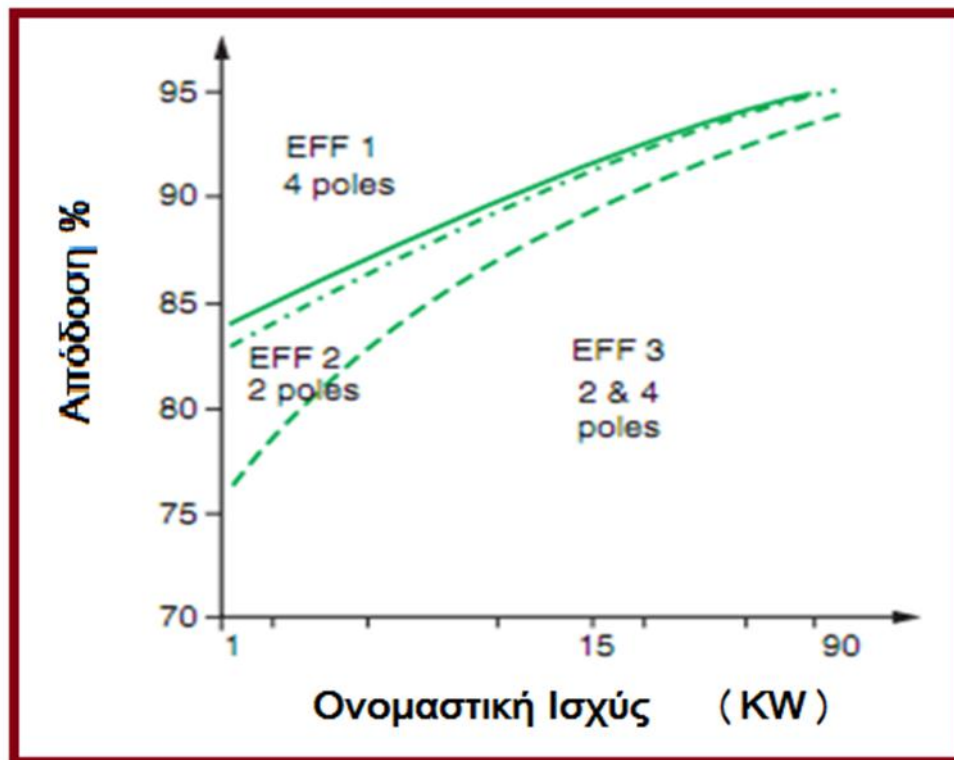
EFF3: Έχει μειωθεί η χρήση τους αισθητά, η παραγωγή τους έχει σταματήσει, ενώ σύντομα θα καταργηθούν πλήρως.

Διαφορές συμβατικών κινητήρων με Ε.Α.Κ. (EFF1)

- Υψηλότερη ποιότητα και πιο λεπτή πλαστικοποίηση χάλυβα του στάτη.
- Περισσότερο χαλκό στην περιέλιξη.
- Βελτιστοποιημένο διάκενο μεταξύ του ρότορα και του στάτη.
- Μειωμένες απώλειες ανεμιστήρα.
- Υψηλότερη ανοχή κατεργασίας.
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.
- Υψηλής ποιότητας αλουμίνιο που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο ρότορα

Πλεονεκτήματα ενός Ε.Α.Κ.

- Μεγαλύτερη αποδοτικότητα, λιγότερο λειτουργικό κόστος.
- Μικρότερη ολίσθηση , άρα μεγαλύτερη ταχύτητα
- Μείωση του κόστους συντήρησης και βελτίωση των εργασιών στη βιομηχανία
- Αύξηση της παραγωγικότητας



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19: ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΚΛΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΜΙΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΠΟΛΩΝ [13]

4.1.1 Βάση δεδομένων για αποδοτικότητα ηλεκτρικών Μηχανών

Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της ευρωπαϊκής επιτροπής (Κομισιόν) διατηρεί αυτό τον στόχο ανάμεσα στις προτεραιότητες της, με πλήθος προγραμμάτων και ενεργειών.

Οι κυριότερες από τις ενέργειες που έχει ξεκινήσει περιλαμβάνουν τα παρακάτω:

- Κατηγοριοποίηση κινητήρων και σήμανσης ενεργειακής τους κατανάλωσης
- Καθορισμός και εφαρμογή των προτύπων ενεργειακής απόδοσης
- Έρευνα, ανάπτυξη και επίδειξη προς όλους τους άμεσα εμπλεκόμενους με την ενέργεια.
- Εθελοντικές συμφωνίες με κατασκευαστές γνήσιου εξοπλισμού [Original Equipment Manufacturers (OEM)].
- Προγράμματα πληροφόρησης (συνέδρια, μαθήματα, έντυπα)
- Τεχνικά Εργαλεία (Αλγόριθμοι υπολογισμών, βάσεις δεδομένων, κτλ)

Στο πλαίσιο αυτό, το Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Joint Research Centre (JRC), έχει αναπτύξει για λογαριασμό της εταιρίας DG TREN μια ευρωπαϊκή βάση δεδομένων κινητήριων συστημάτων, γνωστή ως «EuroDEEM».

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα ξεκίνησε το 1995 με την δημιουργία ενός συστήματος για την προώθηση και επιλογή E.A.K. Το πεδίο εφαρμογής της βάσης δεδομένων που περιέχει διάφορα στοιχεία για έναν ηλεκτρικό κινητήρα, είναι να διαθέσει ένα σημαντικό μέσο πληροφόρησης που επιτρέπει στους χρήστες να προβούν εύκολα σε αξιολόγηση των

κινητήρων, για την εγκατάσταση νέων ή για αντικατάσταση παλαιών. Ουσιαστικά δηλαδή αποτελεί ένα ακόμη μέσο που βοηθάει στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και Το πακέτο λογισμικού EuroDEEM επιτρέπει στους χρήστες να επιλέξουν το καταλληλότερο ηλεκτρικό κινητήρα για οποιαδήποτε χρήση, υπολογίζοντας την ηλεκτρική και οικονομική κατανάλωση.

Η στρατηγική για την ανάπτυξη του EuroDEEM έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί για να επιτευχθούν οι εξής στόχοι:

- Να είναι σε θέση να διαθέσει ένα ευρωπαϊκό κατάλογο όλων των ηλεκτρικών κινητήριων συστημάτων και των παραγώγων τους, και φυσικά να προσφέρει λύσεις στην ενεργειακή απόδοση.
- Οι πληροφορίες που παρέχονται στο πλαίσιο της βάσης δεδομένων είναι εύκολο να κατανοηθούν έτσι ώστε ακόμη και μη έμπειροι του είδους (π.χ. ηλεκτρολόγοι, μηχανικοί εγκαταστάσεων, κλπ) να είναι σε θέση να επεξεργαστούν την βάση και να βρουν τις πληροφορίες που θέλουν.
- Η λειτουργία του προγράμματος να εξυπηρετεί και τους κατασκευαστές και τους καταναλωτές.
- Ακρίβεια των αποτελεσμάτων με μικρό αριθμό εισαγωγής εισόδων
- Δυνατότητα ανάπτυξης συστήματος ελέγχου καταναλώσεων κινητήριων συστημάτων σε μια εταιρία



ΕΙΚΟΝΑ 9 ΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΟΙ ΟΠΟΙΟΙ ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Το κυριότερο πλεονέκτημά του όμως είναι ότι απευθύνεται σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών, καθώς μπορεί να το χρησιμοποιήσει ο οποιοσδήποτε και ας μην έχει ηλεκτρολογικές ή μηχανικές γνώσεις. Μια κοινή βάση δεδομένων δηλαδή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κατασκευαστές, εμπόρους, τεχνίτες και καταναλωτές.



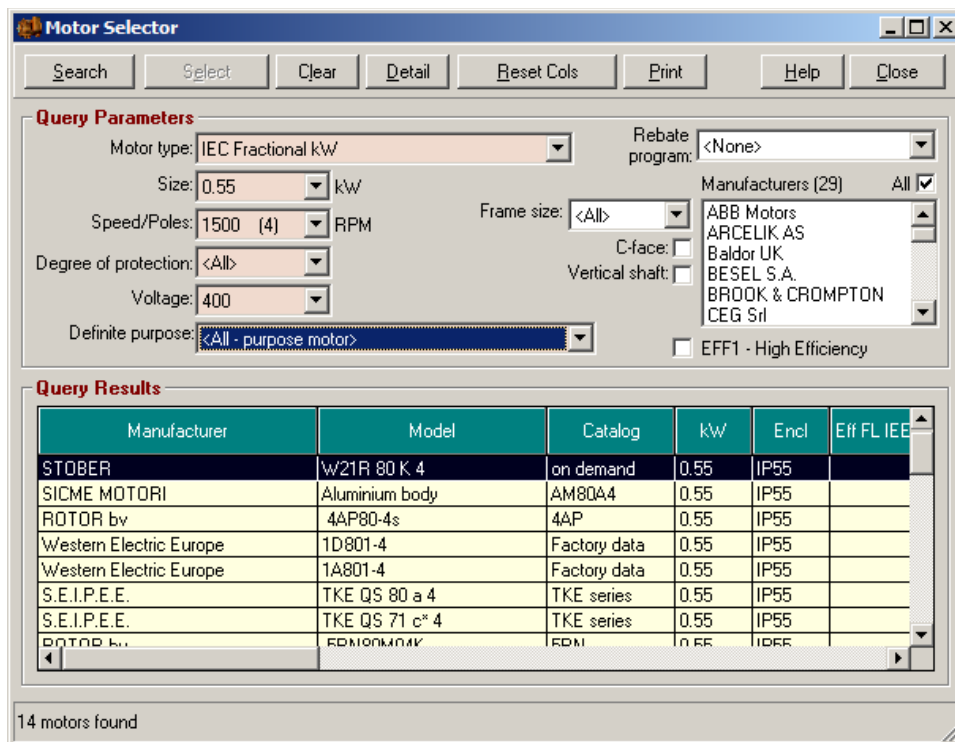
ΕΙΚΟΝΑ 10 EURODEEM ΜΙΑ ΚΟΙΝΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΤΩΝ ΚΙΝ.ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



ΕΙΚΟΝΑ 11 ΑΡΧΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ, ΑΡΙΣΤΕΡΑ Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΓΙΑ ΝΕΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ, ΔΕΞΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΕΩΝ ΜΕ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ 2 ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

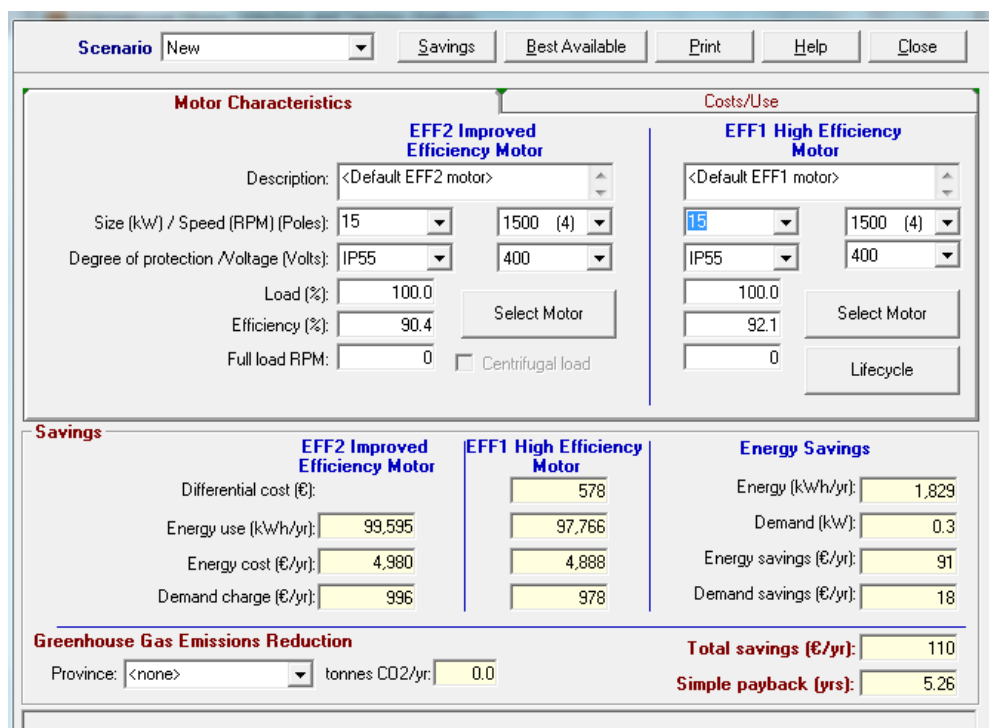
Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα δυο κύρια μέρη του κινητήρα τα οποία έχουν να κάνουν με τις επιλογές της απόκτησης νέου κινητήρα ή αντικατάστασης παλαιότερου.

Στην **Εικόνα 12** υπάρχει το μενού για νέους κινητήρες. Υπάρχουν οι επιλογές για την εταιρία κατασκευής, την ισχύ, την τάση, τις στροφές και των αριθμό των πόλων.



ΕΙΚΟΝΑ 12 ΜΕΝΟΥ «MOTOR SELECTOR», ΓΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΕΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Στην **Εικόνα 13 ΜΕΝΟΥ «MOTOR SAVINGS ANALYSIS»** ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΤΡΩΝ ΜΕ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΥΣ(EFF1) παρουσιάζεται το μενού αντικατάστασης κινητήρων. Συγκεκριμένα υπάρχουν δυο πεδία. Ένα για την εισαγωγή στοιχείων που πρόκειται να αντικατασταθεί και ένα για τα στοιχεία του νέου κινητήρα. Υπάρχουν επίσης διάφορα πεδία παράθεσης τιμών από την σύγκριση των δυο κινητήρων.



ΕΙΚΟΝΑ 13 ΜΕΝΟΥ «MOTOR SAVINGS ANALYSIS» ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΤΡΩΝ ΜΕ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΥΣ(EFF1)

Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι μέχρι σήμερα στην βάση δεδομένων είναι καταγεγραμμένοι 29 κατασκευαστές κινητήρων και περισσότεροι από 7000 κινητήρες όλων των τύπων.

4.2 Σημερινά δεδομένα-μελλοντικοί στόχοι

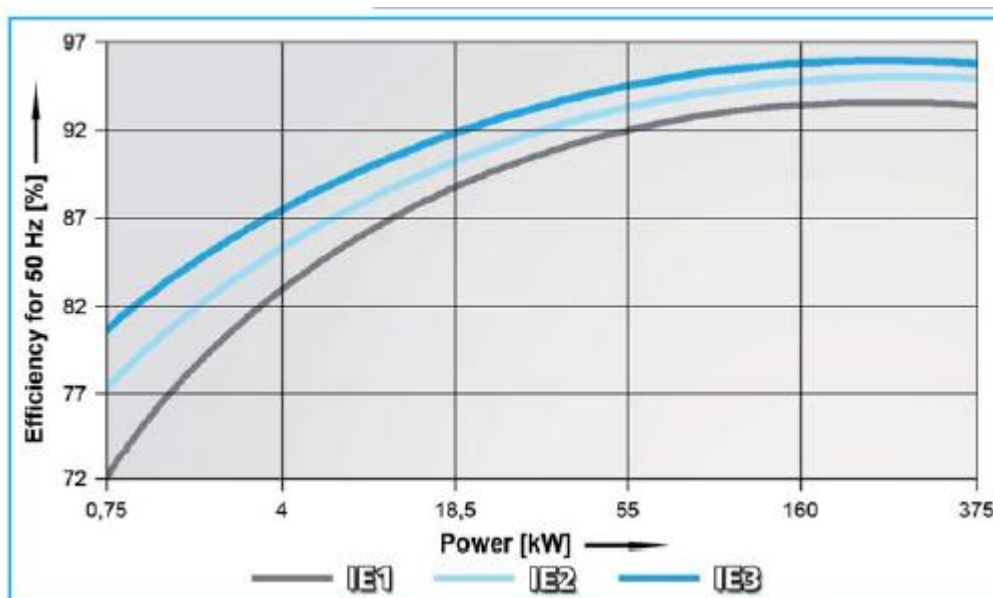
Σε μια εποχή που οι εξελίξεις στην τεχνολογία και τις απαιτήσεις του καταναλωτή τρέχουν με ιλιγγιώδη ταχύτητα το θέμα των κινητήρων δε θα μπορούσε ασφαλώς να μείνει απέξω. Έτσι λοιπόν με την πάροδο των χρόνων οι απαιτήσεις και τα δεδομένα άλλαξαν άρα οι αλλαγές στις κατηγορίες απόδοσης των κινητήρων ήταν επιβεβλημένες.

Το επόμενο στάδιο λοιπόν ήταν η δημιουργία νέων κατηγοριών έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες συνθήκες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε συνεργασία με με την διεθνή ηλεκτροτεχνική επιτροπή (International electrotechnical commission-I.E.C.) βαθμονόμησαν εκ νέου τους ασύγχρονους κινητήρες 50-60Hz με ισχύ από 0,75 kW μέχρι 375kW. Οι νέες κατηγορίες ονομάστηκαν IE από τα αρχικά International Efficiency και αντικατέστησαν από το 2010 της κατηγορίες EFF και τις προδιαγραφές τους.

Τα νέα στοιχεία που προστέθηκαν είναι:

- Πλήρης κατάργηση της κατηγορίας EFF 3
- Αντιστοιχία της κατηγορίας IE1 με την EFF2, και της IE2 με την EFF1
- Δημιουργίας νέας κατηγορίας υψηλότερης απόδοσης της EFF1
- Οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές διαφοροποιούνται ανάλογα την χώρα χρήσης του κινητήρα.

Η Βόρεια Αμερική έχει δημιουργήσει αντίστοιχες κατηγορίες γνωστές και ως NEMA για κινητήρες που δουλεύουν στα 60 Hz.

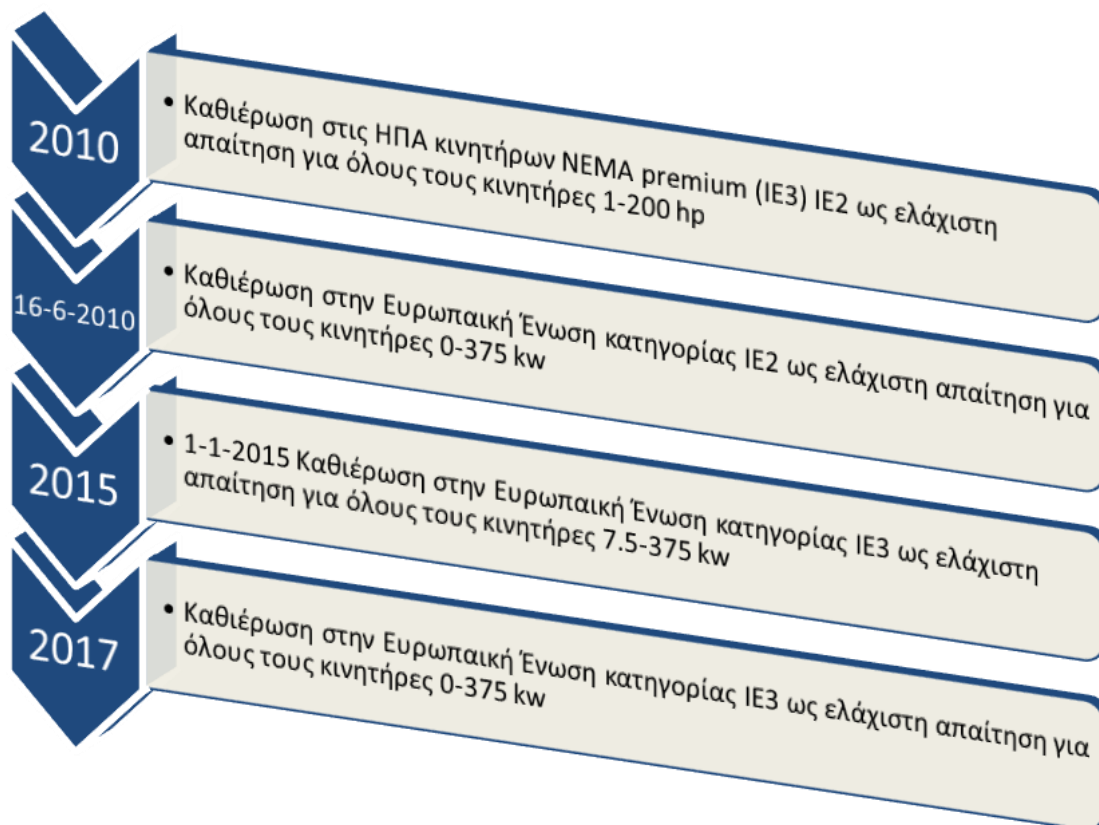


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΕΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ [19]

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ		IE3 Προνομιακής ενεργειακής απόδοσης	NEMA Προνομιακής ενεργειακής απόδοσης
	EFF1	IE2 Υψηλής απόδοσης	NEMA Υψηλής Απόδοσης
	EFF2	IE1 Συμβατικής απόδοσης	
	Ευρωπαϊκή Ένωση		Βόρειος Αμερική

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΟΙ ΝΕΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΙΕ ΚΑΙ ΝΕΜΑ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΙΣ EFF

Μέσα από διάφορα μεταβατικά στάδια απώτερος στόχος είναι να χρησιμοποιούνται μόνο οι κινητήρες κατηγορίας IE3 παγκοσμίως. Οι μεταβατικές ημερομηνίες αναφέρονται στο παρακάτω διάγραμμα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΤΟΧΩΝ Ε.Ε-Η.Π.Α. [19]

4.3 Πλεονεκτήματα κατηγοριοποίησης κινητήρων

4.3.1 Γενικές γραμμές

Οι τελικοί αγοραστές είναι σημαντικό να γνωρίζουν σε ποια κατηγορία ανήκει ο κινητήρας όπως επίσης και την ενέργεια που καταναλώνει. Η όσο το δυνατόν υψηλότερη απόδοση του κινητήρα συνεπάγεται λιγότερες απώλειες και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την λιγότερη κατανάλωση. Η εξοικονόμηση ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται μαζί με την χρήση του κινητήρα, ενώ η εξοικονόμηση χρημάτων επιφέρει πιο γρήγορα απόσβεση του κόστους του.

Τέλος ασφαλώς και ο καταναλωτής είναι εφησυχασμένος γνωρίζοντας ότι ο κινητήρας του είναι όσο το δυνατόν πιο φιλικός προς το περιβάλλον.

Οι εκάστοτε εταιρίες που εμπορεύονται κινητήρες διευκολύνονται αφάνταστα από την κατηγοριοποίηση καθώς οι κινητήρες τους κατέχουν μια διεθνώς αναγνωρισμένη κατηγορία, η διαδικασία επιλογής απλοποιείται ακόμα περισσότερο με κεντρικό σημείο την απόδοση του κινητήρα. Η κοστολόγηση σαφώς και γίνεται πιο προσιτή ακόμα και για διαφορετικούς τύπους κινητήρων. Τέλος μπορεί η σήμανση να γίνει με παρόμοιο τρόπο και για αντλίες, βάνες, inverters κλπ, έτσι ώστε να γίνεται απλούστερος ο συνδυασμός όλων των παραπάνω.

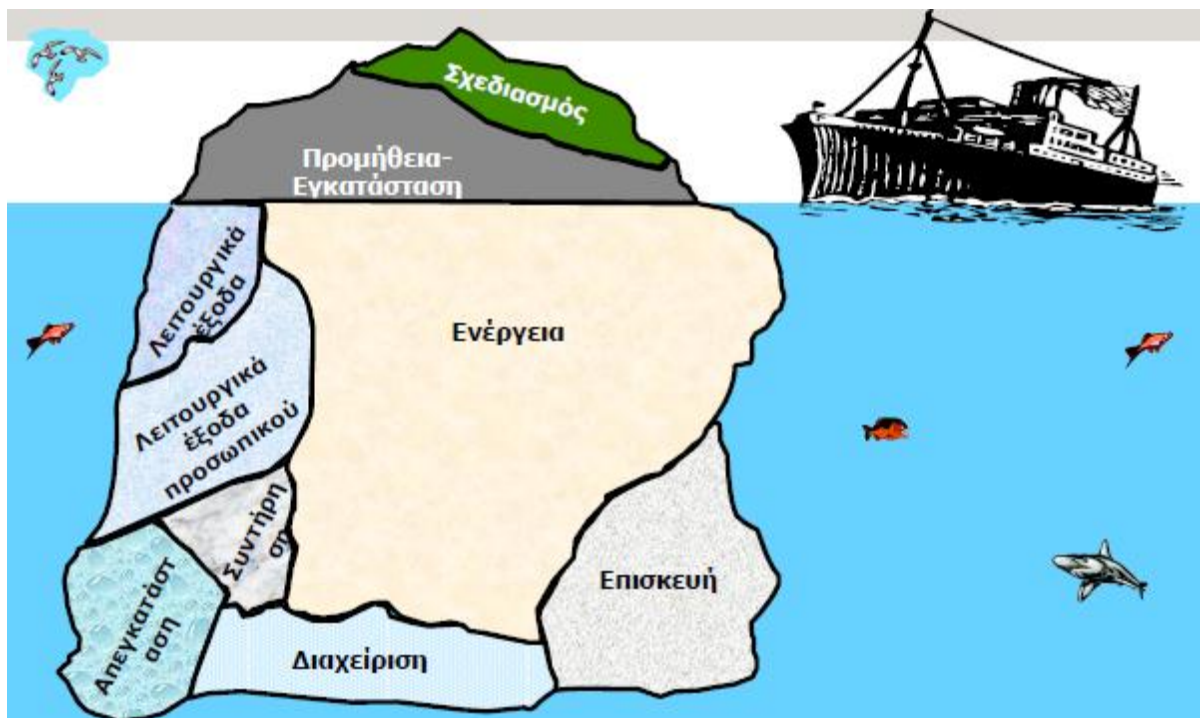
Οι τεχνικοί μπορούν να συγκρίνουν διαφορετικά προϊόντα υπό την ίδια βάση, εγκαθιστούν ταυτόχρονα με το προϊόν και την εγγύηση του κατασκευαστή η οποία περικλείεται γύρω από την ταμπέλα κατηγορίας, εκτιμώντας την ενεργειακή κατανάλωση με την ίδια βάση.

Τέλος σημαντική είναι και η αποφυγή χρονοβόρων γραφειοκρατικών διαδικασιών με εθελοντική δέσμευση των κατασκευαστών ηλεκτροκινητήρων σε συγκεκριμένα πρότυπα.

4.3.2 Εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων-οφέλη αλλαγής κατηγορίας-Ευρωπαϊκές Εκτιμήσεις

Όπως είναι φυσιολογικό από πλευράς νοοτροπίας οι περισσότεροι καταναλωτές αναλώνονται στο να εξοικονομήσουν χρήματα από την αγορά κάποιου προϊόντος χωρίς κοιτούν μακροπρόθεσμα, αδιαφορώντας για την εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων σε βάθος χρόνου.

Το θέμα των κινητήριων συστημάτων όμως προσφέρεται απλόχερα για εξοικονόμηση χρημάτων και μακροπρόθεσμα πέρα από το κόστος της αγοράς. Η ενεργειακή εξοικονόμηση με σωστή επιλογή του κινητήρα και της απόδοσης του, μπορεί να αποφέρει κέρδος εξίσου ή και περισσότερο από το κόστος που μπορεί να εξοικονομηθεί στην αγορά. Σαφώς και οι μειωμένοι λογαριασμοί του ηλεκτρικού ρεύματος έχουν περισσότερο αντίκτυπο στην τσέπη του καταναλωτή από ότι μια φθηνότερη τιμή αγοράς.

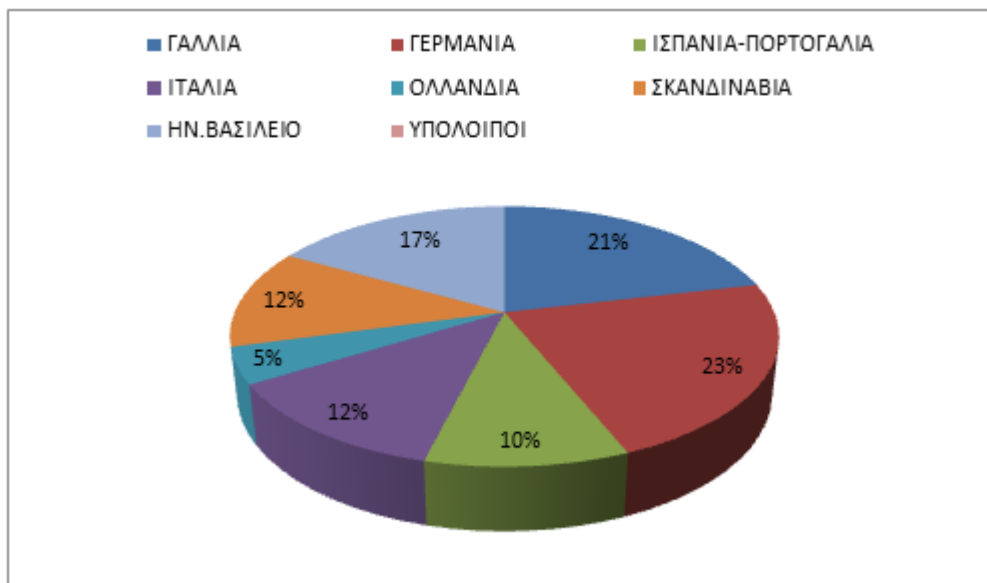


ΕΙΚΟΝΑ 14:ΤΟ ΠΑΓΟΒΟΥΝΟ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ. ΠΟΛΛΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΑΓΝΟΕΙ Ο ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗΣ ΟΤΑΝ ΚΑΝΕΙ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.[6]

Η εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικών κινητήρων θα μπορούσε να εξοικονομήσει για την Ευρώπη ένα σημαντικό ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης μπορεί να μειώσει την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου και να σπρώξει προς τα κάτω το συνολικό περιβαλλοντικό κόστος της ηλεκτρικής παραγωγής. Τέλος οι Ενεργειακά Αποδοτικοί Κινητήρες (Ε.Α.Κ.) μπορούν να μειώσουν το κόστος συντήρησης στις βιομηχανίες, όπως επίσης και να βελτιώσουν τις λειτουργίες τους.

Πιθανή πλήρης μετάβαση σε Ε.Α.Κ. θα μπορούσε να οδηγήσει την Ε.Ε. σε εξοικονόμηση έως 202 δισ. kWh ηλεκτρικής ενέργειας, που ισοδυναμεί με μείωση κατά 10 ανά δισεκατομμύρια € ανά έτος, το λειτουργικό κόστος για τη βιομηχανία.

Αυτοί που θα καρπωθούν αμέσως τα πλεονεκτήματά τους είναι οι βιομηχανίες, επειδή βελτιώνουν την παραγωγή τους και μειώνουν το κόστος τους. Η κοινωνία γενικότερα είναι επίσης ωφελημένη λόγω της μείωσης των εκπομπών CO₂.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22 ΜΕΡΙΔΙΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε., ΒΑΣΙΖΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΟΥ 2010-[10]

Οι παρακάτω χώρες Γαλλία, Γερμανία, Ισπανία, Πορτογαλία, Ιταλία, Κάτω Χώρες, οι Σκανδιναβικές και το Ηνωμένο Βασίλειο αντιπροσωπεύουν περίπου το 89% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ. [10].

Όφελος	Πεδίο	Οικονομικό όφελος (εκατ.€)
Εξοικονόμηση κόστους	Βιομηχανία	10
Μη ενεργειακά οφέλη	Βιομηχανία	5-10
Μείωση της περιβαλλοντικής μόλυνσης	Κοινωνία	6

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΕΠΙΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΕ Ε.Α.Κ. [10]

Τα ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα καταναλώνουν περίπου το 65% της βιομηχανικής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Έχει υπολογιστεί δε το οικονομικό δυναμικό εξοικονόμησης σε 27 δισ. kWh ετησίως ή 4,33%. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να υπάρξει εξοικονόμηση πάνω από 1,04% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ε.Ε.[11].

Δυναμικό εξοικονόμησης σε δις.kWh/έτος

Ε.Α.Κ.	Ε.Ε.	Γαλλία	Γερμανία	Ιταλία	Ην.Βασίλειο
	27	4	6	4	3

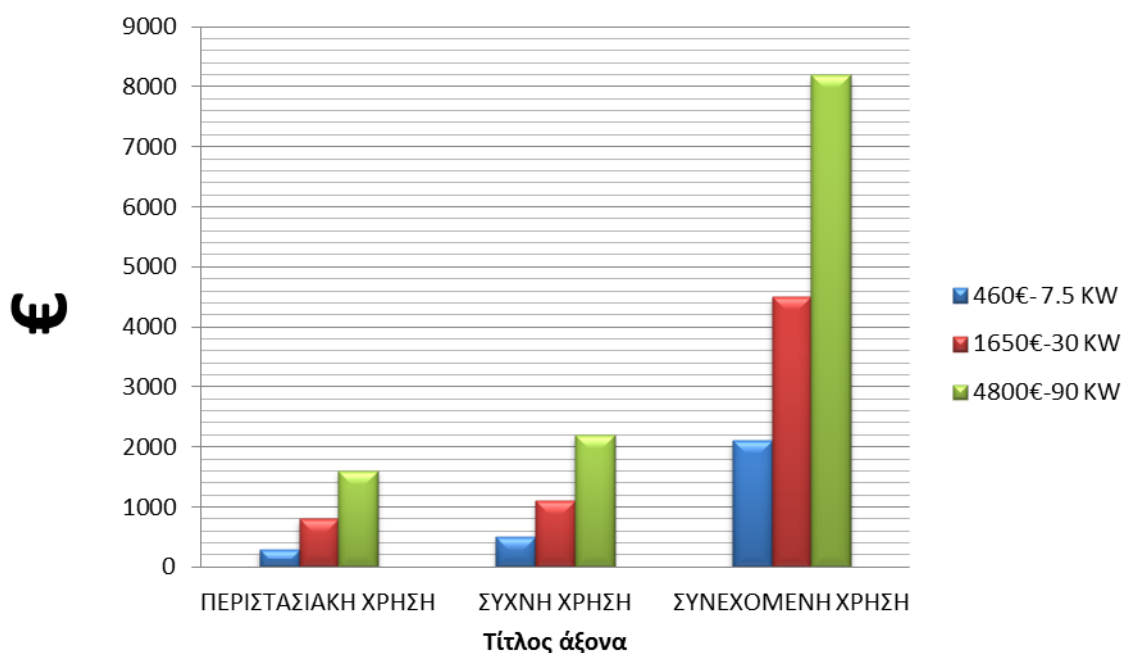
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε. [10]

Μια από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές ανησυχίες είναι το αυτή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, NO₂).Μετά την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Κιότο, οι συνολικές

παγκόσμιες εκπομπές αερίων οφείλουν να περιοριστούν την περίοδο 2008-2012 κατά 8% ή αλλιώς 336 εκατομμύρια τόνων διοξειδίου του άνθρακα(CO₂). Οι Ε.Α.Κ. μπορούν να σταθούν αρωγοί στην προσπάθεια για την επίτευξη αυτού του στόχου.

	Ε.Ε.	Γαλλία	Γερμανία	Ιταλία	Ην.Βασίλειο
Μείωση Εκπομπών Διοξειδίου Του άνθρακα (τόνοι ανά Έτος)	100	3	27	14	12
Ποσοστό επί Τοις εκατό Της Συνθήκης του Κιότο.	-	6	175	26	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΙΣΗ [10]



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΧΡΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΗΝ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ. ΣΤΑ ΔΕΞΙΑ ΟΙ ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΩΛΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤ. ΑΝΑ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥ, ΕΝΩ ΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ 12ΧΡΟΝΗ Μ.Ο. ΗΛΙΚΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ [9]

Οι αριθμοί για μια ακόμα φορά μιλάν από μόνοι τους. Ένας κινητήρας που κοστίζει 4800€ προσφέρει εξοικονόμηση πάνω από 8000€ την στιγμή που ένας κινητήρας αξίας 460€ με μικρότερη ισχύ για την ίδια περίοδο λειτουργίας προσφέρει εξοικονόμηση γύρω στις 2000€.

Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα που καταδεικνύει την ενέργεια που εξοικονομείται αναλόγως τις απώλειες, αλλά και η εξοικονόμηση χρημάτων ανάμεσα στην κατηγορία EFF2 και EFF1. Ο πίνακας που το ακολουθεί είναι τα 3 σενάρια που υπολογίσθηκαν:

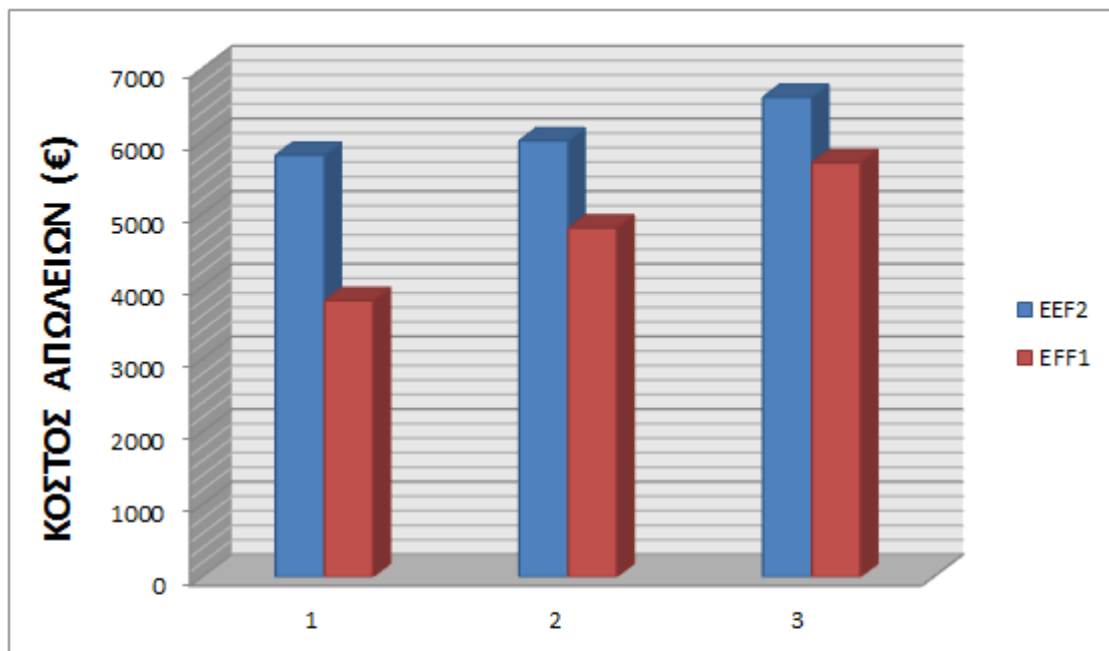
Σενάριο Α: 40 κινητήρες με 1,5 kW ονομαστικής ισχύος έκαστος

Σενάριο Β: 10 κινητήρες με 15 kW ονομαστικής ισχύος έκαστος

Σενάριο Γ: 4 κινητήρες με 75 kW ονομαστικής ισχύος έκαστος

Στα υπόλοιπα πεδία του πίνακα υπολογίζονται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του κάθε σεναρίου, μετά από πόσες ώρες λειτουργίας θα υπάρξει απόσβεση των αλλαγών.

Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με δεδομένο τον ετήσιο χρόνο λειτουργίας ως 450 ώρες και κόστος ενέργειας 0,08€/kWh, ενώ οι κινητήρες είναι τετραπολικόι. Τα αποτελέσματα δείχνουν το εύρος της διαφοράς. Για ισχύ 300 kW με 4 κινητήρες το κέρδος είναι 1085€/έτος, στην κατηγορία των 150kW με 10 κινητήρες 1304€/έτος, ενώ για 60 kW 1930€/έτος. Παρατηρεί δηλαδή κάποιος ότι και στις χαμηλές ισχύεις το κέρδος εξοικονόμησης όχι μόνο δε μειώνεται αλλά αυξάνεται κιόλας[23].



ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ	40	10	4
ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΤΡΑ/ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	1,5/60	15/150	75/300
ΑΠΟΣΒΕΣΗ (h)	3300	5700	4700
ΠΕΡΙΟΧΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ	1	2	3

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ EFF2/EFF1 ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ [23]

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα όλων των παραπάνω στοιχείων.

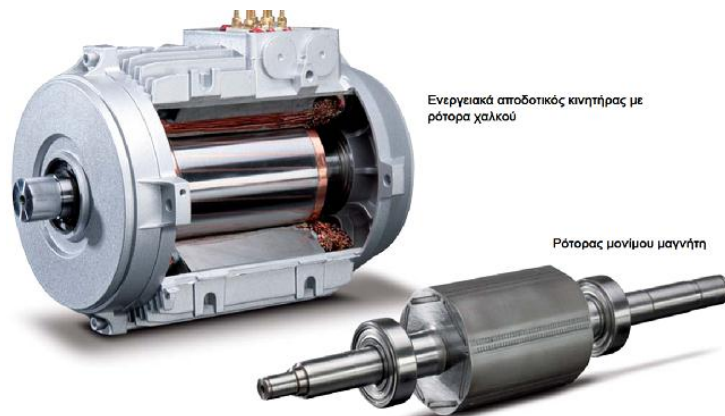
	Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3	Άθροισμα
Αριθμός Ηλεκτροκινητήρων	40	10	4	54
Ισχύς	1,5kW (60kW)	15kW(150kW)	75kW (300kW)	510kW
Απόδοση κινητήρα σε EFF2/EFF1	79% / 85%	90% / 92%	94.2% / 95.1%	
Μείωση απωλειών EFF1	5,36kW	3,62kW	3,01kW	11,99kW
Κέρδος ενέργειας EFF1	24100kWh	16300kWh	13500kWh	53900kWh
Ενεργειακό κόστος EFF2	27342€	60000€	114650€	201992€
Ενεργειακό κόστος EFF1	25402€	58696€	113565€	197673€
Κέρδος ενέργειας	1930€	1304€	1085€	4319€
Επιπλέον τιμή αγοράς ηλεκτροκινητήρων EFF1	1408€	1640€	1136	4184€
Χρόνος απόσβεσης	3300h	5700h	4700h	4700h

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

Σε παραγωγική μονάδα ισχύος 510 kW με ηλεκτροκινητήρες EFF1 Εξοικονομούνται κάθε χρόνο περίπου 54 000 kWh (περίπου 4300€), ενώ ο χρόνος απόσβεσης της επιπλέον τιμής των ηλεκτροκινητήρων είναι περίπου ένας χρόνος.

Πέραν των όσων αναφέρθηκαν, σημαντικό είναι επίσης ότι με τις νέες κατηγορίες κινητήρων πέρα από την εξοικονόμηση που προσφέρουν στον καταναλωτή, προστατεύουν και το περιβάλλον, καθώς με τις προδιαγραφές τους μειώνουν τις εκπομπές ρύπων CO₂ στην ατμόσφαιρα.

5 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ



Ένα σημαντικό μέρος στις ενεργειακές απώλειες του κινητήρα καταλαμβάνουν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του καθώς επηρεάζουν σημαντικά την μείωση της απόδοσης του.

Μερικά από τα στοιχεία που θα μπορούσαν να μειώσουν την απόδοση ενός κινητήρα είναι τα παρακάτω:

- Ηλικία του κινητήρα
- Η ισχύς του
- Η ταχύτητα περιστροφής
- Ο τύπος κινητήρα
- Η θερμοκρασία λειτουργίας του
- Η επαναπεριέλιξη του
- Το φορτίο που εξυπηρετεί
- Κακή αντιστάθμιση

5.1 Επιδράσεις κατασκευαστικών χαρακτηριστικών

Ο βαθμός απόδοσης των ηλεκτρικών κινητήρων προσδιορίζεται από τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά καθώς και από τις συνθήκες λειτουργίας τους. Όπως αναλύθηκε και στο κεφάλαιο 3.1 οι απώλειες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Οι απώλειες των ηλεκτρικών μηχανών διακρίνονται σε 2 κατηγορίες. Εκείνες που εξαρτώνται από το φορτίο και εκείνες που είναι ανεξάρτητες του φορτίου. Οι πρώτες εμφανίζονται στα αγώγιμα υλικά του στάτη και του δρομέα και είναι ανάλογες του τετραγώνου του ρεύματος που εξαρτάται από το φορτίο. Η άλλη κατηγορία είναι ανεξάρτητη του φορτίου αλλά εξαρτάται από το μαγνητικό πεδίο, το οποίο με την σειρά του εξαρτάται από την ηλεκτρική τάση. Πρόκειται για τις απώλειες στα σιδηρομαγνητικά υλικά όταν διαρρέονται από εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο (απώλειες υστέρησης και δινορευμάτων) , τις απώλειες τριβών στα έδρανα και τις απώλειες λόγω αντίστασης του ανέμου με την περιστροφή του δρομέα.

Επιστημονικές έρευνες έχουν αποδείξει ότι η επέμβαση στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κινητήρων μπορεί να επιφέρει σημαντικά αποτελέσματα στην μείωση των απωλειών. Ειδικότερα η χρήση περισσότερου χαλκού και μεγαλύτερης διατομής οδηγεί σε μείωση της αντίστασης των τυλιγμάτων ή των μπαρών του στάτη και του. Αυτό είναι εφικτό τροποποιώντας το σχεδιασμό των αυλακώσεων ή μειώνοντας το πάχος της μόνωσης μέχρι φυσικά τα επιτρεπόμενα όρια. Επίσης χρησιμοποιώντας υλικά με αυξημένη μαγνητική διαπερατότητα οι απώλειες υστέρησης μειώνονται. Τέλος οι απώλειες που οφείλονται στα δινορεύματα επιτυγχάνεται με μείωση του πάχους των ελασμάτων του πυρήνα.

Στον Πίνακα 9 διακρίνονται οι επιδράσεις των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών καθώς και το μέγεθος της ονομαστικής ισχύος ηλεκτρικών κινητήρων στις απώλειες και συνεπώς στο βαθμό απόδοσης. Συγκεκριμένα η αντικατάσταση του αλουμινίου από το χαλκό στα τυλίγματα των κινητήρων μειώνει τις απώλειες κατά μέσο όρο 14,7 %[4].

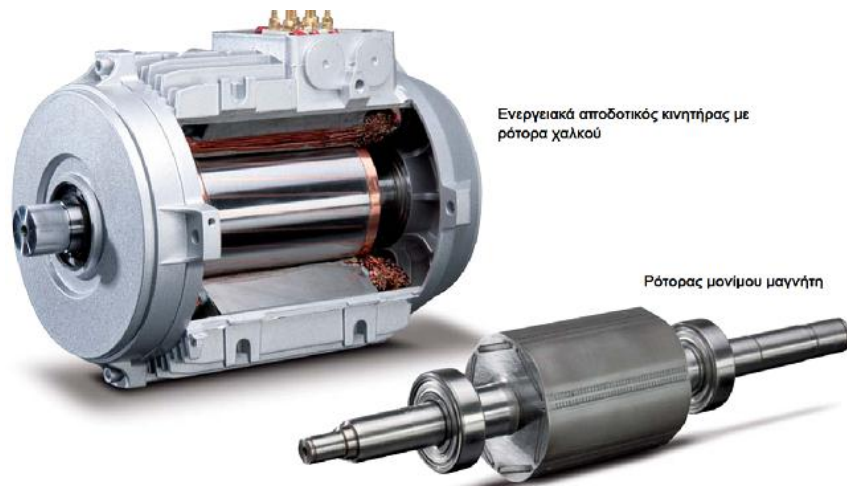
			ΑΠΟΔΟΣΗ			
HP	KW	ΠΟΛΟΙ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΧΑΛΚΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ
4	3	4	83,2	86,4	3,2	19%
7,5	5,5	4	74	79	5	19,2%
10	7,5	4	85	86,5	1,5	10%
15	11	4	89,5	90,7	1,2	11,4%
25	19	4	90,9	92,5	1,6	17,6%
40	30	4	88,8	90,1	1,3	11,6%
120	90	2	91,4	92,8	1,4	16,3%
270	200	4	92	93	1	12,5%
						M.O. 14,7%

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΤΙΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ. [4]

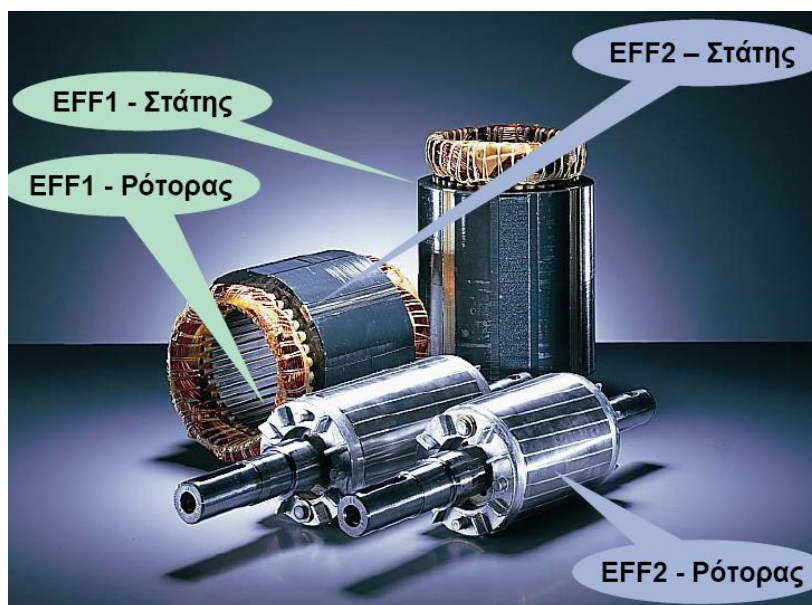
Με τη χρήση του χαλκού αντί του αλουμινίου ως υλικό αγωγού για τους κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού, οι απώλειες του ρότορα περιορίζονται σημαντικά. Το αποτέλεσμα είναι οι ακόλουθες διαφορές σε σχέση με το αλουμίνιο:

- Η ολίσθηση υπό φορτίο η οποία είναι ανάλογη με τις απώλειες του ρότορα, είναι σημαντικά μικρότερη.
- Η καμπύλη ροπής στην περιοχή λειτουργίας είναι πολύ πιο απότομη.
- Η κατανομή της ροπής επιτυγχάνεται με ένα χαμηλότερο επίπεδο ολίσθησης.
- Η ροπή εκκίνησης, η οποία είναι ανάλογη με τις απώλειες ρότορα, είναι επίσης χαμηλότερη.

Σε σχέση με τον κινητήρα αλουμινίου στον ενεργειακά αποδοτικό κινητήρα με ρότορα χαλκού μια αύξηση της ποσότητας σιδήρου θα χρειαστεί σε ελάχιστες περιπτώσεις, ή και καθόλου. Ο χαλκός αν και σημαντικό στοιχείο στη κατασκευή δεν αρκεί από μόνος του να επιφέρει αποτελέσματα. Ελασματοποιήσεις με μικρότερες προδιαγραφές απωλειών σιδήρου, και μεγαλύτερες διατομές περιελίξεων, είναι μερικά ακόμα από τα στοιχεία που χρειάζονται.



ΕΙΚΟΝΑ 15 ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ



ΕΙΚΟΝΑ 16 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ EFF1/EFF2 [23]

Οι κινητήρες που έχουν «καταγράψει» πολλές ώρες χρήσης είναι υποψήφιοι για αντικατάσταση από υψηλότερης αποδοτικότητας κινητήρες, ιδιαίτως εάν είναι και ξεπερασμένης τεχνολογίας.

Αναλόγως την ισχύ που παράγουν οι κινητήρες κατηγορίας EFF1 μπορούν να αυξήσουν την λειτουργική τους απόδοση μέχρι και 10%, σε σύγκριση με τους κοινούς κινητήρες, πράγμα που σημαίνει 10% μείωση των απωλειών με ότι αυτό συνεπάγεται.

Οι κινητήρες που έχουν υποστεί επαναπερίληξη του τυλίγματος διέγερσης η απόδοση μειώνεται 3 με 4% σε σχέση με τον αρχικό κινητήρα.

Είδος απωλειών	Επιλογές εξοικονόμησης
Σταθερές απώλειες (σιδήρου)	Χρήση λεπτότερων ελασμάτων, λιγότερες απώλειες πυρήνα χάλυβα μειώνουν τις απώλειες από ρεύματα eddy* . Σχεδιασμός μεγαλύτερου πυρήνα προσθέτει περισσότερο χάλυβα στην κατασκευή, το οποίο μειώνει τις απώλειες.
Απώλειες στάτη	Χρήση περισσότερου χαλκού και μεγαλύτερων αγωγών αυξάνει διατομή των τυλιγμάτων στάτη. Το αποτέλεσμα αυτού είναι να μειωθεί η αντίσταση των περιελίξεων και έτσι να αυξηθεί η ροή ρεύματος, πράγμα το οποίο μειώνει τις απώλειες.
Απώλειες ρότορα	Χρήση μεγαλύτερων διατομών αγωγών, μειώνει την αντίσταση και αυξάνει την ροή ρεύματος, μειώνοντας έτσι και εδώ τις απώλειες.
Απώλειες τριβών και περιελίξεων	Χρήση φτερωτών που είναι ειδικά σχεδιασμένες μπορούν να μειώσουν και τις απώλειες λόγω της κυκλοφορίας του αέρα.
Απώλειες φορτίου (μεταβαλλόμενες)	Χρήση αυστηρών ελέγχων των προδιαγραφών και της ποιότητας του φορτίου μπορεί να μειώσει της σκεδαζόμενες απώλειες του.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΤΡΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥΣ [25]

*Απώλειες από ρεύματα eddy=Απώλειες ισχύος σε συσκευές που χρησιμοποιούν αγωγίσιμους πυρήνες με περιέλιξη, όπως Μ/Σ και επαγωγικά πηνία, που οφείλεται στην μετατροπή των δημιουργούμενων ρευμάτων eddy μέσα στους πυρήνες με θερμότητα Joule.

Είδος απωλειών	Τιμές απωλειών (%)	Παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις απώλειες
Απώλειες στάτη	30-50	Υλικό και μέγεθος αγωγού του στάτη
Απώλειες Ρότορα	20-25	Υλικό και μέγεθος του αγωγού του ρότορα
Απώλειες Πυρήνα	20-25	Τύπος και ποιότητα μαγνητικού υλικού
Απώλειες Φορτίου	5-15	Κακή επιλογή κινητήρα για την εξυπηρέτηση φορτίου
Απώλειες περιστροφής και περιελίξεων	5-10	Σχεδίαση και κατάλληλη επιλογή της φτερωτής και τριβών

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΕ ΕΝΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ Ε.Ρ. [44]

5.2 Επίδραση διαστάσεων κινητήρα

Οι κινητήρες μεγάλου μεγέθους αν και είναι λιγότερο αποδοτικοί συνηθίζεται να έχουν ακριβότερη τιμή από τους κοινούς κινητήρες. Οι κινητήρες γενικά λειτουργούν στην υψηλότερη απόδοσή με φορτίο από 60 μέχρι 100% (πλήρες φορτίο). Η απόδοση μειώνεται γρήγορα όσο μειώνεται το φορτίο κάτω από 50 %. Στα προηγούμενα χρόνια οι σχεδιαστές κινητήρων συνηθίζουν να κατασκευάζουν μεγάλους σε όγκο κινητήρες για λόγους ασφαλείας, και να ελαχιστοποιήσουν το ρίσκο της αποτυχίας, ακόμα και σε περιπτώσεις που αυτό δεν ήταν απαραίτητο. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι τουλάχιστον το 1/3 των κινητήρων μεγάλου μεγέθους λειτουργούν με λιγότερο από 50% απόδοση με πλήρες φορτίο. Την στιγμή που με ένα μέσο φορτίο για ένα κινητήρα τον αναγκάζει να λειτουργεί με 60% της απόδοσης του κατά μέσο όρο. Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί ότι οι μεγάλων διαστάσεων κινητήρες συνεισφέρουν και στην αύξηση του συντελεστή ισχύος

Υπερβολική προσαύξηση των συντελεστών ασφαλείας, κακή προσαρμογή του όποιου συστήματος σε σχέση με το φορτίο που αναμένεται να τροφοδοτήσει, τήρηση παλαιότερων προδιαγραφών ξεπερασμένης τεχνολογίας είτε ακόμα και λανθασμένη εκλογή κινητήρα για την χρήση που απαιτείται. Όλα τα παραπάνω είναι οι συνηθέστεροι λόγοι υπερδιαστασιολόγησης του κινητήρα. Δηλαδή εκλογή κινητήρα με επιπλέον χαρακτηριστικά από αυτά που επαρκούν ώστε να πραγματοποιήσει σωστά το έργο που πρόκειται να του ανατεθεί.

Είναι σημαντικό οι κινητήρες να επιλέγονται ελαφρώς χαμηλότερος σε ισχύ από το μέγιστο φορτίο που πρόκειται να εξυπηρετήσουν, είναι γνωστό άλλωστε ότι όλοι οι κινητήρες μπορούν να λειτουργήσουν έως και 15% παραπάνω της ονομαστικής ισχύος τους. Είναι επιτακτική η αλλαγή κινητήρων με μικρότερη χωρητικότητα εάν ο κινητήρας λειτουργεί κάτω από 50% με πλήρες φορτίο.

Στους επόμενους πίνακες ακολουθεί παράδειγμα με υπερδιαστασιολόγηση κινητήρων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση εξετάζεται αλλαγή συμβατικού κινητήρα 10hr που λειτουργεί στο 40% της ονομαστικής του ισχύς με αποδοτικό κινητήρα 5hr. Όλα τα αποτελέσματα αφορούν ετήσια λειτουργία 2500 ωρών, επίσης αφορούν το ενεργειακό σύστημα των ΗΠΑ (60Hz).

Πλήρες φορτίο υπερδιαστασιολογημένου κινητήρα (rpm)	Απόδοση κινητήρα 5hr 1780rpm (%) της ονομαστικής ισχύος του	Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)
1715	80,26	823
1720	80	849
1730	79,49	902
1740	78,98	955
1750	78,47	1007
1760	77,97	1059
Χωρίς προσαρμογή φορτίου		849

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1 ΑΛΛΑΓΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ [12]

Πλήρες φορτίο υπερδιαστασιοποιημένου κινητήρα (rpm)	Απόδοση κινητήρα 5hr 1740rpm (%) της ονομαστικής ισχύος του	Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)
1715	78,25	985
1720	78,01	1010
1730	77,52	1061
1740	77,03	1111
1750	76,55	1007
1760	76,08	1161
Χωρίς προσαρμογή φορτίου		803

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2 ΑΛΛΑΓΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ [12]

5.3 Ρύθμιση και έλεγχος κινητήρων

Για ένα δεδομένο φορτίο ο κινητήρας μετατρέπει ένα αντίστοιχο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική ενέργεια. Ένας σημαντικός αριθμός κινητήριων συστημάτων έχει την απλή μορφή, όπου δεν απαιτείται συστηματικός αυτόματος έλεγχος, όπως είναι κάποια συστήματα αντλιών, ανεμιστήρων, ανυψωτικών μηχανημάτων, κλπ. Υπάρχει όμως και ένας πολύ μεγάλος αριθμός ηλεκτρικών κινητήριων συστημάτων στα οποία είναι απαραίτητος ο έλεγχος της λειτουργίας τους, με σκοπό να επιτυγχάνεται η διατήρηση ορισμένων μεγεθών σε επιθυμητές τιμές, σταθερές ή χρονικά μεταβαλλόμενες σύμφωνα με προβλεπόμενο χρονοδιάγραμμα.

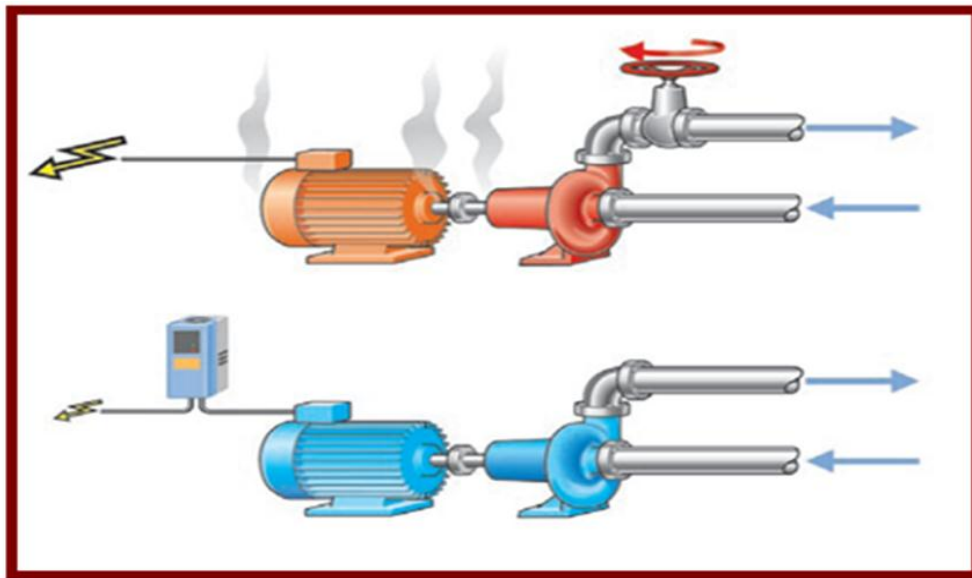
Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι η τροφοδοσία του ηλεκτρικού κινητήρα με μεταβλητά ηλεκτρικά μεγέθη, όπως μεταβλητή συχνότητα, κατά τέτοιο τρόπο ώστε η παραγόμενη ροπή στον άξονά του ή η ταχύτητα του να μεταβάλλονται κατάλληλα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του φορτίου και γενικά σύμφωνα με προδιαγραφόμενη επιθυμητή λειτουργία.



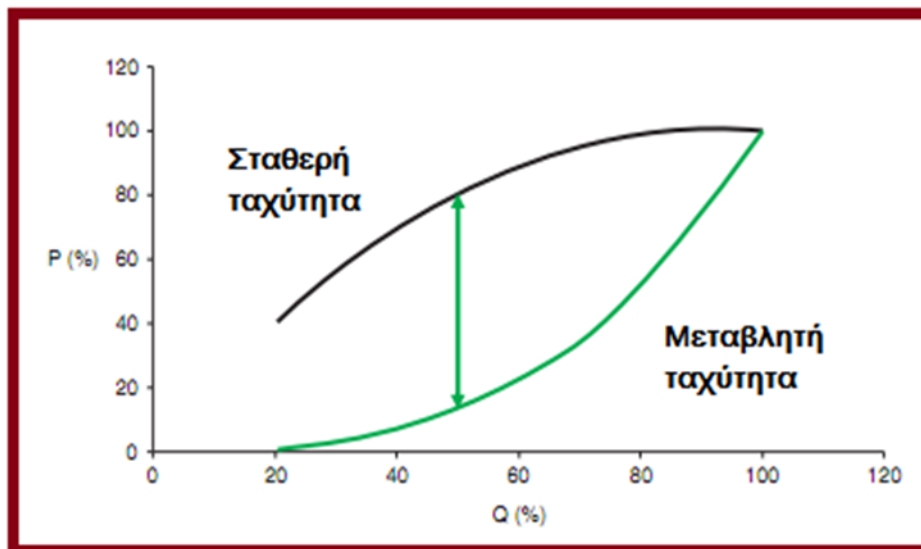
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25 ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ [4]

Οι φτερωτές και οι αντλίες αποτελούν σε αυτή την κατηγορία ένα δυναμικό κομμάτι (όπως θα αναλυθούν στα κεφάλαια 6 και 7 αντίστοιχα), καθώς προσφέρονται απλόχερα για ρύθμιση στροφών και κατά συνέπεια για ευκολότερο έλεγχο . Ο έλεγχος των ρευστών (κύρια λειτουργία αντλιών) συχνά χρησιμοποιεί βαλβίδες, κινητά διαφράγματα, συστήματα ρύθμισης ροής, κλπ. Όλα αυτά απαιτούν ισχύ απωλειών ενώ οι κινητήρες πρέπει να λειτουργούν με μέγιστη ταχύτητα.

Οι ανεμιστήρες και οι αντλίες συνήθως χρησιμοποιούνται χωρίς έλεγχο των στροφών. Αντί για αυτό η παροχή ρυθμίζεται συμβατικά με στραγγαλιστικές διατάξεις, βαλβίδες ή κλαπέτα. Ωστόσο όταν η παροχή δεν ρυθμίζεται καθόλου ο κινητήρας λειτουργεί αδιάλειπτα με πλήρη ταχύτητα ανεξαρτήτως της ροής. Επειδή όμως τα συστήματα που χρησιμοποιούν αντλίες ή φτερωτές σπανίως χρειάζονται μέγιστη παροχή, ένα σύστημα χωρίς αυξομείωση σπαταλά άσκοπες ποσότητες ενέργειας. Ένας αυξομειωτής στροφών με μετατροπέα συχνότητας παρέχει τη δυνατότητα εξοικονόμησης σε ποσοστό έως και 70%.

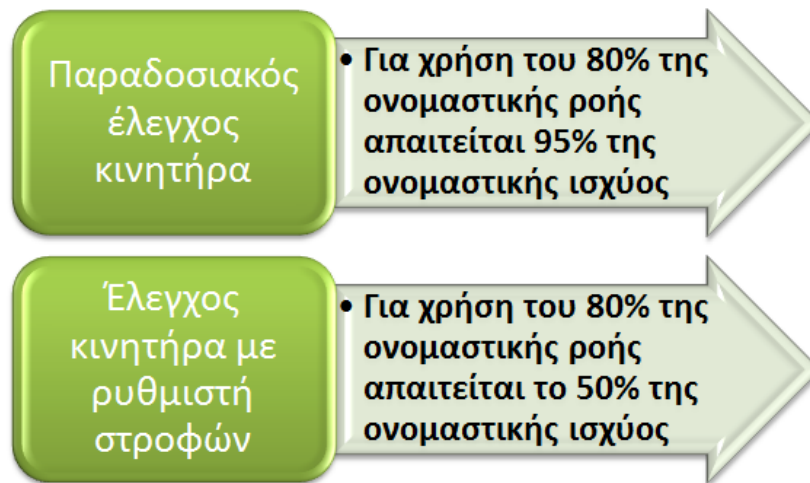


ΕΙΚΟΝΑ 17 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΤΡΟΦΩΝ[14]



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 26 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΦΤΕΡΩΤΗΣ ΣΤΟ ΜΙΣΟ, ΑΝΑΛΟΓΑ ΑΝ Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΙΝΑΙ ΣΤΑΘΕΡΗ Η ΟΧΙ[[13]

Σε μια συμβατική εγκατάσταση άντλησης και εξαερισμού, ο ηλεκτροκινητήρας τροφοδοτείται απευθείας από τη γραμμή παροχής και λειτουργεί στις ονομαστικές στροφές του. Με έναν ρυθμιστή τοποθετημένο μεταξύ του αυτόματου διακόπτη και του κινητήρα, η εξοικονόμηση του κόστους ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να φτάσει από 15% έως 50% ανάλογα με την εγκατάσταση. Η απόσβεση της επένδυσης είναι συνήθως αρκετά σύντομη, μεταξύ 9 και 24 μηνών [14].



ΕΙΚΟΝΑ 18 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΤΡΟΠΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ [21]

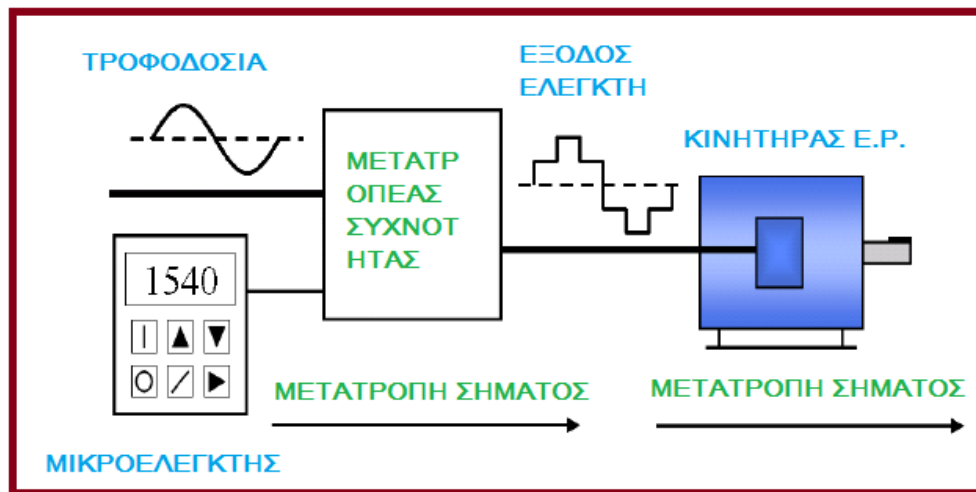
Πολλοί είναι αυτοί όμως που θα αναρωτηθούν με ποιες τεχνολογίες θα υπάρξουν τόσο σημαντικές μειώσεις στις απώλειες, και αν ασφαλώς συμφέρουν. Παρακάτω θα αναλυθούν ορισμένες από αυτές.

5.3.1 Τεχνολογίες ελέγχου κινητήρων

5.3.1.1 Έλεγχος με μικροελεγκτές

Σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη των συστημάτων με ηλεκτρονικούς μετατροπείς ισχύος παίζει η εξέλιξη των ηλεκτρονικών χαμηλής ισχύος και υψηλής συχνότητας λειτουργίας, με κυρίαρχα στοιχεία τους μικροϋπολογιστές, οι οποίοι κατάλληλα προγραμματιζόμενοι μπορούν να οδηγήσουν τους ηλεκτρικούς κινητήρες κατά τρόπο, ώστε να διεκπεραιώνουν τη μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανικό έργο ανταποκρινόμενοι σε ποικίλες απαιτήσεις. Επισημαίνεται ότι, στα ελεγχόμενα ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό η τεχνολογία των σύγχρονων εξελιγμένων ηλεκτρονικών διατάξεων χαμηλής ισχύος.

Πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι, η εξοικονόμηση ενέργειας δεν επιτυγχάνεται μόνο από τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης του ηλεκτρικού υποσυστήματος, που αποτελείται από ηλεκτρονικό μετατροπέα και ηλεκτρικό κινητήρα, αλλά και από τις βελτιώσεις του μηχανικού υποσυστήματος καθώς και της διαδικασίας λειτουργίας ολόκληρου του συστήματος που περιλαμβάνει τις μονάδες ελέγχου βασιζόμενες σε μικροϋπολογιστικά συστήματα.



ΕΙΚΟΝΑ 19 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ [44]

5.3.1.2 Αυξομείωση στροφών του συστήματος κίνησης με μετατροπέα ισχύος

Με τη χρήση ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος (θυρίστορ, τρανζίστορ ισχύος, MOSFET ισχύος, IGBT) είναι δυνατός ο ακριβής έλεγχος της κινητικής κατάστασης των ηλεκτρικών κινητήρων σε μια ευρεία περιοχή λειτουργίας με γρήγορο και αξιόπιστο τρόπο. Τα προηγμένα ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνικές αυτόματου ελέγχου αλλά και ηλεκτρονικά ισχύος επιτυγχάνουν έλεγχο ροπής και ταχύτητας σχεδόν σε όλο το εύρος λειτουργίας τους, δηλαδή έχουν τη δυνατότητα ελέγχου της μετατρεπόμενης ποσότητας ισχύος. Κατά αυτό τον τρόπο προσφέρουν δυνατότητες για σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Η χρήση των ηλεκτρονικών μετατροπών ισχύος σε παγκόσμιο επίπεδο ειδικά για τον έλεγχο των ηλεκτρονικών κινητήρων, παίζουν πρωταρχικό ρόλο στη μείωση των απωλειών και επομένως στην εξοικονόμηση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας. Σε μία πρόσφατη έρευνα αναφέρεται ότι η χρήση ηλεκτρονικών μετατροπών συχνότητας για κινητήρια συστήματα μεσαίου μεγέθους, σε όλο τον πλανήτη, οδηγεί σε εξοικονόμηση μίας ποσότητας ενέργειας της τάξεως των 227 TWh, ποσότητα η οποία αντιστοιχεί στην παραγωγή 144 σταθμών παραγωγής που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα. [12]

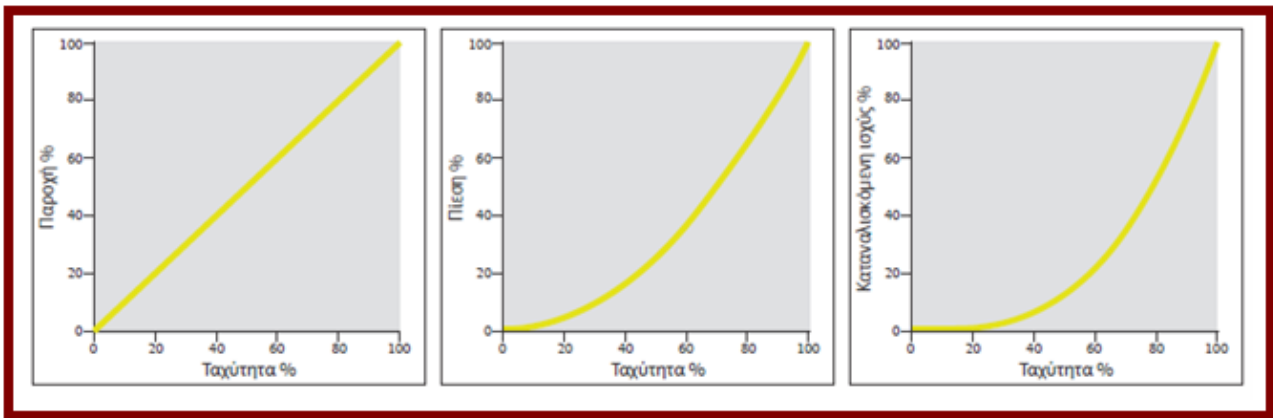
Τάση Πηγής Ισχύος	Τάση Τροφοδοσίας Ηλεκτρικής Μηχανής	Μετατροπέας που απλώς θα καταστήσει δυνατή τη λειτουργία της μηχανής	Μετατροπέας που θα ελέγξει τη λειτουργία της μηχανής
Συνεχής	Συνεχής	Ελεγχόμενος μετατροπέας συνεχούς σε συνεχές	Ελεγχόμενος μετατροπέας συνεχούς σε συνεχές
	Εναλλασσόμενη	Αντιστροφέας	Ελεγχόμενος Αντιστροφέας
Εναλλασσόμενη	Συνεχής	Ανορθωτής	Ελεγχόμενος Ανορθωτής
	Εναλλασσόμενη	(Γενικά δεν απαιτείται) Πιθανώς όμως να απαιτείται Μ/Σ ή Αντιστροφέας	Ελεγχόμενος ή μη Ανορθωτής ελεγχόμενος Αντιστροφέας και

ΠΙΝΑΚΑΣ 14 ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ ΙΣΧΥΟΣ

5.3.1.3 Αυξομείωση στροφών του συστήματος κίνησης με μετατροπέα συχνότητας.

Οι περισσότεροι ηλεκτροκινητήρες που χρησιμοποιούνται σε συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (ΘΕΚ) και συστήματα μεταφοράς νερού, είναι ασύγχρονοι κινητήρες τύπου κλωβού. Η ευρεία χρήση τους οφείλεται στη σχετικά χαμηλή τιμή αγοράς, το χαμηλό κόστος συντήρησης και την υψηλή αξιοπιστία τους. Ωστόσο, η μοναδική δυνατότητα ελέγχου του αριθμού στροφών τέτοιου κινητήρα συνίσταται στην τροποποίηση της συχνότητας του ρεύματος εισόδου (εναλλασσόμενο ρεύμα): Εδώ λοιπόν εφαρμόζεται η αρχή του Μετατροπέα Συχνότητας (ΜΣ). Οι μετατροπείς συχνότητας είναι γνωστοί με πολλές ονομασίες, όπως αναστροφείς, συστήματα κίνησης μεταβλητής ταχύτητας (VSD), συστήματα κίνησης μεταβλητής συχνότητας (VFD), αυξομειωτές στροφών ή μετατροπείς συχνότητας. Όλοι αυτοί οι χαρακτηρισμοί βασίζονται στην ίδια αρχή: μία ηλεκτρονική διάταξη για το αδιαβάθμητο έλεγχο του αριθμού στροφών των ηλεκτροκινητήρων. Τα σύγχρονα συστήματα VFD έχουν ωστόσο και άλλα χρήσιμα χαρακτηριστικά, όπως π.χ. λειτουργίες ελέγχου και προστασίας για άλλα στοιχεία του συστήματος.

Η σχέση μεταξύ μεταβλητών, όπως η πίεση, η παροχή, ο αριθμός στροφών άξονα και η κατανάλωση ρεύματος μπορεί να εκφρασθεί με τους νόμους της αλληλοεπίδρασης. Αυτοί ισχύουν τόσο για φυγοκεντρικούς όσο και για αξονικούς ανεμιστήρες και αντλίες.

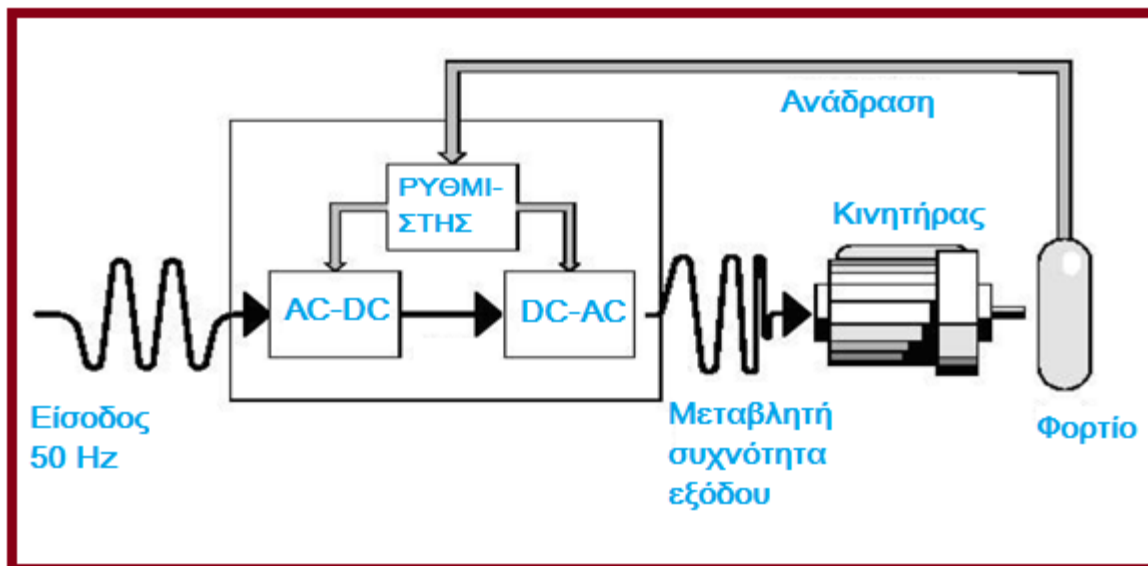


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 27 ΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΟΥΝ ΤΗΝ ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ[14]



ΕΙΚΟΝΑ 20 ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ

Από αυτούς τους κανόνες προκύπτει ότι η αύξηση της ογκομετρικής παροχής είναι ανάλογη του αριθμού στροφών, ενώ η πίεση είναι ανάλογη του τετραγώνου του αριθμού στροφών. Το σημαντικότερο από την άποψη της εξοικονόμησης ενέργειας είναι ότι η κατανάλωση ρεύματος είναι ανάλογη του αριθμού στροφών στην τρίτη δύναμη. Αυτό συνεπάγεται ότι μία μικρή μείωση του αριθμού στροφών μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μεγάλο περιορισμό της κατανάλωσης ρεύματος. Έτσι γίνεται π.χ. σαφές στην εικ. 2 ότι στο 75% του αριθμού στροφών η παροχή ανέρχεται σε ποσοστό 75%, ωστόσο είναι απαραίτητο μόλις το 42% της κατανάλωσης ρεύματος που θα απαιτούνταν για την πλήρη παροχή. Εάν η παροχή περιορισθεί στο 50%, η κατανάλωση ρεύματος μειώνεται στο 12,5%.



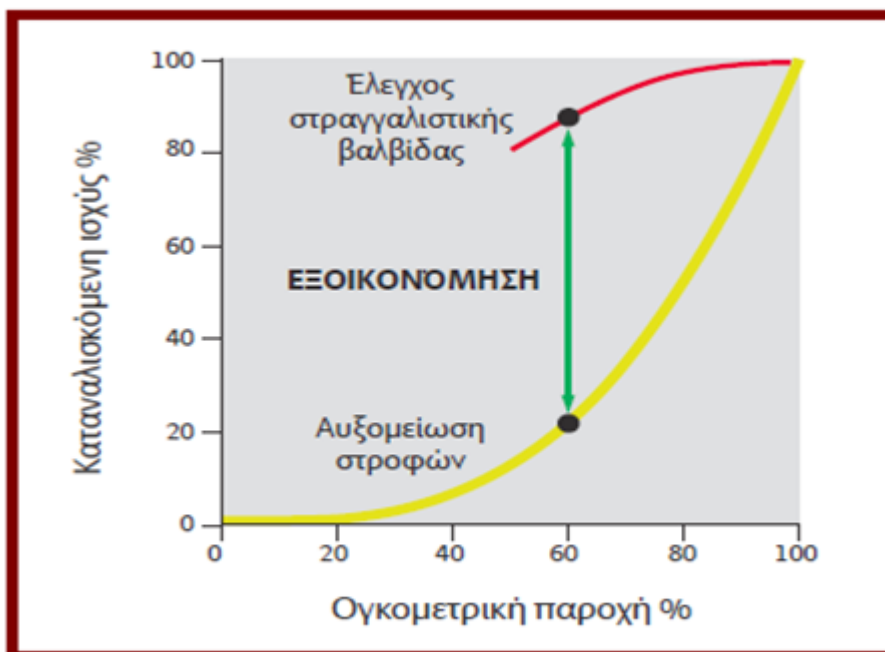
ΕΙΚΟΝΑ 21 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ [44]

5.3.2 Σύγκριση της αυξομείωσης στροφών με άλλες μεθόδους ελέγχου της παροχής

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι που παρέχουν την δυνατότητα ελέγχου της παροχής, οι πιο συνηθισμένοι

- Στραγγαλισμός με την βοήθεια κλαπέτων ή βαλβίδων. Δηλαδή πρόσθεση επιπλέον αντιστάσεων στην διαδρομή του υγρού ώστε η ροή στην έξοδο να είναι πιο ισχυρή και έτσι η κατανάλωση να είναι η λιγότερη δυνατή.
- Χρήση βαλβίδων εισαγωγής σε φυγοκεντρικούς για περιορισμό του ρεύματος αέρα στον ανεμιστήρα.
- Χρήση συνεκτικών συμπλεκτών και δινορευμάτων για έλεγχο της ροπής στρέψης μεταξύ του ανεμιστήρα και κινητήρα.
- Έλεγχος με χρήση on/off.
- Ρύθμιση της κλίσης των πτερυγίων σε αξονικούς ανεμιστήρες η γωνία των πτερυγίων του ανεμιστήρα μεταβάλλεται για τον έλεγχο της ογκομετρικής παροχής.
- Στις αντλίες πρόσθεση επιπλέον γραμμής στην διαδρομή του υγρού προς τα πίσω έτσι ώστε να υπάρχει επιπλέον διαδρομή και να ξαναγυρίζει το υγρό στην δεξαμενή.

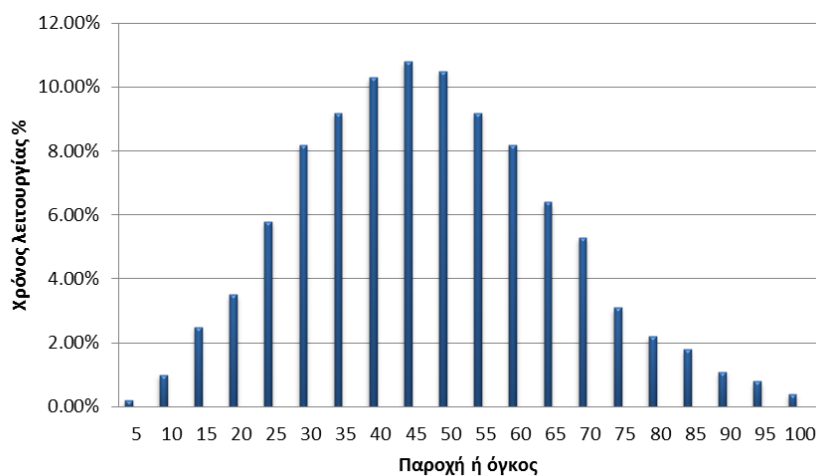
Το κοινό όλων των παραπάνω μεθόδων ελέγχου της παροχής συνίσταται στο γεγονός ότι καμία από αυτές δεν επηρεάζει άμεσα την κατανάλωση ρεύματος. Υπάρχουν ασφαλώς δυνατότητες μείωσης της κατανάλωσης ρεύματος σε μερικά από αυτά τα στοιχεία, αλλά καμία από αυτές δεν είναι αποδοτική όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο η χρήση συστημάτων ελέγχου του αριθμού των στροφών με ΜΣ επειδή ο κινητήρας εξακολουθεί να λειτουργεί με πλήρη ισχύ. Τέλος ένας συνδυασμός και των δυο, δηλαδή του ελέγχου παροχής και του ελέγχου στροφών θα απέφερε ακόμη μεγαλύτερη εξοικονόμηση.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 28 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΑΥΞΟΜΕΙΩΣΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΜΕ ΠΑΡΟΧΗ 60%[14]

5.3.2.1 Προφίλ ενός συνήθους συστήματος Θέρμανσης, Εξαερισμού, Κλιματισμού (ΘΕΚ)

Ένα συνηθισμένο σύστημα είναι σχεδιασμένο για το φορτίο αιχμής, το οποίο σπανίως απαιτείται κατά την πραγματική λειτουργία. Επομένως αυτό συνεπάγεται ότι οι ανεμιστήρες και οι αντλίες έχουν διαστασιολογηθεί υπερβολικά για το μεγαλύτερο διάστημα της λειτουργίας τους. Στο διαγρ.14 περιγράφεται ότι το σύνηθες σημείο λειτουργίας ενός συστήματος ΘΕΚ βρίσκεται συνήθως κάτω από το 100% της πλήρους εκμετάλλευσης. Λαμβανομένων υπόψη των νόμων αλληλοεπίδρασης θα μπορούσε να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση, εάν ο αριθμός στροφών του κινητήρα της αντλίας ή του ανεμιστήρα ήταν ρυθμιζόμενος. Η παρακάτω εικόνα δείχνει, επίσης, ότι η παροχή είναι κάτω από το 70% για ποσοστό άνω του 90% του χρόνου λειτουργίας.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 29 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΦΟΡΤΙΟΥ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΚ[15]

5.3.2.2 Αρχή λειτουργίας του μετατροπέα συχνότητας, εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων στην πράξη

Τα συστήματα ΜΣ λειτουργούν συνήθως με βάση μία ευθείας ανάλογης σχέσης συχνότητας-τάσης. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση αύξησης της συχνότητας/του αριθμού στροφών του κινητήρα κατά 10% αυξάνει επίσης κατά 10% η τάση. Ορισμένοι ΜΣ έχουν επίσης μια επιπρόσθετη λειτουργία την λεγόμενη «Βελτιστοποίηση ροής», με την οποία βελτιστοποιείται το επίπεδο τάσης μέσω της προσαρμογής αυτής της σχέσης. Αυτή η λειτουργία μπορεί να αποδώσει μία πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 5%. Εκτός αυτού παρέχεται η δυνατότητα απενεργοποίησης του ανεμιστήρα ψύξης όταν αυτός δεν είναι απαραίτητο να λειτουργεί. Αυτό μια ακόμα επιπλέον τη εξοικονόμηση ενέργειας και παρατείνει τη διάρκεια ζωής του μοναδικού κινούμενου μέρους του ΜΣ.

Αφού επισημάνθηκαν οι διαφορές όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τις συμβατικές διατάξεις καλό είναι να γνωρίζει και ο καταναλωτής με ένα απλό παράδειγμα και το κέρδος σε χρήματα.

Παρακάτω ακολουθεί ένα παράδειγμα εξοικονόμησης κόστους για μικρούς ΜΣ σε εφαρμογές αντλιών σε σχέση με ενός απευθείας συνδεδεμένου συστήματος. [14]

Αντλία και κινητήρας (~3KW)	1000€
Εγκατάσταση	1000€
Συνολικό κόστος εγκατάστασης	2000€
Κατανάλωση ενέργειας επί 15 έτη με το συγκεκριμένο σύστημα	394200 KWh
Συνολικό κόστος ενέργειας με το συγκεκριμένο σύστημα (0,09€/KWh)	35478€

ΠΙΝΑΚΑΣ 15 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ 1-ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗ ΑΝΤΛΙΑ[15]

Αντλία και κινητήρας (~3KW)	1000€
ΜΣ	800€
Εγκατάσταση	1200€
Συνολικό κόστος εγκατάστασης	3000€
Κατανάλωση ενέργειας επί 15 έτη με το συγκεκριμένο σύστημα	275940 KWh
Συνολικό κόστος ενέργειας με το συγκεκριμένο σύστημα (0,09€/KWh)	24834€

ΠΙΝΑΚΑΣ 16 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ 2-ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕΣΩ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ[15]

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τους παραπάνω πίνακες είναι πάρα πολύ απλό. Αν εγκαταστήσει κάποιος σύστημα με απευθείας σύνδεση αντί για μετατροπέα συχνότητας θα εξοικονομήσει το ποσό των 1000€ στην αγορά του συστήματος. Σε 15 χρόνια όμως θα έχει χάσει ένα ποσό της τάξης των 10000€ περίπου ή αλλιώς περίπου 800€/έτος. Επίσης σε 15 έτη για την χρήση της ίδιας αντλίας καταναλώνονται 118260 KWh λιγότερες δηλαδή 7884KWh/έτος. Με την χρήση ενός απλού ΜΣ.

Η χρήση μετατροπέων συχνότητας για τον έλεγχο του αριθμού στροφών μηχανών συνεχούς ροής, όπως αντλιών, ανεμιστήρων και συμπιεστών δεν είναι καινούργια ιδέα. Ωστόσο οι νέες

τεχνολογίες στον τομέα αυτό κάνουν αυτή την λύση ακόμα ελκυστικότερη λόγω του περιορισμένου κόστους. Η χρήση ηλεκτροκινητήρων με αυξομείωση στροφών σε συστήματα ΘΕΚ παρέχει σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτή η τεχνολογία συμβάλει σημαντικά στην τήρηση τοπικών και διεθνών συμφωνιών και προτύπων στον τομέα της πολιτικής εξοικονόμησης ενέργειας και στην μείωση των εκπομπών ρύπων διοξειδίου του άνθρακα.

5.4 Αντικατάσταση κινητήρων

Η αντικατάσταση των κινητήρων σαφώς και αποτελεί την ευκολότερη λύση όσον αφορά την μείωση των ενεργειακών απωλειών. Πόσο μάλλον όταν πρόκειται για αντικατάσταση πεπαλαιωμένων κινητήρων που δεν πληρούν σε κανένα σημείο τις σύγχρονες προδιαγραφές. Αν και είναι για προφανείς λόγους να αντικαταστήσει κάποιος ένα κινητήρα αποτελεί την πιο δαπανηρή λύση. Το πραγματικό κέρδος όμως επιτυγχάνεται σε βάθος χρόνου.

Ο πελάτης όπως είναι φυσικό το πρώτο πράγμα που θα κοιτάξει όταν θα επιθυμήσει να αγοράσει ένα κινητήρα είναι η τιμή αγοράς. Όμως το πραγματικό κόστος δεν είναι ούτε της αγοράς ούτε της συντήρησης. Όπως μπορεί να παρατηρήσει κάποιος στον παρακάτω πίνακα το κόστος λειτουργίας φτάνει στους περισσότερους κινητήρες σε τιμές πάνω από 90% επί του συνολικού κόστους ανεξαρτήτως ισχύος.

	1.5 kW	15kW	110kW
Κόστος συντήρησης	0.9%	0.2%	0.1%
Κόστος Αγοράς	2.3%	1.1%	0.9%
Κόστος λειτουργίας	96.8%	98.7%	99%

ΠΙΝΑΚΑΣ 17 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΑΔΙΑ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ[23]

Ασφαλώς και κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζουν οι υψηλότερης απόδοσης κινητήρες ή και οι λιγότερο υψηλής αναλόγως βέβαια την εφαρμογή που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Οι διαφορές και οι επιπτώσεις των νέων σύγχρονων κινητήριων συστημάτων όπως αναλύθηκαν και παραπάνω δε θα μπορούσαν παρά να κάνουν αισθητή την διαφορά στην αντικατάσταση των παλαιότερων. Περισσότερα αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 4, και στο κεφάλαιο 11.

5.5 Σημασία του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$) στην εξοικονόμηση ενέργειας

Ως γνωστόν τα ωμικά ηλεκτρικά φορτία (αντιστάτες, λαμπτήρες πυρακτώσεως) απορροφούν από το δίκτυο μόνο ενεργό ισχύ (P) για την παραγωγή έργου. Σε αυτά τα φορτία η ένταση του ρεύματος (I) που απορροφούν από το δίκτυο δεν έχει διαφορά φάσης από την τάση (V) του δικτύου. Αντιθέτως, η πλειοψηφία των γραμμικών ηλεκτρικών φορτίων μίας εγκατάστασης χρειάζονται, εκτός από ενεργό ισχύ για να παράγουν έργο, και άεργο ισχύ (Q) για την δημιουργία και διατήρηση του μαγνητικού πεδίου που απαιτείται για την λειτουργία τους. Τα φορτία αυτά καλούνται επαγωγικά.

Στα επαγωγικά φορτία η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα προπορεύεται της τάσεως κατά μια γωνία ϕ η οποία καλείται διαφορά φάσεως. Παράδειγμα τέτοιων φορτίων είναι οι ασύγχρονοι κινητήρες που χρησιμοποιούνται στις παραγωγικές διαδικασίες βιομηχανιών και βιοτεχνιών, οι ανελκυστήρες και κυλιόμενες κλίμακες, τα ηλεκτρικά αντλητικά συστήματα, ανεμογεννήτριες ορισμένων τεχνολογιών, κάποια από τα ηλεκτροκίνητα μέσα μεταφοράς, τα κλιματιστικά μηχανήματα, και οι οικιακές συσκευές (ψυγεία, πλυντήρια κτλ). **Το 80% της ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται σε επαγωγικά φορτία.**

Ο βαθμός κατανάλωσης άεργου ισχύος από τα φορτία αυτά εκφράζεται με το μέγεθος Συντελεστής Ισχύος ($\cos\phi$), το οποίο αντιστοιχεί στο λόγο της κατανάλωσης ενεργού ισχύος προς φαινόμενη ισχύ του φορτίου.

Αντίθετα από τα επαγωγικά, τα χωρητικά φορτία (πυκνωτές) παράγουν άεργο ισχύ. Έτσι όταν αυτά βρίσκονται σε κυκλώματα μαζί με επαγωγικά φορτία προσφέρουν ένα μέρος της άεργου ισχύος (αντισταθμίζουν) που αυτά θα απορροφούσαν από το δίκτυο. Έτσι μειώνεται η απορρόφηση άεργου ισχύος από το δίκτυο και κατ επέκταση προκαλείται και μείωση της συνολικής απορροφημένης ισχύος. Παρόλα αυτά χρειάζεται προσοχή και στην αντιστάθμιση καθώς η υπερβολική αντιστάθμιση μπορεί να βλάψει εξίσου ή και περισσότερο το σύστημα.

Ένα σωστά αντισταθμισμένο φορτίο παρουσιάζει $\cos\phi$ κοντά στη μονάδα (π.χ. 0,95 - 0,99) ενώ ένα φορτίο χωρίς αντιστάθμιση παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές (για τυπικούς επαγωγικούς κινητήρες 0.8-0.85). Πρέπει να αναφερθεί ότι μιλώντας για ονομαστικό συντελεστή ισχύος ενός κινητήρα αυτός ορίζεται για την τάση και ένταση της θεμελιώδους συχνότητας των 50Hz και σε 100% φόρτισή του.

Εάν ο κινητήρας κινεί φορτίο μικρότερο από το ονομαστικό του τότε ο συντελεστής ισχύος του μειώνεται χαρακτηριστικό παράδειγμα ο Πίνακας 18. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο πρέπει να αποφεύγεται η, για λόγους σιγουριάς, υπερδιαστασιολόγηση ενός κινητήρα. Ένας υποδιαστασιολογημένος κινητήρας δεν θα μπορεί να κινήσει το φορτίο σε περιπτώσεις χαμηλής τάσεως τροφοδοσίας ή σε περίπτωση απαίτησης πρόσθετης ροπής. Επιπλέον θα υπερφορτίζεται και θα έχει αυξημένο κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Αντίθετα ένας υπερδιαστασιολογημένος κινητήρας δεν θα έχει δυσκολία να κινήσει το φορτίο του σε όλες τις περιπτώσεις, αλλά θα έχει μειωμένο συντελεστή ισχύος.

Κινητήρας	cosφ
Φορτίο επαγωγικού κινητήρα 0%	0,17
Φορτίο επαγωγικού κινητήρα 25%	0,55
Φορτίο επαγωγικού κινητήρα 50%	0,73
Φορτίο επαγωγικού κινητήρα 75%	0,8
Φορτίο επαγωγικού κινητήρα 100%	0,85

ΠΙΝΑΚΑΣ 18 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ [1]

Όσον αφορά την διαστασιολόγηση των χωρητικών μονάδων, σε καμία περίπτωση, το άεργο ρεύμα που παρέχει ο πυκνωτής στο φορτίο δεν πρέπει να ξεπεράσει το 90% του ρεύματος εν κενώ του κινητήρα. Σε αντίθετη περίπτωση ο κινητήρας θα υποστεί υπεραντιστάθμιση.

Το φαινόμενο της υπεραντιστάθμισης είναι ανεπιθύμητο διότι σε περίπτωση διακοπής της παροχής ο κινητήρας θα εμφανίσει αρνητική ολίσθηση και κατ' επέκταση θα λειτουργήσει σαν γεννήτρια (υπερδιέγερση) ανυψώνοντας την τάση της εγκατάστασης προκαλώντας βλάβες στον εξοπλισμό. Περισσότερα αναλύονται παρακάτω (5.5.1.2).

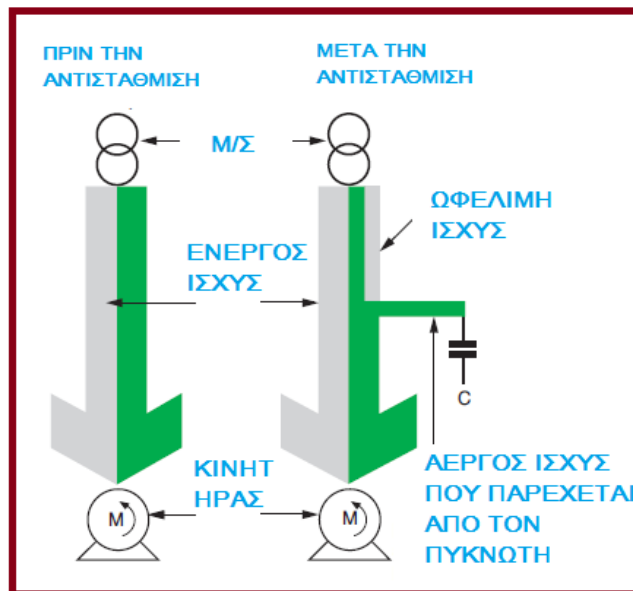
Επίσης η επιστροφή της άεργου ενέργειας στο δίκτυο, που θα προκληθεί από την υπεραντιστάθμιση, απαγορεύεται από την ΔΕΗ γιατί προκαλεί ανύψωση της τάσεως στο δίκτυο διανομής και μεταφοράς.

Κλείνοντας θα ήταν σημαντικό να αναφερθεί ότι μείωση επίσης των απωλειών μπορεί να επιτευχθεί και στο ηλεκτρικό σύστημα τροφοδοσίας μειώνοντας τα ηλεκτρικά ρεύματα μέσω της μείωσης των ανώτερων αρμονικών και της άεργου ισχύος.

5.5.1 Διόρθωση συντελεστή ισχύος σε επαγωγικούς κινητήρες

5.5.1.1 Αντιστάθμιση με σύνδεση πυκνωτή

Ο πυκνωτής συνδέεται απευθείας στους ακροδέκτες του κινητήρα. Μετά την εφαρμογή αντιστάθμισης στον κινητήρα, το ρεύμα του συνδυασμού κινητήρα-πυκνωτή θα μειωθεί με την προϋπόθεση βέβαια ότι δεν έχει μεταβληθεί το φορτίο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένα σημαντικό μέρος της άεργου συνιστώσας του κινητήρα τροφοδοτείται από τον πυκνωτή, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



ΕΙΚΟΝΑ 22 ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙ ΟΛΗ ΤΗΝ ΑΕΡΓΟ ΙΣΧΥ, ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ Ο ΠΥΚΝΩΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙ ΕΝΑ ΜΕΓΑΛΟ ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΑΕΡΓΟΥ [1]

5.5.1.2 Κίνδυνοι από υπερβολική αντιστάθμιση

Όταν ένας κινητήρας οδηγεί ένα φορτίο υψηλής αδράνειας, ο κινητήρας συνεχίζει να περιστρέφεται και μετά την διακοπή της τροφοδοσίας του. Η μαγνητική αδράνεια του κυκλώματος του ρότορα θα δημιουργηθεί ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο στις περιελίξεις του στάτη για ένα μικρό χρονικό διάστημα μετά την διακοπή τροφοδοσίας. Και θα οδηγήσει σε πλήρη απενεργοποίηση του κινητήρα μετά από ένα δυο κύκλους λειτουργίας όταν δεν υπάρχει αντιστάθμιση.

Οι πυκνωτές αντιστάθμισης δημιουργούν ένα 3φασικό ασθενές φορτίο για το αλλοιωμένο πλέον ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, το οποίο αναγκάζει το ρεύμα του πυκνωτή να ρέει μέσω των τυλιγμάτων του στάτη. Τα ρεύματα του στάτη παράγουν με την σειρά τους ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο στον ρότορα το οποίο ενεργεί υπό τον ίδιο άξονα και με την ίδια κατεύθυνση ακριβώς όπως και πριν με το μαγνητικό πεδίο που αλλοιώθηκε.

Η ροή του ρότορα αυξάνεται ανά συνέπεια αυξάνεται το ρεύμα του στάτη επομένως αυξάνεται και η τάση στα άκρα του κινητήρα, μερικές φορές και σε επικίνδυνο σημείο. Αυτό ακριβώς είναι το φαινόμενο της αυτοδιέγερσης και είναι ένας από τους λόγους που οι μηχανές Ε.Ρ. αντί να βελτιωθεί η λειτουργία τους με την αντιστάθμιση, χειροτερεύει.

Συνοψίζοντας η απορρόφηση άεργου ισχύος από ένα κινητήριο σύστημα, οδηγεί σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, σε αυξημένες θερμικές απώλειες, σε μείωση του συντελεστή λειτουργίας του συστήματος και τέλος σε υπερθέρμανση και καταπόνηση του εξοπλισμού.

Ονομαστική Ισχύς		Επιτρεπτό όριο σε kvar			
		Ταχύτητα περιστροφής (rpm)			
kW	Hp	3000	1500	1000	750
22	30	6	8	9	10
55	75	13	17	18	21
75	100	17	22	25	28
110	150	24	29	33	37
160	218	35	41	44	52
200	274	43	47	53	61
280	380	57	63	70	79
450	610	87	93	107	117

ΠΙΝΑΚΑΣ 19 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΕΡΓΟΥ ΙΣΧΥΟΥΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΥΠΟΣΤΟΥΝ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΧΩΡΙΣ ΝΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΕΙ ΑΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ ΓΙΑ 3ΦΑΣΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ 230V/400V

5.5.2 Τύποι αντιστάθμισης

Γενικότεροι υπάρχουν τρεις τρόποι αντιστάθμισης οποίοι παρουσιάζονται παρακάτω.

5.5.2.1 Μεμονωμένη αντιστάθμιση

Χρησιμοποιείται σε μεγάλα επαγωγικά φορτία με σημαντικό συντελεστή χρησιμοποίησης, ο πυκνωτής συνδέεται και αποσυνδέεται ταυτόχρονα με το φορτίο και έτσι γίνεται χρήση του ίδιου εξοπλισμού ζεύξης και προστασίας

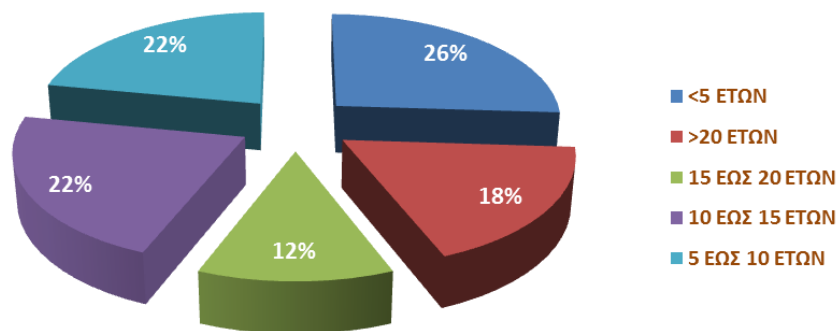
5.5.2.2 Ομαδική αντιστάθμιση

Σε αυτήν την περίπτωση, μία ομάδα φορτίων με κοινή παροχή αντισταθμίζεται από μία σταθερή χωρητικότητα. Χρησιμοποιείται όταν τα συνδεδεμένα φορτία έχουν κοινό κύκλο λειτουργίας (κινητήρες του ίδιου μηχανήματος) .

5.5.2.3 Κεντρική αντιστάθμιση

Εφαρμόζεται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν διάφορα σενάρια λειτουργίας και ως εκ τούτου και μεταβλητή απαίτηση άεργου ισχύος. Σ' αυτήν την περίπτωση εγκαθίστανται αυτόματες συστοιχίες πυκνωτών στην είσοδο της εγκατάστασης. Μέσω ηλεκτρονικού ελεγκτή παρακολουθείται το $\cos\phi$ στην είσοδο της εγκατάστασης και γίνεται αντίστοιχη σύνδεση ή αποσύνδεση πυκνωτών στην εγκατάσταση.

6 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

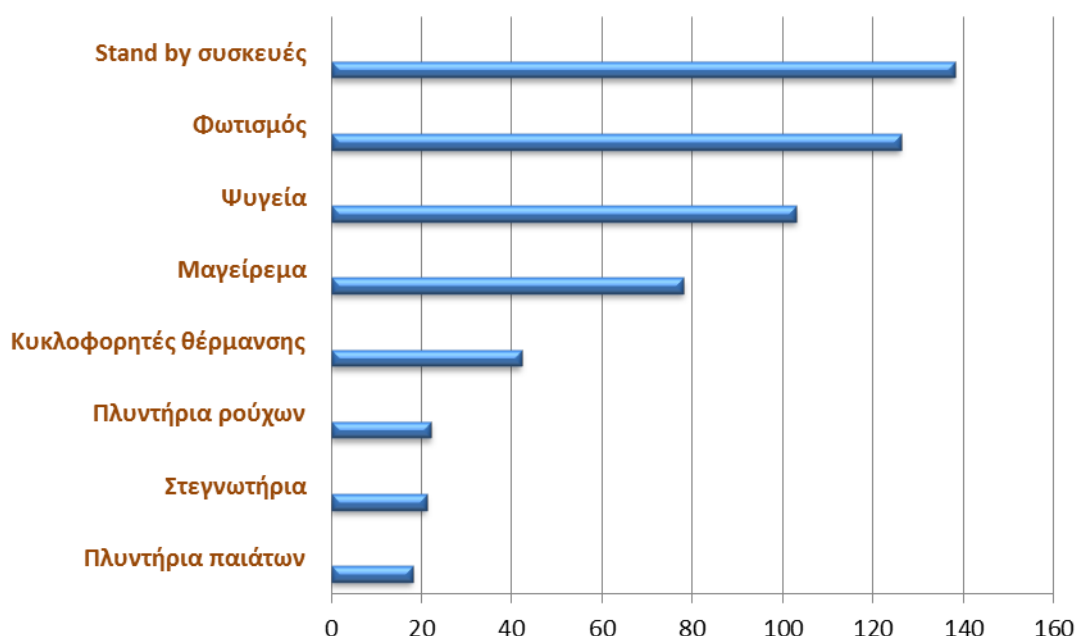


6.1 Κυκλοφορητές

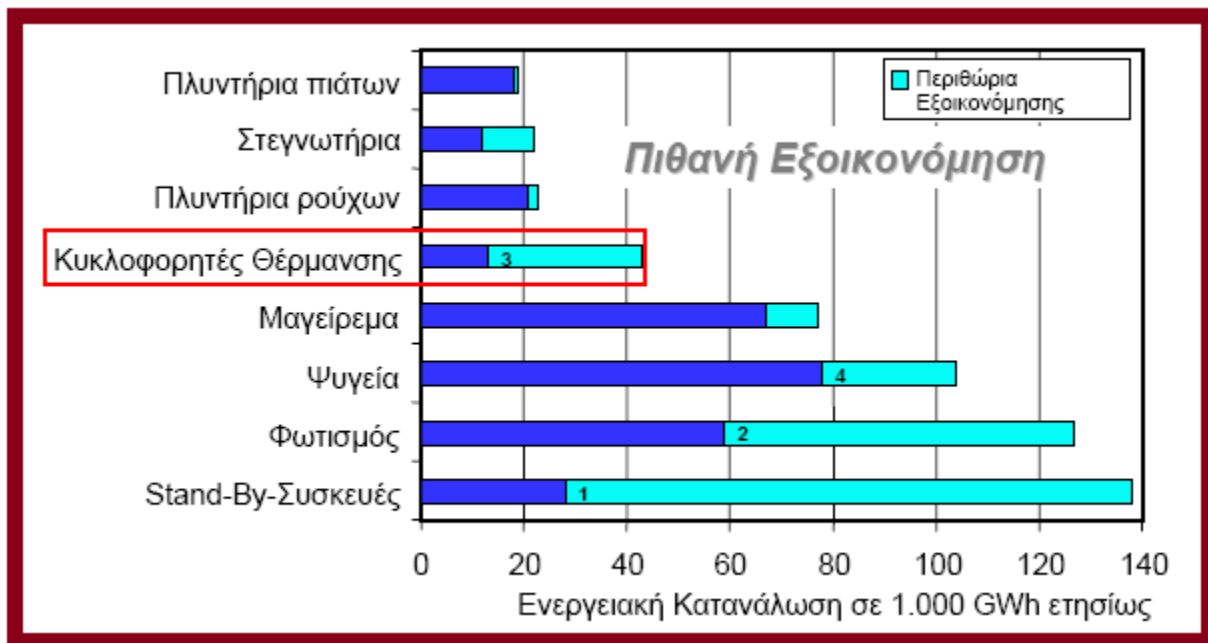
Οι κυκλοφορητές αποτελούν ένα μικρό αλλά θαυματουργό εξάρτημα, από τα βασικά γρανάζια στον τομέα εφαρμογών άντλησης και κυκλοφορίας υγρών. Έρευνες όμως έχουν δείξει ότι είναι μια ιδιαίτερος ενεργοβόρα εφαρμογή με αποτέλεσμα να δοθεί τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη τεχνολογιών που έχουν επιφέρει σαν αποτέλεσμα νέους σύγχρονους και αποδοτικούς κινητήρες.

Στην Ευρώπη λειτουργούν περίπου 120.000.000 κυκλοφορητές που καταναλώνουν ετησίως περίπου 60.000 GWh. Σύμφωνα με την IEA (International Energy Agency Paris), υπάρχει στον τομέα των κυκλοφορητών περιθώριο εξοικονόμησης 70%. Αυτό σημαίνει 42.000 GWh ετησίως που ισοδυναμεί με την ετήσια κατανάλωση ενέργειας όλων των πλυντηρίων ρούχων και πιάτων στην Ευρώπη.

Η πρόγνωση που υπάρχει είναι ότι το 2030 οι κυκλοφορητές θα καταλαμβάνουν την 5^η θέση στην κατανάλωση σε ένα σπίτι, αλλά ταυτόχρονα στα περιθώρια εξοικονόμησης θα είναι στην 3^η θέση.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 30 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΕ ΕΝΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΣΠΙΤΙ ΓΙΑ ΤΟ 2030, ΓΙΑ 1000 GWH ΕΤΗΣΙΩΣ [6]



ΕΙΚΟΝΑ 23 ΕΤΗΣΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΓΙΑ ΤΟ 2030 [6]

Οι κυκλοφορητές σε λειτουργία, αποδεδειγμένα ξεπερνούν κατά δυο έως τρεις φορές τις πραγματικές απαιτήσεις μιας εγκατάστασης θέρμανσης – ψύξης. Και αυτό με τις πιο μετριοπαθείς εκτιμήσεις. Σε εγκαταστάσεις στην Ελλάδα συναντάμε συχνά σε πολυκατοικίες κυκλοφορητές μεγαλύτερους κατά πέντε έως έξι φορές!

Οι αιτίες της υπερδιαστασιολόγησης μπορούν να αναζητηθούν σε πολλούς παράγοντες όπως είναι π.χ. η απουσία μηχανολογικής μελέτης και η επιλογή «με το μάτι» από εγκαταστάτες – συντηρητές – εμπόρους (αλλά και μηχανικούς) με βάση τη διατομή των σωληνώσεων ή το ύψος του κτίριο. Συχνά ο υπερδιαστασιολογημένος (σε παροχή, μανομετρικό και ισχύ) κυκλοφορητής επιλέγεται για να λύσει άλλα προβλήματα όπως κακοτεχνίες της εγκατάστασης ή/και κακή έως ανύπαρκτη υδραυλική εξισορρόπηση.

Το κυριότερο πρόβλημα των κυκλοφορητών είναι ότι το μεγαλύτερο μέρος από αυτούς που λειτουργούν είναι σταθερών στροφών. Δουλεύουν δηλαδή με την ίδια ένταση ανεξάρτητα από το μέγεθος του φορτίου που εξυπηρετούν. Οι κυκλοφορητές αυτοί δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις γιατί:

- Επιλέγονται για να καλύψουν το μέγιστο φορτίο, το οποίο μπορεί να εμφανιστεί σπανίως ή και ποτέ σε ορισμένες περιπτώσεις.
- Εμφανίζονται θόρυβοι ροής, αέρα και φθορές στα εξαρτήματα.

6.1.1 Εξοικονόμηση ενέργειας στους κυκλοφορητές

Οι κυκλοφορητές λειτουργούν συνήθως πολλές ώρες, επομένως η επιλογή του πιο οικονομικού έχει σημαντική επίπτωση στη συνολική ετήσια κατανάλωση ρεύματος κάθε εγκατάστασης.

Ένας κυκλοφορητής πρέπει επομένως να είναι όσο πιο οικονομικός γίνεται σε όλο το φάσμα της λειτουργίας του, όχι σε ένα μόνο συγκεκριμένο σημείο. Ένας κυκλοφορητής που είναι πολύ οικονομικός στο 100% του φορτίου αλλά σημαντικά ενεργοβόρος στο μερικό φορτίο δεν είναι επιθυμητός. Στο πλήρες φορτίο λειτουργεί μόνο το 6% του χρόνου, ενώ στο μισό φορτίο το 80% του χρόνου. Υψηλά επίπεδα εξοικονόμησης σε ευρύ φάσμα συνθηκών λειτουργίας είναι επομένως ο σημαντικότερος παράγοντας για να κρατηθεί στο ελάχιστο η κατανάλωση ενέργειας.

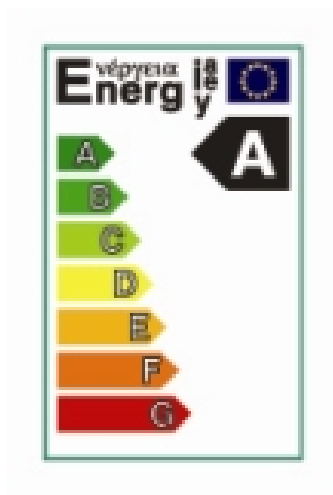
Είναι σημαντικό επίσης να σημειωθεί εδώ ότι σε εγκαταστάσεις θέρμανσης με σώματα η μείωση της παροχής νερού σε ένα θερμαντικό σώμα κατά 10% - κάτω από την ονομαστική – θα επιφέρει αμελητέα μείωση της απόδοσης του κατά 2%. Αντίθετα η προσαγωγή κατά 10% περισσότερης παροχής με τη χρήση μεγάλου κυκλοφορητή θα οδηγήσει σε ανύπαρκτο κέρδος (2%) αλλά η ηλεκτρική κατανάλωση μπορεί έως και να διπλασιαστεί.

6.1.1.1 Ενεργειακή σήμανση κυκλοφορητών

Πέντε από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές κυκλοφορητών στην Ευρώπη με πρωτοβουλία του Εμπορικού Οργανισμού Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Αντλιών "Eurorump", συμφώνησαν να σημαίνουν όλους τους κυκλοφορητές τους με το Σύστημα Ενεργειακής Σήμανσης (Energy Label), την τυποποιημένη ένδειξη που δηλώνει πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούν την ενέργεια. Γρήγορα θα ακολουθήσουν και οι υπόλοιποι. Μαζί, οι εταιρείες αυτές (Grundfos και Smedegaard από τη Δανία, Wilo από τη Γερμανία, Circulating Pumps από τη Μεγ. Βρετανία και Biral από την Ελβετία) καλύπτουν περισσότερο από το 80% της Ευρωπαϊκής αγοράς κυκλοφορητών. Αντίστοιχη ενέργεια επιχειρήθηκε και από τις εταιρίες αντλιών χωρίς όμως αποτέλεσμα μέχρι σήμερα.

Είναι αξιοσημείωτο ότι, τα συστήματα άντλησης ευθύνονται για το εντυπωσιακό ποσοστό του 20% της παγκόσμιας κατανάλωσης ρεύματος. Κάθε μείωση αυτού του ποσοστού θα αποτελέσει ουσιώδες όφελος για το περιβάλλον και ταυτόχρονα, στην βοήθεια περιορισμού των δαπανών.

Η ενεργειακή σήμανση είναι γνωστή από τις ηλεκτρικές συσκευές οικιακής χρήσης (πλυντήρια, ψυγεία, λαμπτήρες κλπ.) και υποδηλώνει την κατανάλωση ενέργειας κάθε συσκευής σε μια κλίμακα 7 βαθμίδων (από A έως G).



ΕΙΚΟΝΑ 24 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ

Η ενεργειακή σήμανση αφορά τους κυκλοφορητές που πληρούν τα παρακάτω κριτήρια:

- Αυτόνομοι κυκλοφορητές με ενσωματωμένες αντλίες και κινητήρες
- Υδρολύπαντοι (Ο ρότορας λειτουργεί μέσα στο αντλούμενο νερό)
- Να διαθέτουν φυγοκεντρικές αντλίες
- Ονομαστική ισχύ μικρότερη από 2500W (Για κάθε αντλία σε περίπτωση διδύμων αντλιών)

Ενεργειακή κλάση Ευρωπαϊκής Ένωσης	Δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEI)
A	$<0,4$
B	$0,4 \leq - <0,6$
C	$0,6 \leq - <0,8$
D	$0,8 \leq - <1$
E	$1 \leq - <1,2$
F	$1,2 \leq - <1,4$
G	$\geq 1,4$

ΠΙΝΑΚΑΣ 20 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΟΥΣ

6.1.1.2 Αντικατάσταση και αναβάθμιση κυκλοφορητών-κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης

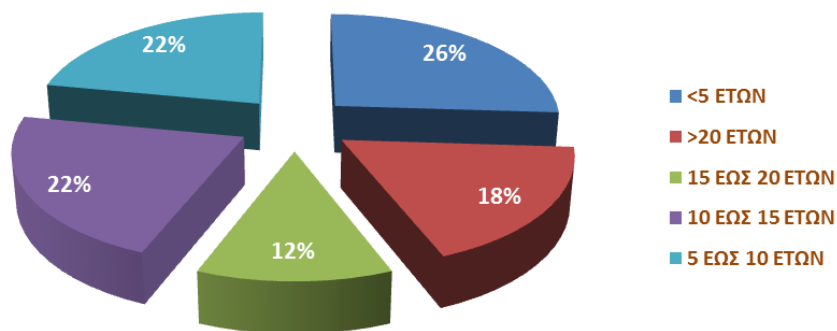
Η χρήση νέας τεχνολογίας κυκλοφορητών και κινητήρων υψηλής απόδοσης μπορεί να επιφέρει μείωση της ετήσιας χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας από τους κυκλοφορητές κατά 60%.

Στην περίπτωση που ο σύγχρονος κινητήρας συνδυαστεί με μια βελτιωμένη φτερωτή, πράγμα εφικτό από τις υψηλές ταχύτητες περιστροφής των κινητήρων υψηλής απόδοσης, η υδραυλική αποδοτικότητα μπορεί να αυξηθεί από 35% έως 60%.

Με τον συνδυασμό αυτών των δύο μέτρων, οι κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης επιτυγχάνουν εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 40%, σε σχέση με το 5-25% των ασύγχρονων κινητήρων.

Επιπλέον, με την χρήση ρυθμιστικών στροφών (inverter-soft start-wanlass), σε συμβατικούς κινητήρες ισχύος μεγαλύτερης των 500 W, όπως στους ανεμιστήρες των ΚΚΜ μπορεί να επιτευχθεί πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι 25% ανάλογα την περίπτωση και τις συνθήκες λειτουργίας. ANAMENOMENO ΟΦΕΛΟΣ : 35-60% εξοικονόμηση ενέργειας [31].

Ο συνήθης βαθμός απόδοσης των υδρολίπαντων κινητήρων κυμαίνεται στο κατώτατο επίπεδο ισχύος $P_2 < 100 \text{ Watt}$ από 7% έως 30%. Κινητήρες με ισχύ από $P_2 = 100 \text{ W}$ έως $P_2 = 500 \text{ W}$ επιτυγχάνουν αποδόσεις 45% έως 65%. Κυκλοφορητές με αυτούς τους κινητήρες χρησιμοποιούνται ευρέως εξαιτίας της κατασκευής νέων κτιρίων και τον εκσυγχρονισμό εγκαταστάσεων θέρμανσης. Γύρω στα 10 εκατομμύρια κυκλοφορητές εγκαθίστανται ετησίως στην Ευρώπη. Από αυτούς περισσότεροι από 70% χρησιμοποιούνται για αντικατάσταση και ανακατασκευή.



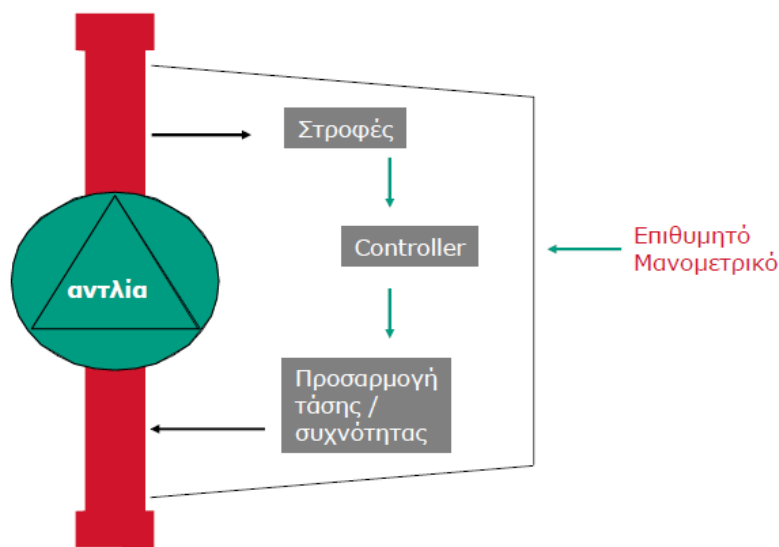
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 31 ΠΟΣΟΣΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΑΝΑ ΗΛΙΚΙΑ. 52 % ΙΝΑΙ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 10 ΕΤΩΝ, ΕΝΩ ΤΟ 18% ΠΑΝΩ ΑΠΟ 20 %.[6]

6.1.1.3 Κυκλοφορητές τελευταίας τεχνολογίας υψηλής απόδοσης

6.1.1.3.1 Ηλεκτρονικός κυκλοφορητής

Η αρχή λειτουργίας είναι απλή: Το κλείσιμο δίοδων βανών σε παράλληλους κλάδους οδηγεί σε αύξηση του μανομετρικού του ηλεκτρονικού κυκλοφορητή, ο οποίος το αντιλαμβάνεται μέσω ενσωματωμένου συστήματος μέτρησης (οι υδρολίπαντοι ηλεκτρονικοί κυκλοφορητές καταγράφουν το πραγματικό μανομετρικό έμμεσα, μετρώντας στροφές και απορροφημένη ισχύ, ενώ οι «μεγάλοι» ηλεκτρονικοί ελαιολίπαντοι κυκλοφορητές μετράνε το μανομετρικό άμεσα με ενσωματωμένο αισθητήριο διαφορικής πίεσης). Ο κυκλοφορητής ακολουθώς μειώνει στροφές προσπαθώντας να διατηρήσει το μανομετρικό σταθερό σε μια προεπιλεγμένη τιμή.

Με αυτόν τον τρόπο ελαττώνεται και η παροχή στο πραγματικά απαιτούμενο επίπεδο, μειώνοντας ταυτόχρονα θορύβους ροής και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.



ΕΙΚΟΝΑ 25 ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ [6]

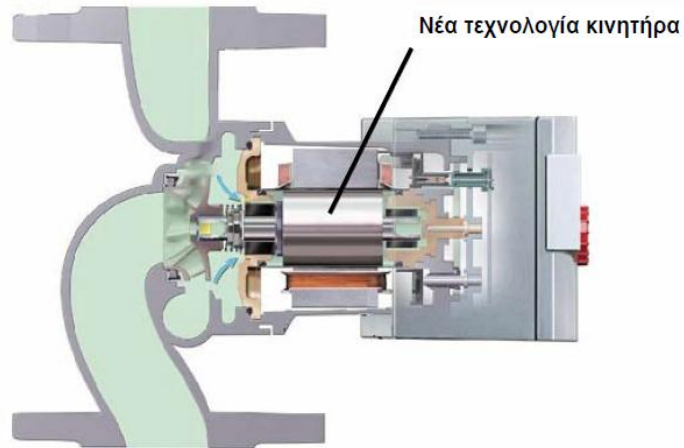
6.1.1.3.2 Κυκλοφορητής με κινητήρα EC

Ο κυκλοφορητής υψηλής απόδοσης με κινητήρα EC (Electric Commutated Motor), ένας σύγχρονος κινητήρας με μόνιμο μαγνήτη για ρότορα (αντί του γνωστού ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα). Παρέχει βελτιωμένος βαθμός απόδοσης ειδικά σε συνθήκες χαμηλού φορτίου.

Ο νέος αυτός κυκλοφορητής δοκιμάστηκε από το Πολυτεχνείο Utrecht το 2002, για το ίδιο χρονικό διάστημα σε ένα νοσοκομείο της Ολλανδίας με έναν συμβατικό κυκλοφορητή. Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά:

Μέση κατανάλωση συμβατικού κυκλοφορητή: 242,4 W.

Μέση κατανάλωση κυκλοφορητή EC Υψηλής Απόδοσης: 33,1 W.



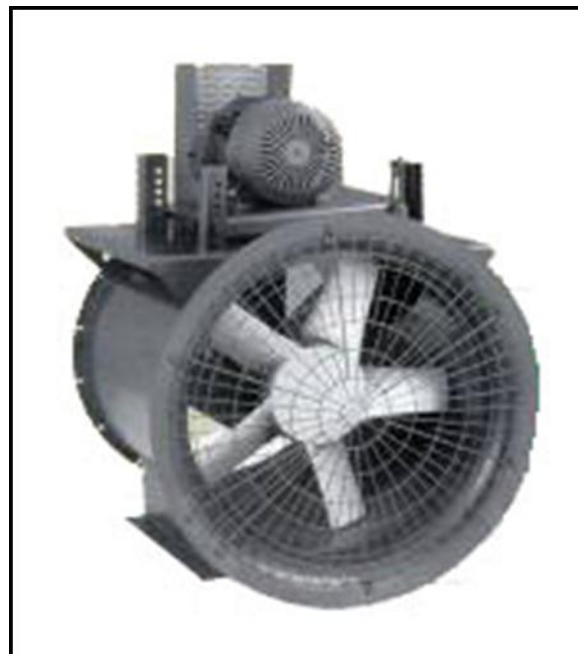
ΕΙΚΟΝΑ 26 ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ EC – ΜΟΝΙΜΟΣ ΜΑΓΝΗΤΗΣ ΩΣ ΡΟΤΟΡΑΣ [6]

6.2 Ανεμιστήρες

6.2.1 Ανεμιστήρες γενικά

Οι ανεμιστήρες ή φτερωτές ως γνωστόν διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην λειτουργία της βιομηχανίας, των κινητήριων συστημάτων, αλλά και γενικότερα στην καθημερινότητα του ανθρώπου.

Ο ρόλος που έχουν το να ψύχουν ή να εξαερίζουν τις καθιστούν αναπόσπαστο κομμάτι για την λειτουργία των περισσότερων τεχνολογικών συστημάτων. Πέραν τα όσα καλά προσφέρουν εάν δεν λειτουργούν σωστά, μπορούν να προκαλέσουν αλόγιστη σπατάλη ενέργειας.



ΕΙΚΟΝΑ 27 ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΠΟΛΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ, ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥ ΕΝΕΡΓΟΒΟΡΟΙ ΕΑΝ ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΣΩΣΤΑ

6.2.2 Ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας στους ανεμιστήρες

Οι ευκαιρίες για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στους ανεμιστήρες μπορούν να παρουσιαστούν στις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες:

- 1) Σχεδιασμός του συστήματος εξαερισμού με ελαχιστοποίηση των απωλειών για δεδομένες απαιτήσεις, συμπεριλαμβανομένου του μήκους και της θέσης των αγωγών, αλλαγή στην κατεύθυνση ή τη διατομή.
- 2) Επιλογή του καλύτερου ανεμιστήρα για τις δεδομένες απαιτήσεις: αυτό προϋποθέτει όχι μόνο γνώση της αιχμής αλλά επίσης και γνώση της έκτασης και του χρόνου που απαιτείται εξαερισμός. Οι επιδράσεις που σχετίζονται με το σύστημα, παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο σε αυτό.
- 3) Επιλογή του τύπου ρύθμισης για το σημείο λειτουργίας του ανεμιστήρα: αυτό συμπεριλαμβάνει τις ρυθμιστικές βαλβίδες, την μεταβλητή ταχύτητα, την μεταβλητή γεωμετρία κτλ.
- 4) Αποδοτικότητα του ανεμιστήρα: διαφορετικοί τύποι ανεμιστήρων έχουν και διαφορετική αποδοτικότητα αιχμής. Ωστόσο, ακόμα και οι ανεμιστήρες του ίδιου τύπου, έχουν πολλές φορές αρκετά μεγάλη διαφορά στην αποδοτικότητα αιχμής. Η επιλογή πάντα πρέπει να πριμοδοτεί στον πιο αποδοτικό ανεμιστήρα.

Παρακάτω, παρατίθεται μια λίστα με τα μέτρα που είναι συχνά τα πιο σημαντικά και πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος. Αυτή η λίστα βέβαια, είναι απλά ένας οδηγός. Ανάλογα με τις ειδικές ανάγκες του κάθε συστήματος, άλλα μέτρα πιθανόν να είναι πιο αποδοτικά.

1) Σύστημα ελέγχου και κινητήρα

Το σύστημα ελέγχου (συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου ζήτησης και του χρονοδιαγράμματος λειτουργίας) είναι πολύ σημαντικό, ειδικά όταν πρόκειται για εξοικονόμηση ενέργειας.

➤ Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας

Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η λειτουργία του συστήματος, είναι σημαντικό να αναλυθούν οι ανάγκες για εξαερισμό καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου, του μήνα και της ημέρας. Χρησιμοποιώντας την ανάλυση για την δημιουργία ενός ιδανικού χρονοδιαγράμματος λειτουργίας, θα μπορούσαν να μειωθούν κατά πολύ οι ενεργειακές απαιτήσεις του χώρου. Παράδειγμα μεγάλης δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ανάγκη για εξαερισμό εκτός ωραρίου εργασίας σε εμπορικά κτίρια και βιομηχανία.

➤ Απαιτούμενος έλεγχος

Υπάρχουν πολλοί τύποι συστημάτων ελέγχου στην αγορά. Με την καταγραφή των απαιτήσεων, η ροή του αέρα μπορεί να ρυθμιστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις. Υπάρχουν πολλά ρυθμιστικά ροής. Ένα από αυτά που χρησιμοποιείται συχνά είναι κινητήρας μεταβλητών ταχυτήτων με μετατροπή συχνότητας. Για μεγαλύτερους αξονικούς ανεμιστήρες, η ρύθμιση της κλίσης των πτερυγίων αποτελεί μια κοινά αποδεκτή μέθοδο για ρύθμιση της ροής του αέρα.

2)Κινητήρας

Επιλογή του κατάλληλου τύπου και μεγέθους του κινητήρα. Ένα μεγάλο περιθώριο ασφάλειας θα απαιτούσε έναν μεγάλο κινητήρα, προσθέτοντας με τον τρόπο αυτό επιπλέον απώλειες στο σύστημα. Οι σύγχρονοι κινητήρες δίνουν καλή απόδοση από 80% έως 100%, κάνοντας την επιλογή ευκολότερη. Ωστόσο, η επιλογή του σωστού μεγέθους κινητήρα είναι πολύ σημαντικός παράγοντας.

Αν εξαιρεθούν τα συστήματα με πολύ χαμηλό φορτίο λειτουργίας, αξίζει για τις άλλες περιπτώσεις να χρησιμοποιηθούν οι ενεργειακά αποδοτικοί κινητήρες eff_1 και eff_2 οι οποίοι μειώνουν τις απώλειες και το λειτουργικό κόστος όπως αναλύθηκε και στο κεφάλαιο 4.

3) Μεταφορά

- Αποφυγή του κιβωτίου ταχυτήτων, όπου αυτό είναι δυνατόν
- Αλλαγή του V-ιμάντα κινητήρα με απευθείας κίνηση
- Αλλαγή του V-ιμάντα κινητήρα με επίπεδο
- Αλλαγή του επίπεδου ιμάντα κινητήρα με απευθείας κίνηση

4) Αεραγωγοί

Το σύστημα αγωγών τυπικά εγκαθίσταται στο κτίριο ή την βιομηχανία, αφού έχουν κατασκευαστεί τα κύρια στοιχεία. Το γεγονός αυτό δημιουργεί σε πολλές περιπτώσεις την ανάγκη εισαγωγής πολλών γωνιών και μεταβολής της διατομής των αγωγών. Επίσης εγκαθίστανται πολλοί ορθογώνιοι αγωγοί, ενώ οι κυλινδρικοί είναι καλύτεροι για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Επιπλέον, μετά την εγκατάσταση του συστήματος εξαερισμού, αυτό πρέπει να εξισορροπηθεί, προκειμένου όλοι οι χώροι θα έχουν τον εξαερισμό που απαιτείται. Αυτή η εξισορρόπηση, δεν σημαίνει τίποτα παραπάνω από την τοποθέτηση διαφραγμάτων σε κάποια σημεία του συστήματος, με τα οποία αυξάνεται η πτώση πίεσης και συνεπώς σπαταλιέται ενέργεια. Για να αποφευχθούν αυτές οι απώλειες, είναι απαραίτητος ο σωστός σχεδιασμός του συστήματος εξαερισμού.

5)Επιλογή ανεμιστήρα και συντήρηση.

Πρόσθετη εξοικονόμηση μπορεί πολύ συχνά να επιτευχθεί επιλέγοντας τον σωστό ανεμιστήρα. Η σωστή επιλογή του ανεμιστήρα, σήμερα είναι πολύ εύκολη με την χρήση των προγραμμάτων επιλογής που έχουν δημιουργηθεί από τους κατασκευαστές του εξοπλισμού. Εξοικονόμηση μπορεί επίσης να επιτευχθεί από με την τακτική συντήρηση των ανεμιστήρων και γενικά όλου του συστήματος.

Η ενδεχόμενη εξοικονόμηση για τα μέτρα που προτείνονται υπολογίζεται στον παρακάτω πίνακα.

Μέτρα εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης [%]
1) Σύστημα ελέγχου	
α) Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας	10 έως 50
β) Έλεγχος ζήτησης	-5 έως 50
2) Κινητήρας	
α) Επιλογή του σωστού είδους και μεγέθους	5 έως 20
β) Επιλογή ενεργειακά αποδοτικού (Eff 1)	2 έως 10
3) Μεταφορά κίνησης	
β) Αλλαγή του V-ιμάντα με απευθείας κίνηση	5 (μεγαλύτεροι ανεμ.) έως 15 (μικρότεροι)
γ) Αλλαγή του V-ιμάντα κινητήρα με επίπεδο	5 έως 10
4) Αγωγοί	Περίπου 15
5) Επιλογή ανεμιστήρα και συντήρηση	5 έως 15

ΠΙΝΑΚΑΣ 21 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ [33]

Οι ανεμιστήρες καταναλώνουν περίπου το 20% του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, καθιστώντας τους υψηλή προτεραιότητα για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Η Επιτροπή εξέδωσε σχέδιο κανονισμού σχετικά με τα συστήματα φερωτών, τον Δεκέμβριο του 2009, η οποία εγκρίθηκε από τον οικολογικό σχεδιασμό της ρυθμιστικής επιτροπής τον Ιούνιο του 2010. Ο σχεδιασμός προβλέπει κατάταξη των ανεμιστήρων σε κλάσεις και θα αφορά ανεμιστήρες από 125W έως 500kW.

6.3 Ψύξη

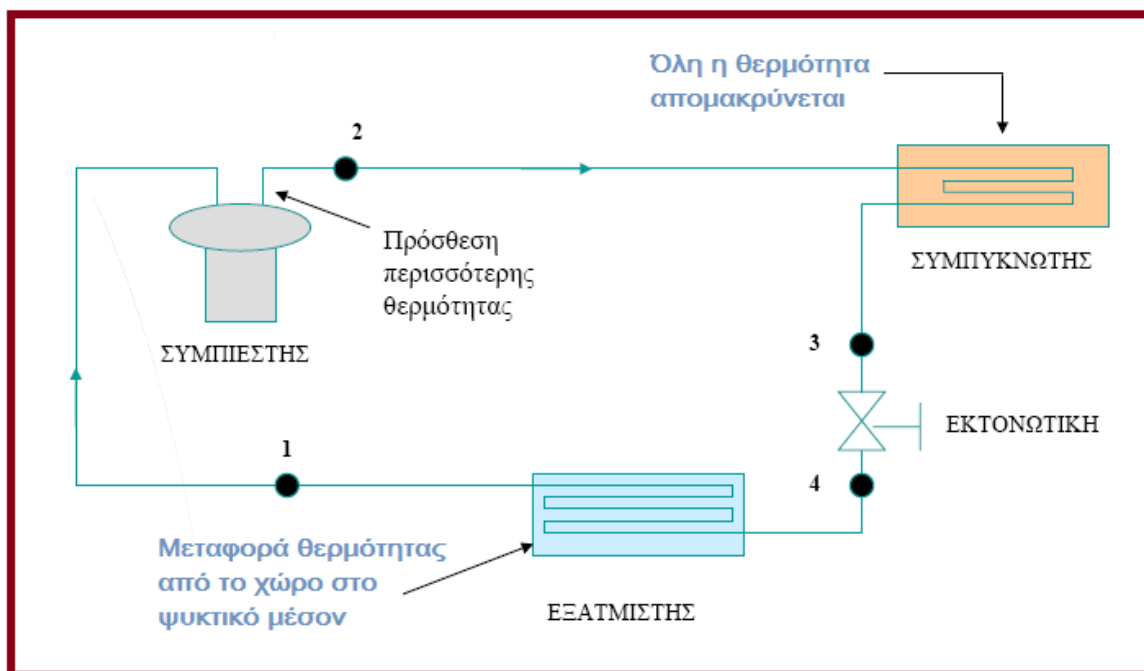
Συστήματα ψύξης χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως στη βιομηχανία για τη συντήρηση τροφίμων και τον κλιματισμό.

Τα συστήματα ψύξης εγκαθίστανται για να παράγουν ή να διατηρούν τη θερμοκρασία ενός χώρου ή υλικού σε σταθερή χαμηλή θερμοκρασία. Με λίγα λόγια, η ψύξη δημιουργείται με την αφαίρεση θερμότητας από το χώρο ψύξης. Η επιλογή όμως των ψυκτικών συστημάτων τις περισσότερες φορές γίνεται με μόνο κριτήριο την απαιτούμενη ψυκτική ικανότητα, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η απόδοση και το κόστος ψύξης. Έρευνες έχουν δείξει ότι ένα ποσοστό 25% μπορεί να εξοικονομηθεί πάρα πολύ εύκολα. [41]

Η αποδοτική λειτουργία ενός ψυκτικού συστήματος είναι αναμφίβολα συνδυασμένη με το σκοπό της αγοράς του, το σχεδιασμό του, την εγκατάσταση και τη χρήση του.

Ο ψυκτικός κύκλος αποτελείται από διάφορες επί μέρους διεργασίες μέχρι να επιφέρει το τελικό αποτέλεσμα. Παρακάτω ακολουθεί το σχετικό διάγραμμα. Οι διεργασίες που επιτελούνται είναι οι εξής:

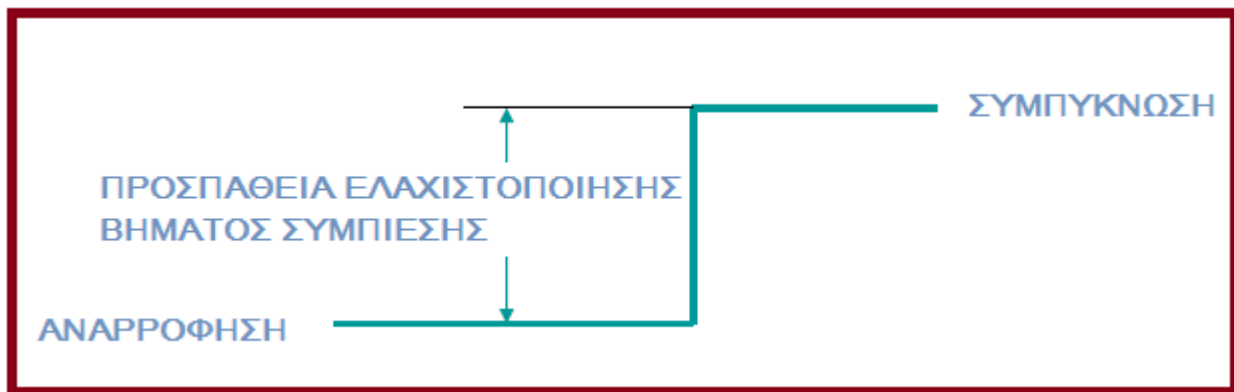
1-2: Συμπύκνωση, 2-3 Συμπύκνωση, 3-4 Εκτόνωση, 4-1 Εξάτμιση



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 32 Ο ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ [42]

6.3.1 Φιλοσοφία εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα ψυκτικό συγκρότημα.

Ένα ψυκτικό συγκρότημα αποτελείται από διάφορα επιμέρους στοιχεία όπως αναλύθηκε και παραπάνω. Η κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον τρόπο που συνεργάζονται μεταξύ τους και από τις βασικές παραμέτρους που προκύπτουν από την ισορροπία του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα οι παράμετροι κλειδιά είναι η πίεση (θερμοκρασία) αναρρόφησης και η πίεση (θερμοκρασία) συμπύκνωσης. Η πρώτη πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη και η δεύτερη όσο το δυνατόν μικρότερη (ελαχιστοποίηση βήματος συμπίεσης). Μια γενική εικόνα παρουσιάζεται στο ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 33.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 33 ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ: ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ [42]

6.3.1.1 Ενεργοβόροι παράγοντες στα ψυγεία

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που συμβάλλουν στις απώλειες των ψυκτικών μέσων και κατά συνέπεια οδηγούν σε μεγαλύτερη κατανάλωση. Όπως θα αναλυθούν και παρακάτω αυτοί είναι:

- Συμπιεστές ψύξης
- Εξατμιστές
- Συμπυκνωτές
- Πόρτες
- Φώτα
- Μόνωση θαλάμου

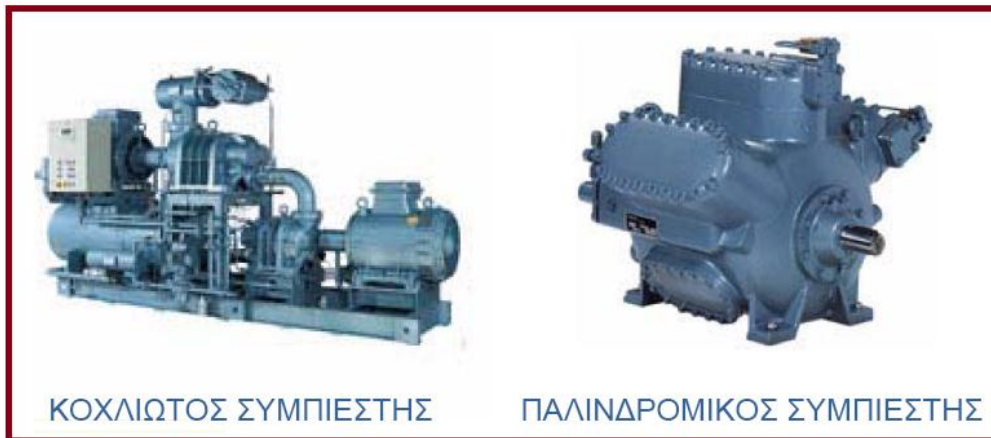
Ο τρόπος που λειτουργούν όλα τα παραπάνω επηρεάζουν όλες τις κρίσιμες παραμέτρους του συστήματος που είναι:

- Πίεση-θερμοκρασία αναρρόφησης
- Πίεση-θερμοκρασία συμπύκνωσης
- Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ψυκτικού μέσου και περιβάλλοντος μέσο (αέρα) γνωστού ως ΔT .

➤ Συμπιεστές

Οι συμπιεστές είναι μηχανικές διατάξεις που αντλούν τον ψυκτικό ατμό από τον εξατμιστή, αυξάνοντας την πίεση του και κινούν το ψυκτικό μέσο στο κύκλωμα. Η αύξηση της πίεσης επιτυγχάνεται με τη μείωση του όγκου του χώρου συμπίεσης με κάποιο μηχανικό τρόπο.

Η πιο κρίσιμη κατηγορία είναι οι συμπιεστές. Ακόμη και ο καλύτερος συμπιεστής γίνεται ενεργοβόρος σε ένα κακοσχεδιασμένο σύστημα, όπου το βήμα συμπίεσης είναι μεγαλύτερο από όσο χρειάζεται.



ΕΙΚΟΝΑ 28 ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ΨΥΞΗΣ

➤ **Εξατμιστές (Αεροψυκτήρες ή σερπαντίνες)**

Ο εξατμιστής ή ψυκτικό στοιχείο είναι εκείνο το βασικό εξάρτημα κάθε ψυκτικής εγκατάστασης μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η εξάτμιση του ψυκτικού υγρού (ψυκτικό μέσο).

Ένας εξατμιστής λειτουργεί αποδοτικά όταν έχει μικρό ΔT .

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

Όπου:

T_1 = Θερμοκρασία θαλάμου

T_2 = Θερμοκρασία αναρρόφησης συμπιεστή

Όσο μειώνεται το ΔT τόσο μπορεί να αυξάνεται η πίεση αναρρόφησης.

$\Delta T = 3-6 \text{ }^\circ\text{C}$ πολύ καλά

$\Delta T = 7-10 \text{ }^\circ\text{C}$ ικανοποιητικά

$\Delta T = 11-15 \text{ }^\circ\text{C}$ μη αποδοτικά

Λόγοι οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για μεγάλο ΔT (σπατάλη):

- Μικρή εναλλακτική επιφάνεια εξατμιστών
- Μικρές γραμμές αναρρόφησης (από θάλαμο προς συμπιεστή)
- Παρεμπόδιση ροής στις γραμμές αναρρόφησης ή κατάθλιψης (Καμπύλες, ταυ, βαλβίδες).
- Πάγος στα ψυκτικά στοιχεία.

Το μεγάλο ΔT εξαναγκάζει το ψυκτικό μέσο να λειτουργεί με μικρότερη πίεση αναρρόφησης άρα σπατάλη.



ΕΙΚΟΝΑ 29 ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗΡΑΣ

➤ **Εξατμιστικοί συμπυκνωτές**

Οι συμπυκνωτές αυτού του τύπου χρησιμοποιούν ως μέσο συμπύκνωσης το νερό και τον αέρα ταυτόχρονα. Το μεν νερό αντλείται με την βοήθεια κυκλοφορητή από την δεξαμενή όπου βρίσκεται στο κατώτατο μέρος του συμπυκνωτή και τροφοδοτείται από το δίκτυο παροχής (πόλεως ή άλλης πηγής).

Η θερμότητα η οποία αποβάλλεται από το ψυκτικό αέριο προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό και αέρας) είναι αισθητή και λανθάνουσα.

Όμως, για να προκληθεί η εξάτμιση του νερού, θα πρέπει ο εισερχόμενος αέρας να έχει χαμηλή θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, δηλαδή να είναι όσο το δυνατό ξερός, διότι ο αέρας διερχόμενος δια μέσου των σωληνώσεων του συμπυκνωτή θερμαίνεται, και υγραίνεται με συνέπεια να μην υπάρχουν πλέον άλλα περιθώρια.



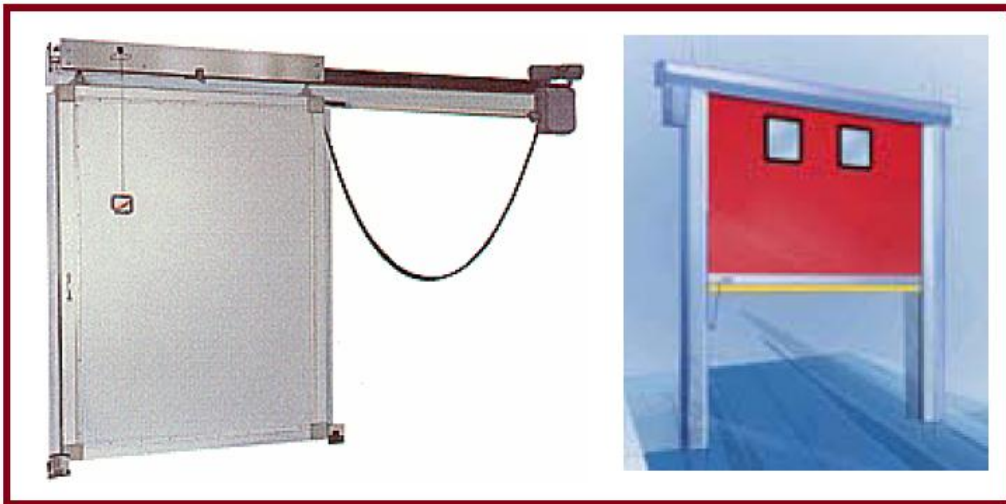
ΕΙΚΟΝΑ 30 ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ

➤ Πόρτες

Το θερμικό φορτίο από τις πόρτες (απώλειες διείσδυση υδρατμών) αποτελεί συνήθως το 20-40% του συνολικού ψυκτικού φορτίου. Το ύψος στις πόρτες είναι σημαντικότερο από το πλάτος στις απώλειες. Με 50% αύξηση στο ύψος αυξάνεται κατά 85% η διείσδυση του αέρα.

Μέτρα περιορισμού απωλειών:

- Πλαστικές κουρτίνες με καλή επικάλυψη.
- Οι κουρτίνες μειώνουν τις απώλειες κατά 85%-90%.
- Αν η κουρτίνα ενοχλεί την διέλευση, πιθανή μείωση στο ύψος των μεσαίων φύλλων σε 1,8m από κάτω. Η κουρτίνα εξακολουθεί να είναι αποτελεσματική κατά 70%.
- Χρήση αεροκουρτίνων ή πόρτες roll-top.
- Επιλογή μεγάλης ταχύτητας ανοίγματος-κλεισίματος πόρτας με σχετικό αυτοματισμό (αισθητήρια δαπέδου-φωτοκύτταρα).



ΕΙΚΟΝΑ 31 ΠΟΡΤΕΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΘΑΛΑΜΩΝ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΟΙ ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΔΕΞΙΑ ΟΙ ΠΟΡΤΕΣ ROLL-ON

➤ Φωτισμός

Κατηγορίες φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιούνται στους ψυκτικούς θαλάμους:

- Φθορίου
- Αλογόνου
- Υψηλής πίεσης νατρίου

Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων που με βελτιώσεις παρουσιάζουν μείωση των απωλειών:

- Απόδοση (ισχύς φωτισμού προς την απορροφούμενη ισχύς)
- Ποιότητα (προσαρμογή του ματιού για να δει τα χρώματα)
- Ταχύτητα ανοίγματος-σβησίματος σε χαμηλές θερμοκρασίες



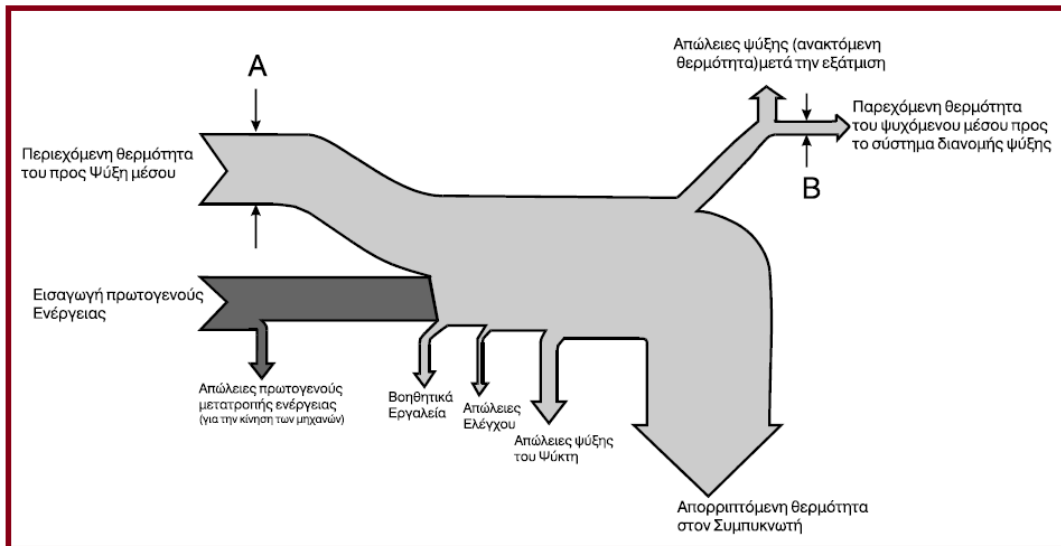
ΕΙΚΟΝΑ 32 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΘΑΛΑΜΟ

➤ Μόνωση θαλάμου

Με τη σωστή επιλογή των μονώσεων επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Επιδιώκεται η εγκατάσταση καλύτερων και αποτελεσματικότερων υλικών μόνωσης τόσο στους ψυκτικούς θαλάμους όσο και στα δίκτυα σωληνώσεων. Έχει υπολογιστεί ότι με την ενίσχυση-βελτιστοποίηση της μόνωσης π.χ., ενός ψυκτικού θαλάμου καθώς και με τον περιορισμό των απωλειών από το ανοιγοκλείσιμο των θυρών επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό από 10% έως 20%. Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται πρέπει να έχουν :

- Υψηλή θερμομονωτική ικανότητα, που καθορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας K,
- Υψηλή αντοχή στην υδροαπορρόφηση και στην διάχυση ατμών
- Μεγάλη μηχανική αντοχή
- Μεγάλη διάρκεια ζωής

Συνοπτικά οι απώλειες του συστήματος ψύξης θα μπορούσαν να αποτυπωθούν στο παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 34 Ενεργειακό Ισοζύγιο ψυκτικού συγκροτήματος. (Η διαφορά A-B αποτελεί το αποδιδόμενο έργο της ψυκτικής εγκατάστασης.) [41]

Επέμβαση	Εξοικονόμηση (%)
Βελτίωση συμπιεστών	10-20
Ορθολογική χρήση συμπιεστή	15-20
Προγραμματισμένη συντήρηση	15-20
Σωστή επιλογή μόνωσης	10-15
Εγκατάσταση αυτοματισμών	15-20

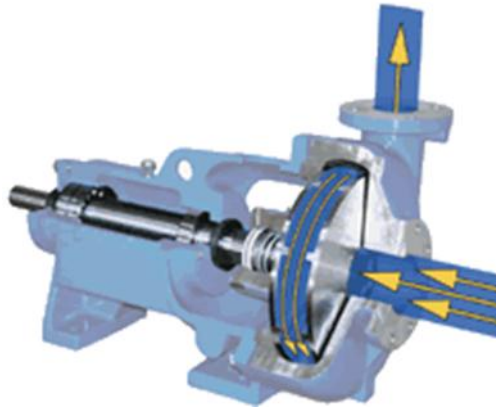
ΠΙΝΑΚΑΣ 22 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ [41]

Σημαντικό ρόλο τέλος διαδραματίζει και η σωστή κατανομή των ψυκτικών φορτίων. Αναλυτικότερα παρουσιάζονται στον ΠΙΝΑΚΑΣ 23 μαζί με παρατηρήσεις για την λειτουργία τους.

Πηγή ψυκτικού φορτίου	% Συνόλου	Παρατηρήσεις
Απώλειες δομικών στοιχείων	25-30	Τοίχοι-οροφές
Απώλειες λόγω αποψύξεων	7-15	
Εσωτερικό φορτίο	15-30	Ανθρωποι-ανυψωτικά-μοτέρ-φώτα
Απώλειες από ανοικτές πόρτες	20-40	Ανάλογα την χρήση και τις κουρτίνες
Θερμά προϊόντα	5-25	Θερμοκρασία εισαγωγής>Θερμ.θαλάμου

ΠΙΝΑΚΑΣ 23 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ [42]

7 ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

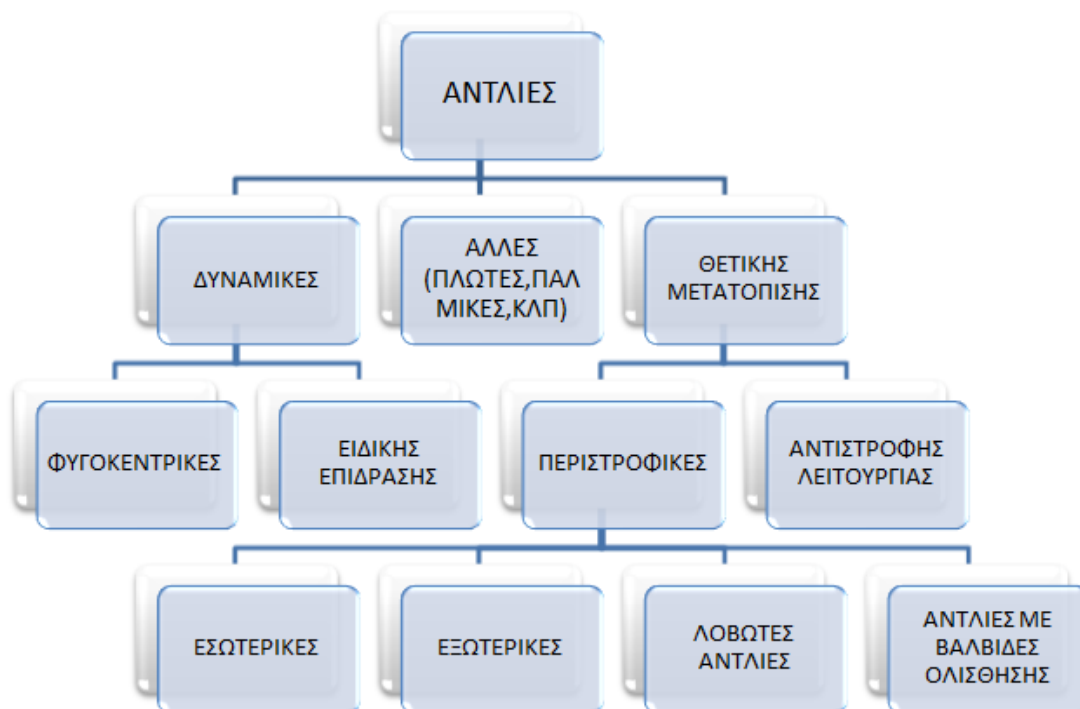


Οι αντλίες και τα αντλητικά συστήματα γενικότερα έχουν εισχωρήσει σε πάρα πολλές πτυχές της καθημερινής ζωής του ανθρώπου, όπως έχει ήδη αναφερθεί πολλάκις στο παρόν κείμενο. Μερικά στοιχεία που τις αντιπροσωπεύουν είναι τα παρακάτω:

- Απαιτούν περίπου το 20% της παγκόσμιας κατανάλωσης
- Απαιτούν από 25% μέχρι και 50% της κατανάλωσης των βιομηχανιών

Τα αντλητικά συστήματα είναι υπεύθυνα της μεταφοράς του εκάστοτε υγρού από την πηγή στον τελικό προορισμό, ενώ επίσης κυκλοφορούν κάποιο υγρό γύρω από ένα σύστημα.

Οι αντλίες υπάρχουν σε ποικίλα μεγέθη, ενώ καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τη βασική λειτουργία τους σε δυναμικές ή θετικής μετατόπισης αντλίες. Οι δυναμικές αντλίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε φυγοκεντρικές και αντλίες ειδικής επίδρασης. Οι αντλίες μετατόπισης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως περιστροφικές ή αντίστροφης λειτουργίας.



ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ [24]

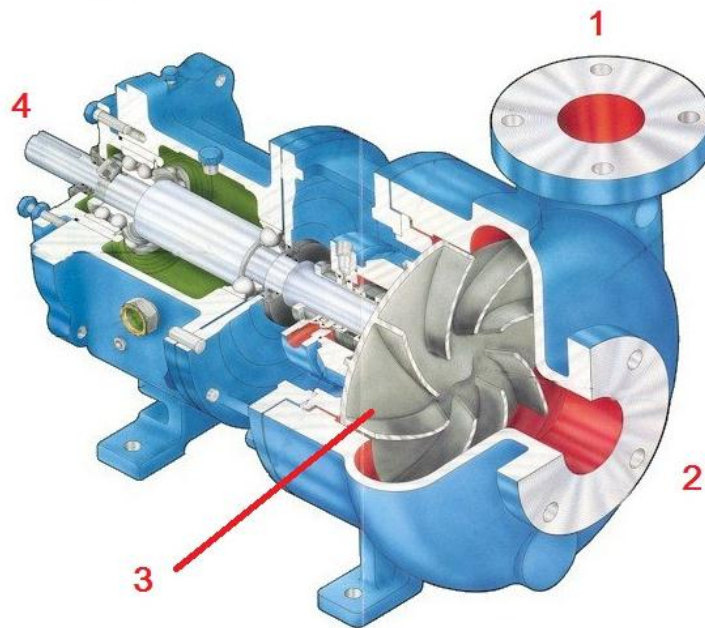
Σε γενικές γραμμές, μπορούν να καλύψουν τις απαιτήσεις για οποιαδήποτε διεργασία υγρού. Οι φυγοκεντρικές αντλίες που είναι αρκετά διαδεδομένες είναι γενικά οι πιο οικονομικές από πλευράς κόστους αλλά λιγότερο αποδοτικές.

Οι θετικής μετατόπισης αντλίες είναι γενικά αποδοτικότερες από τις φυγοκεντρικές αντλίες, αλλά απαιτούν υψηλότερες δαπάνες συντήρησης.

Τα γενικά μέρη που αποτελούνται οι αντλίες είναι τα παρακάτω:

- Αντλία
- Κινητήρια δύναμη: Ηλεκτροκινητήρες, ντιζελοκινητήρες, αεριοστρόβιλοι.
- Σωληνώσεις για μεταφορά υγρών
- Βαλβίδες για τον έλεγχο ροής
- Διάφορα εξαρτήματα για τον έλεγχο των οργάνων

Τα κυριότερα όμως στοιχεία των αντλιών είναι τα στόμια εισόδου και εξόδου από όπου εισέρχεται και βγαίνει το υγρό, η φτερωτή που βοηθάει το υγρό να κινηθεί, και ο άξονας μέσω αυτού κινείται η φτερωτή. Παρακάτω ακολουθούν διάφορα σχήματα που αναλύουν το εσωτερικό των αντλιών.



ΕΙΚΟΝΑ 33 ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ: 1 ΣΤΟΜΙΟ ΑΠΟΡΟΗΣ, 2 ΣΤΟΜΙΟ ΑΝΑΡΟΦΗΣΗΣ, 3 ΦΤΕΡΩΤΗ, 4 ΑΞΟΝΑΣ

Η σύλληψη των υπογείων νερών που γίνεται βαθειά στο έδαφος, πραγματοποιείται μέσω εργασιών που αποκαλούνται γεωτρήσεις. Ξεκινούν διαπερνώντας το έδαφος φθάνοντας υπόγεια μέχρι την πηγή τα υδροφόρα στρώματα.

Για την άντληση, την μεταφορά και την αποθήκευση του νερού χρησιμοποιούνται αντλητικά συγκροτήματα που επιλέγονται με βάση δυο παραμέτρων της παροχής νερού και το συνολικό μανομετρικό ύψος (Παράρτημα III). Η σχέση που συνδέει όλα αυτά τα στοιχεία είναι η παρακάτω:

$$N = \frac{\gamma * Q * H}{270 * \eta} \text{ σε Hp}$$

Όπου:

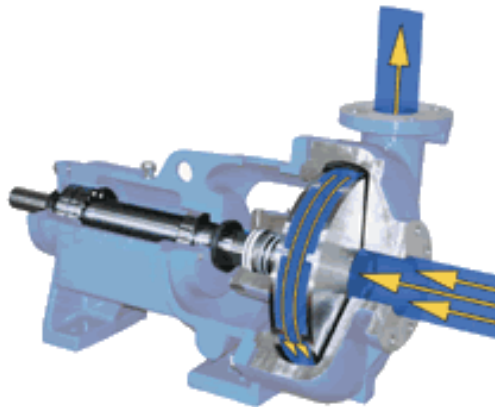
γ : ειδικό βάρος του υγρού που για το νερό είναι περίπου $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Q : Η παροχή νερού σε $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

H: Το συνολικό μανομετρικό ύψος σε m.

n: Ο βαθμός απόδοσης της αντλίας λαμβανόμενος περίπου με 0,8.

Λαμβάνοντας κανείς υπόψη κανείς την παραπάνω σχέση, καταλαβαίνει εύκολα ότι όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή νερού, και όσο μεγαλύτερο είναι το μανομετρικό ύψος, τόσο μεγαλύτερο σε ισχύ αντλητικό συγκρότημα χρειάζεται. Είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί ότι η ισχύς του κινητήρα θα πρέπει να ληφθεί 15-20% μεγαλύτερη της υπολογιζόμενης, για να καλύψει τις απαιτήσεις, όταν λόγω φθοράς της αντλίας ελαττωθεί ο βαθμός απόδοσης της.



ΕΙΚΟΝΑ 34 ΑΝΤΛΙΑ ΕΝ ΔΡΑΣΗ

7.1 Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας σε αντλίες

Τα αντλητικά συστήματα διαθέτουν και αυτά με την σειρά τους πλήθος χαρακτηριστικών που χρίζουν διερεύνησης με σκοπό την εκμετάλλευσή τους για εξοικονόμηση ενέργειας. Η μείωση της κατανάλωσης μπορεί να με επιτευχθεί με τους παρακάτω τρόπους:

- Με καλύτερο σχεδιασμό ενός συστήματος
- Με σωστή διαστασιολόγηση των αντλιών
- Με επιλογή ενεργειακά αποδοτικών αντλιών
- Με καλύτερο έλεγχο ενός συστήματος
- Με σωστή εγκατάσταση και συντήρηση

Ειδικότερα θα αναλυθούν παρακάτω ορισμένα από αυτά με αναλυτική περιγραφή της κάθε κατηγορίας.

- Επιλογή κατάλληλης αντλίας για την κατάλληλη χρήση
- Έλεγχος ρυθμού ροής μέσω της ταχύτητας
- Έλεγχος με P-Constant
- Παράλληλη διασύνδεση αντλιών με σκοπό την κάλυψη όποιας ζήτησης
- Εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου
- Εξάλειψη γραμμής παράκαμψης ελέγχου
- Ενσωμάτωση ελέγχου start/stop
- Μείωση της λειτουργίας της φτερωτής

7.1.1 Επιλογή κατάλληλης αντλίας

Ένα μεγάλο πρόβλημα αποτελεί η υπερδιαστασιολόγηση των αντλιών. Την επιλογή δηλαδή μεγαλύτερου μεγέθους αντλίας από αυτής που πραγματικά χρειάζεται. Η υπερμεγέθης αντλία απαιτεί στραγγαλιστική βαλβίδα για τον έλεγχο ροής ή γραμμή παράκαμψης, ενώ μετακινεί την καμπύλη ζήτησης προς τα αριστερά, Με αυτούς τους 2 τρόπους μειώνεται η απόδοση της αντλίας.

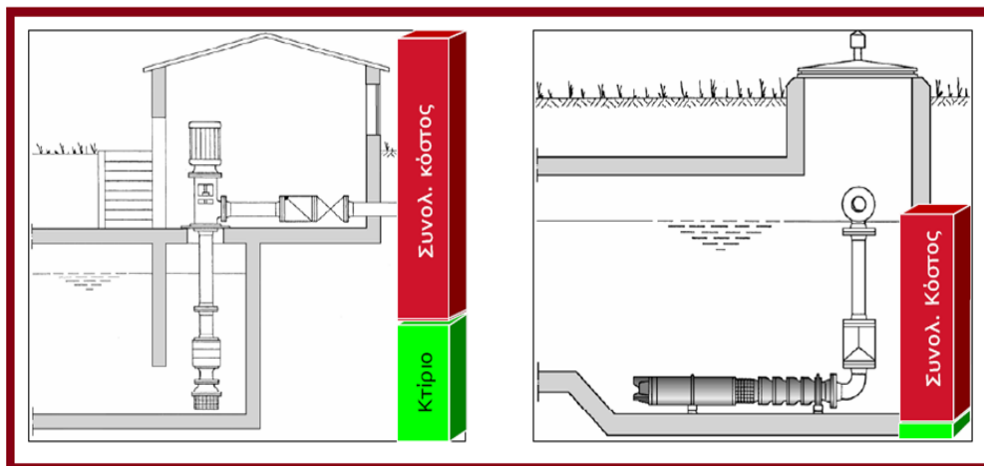
Οι εγκατεστημένες αντλίες ξεπερνούν κατά 20 φορές τον αριθμό των νέων αντλιών που τοποθετούνται κάθε χρόνο. Παρουσιάζεται μεγάλο δυναμικό βελτιστοποίησης των εν λειτουργία αντλητικών συστημάτων.

Εκτίμηση: 75% των αντλιών είναι υπερδιαστασιολογημένες τουλάχιστον κατά 20%. [6]

Κύριες αιτίες υπερδιαστασιολόγησης αντλιών:

- Επιλογή μεγάλης αντλίας για κάλυψη μελλοντικών αναγκών
- Υπερβολική προσαύξηση συντελεστών ασφαλείας στον υπολογισμό του απαιτούμενου μανομετρικού ύψους
- Επιλογή αντλίας για κάλυψη μέγιστου φορτίου & κακή ή ανύπαρκτη προσαρμογή σε συνθήκες μερικού φορτίου
- Επιλογή μεγάλης αντλίας από ανάγκη επίλυσης άλλων προβλημάτων του συστήματος (υδραυλική εξισορρόπηση, διατήρηση πίεσης, περιεκτικότητα αέρα ή/και σωματιδίων στο νερό, κλπ.)
- Επιλογή αντλίας βάση προδιαγραφών ακατάλληλων για συγκεκριμένες εφαρμογές

Η παρακάτω εικόνα περιγράφει ένα παράδειγμα κακής επιλογής αντλίας. Αναφέρεται παράδειγμα γεώτρησης. Στην αριστερή φωτο υπάρχει μια γεώτρηση με επιφανειακή αντλία και με το απαιτούμενο κτήριο. Το κόστος είναι αρκετά μεγάλο ενώ απαιτεί και ένα εξίσου μεγάλο κτήριο για να στεγαστεί η αντλία. Δεξιά υπάρχει η υποβρύχια αντλία που πραγματοποιεί την ίδια εργασία. Το κόστος ελαττώνεται καθώς λειτουργεί υποβρύχια και δεν χρειάζεται να αντλεί το νερό από ψηλά, ενώ το κτίσμα που απαιτεί είναι μια μικρή κατασκευή που απέχει ελάχιστα από το έδαφος.



ΕΙΚΟΝΑ 35 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ, ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΑΝΤΛΙΑ ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΔΕΞΙΑ Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΕΡΗ ΛΥΣΗ ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΑΝΤΛΙΑ. [6]

7.1.2 Έλεγχος ρυθμού ροής μέσω της ταχύτητας

Οι ρυθμιστές ταχύτητας μπορούν να προσφέρουν έλεγχο της ταχύτητας συνεχώς και σε ευρύ φάσμα, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται και η κατανάλωση ενέργειας. Οι ρυθμιστές ταχύτητας διακρίνονται σε 2 κατηγορίες τους μηχανικούς και τους ηλεκτρικούς.

Στους μηχανικούς ανήκουν οι υδραυλικοί συμπλέκτες, οι υγρής σύζευξης, και οι ρυθμιζόμενοι ιμάντες και τροχαλίες.

Στους ηλεκτρικούς ανήκουν οι συμπλέκτες δινορευμάτων, οι ρυθμιστές ρότορα, και ρυθμιστές συχνότητας.

Τα πλεονεκτήματα των ρυθμιστών ταχύτητας είναι τα εξής:

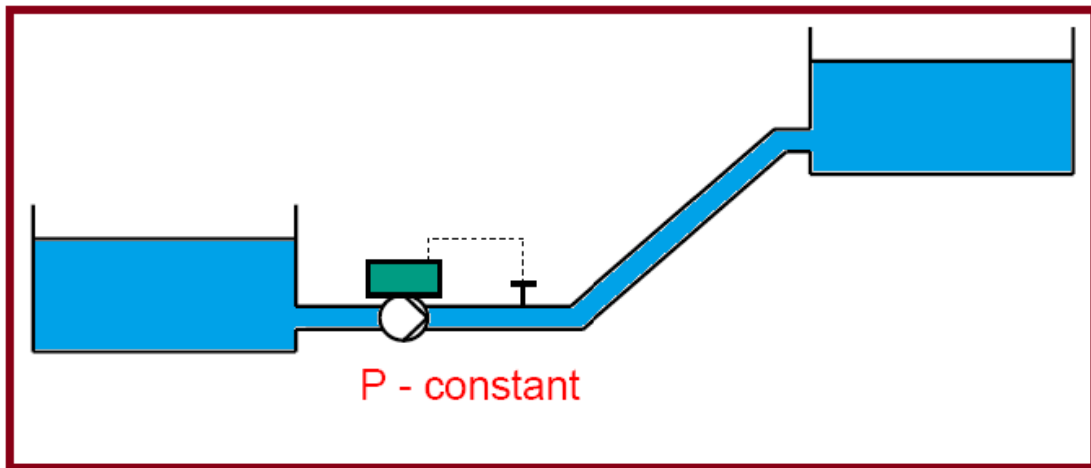
- Δεν ελέγχουν απλώς την ροή αλλά μειώνουν και την κατανάλωση
- Βελτιώνουν τον έλεγχο ολόκληρης της διαδικασίας στην λειτουργία της αντλίας
- Βελτιώνουν την αξιοπιστία του συστήματος
- Μειώνουν το κόστος λειτουργίας και το κόστος συντήρησης
- Προσφέρουν την δυνατότητα ομαλής εκκίνησης



ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ INVERTER ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ [6]

7.1.3 Έλεγχος με P-Constant

Ένα αισθητήριο πίεσης στέλνει σε ένα μικροελεγκτή την τιμή της πραγματικής πίεσης και αυτός με τη σειρά του μέσω έλεγχο PID συγκρίνει με την επιθυμητή τιμή και κρατάει σταθερή την πίεση οδηγώντας την αντλία. Τα πιεστικά αυτά συστήματα inverter καταργούν τη χρήση πιεζοστατών και μεγάλων δοχείων διαστολής, αυξάνοντας την άνεση & τις συνθήκες υγιεινής, ενώ παράλληλα μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και τον απαιτούμενο χώρο τοποθέτησης.

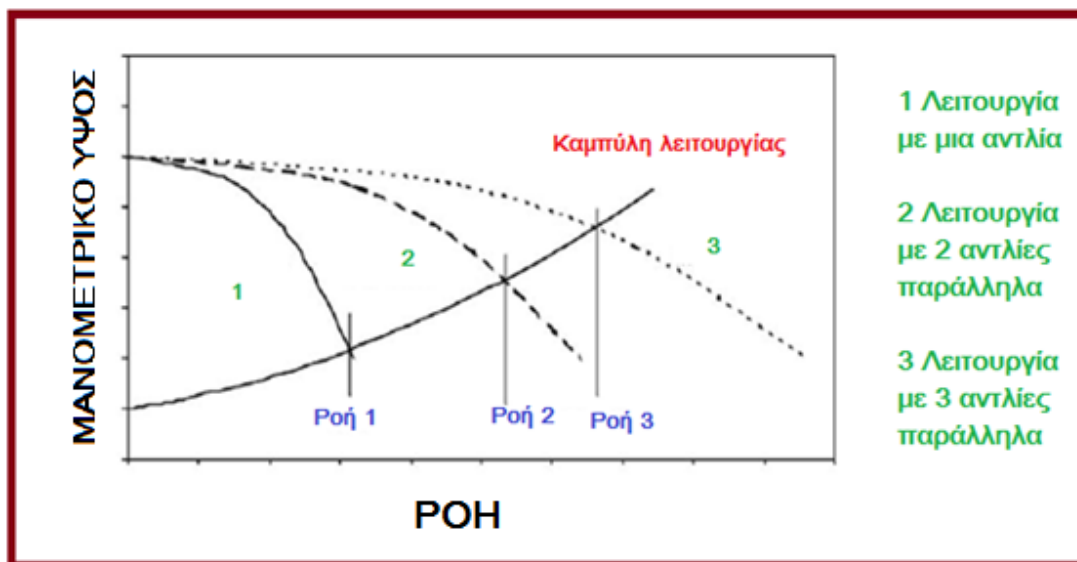


ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟ P-CONSTANT [6]

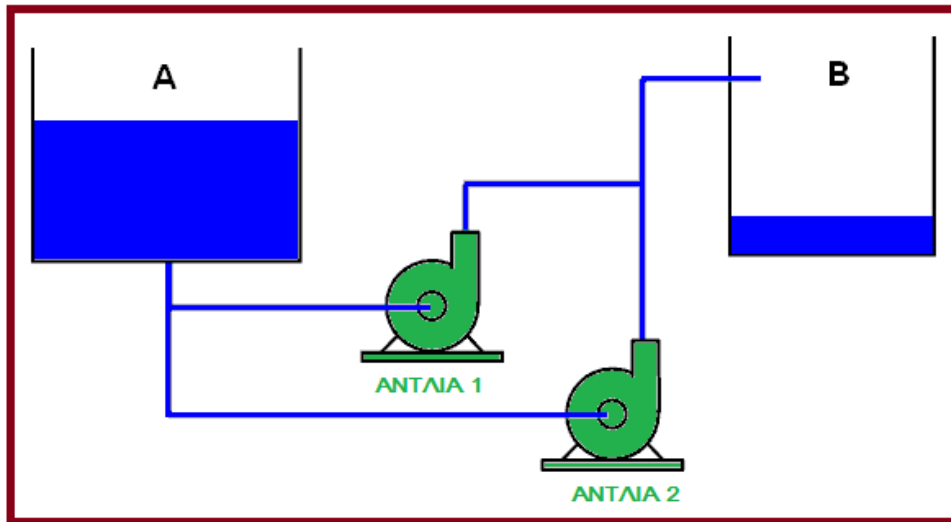
7.1.4 Παράλληλη διασύνδεση αντλιών με σκοπό την κάλυψη όποιας ζήτησης

Το κυριότερο πλεονέκτημα αυτής της λύσης έχει να κάνει με την ιδιότητα που μπορούν να προσφέρουν οι πολλαπλές αντλίες. Κάποιες μπορούν να παραμένουν εκτός λειτουργίας σε περιόδους χαμηλής ζήτησης. Χρησιμοποιούνται μόνο όταν το στατικό ύψος φθάνει στο 50% του συνολικού μανομετρικού ύψους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αντλίες με διαφορετικά μεγέθη ροής.

Η καμπύλη λειτουργίας του συστήματος δεν αλλάζει και η ταχύτητα ροής είναι μικρότερη από το άθροισμα των επιμέρους ποσοστών ροής όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



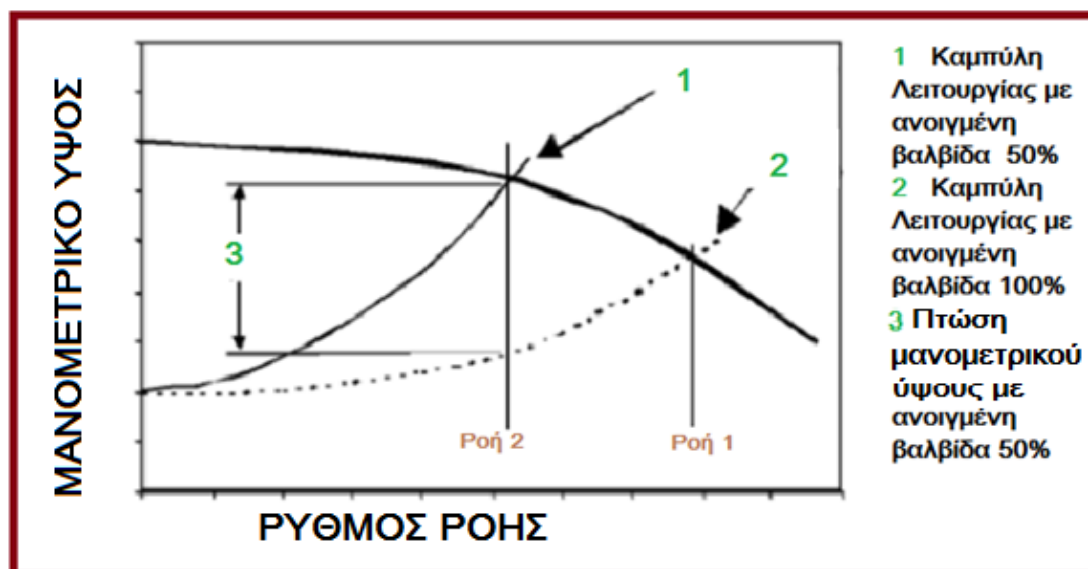
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 35 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ 1, 2 Η' 3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ [24]



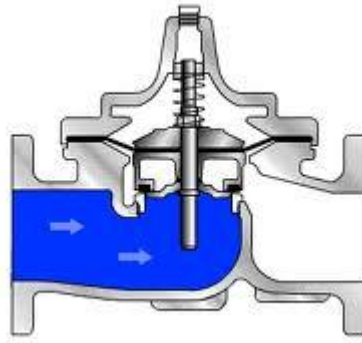
ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ

7.1.5 Εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου

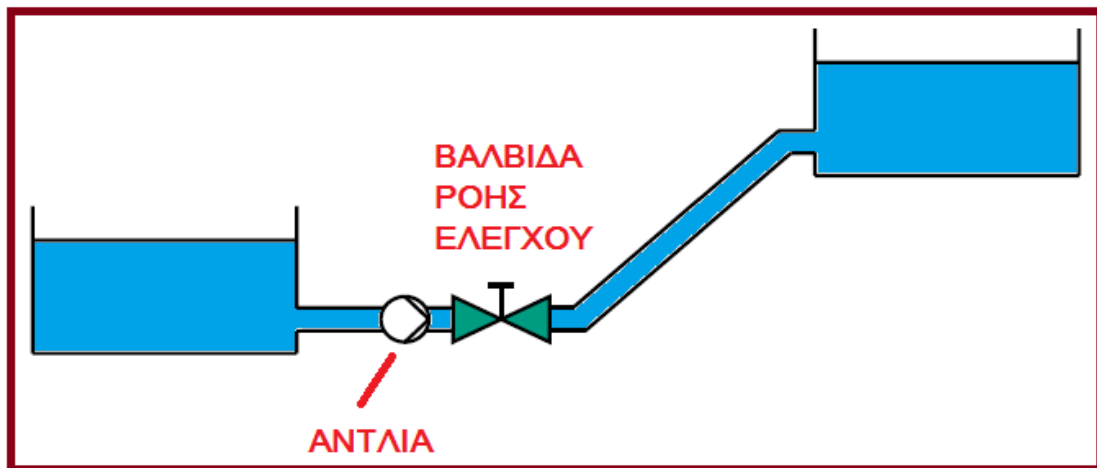
Η βαλβίδα εκροής ή βαλβίδα ροής ελέγχου ανοιγοκλείνει για την μείωση της ροής των υγρών. Παρόλο που η βαλβίδα μπορεί να μειώσει την ροή ύψος δεν μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, αντιθέτως προσφέρει μια επιπλέον κατανάλωση στο σύστημα. Ένα ακόμη αρνητικό στοιχείο που προκαλεί η βαλβίδα είναι ότι οι ταλαντώσεις και η διάβρωση που προκαλούν στις αντλίες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να ανεβάζουν το κόστος συντήρησης και μειώνουν την διάρκεια ζωής της αντλίας.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 36 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΜΠΥΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ [24]



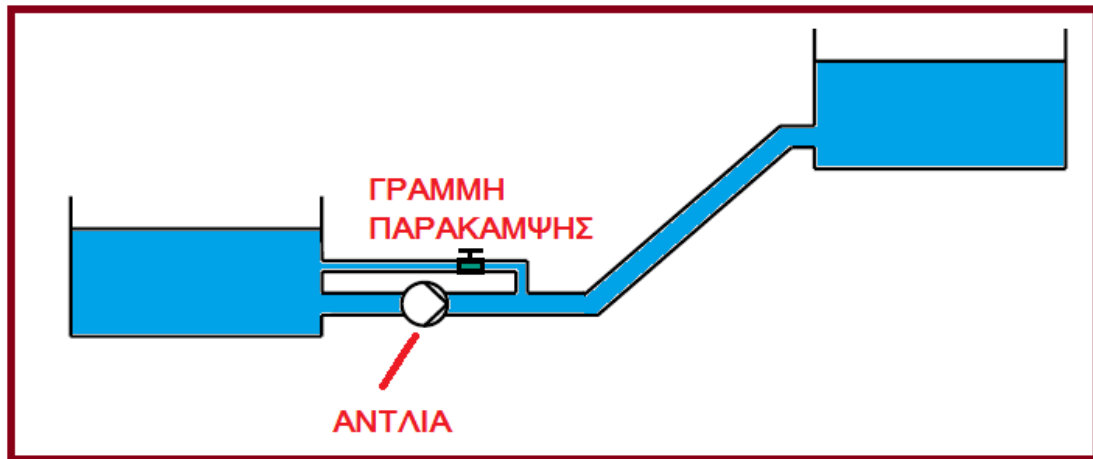
ΒΑΛΒΙΔΑ ΡΟΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ



ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΒΑΛΒΙΔΑ ΡΟΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ [6]

7.1.6 Εξάλειψη γραμμής παράκαμψης ελέγχου

Η γραμμή παράκαμψης αποτελεί έναν ακόμα συμβατικό τρόπο ελέγχου της αντλίας. Το σύστημα αποτελείται από δυο αγωγούς. Ένας αγωγός διοχετεύει το υγρό στην έξοδο, ενώ ένας άλλος μεταφέρει το υγρό ξανά πίσω στην πηγή αναλόγως του πόσο μεγάλη χρειάζεται να είναι η ροή. Η συγκεκριμένη διαδικασία απαιτεί πολύ ενέργεια για να γυρίσει πίσω το υγρό, χωρίς να υπάρχει ουσιαστικός λόγος καθώς υπάρχουν διάφοροι απλούστεροι τρόποι. Χρησιμοποιείται αρκετά το συγκεκριμένο σύστημα, καθώς αποτελεί μια εύκολη στην κατασκευή λύση.



ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ [6]

7.1.7 Ενσωμάτωση ελέγχου start/stop

Ο έλεγχος start/stop ελέγχει την αντλία και την απενεργοποιεί όταν δεν χρειάζεται. Φυσικά και αποτελεί την πιο απλή και πολύτιμη λύση. Απενεργοποιεί την αντλία σε περιόδους χαμηλής ζήτησης. Το μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν ενδείκνυται για περιπτώσεις όπου απαιτείται συχνή χρήση της αντλίας.

7.1.8 Μείωση της λειτουργίας της φτερωτής

Η φτερωτή όπως αναλύθηκε και παραπάνω αποτελεί ένα ακόμη ενεργοβόρο παράγοντα της αντλίας. Μειώνοντας την λειτουργία της μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση χωρίς παράλληλα να επηρεαστεί η λειτουργία της αντλίας. Η αλλαγή της ταχύτητας της φτερωτής σημαίνει και αλλαγή στην κατανάλωση. Η ταχύτητα μπορεί να μειωθεί με την αλλαγή της διαμέτρου της.

Για να επιτευχθεί η παραπάνω μέθοδος πρέπει να επιλυθούν κάποια ζητήματα όπως:

- η φτερωτή να χρησιμοποιείται για μια συγκεκριμένη ροή
- η μείωση που διαστάσεων να είναι μεγαλύτερη από το 25% του αρχικού μεγέθους
- η μείωση να είναι ομοιόμορφα κατανομημένη
- Η μείωση της λειτουργίας της φτερωτής αποτελεί πολύ καλή λύση αλλά πολύ ακριβή και δεν μπορεί πάντοτε να πραγματοποιηθεί

Ο πίνακας που ακολουθεί παραθέτει συγκεντρωτικά αποτελέσματα μέσω σύγκρισης ορισμένων από των μεθόδων.

Παράμετροι	Αλλαγή βαλβίδας ελέγχου	Μείωση λειτουργίας φτερωτής	Ελεγκτές Συχνότητας
Διάμετρος φτερωτής	430 mm	375 mm	430 mm
Μανομετρικό Ύψος	71.7 m	42 m	34.5 m
Απόδοση αντλίας	75.1%	72.1%	77%
Ρυθμός ροής	80 m ³ /hr	80 m ³ /hr	80 m ³ /hr
Ενέργεια που απαιτείται	23.1 kW	14 kW	11.6 kW

ΠΙΝΑΚΑΣ 24 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΙΣΗΣ ΣΤΙΣ ΑΝΤΛΙΕΣ [24]

7.2 Συσχέτιση κατανάλωσης νερού με κατανάλωση ενέργειας.

Η κίνηση του να ανοίγει μια βρύση και να τρέχει το νερό φαίνεται στα μάτια των περισσότερων ανθρώπων μια ενέργεια απλή και ασήμαντη. Φυσικά η σκέψη του απλού κόσμου δεν πάει καν στην ισοδυναμία της κατανάλωσης ενέργειας ταυτόχρονα με αυτής του νερού.

Η διαδικασία του να φτάσει το νερό στον τελικό καταναλωτή είναι πολύ πιο περίπλοκη από ότι μπορεί να φανταστεί κάποιος. Η άντληση, η μεταφορά, η διύλιση, η διανομή, και όπως επίσης η μεταφορά αποβλήτων και τον καθαρισμό τους, αποτελούν διαδικασίες πολύπλοκες και φυσικά ενεργοβόρες, καθώς όλες συσχετίζονται με κατανάλωση ενέργειας.

Αυτός ο μικρός κύκλος του νερού έχει ένα ενεργειακό κόστος το οποίο είναι πολλές φορές ιδιαίτερα σημαντικό. Αναφέρεται ότι σε παγκόσμιο επίπεδο το κόστος αυτό καλύπτει το 7% της συνολικής παγκόσμιας κατανάλωσης.

Οι αμερικανικές υπηρεσίες ύδρευσης αποχέτευσης υπολογίζεται ότι καταναλώνουν περίπου 56 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες (KWh) ανά έτος (το 3% της εθνικής κατανάλωσης ενέργειας). Η ενέργεια αυτή είναι ικανή να τροφοδοτήσει με ηλεκτρικό ρεύμα πάνω από 5 εκατομμύρια σπίτια για ένα ολόκληρο έτος, ισοδυναμεί δε με την προσθήκη περίπου 45 εκατομμυρίων τόνων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. [18]

Υπολογίζεται χαρακτηριστικά ότι, αφήνοντας μια βρύση να τρέξει για πέντε λεπτά χρησιμοποιείται περίπου τόση ενέργεια όση αν αφήσουμε έναν λαμπτήρα 60-watt αναμμένο για 14 ώρες.[18]

Η ενέργεια είναι συνήθως μία από τις πρώτες δαπάνες σε δήμους που έχουν υπηρεσίες ύδρευσης αποχέτευσης, συχνά δε ισοδυναμεί με το 1/3 του προϋπολογισμού τους, και αυτό

εξαιτίας της λειτουργίας των προαναφερόμενων εγκαταστάσεων. Φαίνεται μάλιστα ότι είναι η δεύτερη δαπάνη μετά τη μισθοδοσία. Το μεγαλύτερο βάρος της ενεργειακής δαπάνης ανήκει βέβαια στον εξοπλισμό, του οποίου η Ενεργειακή Απόδοση είναι ιδιαίτερα σημαντική. Το Αμερικανικό Υπουργείο Ενέργειας υπολογίζει αποδοτικότερες αντλίες θα μπορούσαν να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 20%.

Ειδικότερα για τις αντλίες υπολογίζεται όχι στη διάρκεια ζωής τους τα συνολικά έξοδα καταναλώνονται ως εξής: **3% για την αγορά τους και 74% για την ενέργεια που καταναλώνουν.** [18]



ΕΙΚΟΝΑ 36 ΕΝΑ ΠΟΤΗΡΙ ΝΕΡΟ Η' ΤΟ ΠΟΤΙΣΜΑ ΕΝΟΣ ΧΩΡΑΦΙΟΥ ΚΟΣΤΙΖΕΙ ΠΟΛΛΑ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΠΟ ΟΣΟ ΦΑΝΤΑΖΕΤΑΙ ΕΝΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗΣ

Αναφέρεται στο διαδίκτυο ότι η κατανάλωση ενέργειας στα περισσότερα υδατικά συστήματα σε όλο τον κόσμο θα μπορούσε να μειωθεί τουλάχιστον κατά 25% μέσω οικονομικών αποδοτικών δράσεων. Το ποσοστό αυτό όσο υψηλό και αν θεωρηθεί καταδεικνύει τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας που υπάρχουν.[18]

Από τα παραπάνω φαίνεται πόσο σημαντικό είναι να περάσει στο κόσμο η έννοια της οικονομίας στο νερό, ανεξάρτητα από το αν υπάρχουν περίοδοι λειψυδρίας. Όμως εξίσου σημαντικό είναι το μεγάλο πρόβλημα των διαρροών στα δίκτυα, το οποίο είναι αρμοδιότητας των υπηρεσιών ύδρευσης. Το ποσοστό των διαρροών σε αναπτυσσόμενες περιοχές μπορεί να φτάσει το 50% ενώ πολλές πόλεις στον ανεπτυγμένο κόσμο έχουν διαρροές της τάξης του 20%.

Να σημειωθεί ότι μόνο περίπου το μισό των κατοίκων των αστικών κέντρων, στις χώρες αυτές, διαθέτουν σήμερα συνδέσεις νερού στα σπίτια τους, και περισσότερο από το ένα τέταρτο δεν έχουν πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό. Ακόμα όμως και στις ανεπτυγμένες χώρες που διαθέτουν πολύ καλό δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το νερό και την επεξεργασία λυμάτων αυξάνεται, λόγω των όλο και πιο αυστηρών κανονισμών σχετικά με την ποιότητα των υδάτων.

Από τα προαναφερόμενα είναι σαφές ότι οι πόλεις, τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, χάνουν ενέργεια, νερό και οικονομικούς πόρους, λόγω

αναποτελεσματικότητας των αντίστοιχων υπηρεσιών κοινής ωφέλειας. Ακόμα και οι πιο αποτελεσματικές έχουν τη δυνατότητα βελτιστοποίησης της απόδοσης των συστημάτων τους, αν έχουν υπόψη τους ότι κάθε λίτρο νερού που διακινούν έχει ένα σημαντικό ενεργειακό κόστος.

7.2.1 Διεθνείς πρακτικές

7.2.1.1 Παράδειγμα εξοικονόμησης σε ένα χωριό στην Γερμανία

Το Lichtenau είναι ένας μικρός δήμος της Γερμανίας με 3600 κατοίκους. Το τοπικό σύστημα παροχής νερού μεταφέρει ετησίως 170000 m³ νερού σε 1300 σπίτια, μέχρι που μια αντλία για το γέμισμα υπερυψωμένης δεξαμενής χάλασε και έπρεπε να αλλαχθεί. Η αυθεντική αντλία από χυτοσίδηρο παρείχε 45 χρόνια αξιόπιστων υπηρεσιών, με παροχή 64m³/h, με μέγιστο μανομετρικό ύψος 60m και ισχύ 18,5 kW.

Η αντλία που επιλέχθηκε να την αντικαταστήσει ανήκει στην κατηγορία των πολυβάθμιων αντλιών με κινητήρα 11kW, που προσφέρει μεγαλύτερη παροχή συγκριτικά με την παλαιότερη αντλία. Στο κύκλωμα προστέθηκε και μετατροπέας συχνότητας που διασφαλίζει ότι η παροχή μπορεί να προσαρμοστεί σε αυτή των υπολοίπων αντλιών του συστήματος.

Η αντλία που τοποθετήθηκε λειτουργεί περισσότερο από δυο χρόνια, και μια πρόσφατη επαλήθευση στην ίδια παροχή, έδειξε ότι η αντλία καταναλώνει μόνο 13,39 kW/h παρέχοντας εξοικονόμηση 8,34 kW/h. Αυτό ισούται με μια εξοικονόμηση της τάξης του 39%.

Μετά από 5827 ώρες λειτουργίας έχει καταναλώσει λιγότερο από 48.597 kWh. Σύμφωνα με την τιμή ενέργειας των 0,18 €/kWh η εξοικονόμηση ανέρχεται περίπου σε 8748€, επίσης συνεπάγεται με μείωση 7500kg CO₂ το χρόνο.



ΕΙΚΟΝΑ 37 ΤΟ LICHTENAU ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΕ 3.000 ΕΥΡΩ ΚΑΙ 7.500 KG CO₂ ΤΟ ΧΡΟΝΟ, ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΩΝΤΑΣ ΜΙΑ ΑΝΤΛΙΑ ΠΑΛΑΙΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ [42]

7.2.1.2 Το πρόβλημα στην Ινδία

Η Ινδία αποτελεί μια από τις πιο αναπτυσσόμενες χώρες του πλανήτη. Στον τομέα όμως της ηλεκτρικής ενέργειας παραμένει σε χαμηλά επίπεδα εξέλιξης.

Η χρήση αντλιών υψηλής απόδοσης για καλλιέργειες στην κυμαίνονται σε θλιβερά ποσοστά. Περίπου 500.000 αντλίες προστίθενται κάθε χρόνο στο ηλεκτρικό σύστημα της Ινδίας με το μεγαλύτερο ποσοστό τους να μην είναι ενεργειακά αποδοτικές. Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε [26] έδειξε ότι με βελτιωμένα επίπεδα απόδοσης των αντλιών μπορούν να επιφέρουν εξοικονόμηση 129 εκ. δολάρια.

Ο τομέας ηλεκτροπαραγωγής της Ινδίας αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα κεφαλαίου και εξοπλισμού. Προγραμματισμένες ή και ξαφνικές διακοπές στο δίκτυο πραγματοποιούνται σε συχνή βάση. Είναι εύκολα αντιληπτό λοιπόν πόσο σημαντική είναι η επιπλέον επιβάρυνση στο δίκτυο από τις ενεργοβόρες αντλίες. Η μελέτη κατέδειξε ότι η κατανάλωση μπορεί να μειωθεί κατά 30 με 50% με απλά μέτρα όπως η χρήση υψηλής απόδοσης αντλιών ή με συστήματα σωλήνων μεγαλύτερων διατομών. Η περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται σε μόλις 1 με 2 χρόνια.

Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε επικεντρώθηκε στα παρακάτω σημεία:

- Αύξηση των ελάχιστων απαιτήσεων απόδοσης

Φυσικά ξεκίνησε με την πιο απλή επιλογή, με την αλλαγή δηλαδή των ελάχιστων προδιαγραφών, καθώς στην Ινδία οι προδιαγραφές είναι ιδιαίτερα χαμηλές έως και ανύπαρκτες.

- Αλλαγή της αποδοτικότητας των αντλιών με αλλαγή της ύψους αναρρόφησης και του μανομετρικού ύψους *παράρτημα [III]*.

Ρυθμίσεις στις ήδη εγκατεστημένες αντλίες με σκοπό την εύκολη εξοικονόμηση.

- Αναθεώρηση των συνιστώμενων προδιαγραφών διατομών σωλήνων
Μεγαλύτερες διατομές σημαίνει μεγαλύτερη ροή και λιγότερες απώλειες.

- Αλλαγή στις φλάντζες με καταλληλότερες

Αντίθετα με την κοινή πεποίθηση, οι βελτιώσεις μέσα στα προκαθορισμένα πρότυπα μπορούν να οδηγήσουν στην ουσιαστική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι απλές βελτιώσεις στις ελάχιστες προδιαγραφές θα οδηγούσαν σε μια μείωση της τάξης των 326 εκατομμύριων kWh/έτος στην ηλεκτρική ενέργεια, στις νέες αντλίες που προστίθενται κάθε χρόνο. Κάτι τέτοιο θα οδηγούσε στην αποφυγή απαραίτητης επέκτασης δικτύου κατά 61MW κάθε χρόνο, ενώ ενδεχόμενη καθυστέρηση βελτιώσεων κοστίζει στην Ινδία κάθε χρόνο περί τα 115 εκατομμύρια δολάρια [26].

7.2.1.3 Το πείραμα στην Καλιφόρνια

Στις Η.Π.Α. στην πολιτεία της Καλιφόρνια λειτουργεί η εταιρία *Pacific Gas and Electric Company (PG&E)*, η οποία είναι εταιρία ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου. Η συγκεκριμένη εταιρία ειδικεύεται σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας. Πραγματοποίησε δοκιμές σε 63 αντλητικά συστήματα πριν και μετά από την αντικατάσταση ή την επισκευή τους. Οι μετρήσεις περιελάμβαναν το μανομετρικό ύψος, την πίεση της παροχής, την ισχύ των αντλιών, και την ιπποδύναμη εισόδου. Επίσης υπολογίστηκε το κόστος των αλλαγών.

Εγκαταστάθηκαν νέα κύπελλα αντλιών (Χώρος στροβιλισμού του νερού στο εσωτερικό του κελύφους της αντλίας.) στο 75% των αντλητικών συστημάτων, ενώ περίπου το 16% αυτών επισκευάστηκε. Πραγματοποιήθηκαν και άλλες βελτιώσεις όπως επαναπεριέλιξη κινητήρων, αντικατάσταση στηλών σωλήνων, κ.α.

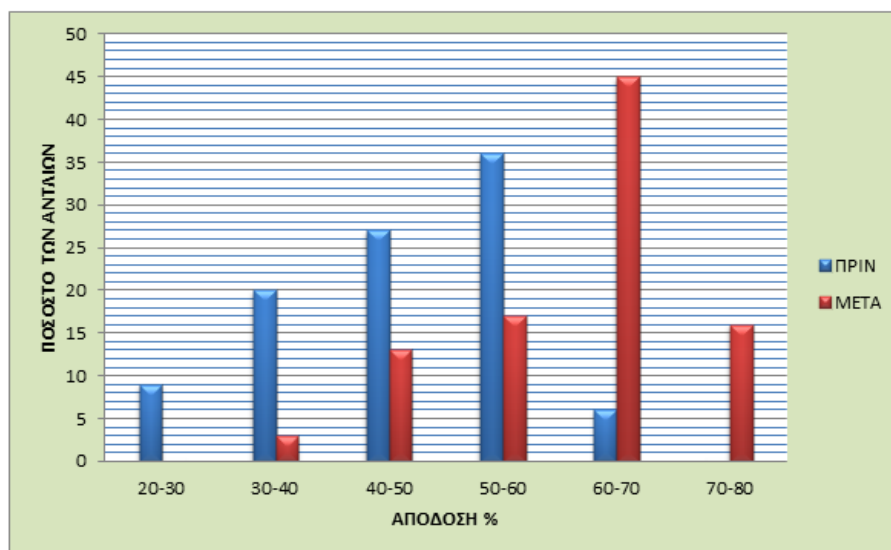
Η μέση απόδοση άντλησης από 46% πήγε στο 61% μετά τις βελτιώσεις, με μέση αύξηση περίπου 33%, όπως φαίνεται και στον ΠΙΝΑΚΑΣ 25.

Η μέση δυναμικότητα της αντλίας αυξήθηκε 41% από περίπου 4,36 /min για σχεδόν 6.18 m³/min. Η μέση ιπποδύναμη εισόδου αυξήθηκε 89 έως 96 hp. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η αύξηση της αποδοτικότητας οφείλεται στην αυξημένη ισχύ της αντλίας, δεδομένου ότι το μανομετρικό ύψος παρέμεινε αμετάβλητο.

Τα στοιχεία για το μανομετρικό ύψος δείχνουν ότι παραμένει αμετάβλητο και δεν επηρεάστηκε από τις αλλαγές λόγω του ότι οι περισσότερες αντλίες ήταν επιφανειακού τύπου, καθώς χρησιμοποιούνται για γεωργικές καλλιέργειες.

Πριν τις αλλαγές περίπου το 57% των αντλιών ήταν λιγότερο από 50% αποδοτικές, ενώ μόλις το 7% είχε απόδοση πάνω από 60%. Μετά τις επισκευές και τις αντικαταστάσεις μόλις το 17% των αντλιών είχαν λιγότερο από 50% απόδοση, ενώ το 65% είχε απόδοση μεγαλύτερη από 60%. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 37

Πριν από την επισκευή, το 68% των αντλιών είχαν χωρητικότητα λιγότερο από 4,55 m³/min, ενώ το 22% είχε χωρητικότητα μεταξύ 4,55 και 9,09 m³/min. Μετά τις αλλαγές, το 38% είχε χωρητικότητα μικρότερη από 4,55 m³/min, ενώ το 41% ήταν μεταξύ 4,55 και 9,09 m³/min.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 37 ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΑΛΛΑΓΕΣ [22]

Παρόλο που το μανομετρικό ύψος άλλαξε ελάχιστα κατά μέσο όρο, μια αύξηση μεγαλύτερη από 15 μέτρα εμφανίστηκε σε περίπου 7% των αντλιών, ενώ μια μείωση τουλάχιστον 15 μέτρα σε άλλες 7%. Οι αλλαγές στην απόδοση για αυτές τις αντλίες μπορεί να οφείλεται εν μέρει στις αλλαγές των συνθηκών λειτουργίας μεταξύ των δοκιμών.

Τα αντλητικά συστήματα με μεγάλες αυξήσεις στο μανομετρικό ύψος έχουν μια μέση αύξηση απόδοσης περίπου 80% σε σχέση με την μέση αύξηση των 33%. Αυτή η μεγάλη αύξηση

μπορεί να αντανakλά όχι μόνο την επισκευή, αλλά και μια αλλαγή από ένα σύστημα χαμηλής πίεσης σε ένα σύστημα υψηλής πίεσης άρδευσης, έτσι ώστε να αναγκάσουν την αντλία να λειτουργεί σε ένα σημείο υψηλότερο από το σημείο απόδοσης κατά μήκος της καμπύλης απόδοσης.

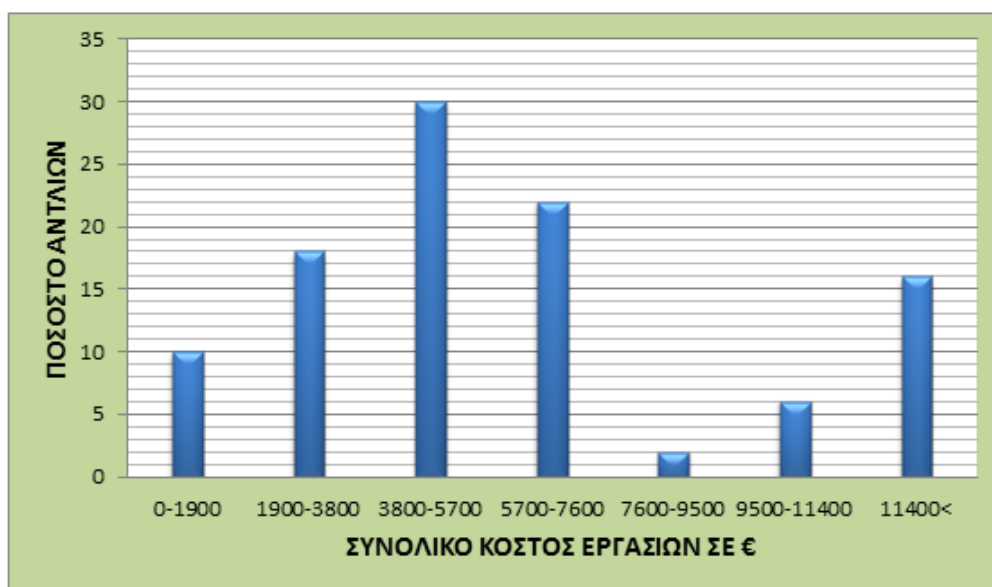
Στις αντλίες με σημαντικές μειώσεις στο μανομετρικό ύψος η απόδοση τους αυξήθηκε κατά μέσο όρο περίπου 19 %. Αυτή η συμπεριφορά δικαιολογείται από την αλλαγή από ένα σύστημα υψηλής πίεσης σε ένα χαμηλής, κάτι που αναγκάζει την αντλία να λειτουργεί μακριά από το σημείο της μέγιστης απόδοσης. Μια τέτοια αλλαγή είναι πιθανή, δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται συστήματα καταιονισμού για την εγκατάσταση και την άρδευση των καλλιεργειών.

Αλλαγές στην ιπποδύναμη εισόδου (αλλαγή στην ιπποδύναμη εισόδου ως ποσοστό της αρχικής ιπποδύναμης) ήταν σχετικά μικρές για τις περισσότερες από τις αντλίες. Η ιπποδύναμη εισόδου αυξήθηκε για το 59% των αντλιών, αποτέλεσμα των επισκευών ή των αντικαταστάσεων.

Η ανάλυση δείχνει ότι το κόστος του 52% των επισκευών ή των αντικαταστάσεων μεταξύ 3800€ και 7600€, ενώ το 27% ήταν λιγότερο από 3800€ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 38. Το 22% των επισκευών κόστισε πάνω από 7600€, με ένα μέγιστο κόστος περίπου 33500€.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΑΥΞΗΣΗ
			%
Ιπποδύναμη νερού	44	60	36
Ύψος ανύψωσης (m)	60,7	61	0,5
Χωρητικότητα (m ³ ανά λεπτό)	4,38	6,16	41
Ιπποδύναμη τάσης εισόδου	89	96	8
Απόδοση (%)	46	61	33

ΠΙΝΑΚΑΣ 25 ΜΕΣΗ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ [22]



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 38 ΚΟΣΤΟΣ ΑΛΛΑΓΩΝ [22]

Οι συσχετίσεις μεταξύ των συνθηκών πριν από τις αλλαγές και τη μεταβολή της απόδοσης άντλησης της εγκατάστασης και μετά τις επισκευές, επεξεργάστηκαν για να προσδιοριστεί μια αναμενόμενη απόδοση μέσα από μια σειρά από αρχικές συνθήκες.

Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε είχε σαν αποτέλεσμα ορισμένα αξιοσημείωτα στοιχεία. Η αρχική χωρητικότητα αυξήθηκε μέχρι περίπου $4.55 \text{ m}^3/\text{min}$, αποτέλεσμα της επισκευής ή αντικατάστασης των αντλιών. Για χωρητικότητα μεγαλύτερη από $4.55 \text{ m}^3/\text{min}$, η αλλαγή της ισχύς παροχής παρέμεινε σχεδόν σταθερή. Η γενική τάση που παρατηρήθηκε επίσης ήταν ότι όσο μικρότερη ήταν η αρχική αποδοτικότητα, τόσο μεγαλύτερη ήταν και η αλλαγή, επίσης όσο μικρότερη ήταν η αρχική έξοδο της αντλίας, τόσο μικρότερη είναι και η αρχική απόδοση.

7.2.1.4 Η μελέτη στην Αίγυπτο

Στην Αίγυπτο, η γεωργία καταλαμβάνει σημαντική θέση στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (περίπου 16%). Οι περισσότερες Αιγυπτιακές περιοχές άρδευσης βρίσκονται σε επίπεδο υψηλότερο από τον ποταμό Νείλο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι αντλητικοί σταθμοί να χρησιμοποιούνται για την ανύψωση του νερού από τον ποταμό Νείλο στα καλλιεργήσιμα εδάφη.

Η Αίγυπτος έχει περισσότερους από 560 σταθμούς αντλιών άρδευσης (περίπου 1600 μονάδες αντλιών συνολικά). Αυτές διανεμημένες σε όλες σχεδόν τις αιγυπτιακές περιφέρειες, ειδικά στην Άνω Αίγυπτο και την Μέση Αίγυπτο.

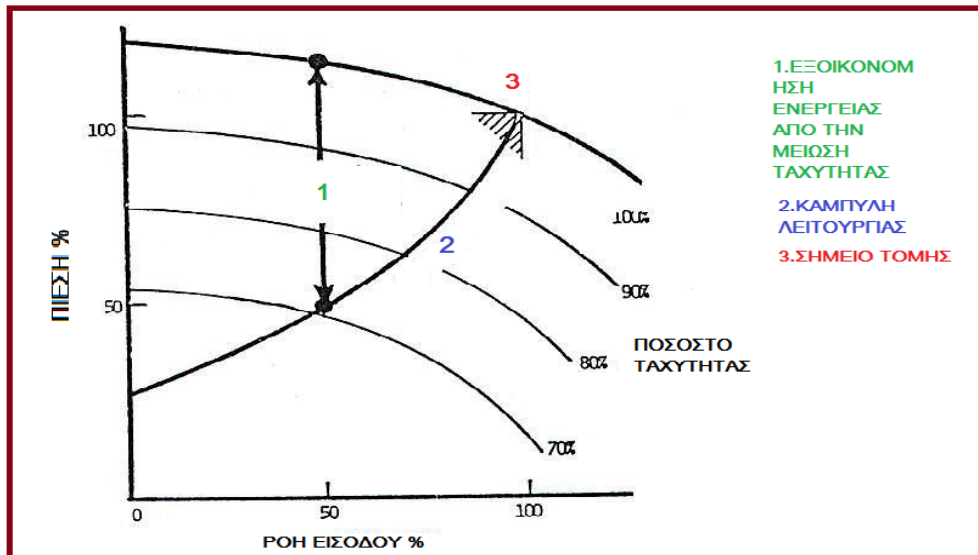
Αυτά τα αντλιοστάσια που είναι πολύ σημαντικά για την άρδευση καταναλώνουν περίπου 930 GWh της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην Αίγυπτο (περίπου 70000 GWh παράγονται ετησίως).

Τα περισσότερα αντλιοστάσια χρησιμοποιούν επαγωγικούς κινητήρες με διαφορετικές μηχανικές μεθόδους, όπως οι βαλβίδες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ροής. Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου οι συγκεκριμένοι συμβατικοί τρόποι ελέγχου καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, με την

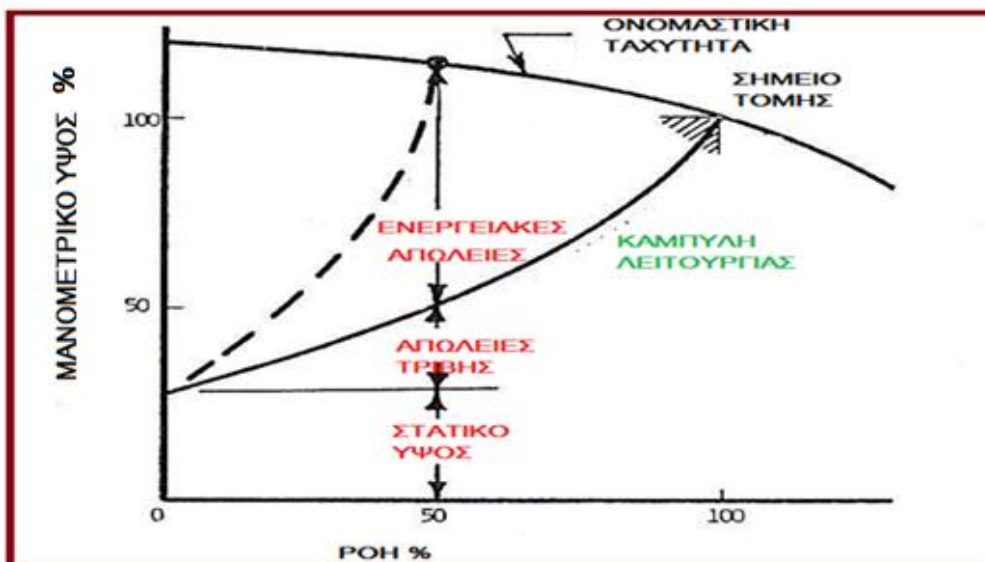
εφαρμογή νέων τεχνικών, όπως οι ρυθμιστές ταχύτητας, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί και η συνολική απόδοση του συστήματος να αυξηθεί.

Το ποσοστό ροής των σταθμών άντλησης σε μερικές περιπτώσεις πρέπει να ελεγχθεί για πολλούς λόγους όπως για τον έλεγχο της στάθμης νερού στις δεξαμενές, ή την πίεση νερού μέσα στο σύστημα σωληνώσεων.

Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα που δείχνουν τις διαφορές ανάμεσα στις συμβατικές μεθόδους και τις μεθόδους με τους ελεγκτές ταχύτητας.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 39 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΒΑΛΒΙΔΑΣ [27]



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 40 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΛΕΓΚΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ [27]

Μέσω της μελέτης που πραγματοποιήθηκε [27] μέσω προσομοιώσεων προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Η απαιτούμενη ενέργεια μειώθηκε μέσω της μείωσης των στροφών.

- Η απαιτούμενη ενέργεια ήταν κατά πολύ λιγότερη με τους ελεγκτές ταχύτητας παρά με της βαλβίδες ελέγχου.
- Δοκιμάστηκε η μέθοδος του άμεσου ελέγχου ροπής που απαιτούσε λιγότερη ενέργεια εισόδου από τους συμβατικούς τρόπους, ενώ προσέφερε και εξοικονόμηση κόστους.

7.2.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Τα προβλήματα της λειψυδρίας και της υποβάθμισης της ποιότητας των υδατικών πόρων στην Ελλάδα, όπως και στις περισσότερες χώρες, οφείλονται στην αναποτελεσματική χρήση του νερού.

Στη γεωργία, όπου παρουσιάζεται η μεγαλύτερη κατανάλωση νερού, η επιφανειακή άρδευση και η άρδευση με τεχνητή βροχή ευθύνονται για απώλειες που φθάνουν το 50-60%. Η βιομηχανία, με ελάχιστες εξαιρέσεις, δεν χρησιμοποιεί συστήματα και διεργασίες εξοικονόμησης και ανακύκλωσης νερού. Στις πόλεις, οι απώλειες των αρδευτικών δικτύων κυμαίνονται από 10% έως 30%.

Αν και η ύδρευση αποτελεί μικρό μόνο μέρος της συνολικής κατανάλωσης νερού, οι μεγαλύτερες ανάγκες ύδρευσης παρουσιάζονται στις πόλεις, όπου συχνά δεν υπάρχουν επαρκή αποθέματα κατάλληλου νερού σε κοντινή απόσταση. Στην Ελλάδα, η αστική κατανάλωση κυμαίνεται από 150 έως 250 λίτρα/άτομο/ημέρα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμά πως με κατάλληλα μέτρα εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης, η μέση κατανάλωση νερού στον κτιριακό τομέα μπορεί να πέσει από 150 λίτρα/άτομο/ημέρα (μέσος ευρωπαϊκός όρος) σε 80 λίτρα/άτομο ημερησίως (μείωση άνω του 45%).

7.2.2.1 Εταιρίες ύδρευσης

Το μεγαλύτερο ποσοστό του οικιακού τομέα αλλά και των βιομηχανικών και τουριστικών μονάδων προμηθεύονται νερό από Κεντρικές Υπηρεσίες, όπως είναι η ΕΥΔΑΠ, η ΕΥΑΘ, οι ΔΕΥΑ, οι ΟΤΑ, Σύνδεσμοι ΟΤΑ και Σύνδεσμοι Ύδρευσης, ενώ βιομηχανικές μονάδες εγκαταστημένες σε Βιοτεχνικές Περιοχές (ΒΙΠΕ) προμηθεύονται σε σημαντικό ποσοστό νερό από το φορέα διαχείρισης της ΒΙΠΕ. Άλλες πηγές (τρόποι προμήθειας) είναι οι γεωτρήσεις, τα βυτία καθώς και η αφαλάτωση. Αντίστοιχη εικόνα αν και με μικρότερη ανάπτυξη, υπάρχει και για τις υπηρεσίες αποχέτευσης.

7.2.2.1.1 ΕΥΔΑΠ

Η Εταιρεία Ύδρευσης & Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ Α.Ε.), είναι η μεγαλύτερη εταιρεία στην Ελλάδα που δραστηριοποιείται στην αγορά του νερού. Το πελατολόγιο της ΕΥΔΑΠ Α.Ε στον τομέα της ύδρευσης, περιλαμβάνει περίπου 4.000.000 πελάτες ενώ ο τομέας της αποχέτευσης εξυπηρετεί 3.500.000 κατοίκους.

Η ΕΥΔΑΠ διαθέτει:

- 95 γεωτρήσεις με αντλητικές διατάξεις
- Αντλιοστάσια αδιύλιστου νερού (με συνολική εγκαταστημένη ισχύ περί τα 85.000 kW)
- 4 Μονάδες Επεξεργασίας Ποσίμου Νερού
- 72 Αντλιοστάσια Δικτύου Ύδρευσης (συνολική εγκ. ισχύ 23.270 kW)
- 46 Αντλιοστάσια Δικτύου Αποχέτευσης (συνολική εγκ. ισχύ 11.500 kW)
- 2 Κέντρα Επεξεργασίας Λυμάτων



ΕΙΚΟΝΑ 38 ΠΛΗΘΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΥΔΑΠ, ΣΤΗΝ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΨΥΤΤΑΛΕΙΑΣ [19]

7.2.2.1.2 Δ.Ε.Υ.Α.Χ.

Η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χανίων υδροδοτεί τον Δήμο Χανίων, ορισμένους καταναλωτές στα όρια του που διαμένουν σε άλλους Δήμους και μεγάλες στρατιωτικές μονάδες του νομού Χανίων. Η λειτουργία έχει σα στόχο τη μελέτη, κατασκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, διοίκηση και λειτουργία των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης, ακαθάρτων και ομβρίων, καθώς και μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της περιοχής Χανίων.

Η Δ.Ε.Υ.Α.Χ. διαθέτει:

- 3 Αντλιοστάσια:
 - Αγιάς με 3 αντλητικά συγκροτήματα
 - Αγ.Ιωάννη με 9 αντλητικά συγκροτήματα
 - Γιουρμέτη με 2 αντλητικά συγκροτήματα
- 6 δεξαμενές χλωρίωσης και αποθήκευσης
 - Αγιάς 1 δεξαμενή χωρητικότητας 300m³
 - Βαντέ 3 δεξαμενές χωρητικότητας 6500m³
 - Αγ.Ιωάννη μια δεξαμενή χωρητικότητας 3600m³
 - Αγίου Ματθαίου-δεξαμενή Ασυρμάτου 2150m³ χωρητικότητας συνολικά
 - Γιουρμέτη--εξαμενή Εργατικών Κατοικιών-583 m³ συνολικά
 - Λενταριανών

Περισσότερα αναλύονται στην [46].

7.2.2.1.3 Λοιπές Εταιρίες Ύδρευσης

Η Εταιρία Υδρεύσεως & Αποχετεύσεως Θεσσαλονίκης, (Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.), είναι υπεύθυνη για την υδροδότηση του πολε-οδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης και τη συγκέντρωση και μεταφορά των αστικών λυμάτων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Έχει μέση ημερήσια παροχή νερού 250 000 m³ και μέση ημερήσια επεξεργασία λυμάτων 170 000 m³

Η ΕΥΑΘ χρησιμοποιεί περίπου 80 γεωτρήσεις καθώς και επιφανειακά νερά από τον Ποταμό Αλιάκμονα σε μια αναλογία 50% - 50% περίπου.

Στην Ελλάδα όπως προαναφέρθηκε εκτός των ΕΥΔΑΠ και ΕΥΑΘ υπάρχουν οι ΔΕΥΑ οι ΟΤΑ, Σύνδεσμοι ΟΤΑ καθώς και Σύνδεσμοι Ύδρευσης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η

Ετήσια δηλωθείσα κατανάλωση ενέργειας (σε GWh) ορισμένων από τους φορείς ύδρευσης σύμφωνα με στοιχεία που διέθεσαν οι ίδιοι.

Εταιρία	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (GWh)
ΕΥΔΑΠ	250,764
ΕΥΑΘ	119,045
ΕΔΕΥΑ (93/171 ΜΕΛΗ)	307,475
ΔΕΥΑ ΠΑΤΡΑΣ	17,4
ΣΥΝΟΛΟ	694,864

ΠΙΝΑΚΑΣ 26 ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΕΤΑΙΡΙΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ [18]

7.2.2.2 Εργοστάσια εμφιάλωσης

Ειδικό όμως κεφάλαιο στον τομέα της ύδρευσης, αποτελούν και τα εμφιαλωμένα νερά, για τα οποία υπάρχει παγκοσμίως αυξανόμενο ενδιαφέρον. Παράλληλα όμως υπάρχει ενδιαφέρον και ανησυχία για τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της χρήσης τους. Μια βασική ανησυχία είναι πόση ενέργεια απαιτείται για την παραγωγή και τη χρήση εμφιαλωμένου νερού. Μελέτη των P. H. Gleick and H. S. Cooley εκτιμά ότι για την ετήσια κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού στις ΗΠΑ, που ανήλθε για το 2007 σε 33 δισεκατομμύρια λίτρα, απαιτείται ισοδύναμη ενέργεια που κυμαίνεται μεταξύ 32 και 54 εκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου. Εκτιμούν δε ότι περίπου τρεις φορές το ποσό αυτό απαιτείται για την ικανοποίηση της παγκόσμιας ζήτησης εμφιαλωμένου νερού. Είναι σημαντικό να αναφερθεί συχνά είναι έντονος ο ταυτοχρονισμός ζήτησης νερού και ενέργειας όπως το καλοκαίρι, κάτι το οποίο επιβαρύνει σημαντικά τα ηλεκτρικά συστήματα.

Τα 48 εργοστάσια εμφιάλωσης που καταγράφηκαν στο μητρώο, εμφιάλωσαν το 2007 1.856.955 m³ νερού κόστους 88.731 €. Το μέσο κόστος της ενέργειας για εμφιάλωση στα 48 εργοστάσια εμφιάλωσης είναι 0,048€/m³. Στο ενεργειακό κόστος θα πρέπει να προστεθεί η κατασκευή των φιαλών και το κόστος μεταφοράς μέχρι τον τελικό καταναλωτή. [18]

Όπως ισχύει γενικά στα εργοστάσια που παράγουν νερό από γεωτρήσεις και πηγές, το 78% του συνολικού κόστους συντήρησης-λειτουργίας του συστήματος ίδιας παραγωγής νερού στα εργοστάσια εμφιάλωσης αναλογεί στην ενέργεια με τη συντήρηση να αναλογεί στο 18% και αναλώσιμα και άλλα κόστη στο 4%.

7.2.3 Αφαλάτωση

Η αφαλάτωση είναι μια φυσική διεργασία αποχωρισμού αλάτων και νερού από υδατικά διαλύματα και χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα, ως καθαρά βιομηχανική μέθοδος, για την παραγωγή καθαρού νερού για κάθε χρήση. Είναι μια διεργασία κατά την οποία εφαρμόζεται με διάφορες μεθόδους που είτε απομακρύνουν τα άλατα από το νερό είτε το νερό από τα άλατα. Η αξία της αφαλάτωσης για την κοινωνία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ανάγκη για τη μεταφορά νερού. Όσο υψηλότερη παρουσιάζεται η ζήτηση, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη και τα οφέλη των μονάδων αφαλάτωσης.

Επειδή η αφαλάτωση είναι βιομηχανικό προϊόν, το κόστος του αφαλατωμένου νερού είναι πάντοτε κατά πολύ μεγαλύτερο από το κόστος του φυσικού νερού το οποίο μεταφέρεται από μια πηγή σε σχετικά μέτρια χιλιομετρική απόσταση. Αν το νερό είναι θαλασσινό η κατανάλωση ενέργειας είναι 3-15 KWh/m³ ενώ στο υφάλμυρο η κατανάλωση ενέργειας είναι 0,5-3 KWh/m³.

7.2.3.1 Συνοπτικά για τις τεχνολογίες αφαλάτωσης

Σε οποιαδήποτε μέθοδο αφαλάτωσης, η κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες όπως η συγκέντρωση των αλάτων, η θερμοκρασία λειτουργίας (μέθοδος μεμβρανών), τις απώλειες θερμότητας, την διαφορά θερμοκρασίας (θερμικές μέθοδοι) κα. Οι μέθοδοι που στηρίζονται σε αλλαγή της φάσης του νερού, θερμικές μέθοδοι, έχουν και την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται μια εκτίμηση για την ενεργειακή κατανάλωση μιας τυπικής μονάδας αφαλάτωσης με παραγωγή από 10000 έως 20000 κυβικά μέτρα νερό την μέρα (m³/d) για θαλασσινό νερό. Στην μέθοδο της συμπίεσης ατμού τα στοιχεία είναι από μια μονάδα παραγωγής 2500 m³/d.

Μέθοδος	Ισοδύναμη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/m ³
Απόσταξη πολυδιάστατης εκτόνωσης (MSF)	10-14.5
Απόσταξη πολλών σταδίων (MED)	6-9
Συμπίεση ατμού (VC)	7-15
Αντίστροφη όσμωση (RO)	4-6 με ανάκτηση ενέργειας 7-13 χωρίς ανάκτηση ενέργειας

ΠΙΝΑΚΑΣ 27 ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΜΕΘΟΔΟ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ [28]

Μέθοδος αφαλάτωσης	Απαιτούμενη ενέργεια W(kJ/kg)	Βαθμός απόδοσης R(kg/2330kJ)
Αντίστροφη όσμωση	30	77
Ηλεκτροδιάλυση	50	46
Ψύξη υπό κενό, συμπύεση ατμών	102	25
Απόσταξη πολλών βαθμίδων	125	19

ΠΙΝΑΚΑΣ 28 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΕΝΟΣ ΚΙΛΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ Ο ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΜΕΘΟΔΟΥ [28]

Μέθοδος	Αρχικό κόστος επένδυσης(€/m ³ -day)	Ενέργεια (€/m ³)	Αναλώσιμα (€/m ³)	Εργατικά (€/m ³)	Συντήρηση (€/m ³)	Συνολ. ειδικό κόστος (€/m ³)
MSF	1000-2000	0.6-1,8	0.03-0.09	0.03-0.20	0.02-0.06	0.68-2.15
MED	900-1800	0.38-1.12	0.02-0.15	0.03-0.20	0.02-0.06	0.45-1.53
VC	900-2500	0.56-2.24	0.02-0.15	0.03-0.20	0.02-0.08	0.63-2.83
RO	800-1600	0.32-1.28	0.09-0.25	0.03-0.20	0.02-0.05	0.46-1.78

ΠΙΝΑΚΑΣ 29 ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ [28]

Στην Ελλάδα λειτουργούν κατά κύριο λόγο μονάδες αντίστροφης όσμωσης, κυρίως λόγω της σχετικά απλής λειτουργίας και συντήρησης αλλά και της χαμηλότερης σε σχέση με τις τεχνολογίες εξάτμισης κατανάλωσης ενέργειας.

7.2.3.2 Εφαρμογές αφαλάτωσης στην Ελλάδα

Στον Ελλαδικό χώρο, έχουν εγκατασταθεί μονάδες αφαλάτωσης κυρίως στα νησιά των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων όπου οι ανάγκες για νερό δεν μπορούν να καλυφθούν από τις βροχοπτώσεις και από τα υπόγεια νερά των νησιών. Το πρόβλημα γίνεται ακόμα μεγαλύτερο ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες. Σήμερα λειτουργούν αρκετές μονάδες αφαλάτωσης στα νησιά του Αιγαίου Πελάγους. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ικανότητα αφαλάτωσης σε κάθε νησί, ανεξαρτήτου μεθόδου αφαλάτωσης. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να προστεθεί ότι στα νησιά Σύρος και Μύκονος υπάρχουν παραπάνω από ένα εργοστάσια αφαλάτωσης.

Νησί	Εγκατεστημένη ικανότητα (m ³ /d)
Κυκλάδες	
Σύρος	4270
Ίος	1000
Μύκονος	3450
Πάρος	1200
Μήλος	2000
Σίφνος	500
Τήνος	500
Σαντορίνη	380
Δωδεκάνησα	
Μεγίστη	50
Νίσυρος	650

ΠΙΝΑΚΑΣ 30 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΕ ΝΗΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ. [28]

7.2.3.2.1 Ο σημαντικός ρόλος της αφαλάτωσης στη Σύρο

Η Σύρος όπως και τα περισσότερα νησιά για να καλύψει την ζήτηση νερού βασίζεται στην αφαλάτωση. Στο δήμο Ερμούπολης η υδροδότηση καλύπτεται 100% από τη μονάδα αφαλάτωσης. Η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης λειτούργησε το 1970 με τη μέθοδο της κλασματικής απόσταξης.

Οι γεωτρήσεις έχουν μεγάλο βάθος, μικρές έως μέτριες παροχές και συχνά καταλήγουν μη εκμεταλλεύσιμες. Μεταφορές νερού με υδροφόρα πλοία γίνονται κυρίως κατά τη θερινή περίοδο.

Το εργοστάσιο αφαλάτωσης της Ερμούπολης διαθέτει 2 υποσταθμούς με πυκνωτική διάταξη που υποστηρίζει την λειτουργία του εργοστασίου:

- 1) Μ/Σ 600 KVA με πυκνωτική διάταξη ισχύος 140 KVA
- 2) Μ/Σ 1600 KVA με πυκνωτική διάταξη ισχύος 360KVA
 - Αποτελείται από 9 μονάδες παραγωγής ποσίμου νερού δυναμικότητας 4500 m³ /d , ενώ τα φορτία φθάνουν τα 1600 KW/h.
 - Την καλοκαιρινή περίοδο η ανάγκες κάλυψης του Δήμου φθάνει μέχρι 4200 m³/d, ενώ τους υπόλοιπους μήνες φθάνει τα 3.400m³/d.
 - Η ισχύς που καταναλώνει από το δίκτυο είναι 1600 KW/h την καλοκαιρινή περίοδο και 1400 KW/h την χειμερινή περίοδο.
 - Ενώ η κατανάλωση ενέργειας το έτος του 2009 ήταν 540367 kWh.

Περισσότερα στοιχεία για τις επί μέρους καταναλώσεις νερού και το εργοστάσιο αφαλάτωσης αναλύονται στην διπλωματική [41].

Υπάρχουν δύο μονάδες αφαλάτωσης στο Δήμο Άνω Σύρου με δυναμικότητα παραγωγής 100 m³/d η μία και 250 m³/d η άλλη. Η κατανάλωση νερού για οικιακή χρήση στον εν λόγω δήμο ανέρχεται σε 136.671 m³/έτος.

7.2.4 Ευέλικτα φορτία και αφαλάτωση

Λόγω της σημαντικής ενεργειακής κατανάλωσης της αφαλάτωσης αλλά και της δυνατότητας αποθήκευσης του τελικού προϊόντος (νερού), μελέτες για τη χρήση της αφαλάτωσης ως ευέλικτο φορτίο έχουν γίνει για διάφορα νησιωτικά συστήματα με έμφαση τη Συνεργασία με ΑΠΕ.

Η αποθήκευση της επιπλέον ενέργειας που παράγεται από τις ΑΠΕ προήλθε από το μόνιμο πρόβλημα των νησιωτικών περιοχών που αντιμετωπίζουν έλλειψη πόρων γλυκού νερού. Οι διαδικασίες για την αφαλάτωση απαιτούν πολύ υψηλή κατανάλωση ενέργειας (περίπου 4 kWh/m³ αφαλατωμένου νερού). Έτσι στις εργασίες [37-40] παρουσιάστηκε μεθοδολογία για το βραχυπρόθεσμο σχεδιασμό μονάδων αφαλάτωσης αντίστροφης όσμωσης σε αυτόνομα ηλεκτρικά δίκτυα. Παρακάτω λοιπόν θα αναλυθούν διάφορες περιπτώσεις στα νησιά Μήλος, Κύθνος και Κύπρος που εφαρμόζεται ο συνδυασμός των εργοστασίων αφαλάτωσης με ΑΠΕ. Τα συστήματα αφαλάτωσης νερού μπορεί να προγραμματιστούν έτσι ώστε να πλησιάσουν όσο το δυνατόν πιο κοντά στην περισσευούμενη ενέργεια των ΑΠΕ, και να προστεθούν από την πλευρά της ζήτησης. Τα επιλεγμένα νησιά έχουν έλλειψη νερού και είτε έχουν ή πρόκειται να εγκαταστήσουν μονάδες αφαλάτωσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μέρος των αναγκών τους καλύπτεται από τη μεταφορά νερού από την ηπειρωτική χώρα.

7.2.4.1 Μήλος

Για το ΣΗΕ Μήλου θεωρήθηκε ότι κάποιος ιδιώτης επιθυμεί να εγκαταστήσει ένα εργοστάσιο αφαλάτωσης, τα χαρακτηριστικά του οποίου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Ένα μέρος της ηλεκτρικής του κατανάλωσης προέρχεται από κάποια μονάδα ΑΠΕ, στη συγκεκριμένη περίπτωση μία ανεμογεννήτρια (ΑΓ) των 850kW, που βρίσκεται στην ίδια τοποθεσία με το υπάρχον αιολικό πάρκο του νησιού των 2.05 MW. Τόσο το εργοστάσιο αφαλάτωσης, όσο και η ΑΓ θεωρούνται συνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο του νησιού.

Αριθμός νησίδων αφαλάτωσης	4
Παραγωγή νερού ανά νησίδα	21 m ³
Απαιτούμενη ισχύς νησίδας αφαλάτωσης	150kW
Συνολική χωρητικότητα δεξαμενής	3000 m ³
Άνω όριο δεξαμενής	2800 m ³
Κάτω όριο δεξαμενής	500 m ³
Απαιτούμενος χρόνος σβέσης νησίδας	60 λεπτά

ΠΙΝΑΚΑΣ 31 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΜΗΛΟΥ [28]

7.2.4.1.1 Ενεργειακές επιπτώσεις λόγω του εργοστασίου

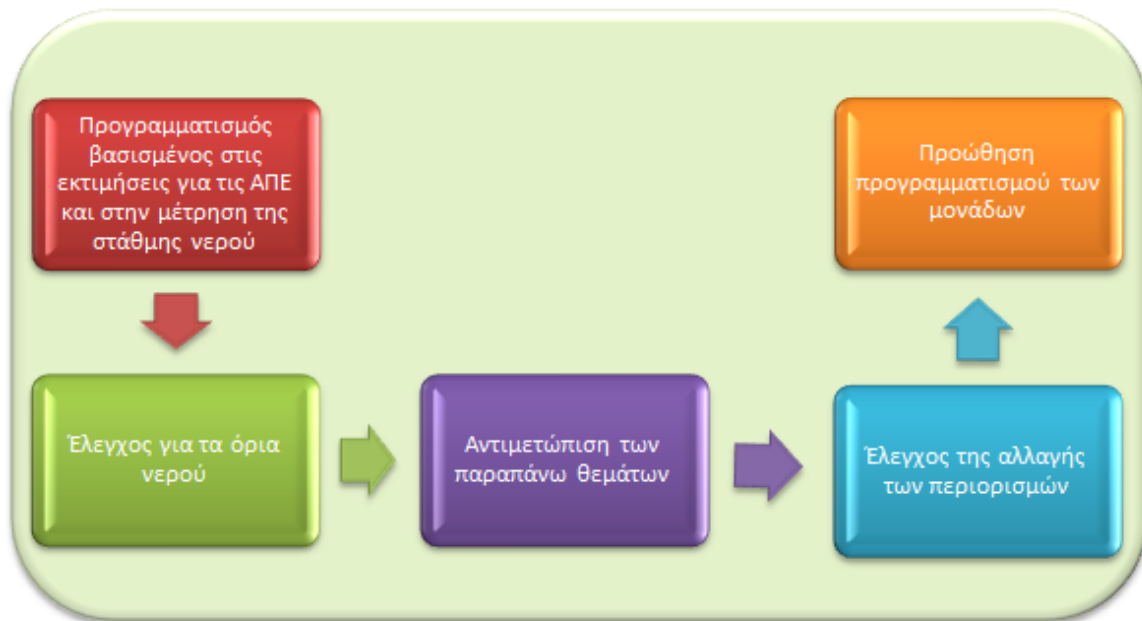
Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή θεωρήθηκε ότι η μονάδα αφαλάτωσης αντικαθιστά τις ποσότητες μεταφερόμενου νερού στο νησί σύμφωνα με την τριμηνιαία μεταφορά από την ηπειρωτική χώρα στο νησί που κοστίζει 8 €/m³. Η συνολική ετήσια παραγωγή του εργοστασίου θα είναι 406000m³.

Παραγόμενο νερό (m ³)	406581
Ετήσια ζήτηση μονάδας Αφαλάτωσης (MWh)	2900
Παραγωγή Α/Γ (MWh)	2270

ΠΙΝΑΚΑΣ 32 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ [28]

7.2.4.1.2 Αμβλυνση επιπτώσεων λόγω συνεργασίας με ΑΠΕ

Η εργασία [36] πραγματοποιείται και αυτή με την σειρά σενάριο για την Μήλο, και τον συνδυασμό των μονάδων ΑΠΕ με συνδυασμό της λειτουργίας αφαλάτωσης, παρόμοια προσέγγιση είχε ακολουθηθεί και στο νησί της Κροατίας Mljet. Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα ροής της προσέγγισης που ακολουθήθηκε για την προσομοίωση της συμπεριφοράς των μονάδων αφαλάτωσης σε συνδυασμό με τις ΑΠΕ για την Μήλο.

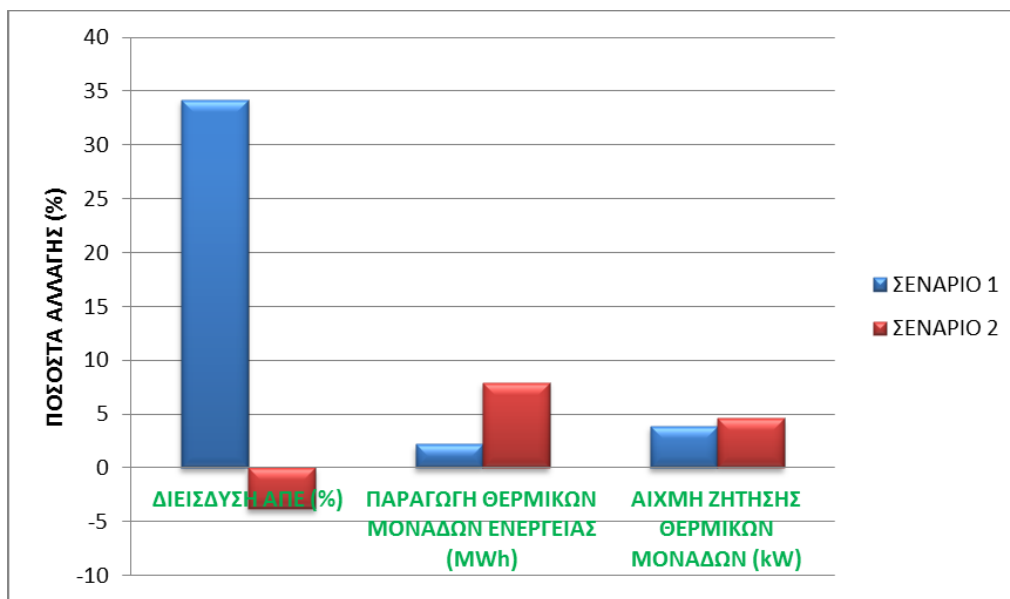


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 41 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ [36]

Λόγω της σημαντικής κατανάλωσης νερού τους καλοκαιρινούς μήνες η παραγωγή της Α/Γ δεν επαρκεί για την παραγωγή του απαιτούμενου νερού γι' αυτό και αυξάνεται σημαντικά η παραγωγή από τις θερμικές μονάδες και ειδικά τα ενοικιαζόμενα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (H/Z) κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Κατά τη λειτουργία χωρίς αφαλάτωση, οι μονάδες βάσης είναι περισσότερο φορτισμένες με αποτέλεσμα η αύξηση του φορτίου να γίνεται κυρίως από τις μονάδες οι οποίες καταναλώνουν καύσιμο diesel με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους. Παρ' όλα αυτά η αιολική διείσδυση αυξάνεται κατά 3 ποσοστιαίες μονάδες.

Για την Μήλο προσομοιώθηκαν 2 σενάρια. Το πρώτο ήταν ο συνδυασμός ΑΠΕ με τεχνολογίες αφαλάτωσης και το δεύτερο η λειτουργία μόνο αφαλάτωσης. Για το σενάριο 1 η διαδικασία που ακολουθήθηκε περιγράφεται στο **Διάγραμμα 41**, ενώ τα 2 σενάρια συγκρίνονται στο **Διάγραμμα 42**. Είναι εμφανές ότι η συνεργασία με ΑΠΕ μπορεί να περιορίσει σημαντικά τις επιπτώσεις στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Περισσότερες λεπτομέρειες για αυτήν την εφαρμογή καθώς και δεδομένα για το ΣΗΕ της Μήλου το 2006 δίνονται στην [28].



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 42 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΗΛΟ, ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ΑΠΕ ΜΕ ΑΦΛΑΤΩΣΗ, ΣΕΝΑΡΙΟ 2 ΜΟΝΟ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

7.2.4.2 Κύθνος

7.2.4.2.1 Πως χρησιμοποιήθηκε η αφαλάτωση στο σενάριο της Κύθνου

Στην Κύθνο πραγματοποιήθηκε εφαρμογή που περιγράφει την περίπτωση κατά την οποία ο διαχειριστής ενέργειας διαχειρίζεται και το πρόγραμμα παραγωγής διεσπαρμένων μονάδων αφαλάτωσης. Κάθε μία μονάδα έχει ισχύ 42 kW και ικανότητα παραγωγής 10.5m³/h με ενεργειακή κατανάλωση ίση με 4 kWh/m³.

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή θεωρήθηκε ως ελεύθερη μεταβλητή του προβλήματος η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα νερού και ο αριθμός των μονάδων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, ώστε να προσδιοριστούν οι δυνατότητες αξιοποίησης των μονάδων παραγωγής για την παραγωγή πόσιμου νερού.

Πιο συγκεκριμένα εξετάστηκε αν η αφαλάτωση μπορεί να αξιοποιηθεί για τον περιορισμό μείωσης περικοπής παραγωγής από ΑΠΕ. Διαπιστώθηκε ότι επιτυγχάνεται σημαντική αποφυγή περικοπής σε σχήμα κοινού ελεγκτή. Παρουσιάζονται λοιπόν τα αναμενόμενα οφέλη από την ενοποιημένη λειτουργία προγραμματισμού για την εξυπηρέτηση του

συνολικού φορτίου του νησιού και του «ελεγχόμενου» φορτίου της αφαλάτωσης σε ένα σχήμα κοινού διαχειριστή.

Θεωρείται ότι υπάρχει ένας κεντρικός ελεγκτής στο δίκτυο του νησιού για τον προγραμματισμό των συμβατικών μονάδων παραγωγής, των μονάδων αφαλάτωσης και για την εντολή μείωσης της παραγωγής των μονάδων ΑΠΕ. Η λειτουργία του στηρίζεται στις εκτιμήσεις για την παραγωγή αιολικής παραγωγής και φορτίου αλλά και στις αβεβαιότητες τους.

Λόγω του περιορισμού διατήρησης λειτουργίας των νησιδών αφαλάτωσης, δεν μπορεί να επιτευχθεί πλήρης αξιοποίηση της αποκοπτόμενης παραγωγής από ΑΠΕ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη αλλά σημαντική αποκοπή αιολικής παραγωγής, αλλά πολύ λίγες μεταβολές στο πρόγραμμα των μονάδων diesel δικαιολογώντας έτσι το ιδιαίτερα χαμηλό κόστος νερού σε αυτήν την περίπτωση που είναι αισθητά μικρότερο από οποιοδήποτε ισχύον τιμολόγιο της ΔΕΗ [29]. Η μικρή αύξηση του φορτίου σε διαφορετική περίπτωση αιτιολογεί το αυξημένο μέσο κόστος.

Η εκμετάλλευση ποσότητας ισχύος είναι αρκετά συνδεδεμένη με την ισχύ των μονάδων αφαλάτωσης. Όσο μικρότερη είναι η νησίδα αφαλάτωσης, τόσο καλύτερη είναι η κβάντιση που μπορεί να επιτευχθεί και τόσο πιο ψηλά θα λειτουργούν οι μονάδες παραγωγής. Το ζήτημα το οποίο αντιμετωπίζεται και στην εργασία [30], όπου με σχεδόν διπλάσια ισχύ της μονάδας αφαλάτωσης μειώνεται η ποσότητα του παραγόμενου νερού κατά 15%.

Ο προσαρμοστικός αλγόριθμος που υλοποιείται στοχεύει να μειώσει το κόστος λειτουργίας εντάσσοντας κατάλληλα την ισχύ από τις μονάδες αντίστροφης όσμωσης βάσει των τεχνικών χαρακτηριστικών τους.

Ο στόχος είναι οι μονάδες αφαλάτωσης να λειτουργούν κατά το δυνατόν συχνότερα με την περίσσεια από ενέργεια από ΑΠΕ και ελαττώνοντας τις επιπλέον εκκινήσεις από μονάδες diesel.

Μελετήθηκαν οι 2 παρακάτω περιπτώσεις για τη λειτουργία των φορτίων αφαλάτωσης:

- Ανεξάρτητος διαχειριστής
- Κοινός διαχειριστής με στόχο την μείωση της αποκοπής

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις-αναλύσεις θεωρήθηκε τιμή καυσίμου 0.5€/kg και τα σχετικά αποτελέσματα συγκρίθηκαν με το βέλτιστο πρόγραμμα παραγωγής χωρίς μονάδες αφαλάτωσης με στοιχεία φορτίου και ανέμου έτους 2002 με βήμα 10 λεπτών. Η πολιτική στρεφόμενη εφεδρεία για το σύστημα περιλαμβάνει την αβεβαιότητα φορτίου και αιολικής παραγωγής.

Τα αποτελέσματα από τη σύγκριση της αξιοποίησης αποκοπτόμενης αιολικής παραγωγής και περίσσειας στρεφόμενης εφεδρείας παρατίθενται στον Πίνακα 33.

	Λειτουργία χωρίς αφαλάτωση	Περίπτωση 1	Περίπτωση 2
Αιολική αποκοπή(%)	12.7	3.1	7.1
Αιολική διείσδυση(%)	15.8	14.1	16.6
Μέσο κόστος Συστήματος (€/kWh)	13.62	12.76	13.48
Παραγόμενο νερό (m ³)		343000	17922
Αύξηση φορτίου(%)		24.3	1.27
Αύξηση παραγωγής Diesel(%)		26.5	0.33
Επιπλέον μονάδα Diesel (%)		2	0.2
Αύξηση κόστους (%)		16.46	0.24
Ενεργειακό κόστος νερού (€/m ³)		0.368	0.103
Ελάχιστη χρέωση αφαλάτωσης (€/kWh) φορτίου		9.22	2.59

ΠΙΝΑΚΑΣ 33 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΟΙΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ 1 ΚΑΙ 2.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα είναι φανερό ότι η λειτουργία της αφαλάτωσης από ανεξάρτητο διαχειριστή επιφέρει σημαντική αύξηση του ενεργειακού σκέλους του κόστους νερού κατά 33%. Η μηνιαία διαφορά κόστους καυσίμων του συστήματος κυμαίνεται μεταξύ 3400-4300 € και σε ποσοστό 3-6%. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να πρέπει να τιμολογηθεί ο παραγωγός με 12.51 €/kWh, προκειμένου να εξισορροπηθεί το κόστος συστήματος, τιμή πολύ υψηλότερη από εκείνη που εισπράττει η ΔΕΗ από βιοτεχνικούς καταναλωτές. Η πιο σημαντική όμως διαφορά στις 2 περιπτώσεις έγκειται στη μεταβολή των παραπάνω περιόδων λειτουργίας κάποιας μονάδας diesel. Επιτυγχάνεται το ίδιο αποτέλεσμα στην ποσότητα παραγόμενου νερού με μόνο 2% αύξηση στις περιόδους λειτουργίας επιπλέον μονάδας diesel σε σχέση με το 33% που απαιτεί το σχήμα του ανεξάρτητου διαχειριστή. Μάλιστα το 80% από αυτές τις περιπτώσεις οφείλεται σε πολύ μικρό έλλειμμα ισχύος το οποίο θα μπορούσε να ικανοποιηθεί και από τη χρήση των αποθηκευτικών διατάξεων του νησιού. Το σημαντικό πλεονέκτημα της διαχείρισης με σταθερό πρόγραμμα είναι ο μειωμένος αριθμός των μονάδων που εγκαθίστανται 4, σε σχέση με τη λειτουργία κοινής διαχείρισης που απαιτεί μέχρι 7 μονάδες.

7.2.4.3 Κύπρος

Για την Κύπρο ακολουθήθηκε μια διαφορετική προσέγγιση για την ανάλυση των επιπτώσεων της αφαλάτωσης. Εξετάστηκε το ποιός μπορεί να είναι ο αντίκτυπος της μονάδας αφαλάτωσης στο νησί, όταν εν μέρει χρησιμοποιείται για να ελαττωθεί η μείωση της αιολικής ενέργειας. Για τις δοκιμές θεωρήθηκε ότι η επιτρεπόμενη εγκατεστημένη αιολική ισχύς (289MW) είναι σε λειτουργία. Το γεγονός ότι η αιολική ενέργεια θα πρέπει να

συνεργαστεί με ατμοηλεκτρικές μονάδες, οδηγεί ιδιαίτερα στις περιόδους χαμηλής ζήτησης σε σημαντική μείωση της. Το ποσοστό της μείωσης της αιολικής ενέργειας αν ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθεί, θα παρήγαγε σημαντική ποσότητα νερού, περίπου 7.6 εκατομμύρια m³ ετησίως.

Ωστόσο, η αιολική ενέργεια που χάνεται δεν μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως, διότι η εν λόγω ανάγκη θα παρουσιάζεται για όχι περισσότερο από 900 ώρες. Επίσης σημαντική ποσότητα ενέργειας θα πρέπει να αξιοποιήσει την ποσότητα του ανέμου. Αυτό θα οδηγούσε σε ένα εξαιρετικά χαμηλό συντελεστή απόδοσης μιας αρκετά δαπανηρής συσκευής όπως είναι το εργοστάσιο αφαλάτωσης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα σενάρια που προσομοιώνονται να είναι ένας συμβιβασμός, έτσι ώστε η ίδια ποσότητα νερού που παράγεται από λογικό αριθμό των μονάδων με ικανοποιητικό συντελεστή χρησιμοποίησης.

Τα ακόλουθα σενάρια έχουν προσομοιωθεί και συγκριθεί για το 2005:

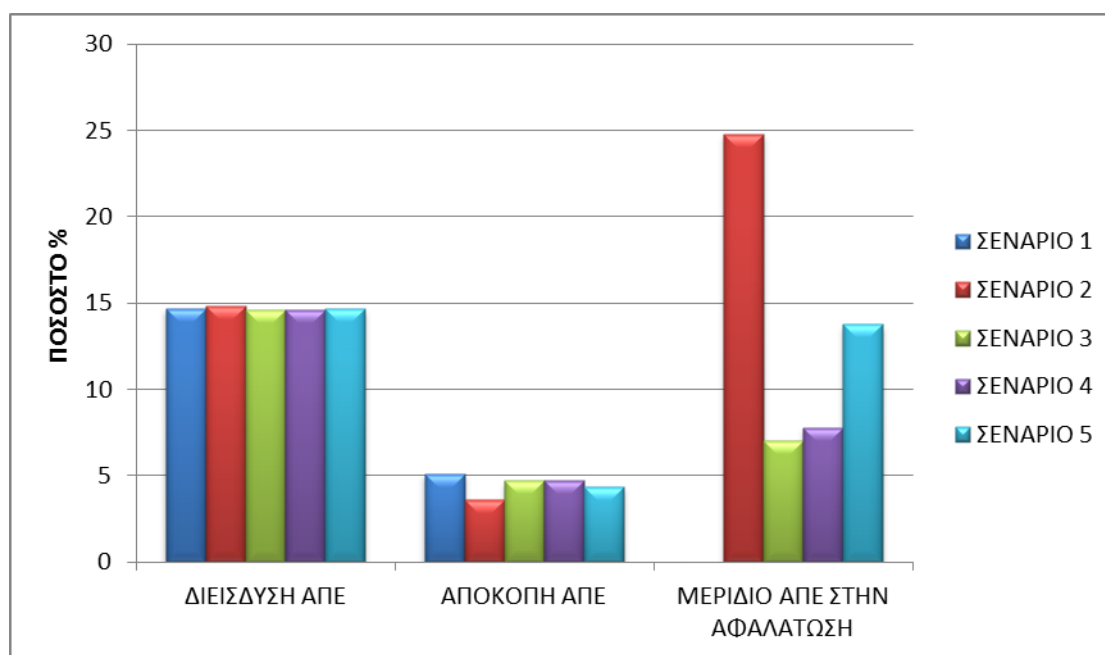
Σενάριο 1: Διατήρηση της σημερινής κατάστασης (χωρίς προσθήκη αφαλάτωσης)

Σενάριο 2: Χρήση 14 μονάδων αφαλάτωσης του 1 MW. Οι μονάδες αυτές θα είναι σε θέση να παράγουν νερό, χρησιμοποιώντας ποσό της ενέργειας που ισούται με την αναμενόμενη μείωση της αιολικής ενέργειας.

Σενάριο 3: Παραγωγή της ετήσιας ποσότητας του νερού χρησιμοποιώντας 4 μονάδες όλο το χρόνο, ανεξαρτήτως του μήνα.

Σενάριο 4: Παραγωγή νερού με σταθερό αριθμό των μονάδων, με ενημέρωση του προγραμματισμού των μονάδων κάθε περίπου 120 ώρες, χωρίς αύξηση του αριθμού των μονάδων που λειτουργούν όταν πραγματοποιείται μείωση της αιολικής ενέργειας.

Σενάριο 5: Παραγωγή νερού με σταθερό αριθμό μονάδων, με ενημέρωση του προγραμματισμού των μονάδων κάθε περίπου 120 ώρες, αλλά και με αύξηση του αριθμού των μονάδων που λειτουργούν σε 7 όταν υπάρχει πρόβλεψη για μείωση της αιολικής ενέργειας.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 43 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ [36]

Για την Μήλο και την Κύπρο εάν οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται μόνο για διεισδύσεις περίπου 14 με 16% θα υπάρξει σημαντική μείωση αιολικής ενέργειας: 5,1% για την Κύπρο και 15,9% για την Μήλο. Αυτό μπορεί να μειωθεί με την πρόσθεση των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης σε 4,7% και 11,7% αντίστοιχα. Εάν υπάρχει συνεργασία στο πρόγραμμα των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης και των εκτιμήσεων μείωσης αιολικής ενέργειας, η περικοπή της αιολικής ενέργειας θα μειωθεί ακόμη περισσότερο σε 4,37% και 8,89% αντίστοιχα [58].

7.2.4.4 Αποτελέσματα της αποφυγής περικοπών ΑΠΕ

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης λειτουργίας καθώς το επιπλέον κόστος εξυπηρέτησης του επιπλέον φορτίου είναι σημαντικά μικρότερο από το μέσο κόστος του συστήματος και μειώνεται σημαντικά η μη αναρροφούμενη ενέργεια ΑΠΕ από το δίκτυο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση της Κύθνου που αναλύεται παρακάτω. Η σύγκριση με την συνηθισμένη ανεξάρτητη διαχείριση τέτοιου είδους φορτίων και της τοπικής παραγωγής, οδηγεί σε σημαντικά μεγαλύτερο κόστος παραγωγής νερού και αυξημένες εκκινήσεις μονάδων diesel για την ίδια παραγόμενη ποσότητα νερού.

Επομένως η κοινή διαχείριση τέτοιων φορτίων και παραγωγής σε Ηλεκτρικά δίκτυα μπορεί να είναι σημαντικά προσοδοφόρα και να συμβάλλει στην κατά το δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευση της παραγωγής από ΑΠΕ που διαφορετικά θα αποκοπτόταν.

Κλείνοντας είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί ότι τα αποτελέσματα των εφαρμογών δείχνουν ότι εάν οι ΑΠΕ εγκατασταθούν ταυτόχρονα με την εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης, η αιχμή της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να μετριαστεί. Το πιο σημαντικό είναι η αλλαγή της ζήτησης που μπορεί να μετατεθεί σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα όταν αυτό είναι πιο βολικό για την ισχύς του συστήματος. Σημαντικά είναι επίσης τα οφέλη από την για τις εκπομπές ρύπων που αποφεύγονται με τις παραπάνω μεθόδους, ακόμα και αν ΑΠΕ προστίθενται και το νερό μεταφέρεται στο νησί, η αποφυγή των εκπομπών ανά m^3 είναι μάλλον ικανοποιητική.

8 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ



8.1 Γενική περιγραφή του νησιού

Η Κρήτη αποτελεί το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδος και δεύτερο μεγαλύτερο (μετά τη Κύπρο) της Ανατολικής Μεσογείου. με έκταση 8335 km². το 6,3% της έκτασης της χώρας. Ο πληθυσμός της Κρήτης με βάση την απογραφή του 2001 ανέρχεται στις 601.131 κατοίκους. Οι περισσότεροι από αυτούς ζουν στις πέντε μεγαλύτερες πόλεις (Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Ιεράπετρα, Άγιος Νικόλαος). Τη διοικητική διάρθρωση του νησιού απάρτιζαν μέχρι πρότινος 4 νομαρχιακά διαμερίσματα, ενώ πλέον αποτελεί από μόνη της μια διοικητική περιφέρεια.

Στην Εικόνα 25 φαίνεται η γεωγραφική θέση των πρώην νομαρχιακών διαμερισμάτων του νησιού ενώ στον ΠΙΝΑΚΑΣ 34 παρουσιάζονται τα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά κάθε Νομού ξεχωριστά.



ΕΙΚΟΝΑ 39 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Νομαρχιακά διαμερίσματα	Πληθυσμός
Νομός Ηρακλείου	292.489
Νομός Λασιθίου	76.319
Νομός Ρεθύμνου	81.936
Νομός Χανίων	150.387

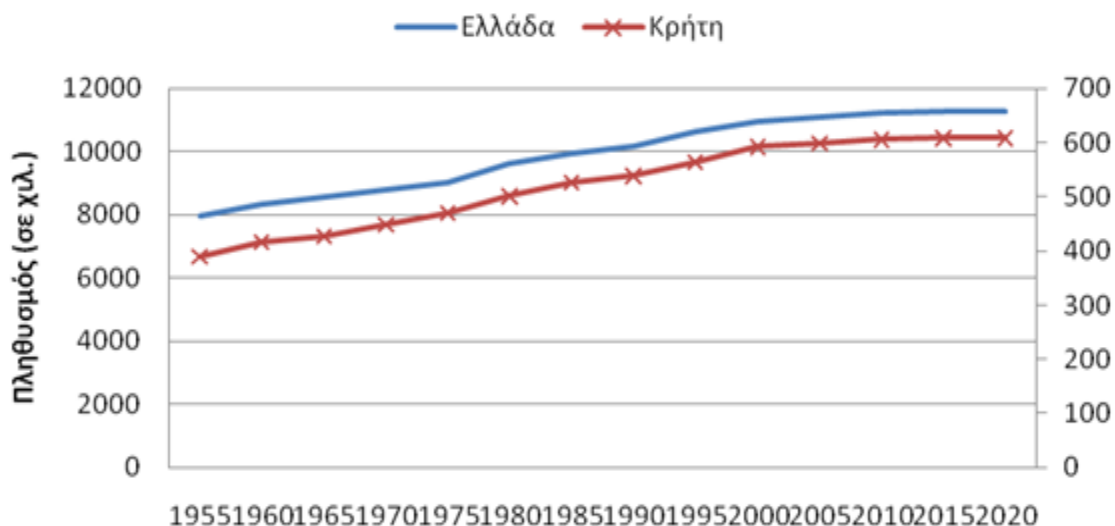
ΠΙΝΑΚΑΣ 34 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Η μορφολογία του νησιού χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη τριών βασικών ζωνών: την ζώνη με υψόμετρο 400 μέτρων και άνω (υψηλή ή ορεινή), τη ζώνη από 200-400 μέτρων (μέση) και την χαμηλή ζώνη που αφορά τις περιοχές που εκτείνονται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 200 μέτρα υψόμετρο. Οι δύο πρώτες ζώνες καταλαμβάνουν σχεδόν τα 3/5 της νήσου και αποτελούν μια συνεχή οροσειρά από τα δυτικά προς τα ανατολικά, διακοπτόμενη από μικρές κοιλάδες και φαράγγια. Η οροσειρά αυτή έχει έξι κορυφές που ξεπερνούν τα 2.000 μέτρα.

Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι από τους μεγαλύτερους πανελλαδικά ενώ υπερδιπλασιάζεται κατά τη θερινή περίοδο, λόγω τουριστών και παραθεριστών. Σύμφωνα με την επεξεργασία αποτελεσμάτων της τελευταίας απογραφής, όλες οι περιφέρειες της Ελληνικής επικράτειας παρουσίασαν μείωση ή σταθερότητα, με εξαίρεση την Κρήτη και το Νότιο Αιγαίο, όπου καταγράφηκε αξιοσημείωτη αύξηση. Η Κρήτη επίσης, είναι ένα νησί που εμφανίζει ιδιαίτερη τουριστική κίνηση. Το 15% των συνολικών αφίξεων, λιμένα και αερολιμένα, στη χώρα γίνονται μέσω της πόλης του Ηρακλείου. Είναι χαρακτηριστικό, πως το έτος του 2006 οι ναυλωμένες πτήσεις στο Ηράκλειο αριθμούσαν το 20% του συνόλου των πτήσεων ναύλωσης στη Χώρα και συνολικά, περισσότεροι από δύο εκατομμύρια τουρίστες επισκέφθηκαν την Κρήτη.

Η πρόσβαση των επισκεπτών στο νησί μπορεί να γίνει είτε αεροπορικώς μέσω του Διεθνούς Αερολιμένα Ηρακλείου (Νίκος Καζαντζάκης) και των Κρατικών Αερολιμένων Χανίων (Ιωάννης Δασκαλογιάννης) και Σητείας, είτε ακτοπλοϊκός μέσω των λιμένων Ηρακλείου, Σούδας, Ρεθύμνου, Αγίου Νικολάου, Σητείας Καστελίου Κισσάμου (Χανιά). Επίσης, τα δύο μεγαλύτερα λιμάνια του νησιού (Ηρακλείου και Σούδας) ανήκουν στα πιο σημαντικά λιμάνια της ανατολικής Μεσογείου και διακρίνονται μέσα στα δέκα Ελληνικά λιμάνια Εθνικής σημασίας, αποτελώντας κύρια πύλη εισόδου επιβατών και εμπορευμάτων συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της περιφερειακής Κρητικής και Εθνικής οικονομίας.

Επομένως, στο νησί της Κρήτης εξελίσσονται δύο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση μίας περιοχής. Ο πρώτος παράγοντας είναι η πληθυσμιακή εξέλιξη, ο οποίος λειτουργεί ως πολλαπλασιαστικός παράγοντας της ζήτησης και ο δεύτερος παράγοντας είναι η οικονομική κατάσταση μίας περιοχής, καθώς είναι γεγονός ότι η ενεργειακή ζήτηση ακολουθεί την εκάστοτε οικονομική εξέλιξη. Στο ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44 παρουσιάζεται η πρόβλεψη της πληθυσμιακής εξέλιξης της Κρήτης βάση της αντίστοιχης πανελλαδικής εξέλιξης μέχρι το 2020.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 44 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΕΘΝΩΝ

Κατά συνέπεια, οι δύο παραπάνω παράγοντες επηρεάζουν έμμεσα την εξέλιξη της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια και αποτελούν αναμφίβολα ένα ξεχωριστό πεδίο έρευνας και διερεύνησης, σε τεχνικά ζητήματα που έχουν να κάνουν με τις ιδιαιτερότητες των αυτόνομων

(ή μη διασυνδεδεμένων) Σ.Η.Ε. στα νέα ενεργειακά και τεχνολογικά δεδομένα. Η Κρήτη σαν μη διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό δίκτυο παρουσιάζει μεγάλη εξάρτηση από τα προϊόντα του πετρελαίου όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας. Αυτό επιφέρει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους της παραγωγής της ηλεκτρικής στο νησί.

Η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς κάθε χρόνο και αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως οικονομικούς, εποχιακούς, μετεωρολογικούς, ή ακόμα και τυχαίους. Σύμφωνα με στοιχεία της Δ.Ε.Η. η ζήτηση την τελευταία δεκαετία ανέρχεται περίπου σε 8 % αύξηση, ποσοστό εξαιρετικά μεγάλο και σχεδόν διπλάσιο με αυτό του διασυνδεδεμένου συστήματος της Ελλάδας που είναι σχεδόν 4%.

Κατά συνέπεια, όλοι οι παραπάνω παράγοντες επηρεάζουν έμμεσα την εξέλιξη της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια και αποτελούν αναμφίβολα ένα ξεχωριστό πεδίο έρευνας και διερεύνησης, σε τεχνικά ζητήματα που έχουν να κάνουν με τις ιδιαιτερότητες των αυτόνομων (ή μη διασυνδεδεμένων) Σ.Η.Ε. στα νέα ενεργειακά και τεχνολογικά δεδομένα.

8.2 Γενικά για το ΣΗΕ Κρήτης

Το ΣΗΕ Κρήτης αποτελεί το μεγαλύτερο αυτόνομο νησιωτικό σύστημα στη χώρα με συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας και σημαντική μεταβολή της αιχμής ιδιαίτερα κατά την προηγούμενη δεκαετία. Εκτός από τις ιδιαιτερότητες της λειτουργίας ενός αυτόνομου συστήματος, συχνότερες διαταραχές στη συχνότητα και διακοπές καταναλωτών παρουσιάζει σημαντικό κόστος λειτουργίας λόγω της χρήσης πετρελαϊκών μονάδων και της διακύμανσης της ζήτησής του. Σημαντική επίπτωση στην αύξηση του κόστους επιφέρει και η σημαντική παραγωγή από αεριοστροβιλικές μονάδες κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Περισσότερες λεπτομέρειες για το ΣΗΕ Κρήτης, τη ζήτησή του και τις μονάδες παραγωγής του ακολουθούν στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου.

Το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού, παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία το καθιστούν μοναδικό στην Ελλάδα ενώ ταυτόχρονα έχει όλα τα τεχνικά γνωρίσματα ενός αυτόνομου νησιωτικού συστήματος με τα μειονεκτήματα που αυτό συνεπάγεται (αναφέρονται παρακάτω). Μια γεωγραφική απεικόνιση του αυτόνομου Σ.Η.Ε. της Κρήτης παρουσιάζεται στην *ΕΙΚΟΝΑ 40*.

Το Σ.Η.Ε. της Κρήτης παρουσιάζει συνοπτικά τα εξής χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει τρεις Σταθμούς Παραγωγής.
- Διαθέτει συνολικά 27 εγκατεστημένες συμβατικές μονάδες.
- Δίκτυα γραμμών μεταφοράς Υ.Τ. (150 kV και 66 kV) και Μ.Τ. (20 kV).
- 17 Υποσταθμούς Υ.Τ.
- Κέντρο κατανομής Φορτίου (στον Υποσταθμό Ηράκλειο II) που χρησιμοποιεί σύστημα τηλεμετρήσεων SCADA.
- Δύο μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς.
- Αιολικά Πάρκα με σημαντικό βαθμό διεύθυνσης στο σύστημα.
- Μεγάλο αριθμό Φ/Β Πάρκων (τα οποία έχουν αδειοδοτηθεί).



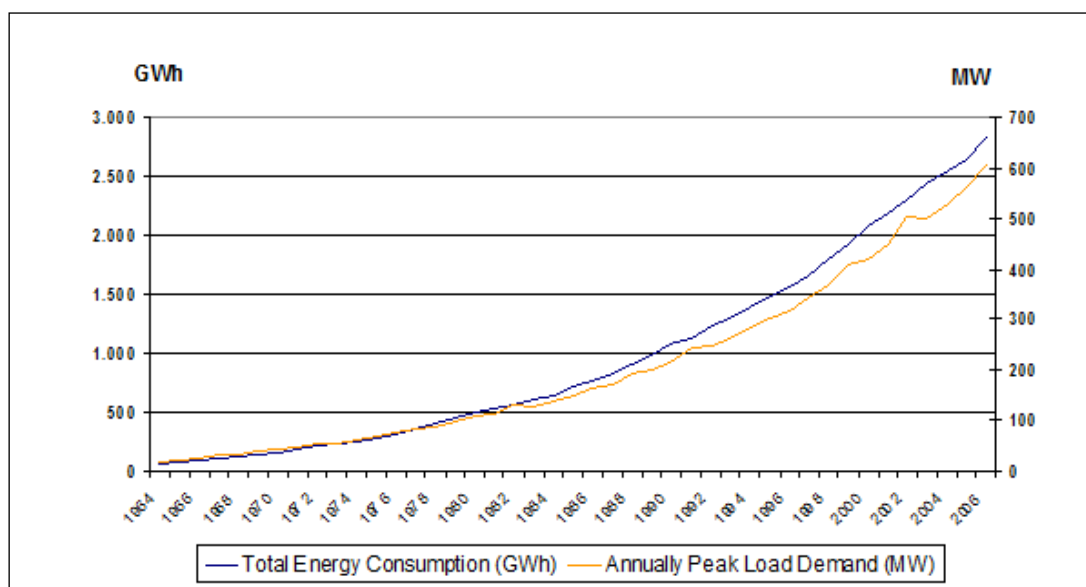
ΕΙΚΟΝΑ 40 ΧΑΡΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΡΗΤΗΣ

Συνεπώς, οι ιδιαιτερότητες και τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει το ηλεκτρικό σύστημα της Κρήτης, όπως η ποικιλομορφία των συμβατικών μονάδων παραγωγής, η στοχαστική συμπεριφορά των μονάδων Α.Π.Ε., η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση φορτίου, σε συνδυασμό με ότι αποτελεί ένα αρκετά μεγάλο αυτόνομο σύστημα, το καθιστούν ιδανικό σύστημα μελέτης και διερεύνησης των περαιτέρω δυνατοτήτων ανάπτυξης που αφορούν τη λειτουργία του

8.2.1 Διαχρονική εξέλιξη της ζήτησης

Μέχρι το 1971 η εγκατεστημένη ισχύς του νησιού προερχόμενη από συμβατικές κυρίως και υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγής, ήταν 81 MW και η ωφέλιμη παραγωγή ενέργειας 176 GWh. Ενώ 15 χρόνια αργότερα το 1986, έφθασε στα 209 MW και 769 GWh αντίστοιχα. Αυτή η ανάπτυξη του Σ.Η.Ε. της Κρήτης κατά την περίοδο 1971-86, συμβαδίζει με το Μέσο Όρο (Μ.Ο.) των ετήσιων ρυθμών ανάπτυξης, για την εγκατεστημένη ισχύ 6,5 % και για την παραγωγή ωφέλιμης ενέργειας 10,3 %. Όμως κατά την περίοδο αυτή ο Μ.Ο. των ετήσιων ρυθμών αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος υστερούσε κατά 4% ως προς τον αντίστοιχο ρυθμό αύξησης της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό σημαίνει ότι κατά την περίοδο 1971-86 η ικανότητα παραγωγής του Σ.Η.Ε. δεν αυξανόταν ισοδύναμα. Πιο πρόσφατα, από το τέλος του 1986 ως το τέλος του 1996, η εικόνα περίπου αντιστράφηκε δηλαδή ο Μ.Ο. των ετήσιων ρυθμών αύξησης του Σ.Η.Ε. της Κρήτης ήταν 8,4 % για την εγκατεστημένη ισχύ και 7,3 % για την παραγωγή ωφέλιμης ενέργειας.

Σήμερα η παραγωγή ωφέλιμης ενέργειας έχει ξεπεράσει τις 3.000 GWh, γεγονός που δείχνει την ακμάζουσα πορεία της ζήτησης, στην διαχρονική εξέλιξη του συστήματος. Στο ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 45 αντικατοπτρίζεται η διαχρονική εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος και της παραγόμενης ωφέλιμης ενέργειας μέχρι και το 2006.

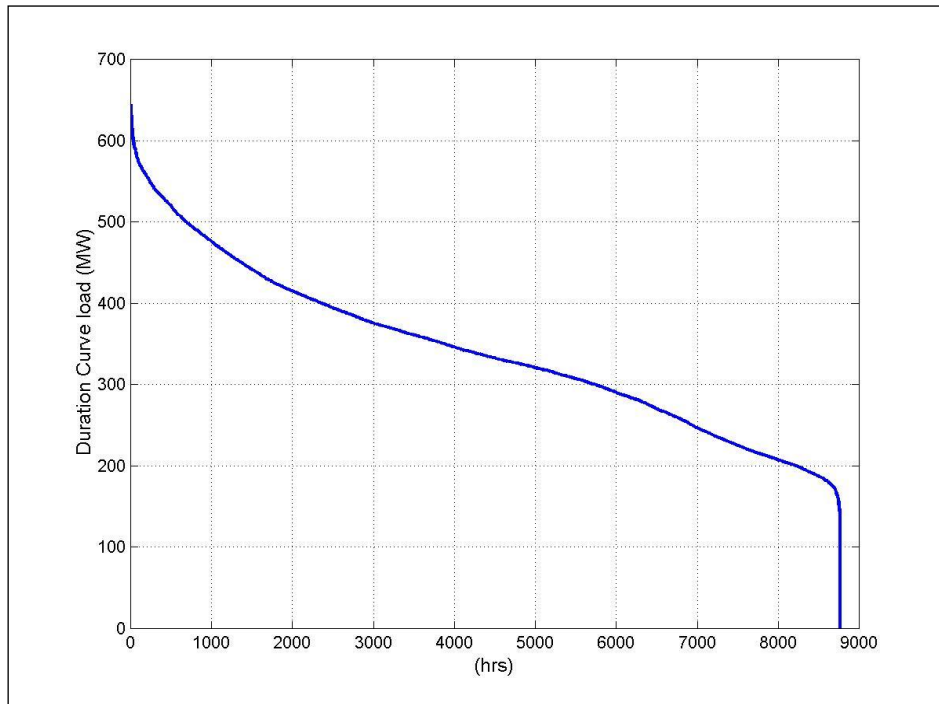


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 45 ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟΥ

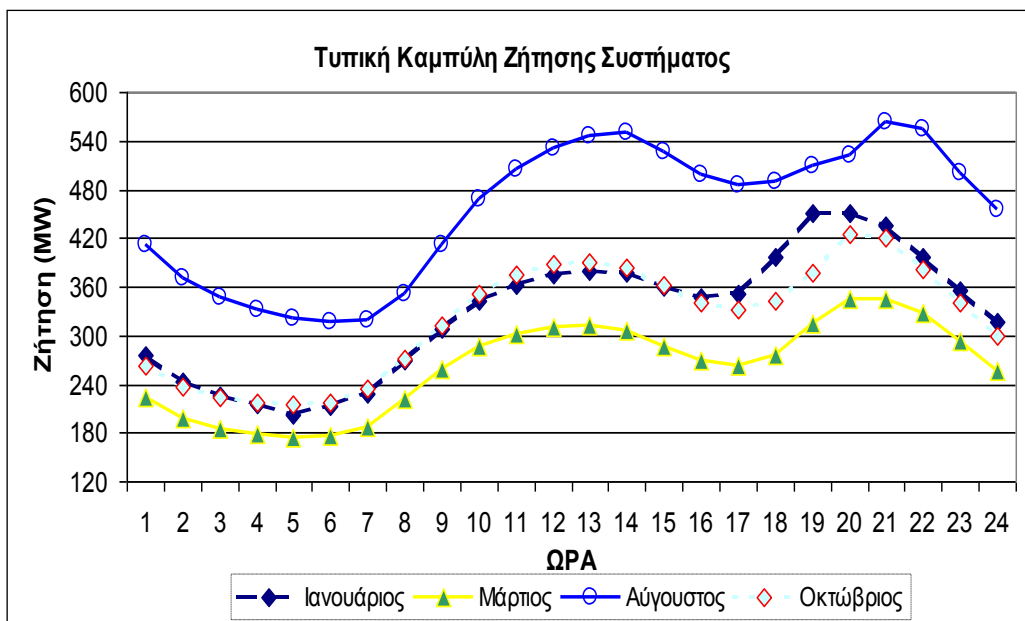
Χαρακτηριστικό επίσης, είναι το γεγονός ότι η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του Σ.Η.Ε. της Κρήτης μεταξύ των ετών 1998 και 2008, δηλαδή σε μία δεκαετία, αυξήθηκε κατά 84%, ενώ η αύξηση αυτή μεταξύ των ετών 1988 και 2008, δηλαδή μέσα σε είκοσι χρόνια, έφθασε το 235%. Ακόμα αξίζει να αναφερθεί ότι, στο πρώτο τρίμηνο του 2009, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη παρουσίασε αύξηση της τάξης του 0,5% σε αντίθεση με την υπόλοιπη Ελλάδα όπου η ζήτηση, μειώθηκε σημαντικά (Απόσπασμα από ομιλία Διευθύνοντος Συμβούλου της Δ.Ε.Η. Α.Ε. στις 3ης Μαΐου του 2009).

Αναφέρεται ακόμα, πως η αιολική ενέργεια στο νησί της Κρήτης, άρχισε να διαφαίνεται από τις αρχές του 1990, συντελώντας έτσι, καταλυτικό παράγοντα στη βελτίωση του ηλεκτροπαραγωγικού δυναμικού της περιοχής. Σε αυτό συνέβαλλε το γεγονός ότι η Κρήτη, όπως και τα υπόλοιπα νησιά του Αιγαίου (κυρίως Κυκλάδες), παρουσιάζει υψηλό αιολικό δυναμικό. Αλλά εκτός από αυτό, σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην ευρύτερη περιοχή, έπαιξαν και τα Ευρωπαϊκά προγράμματα στήριξης των Α.Π.Ε. καθώς και η μερική απελευθέρωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που μέχρι τότε ήταν μονοπώλιο από την Δ.Ε.Η.. Ειδικά, μετά το 1994, με τον Ν.2244/94 η αγορά των Α.Π.Ε. απελευθερώθηκε και στους ιδιώτες επενδυτές, συντελώντας έτσι σπουδαίο ρόλο στο γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης αυτών των έργων.

Η συνολική ζήτηση φορτίου έτσι όπως προσημειώθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω, σύμφωνα με δεδομένα του έτους 2008 φτάνει τις 3,01 TWh, και η αιχμή της παρουσιάζεται την 9η ημέρα του μήνα Ιουλίου. Η καμπύλη διάρκειας φορτίου για το 2008 παρουσιάζεται στο ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 46 ενώ οι τυπικές καμπύλες ζήτησης για χαρακτηριστικές εποχές του έτους παρουσιάζονται στο ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 47.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 46 ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΗΕ ΚΡΗΤΗΣ ΣΗΜΕΡΑ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 47 ΤΥΠΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΗΕ ΚΡΗΤΗΣ

Από την παραπάνω εικόνα είναι φανερό ότι, η ζήτηση φορτίου κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα κατά τους θερινούς μήνες, καθώς όπως φαίνεται το μήνα Αύγουστο σημειώνονται οι υψηλότερες τιμές της ζήτησης. Αντίστοιχα, κατά την εποχή της Άνοιξης και συγκεκριμένα τον μήνα Μάρτιο παρουσιάζεται η χαμηλότερη τιμή ζήτησης του συστήματος.

8.2.1.1 Υποσταθμοί Φορτίων

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MVA)	ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ (kV/kV)
ΣΗΤΕΙΑ	2x12,50	150/20
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	2x25	150/20
ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	2x25	150/20
ΣΤΑΛΙΔΑ	2x25	150/20
ΠΡΑΙΤΩΡΙΑ	2x25	150/20
ΜΟΙΡΕΣ	2x25	150/20
ΗΡΑΚΛΕΙΟ I (υπό αναβάθμιση)	2x25	66/20
ΗΡΑΚΛΕΙΟ II	3x50	150/20
ΗΡΑΚΛΕΙΟ III	2x50	150/20
ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ	1x25	150/20
ΡΕΘΥΜΝΟ	2x25	150/20
	1x50	150/20
ΧΑΝΙΑ	3x50	150/20
ΑΓΥΙΑ	2x50	150/20
ΒΡΥΣΕΣ	2x25	150/20
ΚΑΣΤΕΛΙ	2x25	150/20

ΠΙΝΑΚΑΣ 35 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

8.2.1.2 Κατανομή ζήτησης σε τελικές χρήσεις

Οι δυο περιοχές που επιλέχθηκαν για να γίνουν αντικείμενο έρευνας δεν επιλέχθηκαν τυχαία καθώς ανήκουν στους 2 πρώτους νομούς σε κατανάλωση στην Κρήτη, και ειδικότερα στον γεωργικό τομέα όπου υπολείπονται των υπολοίπων με μεγάλη διαφορά.

Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα το Ηράκλειο έρχεται πρώτο σε κατανάλωση το 2007 με πάνω από 2,5 εκ. MWh συνολική κατανάλωση και από την οποία οι 204.247 καταναλώθηκαν για γεωργική χρήση. Δηλ. περίπου το 8% της συνολικής του κατανάλωσης. Στην συνολική κατανάλωση της Κρήτης είχε μερίδιο 4 %.

Το Λασιθί έρχεται δεύτερο σε κατανάλωση με 1,3 εκ. MWh περίπου συνολικής κατανάλωση και 90.000 εξ αυτών καταναλώθηκαν στην γεωργία. Περίπου το 6,8% δηλ της συνολικής κατανάλωσης του νομού και το 1,8 % της συνολικής κατανάλωσης της Κρήτης.

Συνολικά η Κρήτη είχε κατανάλωση στον γεωργικό τομέα και στον τομέα της βιομηχανίας (όπου επί το πλείστον οφείλεται στα κινητήρια συστήματα) περίπου από 810.000 MWh, το 17% της συνολικής κατανάλωσης δηλαδή. Αναλυτικότερα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον

Πίνακας 36

Νομός	Σύνολικ.κ αταναλ(M Wh)	Οικιακή χρήση (MWh)	Εμπορική χρήση (MWh)	Βιομηχα νική χρήση	Γεωργική χρήση (MWh)	Δημοσ.Επι χειρ. και ΟΤΑ (MWh)	Φωτισ μοί δρόμω ν (MWh)
Ηρακλεί ου	2.703.443	888.626	1.122.508	236.959	204.247	208.035	43.068
Λασιθί ου	1.316.126	425.259	551.894	134.651	90.557	97.984	15.851
Ρεθύμ νης	338.251	103.867	141.369	43.767	16.086	27.733	5.429
Χανίων	669.323	240.095	272.897	45.923	39.269	59.435	11.704
Σύνολο	5.027.143	1.657.847	1.088.868	461.300	350.159	393.115	76.052

ΠΙΝΑΚΑΣ 36 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΚΡΗΤΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2007 [53]

Πάνω από 800.000 MWh κατανάλωσαν λοιπόν στην Κρήτη το 2007 σε τομείς που κυριαρχούν τα κινητήρια συστήματα. Αριθμός αρκετά μεγάλος που έχει ακόμη μεγαλύτερη αξία αν αναλογιστεί κανείς ότι το σύστημα της Κρήτης είναι αυτόνομο και οι ισορροπίες λεπτές. Είναι εύκολα αντιληπτό λοιπόν τι θα μπορούσε να σημαίνει με αριθμός μια από τις δεκάδες αλλαγές που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία, η οποία προσφέρει λύσεις που φτάνουν από 1 μέχρι και πάνω από 40% εξοικονόμησης ενέργειας αναλόγως τις συνθήκες.

8.2.2 Συμβατικές Μονάδες Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το Σ.Η.Ε. της Κρήτης διαθέτει τρεις Α.Η.Σ. Σταθμούς Παραγωγής που διαχειρίζεται αποκλειστικά η Δ.Ε.Η. και βρίσκονται:

- Στα Λινοπεράματα του νομού Ηρακλείου, 6 χιλιόμετρα Δυτικά της πόλης του Ηρακλείου.
- Στη Ξυλοκαμάρα του νομού Χανίων, 6 χιλιόμετρα Ανατολικά της πόλης των Χανίων.
- Στον Αθρινόλακκο του νομού Λασιθίου, περίπου 25 χιλιόμετρα Νότια από τη πόλη της Σητείας.

Οι τρεις Σταθμοί Παραγωγής του νησιού διαθέτουν σχεδόν όλα τα είδη συμβατικών μονάδων που υπάρχουν. Η βασική διαφορά ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους, είναι ο τύπος της καύσιμης ύλης που χρησιμοποιούν. Επομένως, υπάρχει μια ποικιλομορφία των

συμβατικών μονάδων παραγωγής στο Σ.Η.Ε. της Κρήτης καθώς περιλαμβάνονται συνολικά τα εξής είδη:

- Ατμοστροβιλικές Μονάδες (Μονάδες βάσης)
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης ή Μ.Ε.Κ. (Μονάδες βάσης, μεσαίου φορτίου)
- Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδες βάσης, μεσαίου φορτίου)
- Αεριοστροβιλικές Μονάδες (Μονάδες φορτίου αιχμής)

Οι μονάδες αυτές αν συγκριθούν μεταξύ τους, εκτός από τον τύπο της καύσιμης ύλης, διαφέρουν και σε άλλα χαρακτηριστικά. Οι διαφοροποιήσεις των μονάδων παραγωγής σημειώνονται καταρχήν σε τεχνικά χαρακτηριστικά της παραγόμενης ισχύος και έχουν να κάνουν με: τη ονομαστική τους ισχύ, τη καθαρή τους ισχύ, την ισχύ σε υψηλές θερμοκρασίες (ισχύς θέρους) και την ελάχιστη δυνατή ισχύ (τεχνικό ελάχιστο). Επίσης υπάρχουν και άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με τη λειτουργία των θερμικών μονάδων όπως, οι χρόνοι έναρξης και τερματισμού της λειτουργίας τους, η θερμοκρασία και η ταχύτητα λειτουργίας τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι κάθε μονάδα έχει τη δική της χρήση και το δικό της χρόνο λειτουργίας ανάλογα με τις απαιτήσεις του δικτύου. Έτσι, ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι το συνολικό κόστος των μονάδων αυτών, όπως είναι το κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης τους. Επίσης, κάθε μονάδα μπορεί να λειτουργήσει είτε αυτόνομα (ανοιχτού κύκλου) είτε σε συνδυασμό με κάποια άλλη (συνδυασμένου κύκλου).

Στον Α.Η.Σ. Χανίων χρησιμοποιείται μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου αποτελούμενη από δύο αεριοστρόβιλους (ΑΕΡ 6 Σ.Κ. και ΑΕΡ 7 Σ.Κ.). Τέλος, αναφέρεται ότι κάποιες μονάδες από το συνολικό σύστημα παραγωγής διατηρούνται σε ψυχρή εφεδρεία. Στο Σ.Η.Ε. της Κρήτης διατηρούνται συνολικά τρεις μονάδες σε ψυχρή εφεδρεία. Στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων ο ατμοστρόβιλος ΑΤΜ 1 και ο αεριοστρόβιλος ΑΕΡ 1 και στον Α.Η.Σ. Χανίων ο αεριοστρόβιλος ΑΕΡ 4.

ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑΣ 37 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ Σ.Η.Ε. ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ φαίνονται τα χαρακτηριστικά των συμβατικών μονάδων παραγωγής στο Σ.Η.Ε. της Κρήτης.

	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΟΥΣ (MW)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟ (MW)	ΚΑΥΣΙΜΟ
Α.Η.Σ.ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ					
ΑΤΜ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ 1	6	6	6	4	Μαζούτ
ΑΤΜ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ 2	14	14	13	8	Μαζούτ
ΑΤΜ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ 3	14	14	13	8	Μαζούτ
ΑΤΜ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ 4	24	24	23	18	Μαζούτ
ΑΤΜ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ 5	24	24	23	18	Μαζούτ

ΑΤΜ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	6	24	24	23	18	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	1	11	11	11	3	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	2	11	11	11	3	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	3	11	11	11	6	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	4	11	11	11	3	Μαζούτ
ΑΕΡ 1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ		15	15	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ		15	15	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ		43	43	41	5	Ντίζελ
ΑΕΡ 4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ		14	14	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 5 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ		28	28	25	5	Ντίζελ
Α.Η.Σ. ΧΑΝΙΩΝ						
ΣΥΝΔΙΑΣΜΕΝΟΣ ΚΥΚΛΟΣ		132	126	112	35	Ντίζελ
ΑΕΡ 1 ΧΑΝΙΩΝ		16	14	11	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 4 ΧΑΝΙΩΝ		24	20	19	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 5 ΧΑΝΙΩΝ		30	28	27	5	Ντίζελ
ΑΕΡ 11 ΧΑΝΙΩΝ		59	58	54	10	Ντίζελ
ΑΕΡ 12 ΧΑΝΙΩΝ		59	58	54	10	Ντίζελ
ΑΕΡ 13 ΧΑΝΙΩΝ		28	28	25	5	Ντίζελ
Α.Η.Σ. ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ						
ΔΙΕΣΕΛ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	1	51	50	50	35	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	2	51	50	50	25	Μαζούτ
ΑΤΜ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	1	44	43	44	22	Μαζούτ
ΑΤΜ ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	2	44	43	44	22	Μαζούτ

ΣΥΝΟΛΟ	803	783	740		
---------------	------------	------------	------------	--	--

ΠΙΝΑΚΑΣ 37 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ Σ.Η.Ε. ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Τα στοιχεία που αφορούν τα χαρακτηριστικά παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων παραγωγής του συστήματος, είναι απαραίτητα στοιχεία της κύριας υπορουτίνας του εφαρμοζόμενου αλγορίθμου του οποίου η περαιτέρω ανάλυση παρουσιάζεται σε επόμενο Κεφάλαιο.

Τα περιεχόμενα του ΠΙΝΑΚΑΣ 38, χρησιμοποιούνται για την ανάγνωση των αρχείων εισόδου το εφαρμοζόμενου αλγορίθμου ($\text{cub} \cdot x^3 + \text{sq} \cdot x^2 + \text{lin} \cdot x + \text{const} + \text{start_up}$) και αποτελούν τα χαρακτηριστικά στοιχεία των παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων του συστήματος.

Συμβολισμός	cubcoeffi (Kg/MWh ³)	sqcoeffi (Kg/MWh ²)	lincoeffi (Kg/MWh)	const coeffi (Kg-It)	Τιμή Καυσίμου (€/kg)	Κόστος εκκίνησης €
ATM 1ΛΙΝ	17,377	-167,2	727,6	0,001	0,4149	1.489
ATM 2 ΛΙΝ	0,476	-11,824	378,937	0,001	0,4149	1.489
ATM 3 ΛΙΝ	0,476	-11,824	378,937	0,001	0,4149	1.489
ATM 4 ΛΙΝ	0,18	-8,053	355,088	0	0,4149	2.600
ATM 5 ΛΙΝ	0,092	-4,166	300,58	0	0,4149	1.547
ATM 6 ΛΙΝ	0,092	-4,166	300,58	0	0,4149	1.547
DIESEL 1ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,368	0	0,4149	192
DIESEL 2ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,369	0	0,4148	192
DIESEL 3ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,368	0	0,4149	139,27
DIESEL 4ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,369	0,01	0,4148	139,27
AEP 1ΛΙΝ	2,48	-5,87	881,5	1,2	0,6982	179,1
AEP 2ΛΙΝ	2,48	-5,87	881,5	1,2	0,6982	179,1
AEP 3 ΛΙΝ	0,0001	0,001	319	0	0,6982	15
AEP 4 ΛΙΝ	0,0001	0,001	403	0	0,6982	11
AEP 5 ΛΙΝ	0,0001	0,001	308	0	0,6982	14
AEP 6 Σ.Κ	0,001	0,01	145,54	5120	0,6962	192,01
AEP 7Σ.Κ	0,001	0,01	145,64	5120	0,6962	230,41
AEP 1 ΧΑΝ	0	0,01	267	2170	0,6962	38,4
AEP 4 ΧΑΝ	0	0,01	219	2865	0,6962	460,83

AEP 5 ΧΑΝ	0	0,01	275	3757	0,6962	307,22
AEP 11 ΧΑΝ	0,001	0,01	227	5000	0,6962	0,1
AEP 12 ΧΑΝ	0,001	0,01	227	5000	0,6962	0,1
AEP 13 ΧΑΝ	0,0001	0,001	387	0	0,6962	15
DIESEL1ΑΘΕΡ Ρ	0,017	-1,3	222,6	0,27	0,3919	270
DIESEL2ΑΘΕΡ Ρ	0,017	-1,3	222,6	0,27	0,3919	270
ATM 1 ΑΘΕΡ	-0,003	-0,958	282,91	0,8	0,3919	350
ATM 2 ΑΘΕΡ	-0,003	-0,958	282,91	0,8	0,3919	350

ΠΙΝΑΚΑΣ 38 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΡΗΤΗΣ

8.2.3 Στοιχεία για τις μονάδες ΑΠΕ

Σημαντικά είναι τα ποσοστά της εγκατεστημένης παραγωγής από μονάδες Α.Π.Ε. στη Κρήτη. Το πλούσιο ηλιακό και αιολικό δυναμικό που διαθέτει το νησί, δίνει σημαντικά κίνητρα στους παραγωγούς που θέλουν να επενδύσουν σε εγκαταστάσεις Φ/Β και Αιολικών πάρκων. Στον ΠΙΝΑΚΑΣ 39 παρουσιάζονται συνοπτικά οι μονάδες Α.Π.Ε. που είναι διασυνδεδεμένες με το Σ.Η.Ε. της Κρήτης σύμφωνα με το πληροφοριακό δελτίο της Δ.Ε.Η. για το έτος 2011.

Αιολικά (MW)	Μικρά Υδροηλεκτρικά (MW)	Βιοαέριο-Βιομάζα (MW)	Φ/Β (MW)	Σύνολο (MW)
173,95	0,3	0,4	55,62	230,26

ΠΙΝΑΚΑΣ 39 ΣΥΝΟΨΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ ΣΤΟ ΣΗΕ ΚΡΗΤΗΣ

8.3 Γεωτρήσεις

8.3.1 Γενική επίπτωση στη ζήτηση της Κρήτης

Η γεωφυσική μορφή του νησιού με το μεγαλύτερο μέρος να είναι καλυμμένο από ορεινούς όγκους, με μικρή σε έκταση φυσικούς πόρους νερού, ειδικότερα στο ανατολικό τμήμα έχει δημιουργήσει την ανάγκη για γεωτρήσεις νερού ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης. Επίσης όπως προαναφέρθηκε η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού κατά τους θερινούς μήνες.



ΕΙΚΟΝΑ 41 ΤΑ ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ένα σημαντικό ποσοστό ενέργειας να καταναλώνεται από τις αντλίες ύδρευσης και άρδευσης. Φορτία μικρά σε μέγεθος σχετικά, που αποτελούν όμως ένα μεγάλο σύνολο. Η αναφορά που πρόκειται να γίνει αφορά φορτίο της τάξης μερικών δεκάδων kW. Τέτοιες περιπτώσεις γεωτρήσεων έχουν καταμετρηθεί μόνο στον νομό Ηράκλειο με στοιχεία 2004 περί τις 2000 με 2500 χιλιάδες χωρίς φυσικά να λαμβάνεται υπόψη ο αριθμός των παράνομων γεωτρήσεων. Σε παγκόσμιο επίπεδο υπολογίζεται ότι το ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας για τις ανάγκες του νερού ανέρχεται στο 7% της συνολικής κατανάλωσης.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τις γεωτρήσεις είναι οι εξής:

- Το κλίμα της περιοχής
- Το είδος των αναγκών σε νερό
- Η άσκοπη σπατάλη νερού
- Η μορφολογία του εδάφους
- Η μετακίνηση κατοίκων σε άλλες περιοχές
- Η πρόβλεψη μελλοντικού πληθυσμού μιας περιοχής.

8.4 Περιπτώσεις ενδιαφέροντος

8.4.1 Ιεράπετρα

Ο συνολικός αριθμός αντλιών στην περιοχή της Ιεράπετρας ανέρχεται σε 727 με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 6942kW. Το 95% των αντλιών αυτών έχει ισχύ μικρότερη από 30kW ενώ 95% των αντλιών δουλεύει λιγότερο από 6.4 ώρες κατά μέσο όρο ημερησίως. Η μέση ημερήσια ζήτηση ενέργειας από το σύνολο των αντλιών είναι 8849kWh, οδηγώντας σε μέσο συντελεστή φορτίου ίσο με μόλις 5.3%.

Για την περίοδο των 131 ημερών από τις οποίες προέκυψαν τα δεδομένα η ζήτηση των αντλιών της Ιεράπετρας αντιστοιχεί στο 0.122% της ζήτησης όλης της Κρήτης και στο 2.11% της ζήτησης του Υ/Σ Ιεράπετρας για την ίδια περίοδο. Οι ώρες λειτουργίας έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με το παράρτημα IV. Αναλυτικά το σύνολο των αντλιών ανά δημοτικό διαμέρισμα περιλαμβάνεται στον παρακάτω πίνακα:

ΔΗΜΟΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	ΑΡ.ΑΝΤΛΙΩΝ	ΕΓΚ.ΙΣΧΥΣ (Kw)	kWh
Δ.Δ. ΚΑΒΟΥΣΙΟΥ	6	763,5	485,828
Δ.Δ. ΠΑΧΕΙΑΣ ΑΜΜΟΥ	24	191,4	401,8369
Δ.Δ. ΚΑΤΩ ΧΩΡΙΟΥ	27	352,1	158,062
Δ.Δ. ΟΡΕΙΝΟΝ	5	70,8	3,319
Δ.Δ. ΑΓ.ΙΩΑΝΝΗΣ	71	769,2	591,2225
Δ.Δ. ΣΧΟΙΝΟΚΑΨΑΛΑΣ	7	90,8	253,544
Δ.Δ. ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	443	2693,912	5026,695
Δ.Δ. ΑΝΑΤΟΛΗΣ	60	777	628,3958
Δ.Δ. ΜΥΡΤΟΣ	16	156,4	113,888
Δ.Δ. ΜΑΚΡΥΛΙΑΣ	5	82,3	40,456
Δ.Δ. ΜΕΣΣΕΛΕΡΟΙ	1	45,4	142,556
Δ.Δ.ΚΑΛΑΜΑΥΚΑ	5	52,9	44,4186
Δ.Δ. ΓΔΟΧΙΑΣ	12	136	62,151
Δ.Δ. ΜΟΥΡΝΙΑΙ	2	10,1	9,891
Δ.Δ. ΜΑΛΑΙ	9	129,8	142,7972
Δ.Δ. ΜΥΘΟΙ	5	155,8	239,465
Δ.Δ. ΡΙΖΑ	1	168	0
Δ.Δ. ΚΟΥΤΣΟΥΡΑ	21	326,9	504,886
ΣΥΝΟΛΟ	720	6972,312	8849,41209

ΠΙΝΑΚΑΣ 40 ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΑ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ-ΔΗΜΟΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

8.4.2 Μοίρες

Ο Υ/Σ Μοιρών εξυπηρετεί τους πρώην Καποδιστριακούς δήμους, Μοιρών, Κόφινα και Τυμπακίου

Ο συνολικός αριθμός αντλιών στην περιοχή των Μοιρών ανέρχεται σε 422 με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 7103kW. Το 95% των αντλιών αυτών έχει ισχύ μικρότερη από 45kW ενώ το 95% των αντλιών δουλεύει λιγότερο από 10.6 ώρες κατά μέσο όρο ημερησίως. Η μέση ημερήσια ζήτηση ενέργειας από το σύνολο των αντλιών είναι 26717kWh, οδηγώντας σε μέσο συντελεστή φορτίου ίσο με 15.67%.

Για την περίοδο των 131 ημερών για τις οποίες υπήρχαν δεδομένα στην [8] η ζήτηση των αντλιών των Μοιρών αντιστοιχεί στο 0.52% της ζήτησης όλης της Κρήτης και στο 6.87% της ζήτησης του Υ/Σ Μοιρών για την ίδια περίοδο.

Από τις συγκεκριμένες αντλίες το 5% των αντλιών το οποίο παρουσιάζει τον μεγαλύτερο μέσο αριθμό ωρών λειτουργίας παρουσιάζεται κατά όμοιο τρόπο με την Ιεράπετρα στους πίνακες που ακολουθούν. Οι ώρες λειτουργίας έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με το παράρτημα IV.

ΔΗΜΟΣ ΜΟΙΡΩΝ	ΑΡ.ΑΝΤΛΙΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)
Δ.Δ. Αληθινής	3	87,8	311,18
Δ.Δ. Αντισκάρι	44	462,5	1085,18
Δ.Δ. Γαλιάς	22	497,6	1800,26
Δ.Δ. Κ.Λιμένες	8	130	217,98
Δ.Δ. Καστέλι	4	132,5	1215,17
Δ.Δ. Κούσες	5	190,8	658,92
Δ.Δ. Πέρι	3	100,2	60,74
Δ.Δ. Μοιρών	27	398,7	1252,58
Σύνολο	116	2000,1	6602,01

ΠΙΝΑΚΑΣ 41 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑ ΔΗΜ.ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΜΟΙΡΩΝ –Υ/Σ ΜΟΙΡΩΝ

ΔΗΜΟΣ ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ	ΑΡ.ΑΝΤΛΙΩΝ	ΕΓΚ.ΙΣΧΥΣ (kW)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (Kw)
Δ.Δ. Μαργαρικάρι	6	91,2	379,13
Δ.Δ. Κλήμα	11	420,7	2582,98
Δ.Δ. Φανερωμένη	4	136,7	978,81
Δ.Δ. Αγ.Ιωάννη	2	113,7	36,9
Δ.Δ. Βύροι	15	323,9	1023,7
Δ.Δ. Καμηλάρι	4	112,3	1323,8
Δ.Δ. Κισσοί	6	49,8	271,5
Δ.Δ. Κόκκινος Πύργος	10	171,1	333,25
Δ.Δ. Σίβας	6	89,3	681,74
Δ.Δ. Τυμπάκιου	163	2069,9	6112,66
Σύνολο	222	3578,6	13723,75

ΠΙΝΑΚΑΣ 42 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑ ΔΗΜ.ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΤΥΜΠΑΚΙΟΥ –Υ/Σ ΜΟΙΡΩΝ

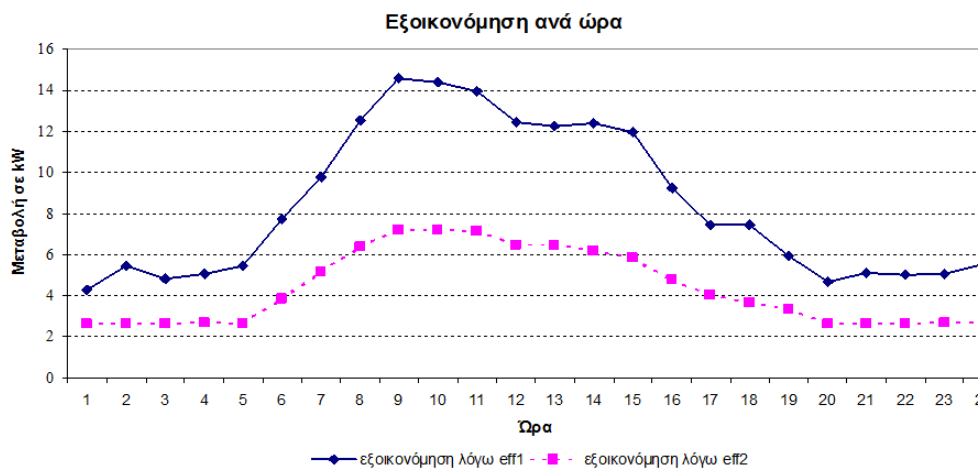
ΔΗΜΟΣ ΚΟΦΙΝΑ	ΑΡ.ΑΝΤΛΙΩΝ	ΕΓΚ.ΙΣΧΥΣ(Kw)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kW)
Δ.Δ. Κάτω Ακριά	12	159,9	662,51
Δ.Δ. Διονύσι	10	235,6	742,42
Δ.Δ. Λούρες	19	321	624,25
Δ.Δ. Σταβιές	20	458,3	2718,5
Δ.Δ. Στέρνες	6	167	1120,04
Δ.Δ. Σωκαράς	12	181,9	524,26
Σύνολο	79	1523,7	6391,98

ΠΙΝΑΚΑΣ 43 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑ ΔΗΜ.ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΚΟΦΙΝΑ-Υ/Σ ΜΟΙΡΩΝ

	Αρ.Αντλιών	Εγκ.Ισχύς(kW)	Ενέργεια (kWh)
Δήμος Μοιρών	116	2000,1	6602,01
Δήμος Τυμπακίου	222	3578,6	13723,75
Δήμος Κοφίνα	79	1523,7	6391,98
Σύνολο	417	7102,4	26717,74

ΠΙΝΑΚΑΣ 44 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΔΗΜΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΩΝ Υ/Σ ΜΟΙΡΩΝ

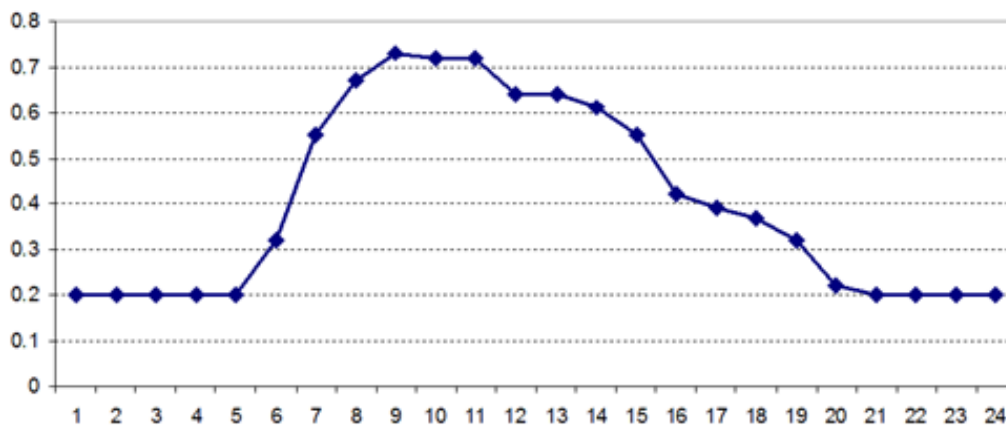
9 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΗΕ ΚΡΗΤΗΣ



9.1 Εξαγωγή χρονοσειράς κατανάλωσης αντλιών

Τα πρωτογενή στοιχεία αφορούσαν την κατανάλωση ενέργειας και την ισχύ των αντλιών σε δεδομένη περίοδο του καλοκαιριού. Επομένως μπορούσε να εξαχθεί ο μέσος αριθμός ωρών λειτουργίας των αντλιών. Προκειμένου να εκτιμηθεί η επίπτωση στο σύστημα της Κρήτης χρειαζόταν κάποια εκτίμηση της χρονοσειράς ζήτησης των αντλιών. Για το σκοπό αυτό αξιοποιήθηκε η πληροφορία για την τυπική καμπύλη ζήτησης αγροτικών καταναλωτών, όπως φαίνεται στην παρακάτω καμπύλη. Η καμπύλη αυτή έχει αναχθεί στην ονομαστική ισχύ των αντλιών.

Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της γεωργικής ζήτησης οφείλεται στις αντλίες των γεωτρήσεων η χρήση της παραπάνω καμπύλης για την εξαγωγή καμπύλης κατανάλωσης αντλητικών συγκροτημάτων άρδευσης θα ήταν μία καλή προσέγγιση στο πρόβλημά.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 48 ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Δεν εργάζονται όλες οι αντλίες ταυτόχρονα αλλά ούτε και τον ίδιο αριθμό ωρών μέσα στην ημέρα. Επίσης θεωρήθηκε ότι οι αντλίες έχουν δύο δυνατές καταστάσεις λειτουργίας, μηδενική και πλήρη ισχύς. Ο λόγος είναι ότι δεν ήταν γνωστό για κάθε επί μέρους αντλία αν αυτή εργάζεται υπό μερικό φορτίο.

Προκειμένου λοιπόν να προσεγγιστεί η καμπύλη ζήτησης ομάδας αντλιών ώστε να χρησιμοποιηθεί ως είσοδο στον κώδικα εκτίμησης οικονομικής επίπτωσης σε ένα ΣΗΕ ή σε έναν Υποσταθμό διανομής, ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα:

1. Δημιουργήθηκε ένα αρχείο με στοιχεία –ώρες λειτουργίας αντλίας ανά ημέρα και ισχύ αντλιών για την περιοχή που εξετάζεται (Ισχύς-ώρες) και εισήχθη στο πρόγραμμα παραγωγής χρονοσειράς. Στο ίδιο αρχείο περιλαμβάνονται και πληροφορίες για την απόδοση των αντλιών που θεωρήθηκε ανάλογα με το επίπεδο eff_3 , eff_2 και eff_1 προκειμένου να εξεταστεί και η καμπύλη κατανάλωσης μετά από αντικατάσταση των αντλιών.
2. Βρέθηκαν οι συνολικές ώρες μη λειτουργίας ανά αντλία ώστε να χρησιμοποιηθεί ως πληροφορία για την εξαγωγή των τυχαίων αριθμών που θα οδηγήσουν στην απόφαση λειτουργίας ή μη των αντλιών (Παράρτημα IV).

3. Προκειμένου να προσομοιωθεί η σχετικά συχνή εκκίνηση αντλιών και για να υπάρχει καλύτερη ποιότητα τυχαίων αριθμών παρήχθησαν για κάθε ημέρα και για κάθε αντλία συνολικά 2880 δείγματα (ανά μισό λεπτό).
4. Χωρίστηκε η ημέρα σε 3 επίπεδα ζήτησης υψηλή, χαμηλή και μέση. Στην υψηλή ζήτηση 1080 δείγματα (9 ώρες). Στη μέση ζήτηση 570 δείγματα (κάτι λιγότερο από 5 ώρες) και στη χαμηλή τα υπόλοιπα. Η αντιστοίχιση της ζήτησης με την ώρα της ημέρας παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζεται και ο αριθμός των απαιτούμενων δειγμάτων. Η κατανομή των λεπτών λειτουργίας κατά περίοδο παρουσιάζεται στη στήλη ποσοστό χρονικής λειτουργίας. Επομένως αν μία αντλία εργάζεται 10 ώρες σε μία ημέρα, π.χ. από τις 7 το βράδυ μέχρι τις 5 το πρωί δεν πρόκειται να λειτουργήσει συνολικά περισσότερο από 2 ώρες.

Ωρα της ημέρας	Ζήτηση	Δείγματα	Ποσοστό χρονικής λειτουργίας σε σχέση με την ημέρα
0.00-05.00	Χαμηλή	600	10%
05.00-06.15	Μέση	150	4%
06.15-15.15	Υψηλή	1080	63%
15.15-18.45	Μέση	420	13%
18.45-00.00	Χαμηλή	630	10%

ΠΙΝΑΚΑΣ 45 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΩΡΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ

5. Για κάθε μία από τις περιόδους, την πληροφορία για τις ώρες λειτουργίας των αντλιών αλλά και την τυπική καμπύλη αγροτικών καταναλωτών (κυρίως άρδευσης), εκτιμάται κατά περίοδο πόσες στιγμές θα λειτουργήσει η αντλία.
6. Παράγονται σε κάθε περίοδο τόσοι τυχαίοι αριθμοί όσα τα απαιτούμενα βήματα. Το κατώφλι αποδοχής της αντλίας ως λειτουργούσα ή μη για τη συγκεκριμένη περίοδο προκύπτει από το λόγο αναμενόμενα λεπτά λειτουργίας/αριθμός δειγμάτων .
7. Ανά περίοδο βρέθηκαν με τη βοήθεια αυτής της καμπύλης αλλά και του αριθμού ωρών λειτουργίας των αντλιών πόσα λεπτά ανά περίοδο θα πρέπει η αντλία να λειτουργεί και πόσα όχι.
8. Παράγεται πίνακας με διάσταση όσος ο αριθμός των αντλιών επί τον αριθμό των ημερησίων δειγμάτων. Επίσης παράγεται μέση ωριαία τιμή για κάθε μία αντλία.
9. Η διαδικασία εκτέλεσης του προγράμματος επαναλαμβάνεται 10 φορές. Ο λόγος είναι να εξομαλυνθούν τα αποτελέσματα από την παραγωγή των τυχαίων αριθμών. Παράγεται μία μέση ωριαία τιμή από τις 10 αυτές επαναλήψεις, 1 για κάθε αντλία.
10. Έτσι παράγεται για κάθε επίπεδο απόδοσης eff1-3 ένα διάγραμμα 24 τιμών για κάθε μία αντλία.

Τέλος παράγονται 4 αρχεία, το πρώτο fin_cons_min.txt με την τιμή κατανάλωσης ανά 30 δευτερόλεπτα για κάθε αντλία και άλλα τρία με τίτλο fin_cons_hr1,2,3 τα οποία περιλαμβάνουν την ωριαία κατανάλωση ανά αντλία τύπου eff1,2,3 αντίστοιχα.

9.2 Εκτίμηση επίπτωσης στην οικονομική λειτουργία

9.2.1 Περιγραφή αλγορίθμου

Ο αλγόριθμος προσομοιώνει την αλλαγή στην οικονομική κατανομή των μονάδων του συστήματος. Στην ουσία, ανάλογα με τις συνθήκες, υπολογίζεται ποια είναι η βέλτιστη παραγωγή των μονάδων μετά τη μεταβολή κατανάλωσης των αντλιών, σύμφωνα με τους περιορισμούς που ακολουθούν παρακάτω. Στόχος είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους για το ΣΗΕ Κρήτης.

Ο αλγόριθμος εξετάζει πως η αντικατάσταση των αντλιών και η μείωση της ζήτησης που προκαλείται μπορεί να έχει τη βέλτιστη οικονομική επίπτωση σε οποιοδήποτε ΣΗΕ, στη συγκεκριμένη περίπτωση στο ΣΗΕ Κρήτης

Στόχος είναι η βέλτιστη μείωση της παραγωγής κάθε μονάδας για να επιτευχθεί το μέγιστο δυνατό όφελος για το σύστημα με τις δεδομένες συνθήκες. Η ιδιαιτερότητα σε αυτό το κομμάτι είναι πως οι μονάδες έχουν τη δυνατότητα μόνο να μειώσουν την παραγωγή τους και όχι να την αυξήσουν.

Παρακάτω φαίνεται η γραφική αναπαράσταση του προβλήματος της πρώτης οικονομικής κατανομής.



ΕΙΚΟΝΑ 42 ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Στον εφαρμοζόμενο αλγόριθμο επιλύεται το πρόβλημα ελαχιστοποίησης που εκφράζεται μαθηματικά στη σχέση (9.1):

$$F(x, t) = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{gen_max_num} f(dpg(i, t) - x(i, t)) \quad (9.1)$$

Όπου:

- gen_max_num*: ο αριθμός των συμβατικών μονάδων παραγωγής
- T*: χρονική περίοδος για τη βελτιστοποίηση
- dpg*: παραγωγή των μονάδων πριν τη βελτιστοποίηση(Στοιχεία ΔΕΗ)
- x*: διάνυσμα της μεταβολής της παραγωγής των μονάδων που προκύπτει μετά τη βελτιστοποίηση

Η συνάρτηση κόστους κατανάλωσης καυσίμου για την οικονομική κατανομή δίνεται από τη σχέση (9.2):

$$f(dpg(i, t) - x(i, t)) = (cubcoeff_i \cdot (dpg(i, t) - x(i, t))^3 + sqcoeff_i \cdot (dpg(i, t) - x(i, t))^2 + lincoeff_i \cdot (dpg(i, t) - x(i, t)) + constcoeff_i + start_up_i) \cdot fuel_cost \quad (9.2)$$

Όπου:

- cubcoeff_i*: Κυβικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (kg/MWh³)
- sqcoeff_i*: Τετραγωνικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (kg/MWh²)
- lincoeff_i*: Γραμμικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (kg/MWh)
- constcoeff_i*: Σταθερός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (kg)
- start_up_i*: Κατανάλωση καυσίμου κατά την εκκίνηση
- fuel_cost_i*: Κόστος κιλού ή λίτρου καυσίμου (αλλαγή ανά μήνα) για κάθε μονάδα (€/kg-lt)

Η λύση του προβλήματος πρέπει να είναι σύμφωνη με τους τεχνικούς περιορισμούς των μονάδων. Πιο συγκεκριμένα:

- Η μείωση στην παραγωγή των μονάδων θα πρέπει να τις οδηγεί σε λειτουργία εντός των ορίων τεχνικού ελαχίστου (9.3).
- Η μεταβολή της φόρτισης των μονάδων μεταξύ δύο διαδοχικών διαστημάτων θα πρέπει να ικανοποιεί τους περιορισμούς μεταβολής αύξησης (9.4) ή μείωσης (9.5) της φόρτισης σε κάθε μία εξεταζόμενη μονάδα.
- Οι μονάδες που λειτουργούν μπορούν μόνο να μειώσουν την παραγωγή τους και όχι να την αυξήσουν (9.6). Το βέλτιστο διάνυσμα μεταβολής της παραγωγής των μονάδων “x” θα αφαιρεθεί στο τέλος από τη συνολική παραγωγή.

- Η επιπρόσθετη παραγωγή θα πρέπει να είναι σε θέση να μην παραβιάζει τους περιορισμούς στρεφόμενης εφεδρείας (9.7).
- Οι μονάδες θα πρέπει να ικανοποιούν το σύνολο της ζήτησης του συστήματος. Η μεταβλητή IN αναφέρεται στις τελικά ενταγμένες μονάδες του συστήματος. (9.8).

$$P_{g_i}^{\min} \leq dp_g(i,t) - x(i,t) \quad (9.3)$$

$$dp_g(i,t) - x(i,t) - dp_g(i,t-1) + x(i,t-1) \leq up_rate_i \quad (9.4)$$

$$dp_g(i,t-1) - x(i,t-1) - dp_g(i,t) + x(i,t) \leq down_rate_i \quad (9.5)$$

$$0 \leq x(i,t) \quad (9.6)$$

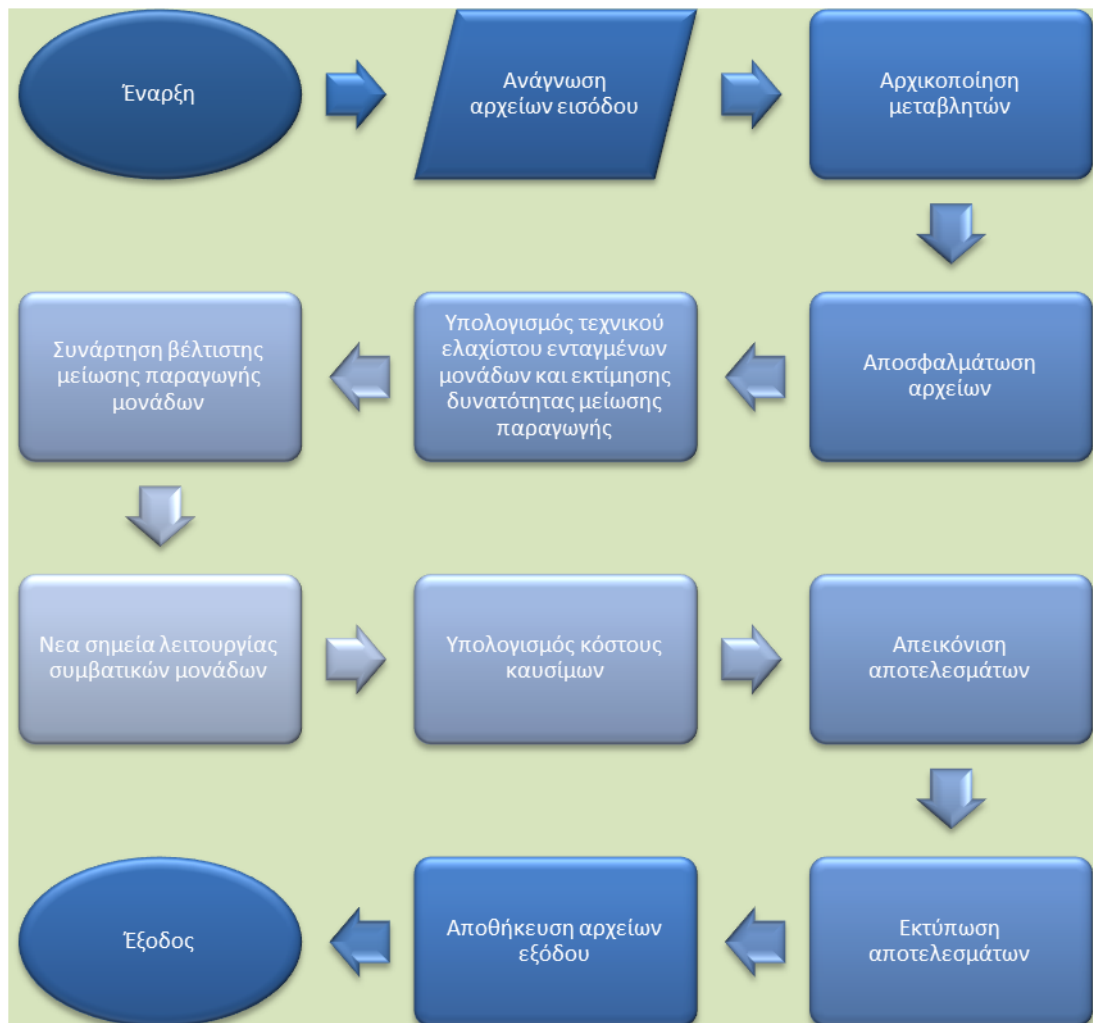
$$\sum_{i \in IN} P_{g_i}^{\max} - \sum_{i \in IN} (dp_g(i,t) - x(i,t)) \geq Spin_res(t) \quad (9.7)$$

$$\sum_{i \in IN} (dp_g(i,t) - x(i,t)) = Demand(t) - WP(t) - PUMP(t) \quad (9.8)$$

Ο αλγόριθμος στην ουσία δίνει την επιλογή στις ακριβές μονάδες του συστήματος να μειώσουν περισσότερο την παραγωγή τους λόγω της μείωσης της συνολικής κατανάλωσης των αντλιών αν είναι δυνατόν και πάντα σύμφωνα με τους περιορισμούς.

9.2.1.1 Διάγραμμα ροής αλγορίθμου

Το παρακάτω διάγραμμα ροής παρουσιάζει γενικά την λογική της επίλυσης του προβλήματος. Ενδιαφέρει η τιμή του αθροίσματος των τεχνικών ελαχίστων των μονάδων παραγωγής έτσι ώστε από τη μείωση της ζήτησης να μην υπάρχει κίνδυνος παραβίασης του τεχνικού ελαχίστου. Λόγω της σχετικά μικρής σε ισχύ μεταβολή της κατανάλωσης, αυτός ο περιορισμός δεν δημιουργεί προβλήματα στη συγκεκριμένη περίπτωση. Αφού προκύψει το διάγραμμα βελτιστοποίησης που περιγράφει τη βέλτιστη μείωση της παραγωγής των επί μέρους μονάδων, υπολογίζονται τα νέα σημεία λειτουργίας των μονάδων παραγωγής καθώς και η κατανάλωση καυσίμου και το κόστος λειτουργίας πριν και μετά την εφαρμογή του αλγορίθμου. Τα αποτελέσματα μπορούν να απεικονίζονται στην οθόνη του τελικού χρήστη ενώ αποθηκεύονται και σε αρχεία τύπου txt για δυνατότητα περαιτέρω αναλύσεων.



ΕΙΚΟΝΑ 43 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ

9.2.2 Περιγραφή κώδικα

9.2.2.1 Εισαγωγή

Για την επίλυση του προβλήματος που περιγράφηκε στις παραπάνω ενότητες αναπτύχθηκε λογισμικό σε περιβάλλον MATLAB με τη μορφή δομημένων συναρτήσεων, ώστε αυτό να μπορεί να εξελιχθεί ανά τμήμα ανάλογα με τις ανάγκες. Ως βήμα των προσομοιώσεων θεωρήθηκε διάστημα μίας ώρας. Το πρόγραμμα έτρεξε για δεδομένα που αντιστοιχούν σε κάθε μήνα ξεχωριστά για ευκολία στη διαχείριση των αποτελεσμάτων και παρατήρηση της συμπεριφοράς του συστήματος ανά μήνα.

9.2.2.2 Συναρτήσεις – Ρουτίνες

Οι συναρτήσεις που αποτελούν το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι:

- Ecdis: Κυρίως υπορουτίνα υπεύθυνη τόσο για την ανάγνωση των δεδομένων εισόδου όσο και για τη δημιουργία αρχείων εξόδου.
- cost_f: Αποτελεί την συνάρτηση που καλούμαστε να βελτιστοποιήσουμε (αντικειμενική συνάρτηση).
- confi: Αποτελεί την υπορουτίνα που περιγράφει τους περιορισμούς τους προβλήματος.
- opt: Αποτελεί την υπορουτίνα που χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση optimization-fmincon του Matlab και κατάλληλες παραμέτρους βελτιστοποιεί το κόστος για την ικανοποίηση της ισχύος μετά την είσοδο των αντλιών. Η συγκεκριμένη συνάρτηση χρησιμοποιεί τις εισόδους και εξόδους των δύο συναρτήσεων cost_f και confi προκειμένου να επιλύσει το πρόβλημα βελτιστοποίησης, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Σειριακού Τετραγωνικού Προγραμματισμού.

9.2.2.3 Ανάλυση λειτουργιών

Στην κύρια υπό-ρουτίνα Ecdis του αλγορίθμου εκτελούνται οι εξής διαδικασίες:

- Ανάγνωση και αποσφαλμάτωση των αρχείων εισόδου.
- Εξέταση για την εκκίνηση ή μη επιπλέον μονάδας.
- Καταγραφή των αποτελεσμάτων που επιστρέφονται από τις συναρτήσεις που κλήθηκαν.
- Υπολογισμός των τελικών αποτελεσμάτων τα οποία εκτυπώνει και αποθηκεύει σε αρχεία.

Οι λειτουργίες περιγράφονται αναλυτικότερα σε βήματα:

Βήμα 1 - Ανάγνωση αρχείων εισόδου

Τα αρχεία που χρησιμοποιούνται είναι:

α) Αρχείο indat.txt που περιλαμβάνει τα στατικά στοιχεία των 27 συνολικά μονάδων του συστήματος. Μία τυπική εικόνα του αρχείου δίνεται στην *Εικόνα 44*.

Αρχείο	Επεξεργασία	Μορφή	Προβολή	Βοήθεια						
7	15	0.476	-11.824	378.937	0.001	0.1839	1489	0.01	200	2
4	6.3	17.377	-167.2	727.6	0.001	0.1839	464.24	0	200	1
7	15	0.476	-11.824	378.937	0.001	0.1839	1489	0.01	35	3
13	25	0.18	-8.053	355.088	0	0.1839	2600	0.01	60	4
14	25	0.092	-4.166	300.58	0	0.1839	1547	0.01	13.5	5
14	25	0.092	-4.166	300.58	0	0.1839	1547	0.07	27	6
3	11.8	0.421	-8.378	230.369	0	0.1839	192	0.03	38	7
3	11.8	0.421	-8.378	230.369	0	0.1839	192	0.03	20	8
3	11.8	0.421	-8.378	230.369	0	0.1839	139.27	0.03	0	9
3	11.8	0.421	-8.378	230.369	0.01	0.1839	139.27	0.03	0	10
3	15	0.0001	0.81	233.57	1709	0.3422	179.11	0.03	0	11
3	15	0.0001	0.81	233.57	1709	0.3422	179.1	0.03	0	12
5	21	0.0001	0.001	247	2126	0.3422	15	0.01	0	13
11	62.5	0.001	0.01	145.54	5120	0.3422	192.01	0.01	0	14
11	62.5	0.001	0.01	145.64	5120	0.3422	230.41	0.01	0	15
3	14	0	0.01	267	2170	0.3422	38.4	0.1	0	16
3	18.8	0	0.01	219	2865	0.3422	460.83	0.005	0	17
5	28.1	0	0.01	275	3757	0.3422	307.22	0	0	18
2.51	58	0.001	0.01	227	5000	0.3422	0.1	0.011	0	19
2.41	58	0.001	0.01	227	5000	0.3422	0.1	0.021	0	20

ΕΙΚΟΝΑ 44 ΕΝΑ ΤΥΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ INDAT.TXT

β) Στη συνέχεια φορτώνεται το αρχείο Id.txt με τα φορτία του συστήματος για την διάρκεια της ανάλυσης.

γ) Ακολουθεί το αρχείο ramprates.txt του οποίου η πρώτη στήλη δίνει το ρυθμό μείωσης της φόρτισης της γεννήτριας σε μία ώρα down_ratei και η δεύτερη το ρυθμό ανάληψης φορτίου σε μία ώρα upratei. Η τιμή του αρχείο αποθηκεύεται στη μεταβλητή ramprat.

δ) Το αρχείο availability.txt δίνει τη διαθεσιμότητα κάθε μίας μονάδας για κάθε χρονικό υπό-διάστημα του υπό εξέταση χρονικού διαστήματος. Οι τιμές σε αυτό το αρχείο είναι 0 ή 1 με την τιμή 1 να συμβολίζει την πλήρως διαθέσιμη μονάδα και την τιμή 0 να συμβολίζει τη μη διαθέσιμη μονάδα. Η μεταβλητή avail αποθηκεύει τις τιμές που περιέχει το αρχείο αυτό.

ε) Το αρχείο dispatch_with_WP.txt περιέχει την παραγωγή κάθε συμβατικής μονάδας για κάθε βήμα της προσομοίωσης. Πηγή μας ήταν τα αρχεία καταγραφής των μονάδων του υπό μελέτη συστήματος.

στ) Το αρχείο PUMPs.txt περιέχει την μεταβολή της κατανάλωσης των αντλιών για κάθε βήμα της προσομοίωσης.

ζ) Το αρχείο WP_production.txt περιέχει την συνολική αιολική παραγωγή του ΣΗΕ Κρήτης για κάθε βήμα της προσομοίωσης.

Βήμα 2 - Αρχικοποίηση μεταβλητών

Στη συνέχεια αρχικοποιούνται οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στους περαιτέρω υπολογισμούς. Έτσι αποθηκεύεται στη μεταβλητή gen_max_num ο μέγιστος αριθμός των συμβατικών μονάδων που υπάρχουν στο σύστημα. Επίσης αρχικοποιούνται στο μηδέν οι μεταβλητές που αποθηκεύουν αποτελέσματα για κάθε βήμα προσομοίωσης, όπως η κατανάλωση καυσίμου, η ικανότητα παραγωγής κτλ.

Βήμα 3 - Αποσφαλμάτωση Αρχείων

Λόγω προβλημάτων του συστήματος τηλε-μετρήσεων SCADA υπάρχουν περιπτώσεις που δεν καταγράφηκε η παραγωγή των μονάδων ή τα φορτία του συστήματος. Μερικές γραμμές κώδικα αντιμετωπίζουν το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Σημειώνεται ότι οι αρνητικές καταγραφές παραγωγής μηδενίζονται διότι είναι σφάλματα του αρχείου καταγραφής. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει καταγραφή για κάποια ώρα, τότε εάν αυτή είναι η πρώτη ώρα της ημέρας λαμβάνονται οι καταγραφές της επόμενης ώρας ειδάλλως λαμβάνεται το ημι-άθροισμα της παραγωγής της προηγούμενης και της επόμενης ώρας. Για το φορτίο ενδιαφέρει το περιεχόμενο του σχετικού αρχείου Load.txt ενώ για τις παραγωγές των τοπικών μονάδων ενδιαφέρει το άθροισμα ανά βήμα προσομοίωσης των παραγωγών τους.

Βήμα 4 - Υπολογισμός ικανότητας μονάδων

Από το αρχείο dispatch_with_WP.txt που περιέχει τις παραγωγές των συμβατικών μονάδων μπορεί κανείς να κατανοήσει αν κάποια μονάδα είναι ή όχι ενταγμένη στο σύστημα και να υπολογιστεί η τρέχουσα ικανότητα παραγωγής των ενταγμένων μονάδων. Μία μονάδα θεωρείται ενταγμένη αν η παραγωγή της ξεπερνά το τεχνικό ελάχιστο (9.9) και σημειώνεται με 1 στον πίνακα stat(t), διαφορετικά με 0. Η ικανότητα παραγωγής για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή δίνεται από την σχέση (9.10), όπου reserves_i, ένα ποσοστό μείωσης της ικανότητας παραγωγής της μονάδας για να συνεισφέρει ταχύτερα στη στρεφόμενη εφεδρεία του συστήματος. Το ποσοστό αυτό επιλέγεται να υπολογίζεται από τη μέγιστη τιμή που καταγράφεται για την παραγωγή της μονάδας για ένα συγκεκριμένο υψηλό ποσοστό του έτους, π.χ. 95%. Η μέγιστη ικανότητα παραγωγής του συστήματος από τις διαθέσιμες μονάδες όπως καταγράφονται στον πίνακα avail(t) θα δίνεται από τη σχέση (9.11).

$$dpg(i,t) > Pg_i^{\min} \quad (9.9)$$

$$sum_in(t) = \sum_{i=1}^{gen_max_num} stat(t)_i \cdot (1 - reserves_i) \cdot Pg_i^{\max} \quad (9.10)$$

$$act_gen(t) = \sum_{i=1}^{gen_max_num} avail(t)_i \cdot (1 - reserves_i) \cdot Pg_i^{\max} \quad (9.11)$$

Βήμα 5 - Αποτελέσματα και Υπολογισμός μεταβλητών εξόδου

Μετά την ολοκλήρωση της opt, εμφανίζεται μία αναφορά ελέγχου της διαδικασίας βελτιστοποίησης δηλαδή εάν η μέθοδος συνέκλινε, εξάντλησε τις επαναλήψεις ή δεν βρήκε εφικτή λύση καθώς και επιστρέφεται το διάνυσμα της αλλαγής της παραγωγής των τοπικών μονάδων, x.

Έτσι, η τελική παραγωγή για τις γεννήτριες διαμορφώνεται από τη σχέση (9.12).

$$final_gen(i,t) = dPg(i,t) - x(i,t) \quad (9.12)$$

Το κόστος παραγωγής για κάθε μία ώρα υπολογίζεται με αντικατάσταση στην αντίστοιχη σχέση κόστους. Η διαίρεση με το κόστος καυσίμου δίνει την κατανάλωση καυσίμου. Εάν εκκίνησε μία μονάδα ή όχι τότε αυτό προκύπτει από την διαφορά stat(i,t) - stat(i,t-1), οπότε αν για κάποια μονάδα i αυτή η τιμή είναι διάφορη της μονάδας τότε σημαίνει ότι η μονάδα εκκίνησε οπότε πρέπει να συμπεριληφθεί το κόστος εκκίνησης στο συνολικό κόστος λειτουργίας του συστήματος.

Η καταγραφή γίνεται μόνο για τις περιόδους κατά τις οποίες το πρόβλημα της βελτιστοποίησης έχει λύση. Αντίθετα σε περίπτωση μη σύγκλισης του αλγορίθμου είτε λόγω σφάλματος στα δεδομένα εισόδου, είτε λόγω ειδικής περίπτωσης στην καταγραφή των δεδομένων, π.χ. στιγμιαία υπερφόρτιση μονάδας, μπορούμε να εντοπίσουμε ακριβώς σε ποια ακριβώς ώρα παρουσιάστηκε το πρόβλημα.

Πλεονέκτημα λοιπόν του αλγορίθμου είναι το ότι παρά τη μη σύγκλιση σε κάποια ανακύκλωση η διαδικασία εκτέλεσης συνεχίζεται χωρίς να επηρεάζεται από τις προηγούμενες καταστάσεις, απλά τα αποτελέσματα των παρομοιώσεων για αυτές τις ώρες αγνοούνται ώστε όταν διορθωθεί το πρόβλημα με τα δεδομένα κτλ, ο χρήστης να προσθέσει το κόστος στη συνέχεια «τρέχοντας» χωριστά τις ώρες αυτές.

Βήμα 6 - Εκτύπωση και Απεικόνιση αποτελεσμάτων

Σε γραφήματα εκτυπώνονται οι τιμές των μεταβλητών `final_gen` και `dP` για κάθε χρονική στιγμή και κάθε μονάδα. Τα γραφήματα έχουν τη μορφή στοίβας και ράβδων. Τυπικά γραφήματα εξόδου παρουσιάζονται στις εικόνες *Εικόνα 45* και *Εικόνα 46*.

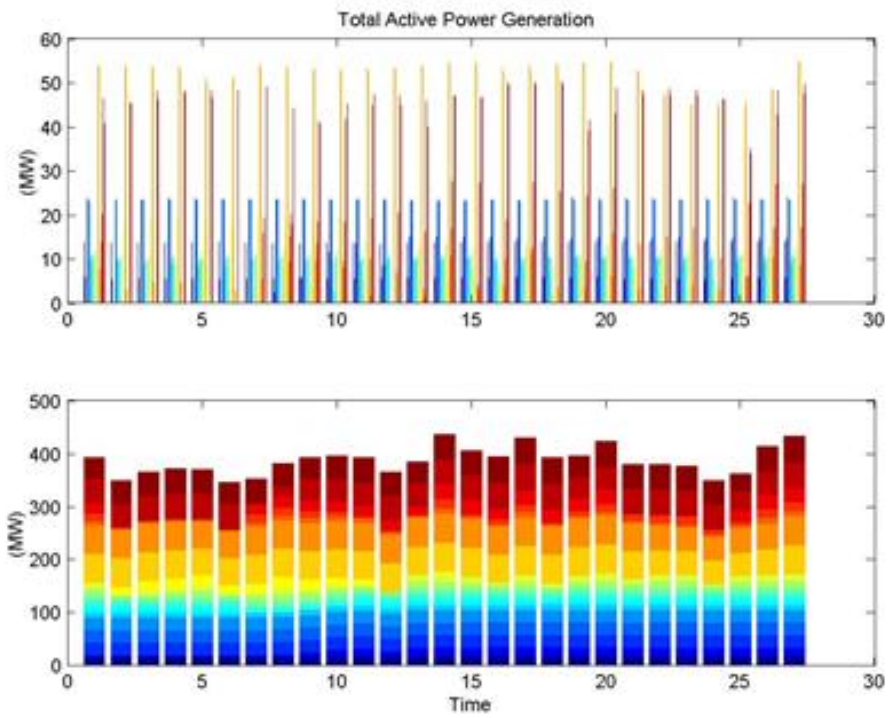
Από τη μορφή στοίβας για τη μεταβλητή `final_gen` μπορεί να εκτιμήσει ο χρήστης το ύψος του φορτίου που καλούνται να ικανοποιήσουν οι μονάδες, ενώ από τη μορφή ράβδων να εκτιμήσει το ύψος παραγωγής κάθε μονάδας χωριστά

Αντίστοιχα από τη μορφή στοίβας για τη μεταβλητή `dP` μπορεί να εκτιμήσει το ύψος του επιπλέον φορτίου που καλούνται να ικανοποιήσουν οι μονάδες, κατά συνέπεια και την μεταβολή της κατανάλωσης των αντλιών ενώ από τη μορφή ράβδων να εκτιμήσει την πρόσθετη παραγωγή κάθε μονάδας χωριστά και να εκτιμήσει ποιες μονάδες έχουν μικρότερο διαφορικό κόστος λειτουργίας οπότε και είναι οικονομικότερο να αναλάβουν κάποια αύξηση του φορτίου.

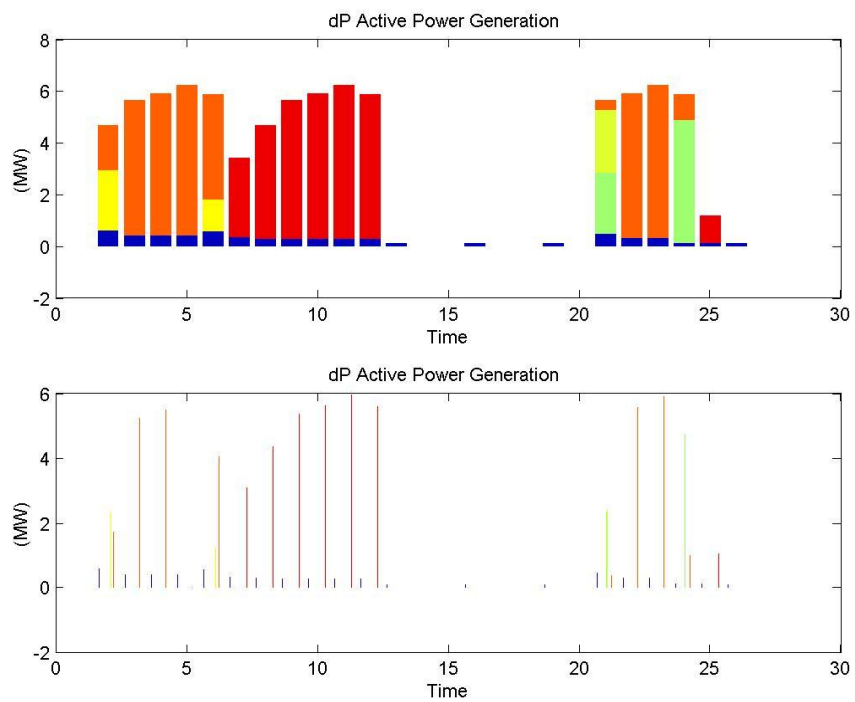
Στο τέλος της διαδικασίας καταγράφεται ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης του αλγορίθμου. Έτσι μπορεί ο χρήστης, εάν κρίνει σκόπιμο, να τροποποιήσει την ακρίβεια της μεθόδου ή τον αριθμό των επαναλήψεων προκειμένου να ελαττώσει το χρόνο σύγκλισης.

Βήμα 7 - Αποθήκευση αρχείων εξόδου

Παράγονται αρχεία εξόδου ένα για την τελική παραγωγή, `final_gen.txt` και ένα για τη μεταβολή της παραγωγής `dP.txt`. Επίσης εξάγονται το κόστος που εξοικονομήθηκε και τα αντίστοιχα κιλά των καυσίμων όπως και ότι άλλο χρειάστηκε για την αναπαράσταση των αποτελεσμάτων. Εύκολα αυτά μπορούν να επεξεργαστούν από οποιοδήποτε πρόγραμμα για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Σε αυτή την περίπτωση τα δεδομένα επεξεργάστηκαν με το excel και παρουσιάζονται σε πίνακες και γραφήματα.



ΕΙΚΟΝΑ 45 ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ FINAL_GEN



ΕΙΚΟΝΑ 46 ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ DP

9.3 Αντικατάσταση αντλιών με μεγαλύτερη απόδοση

Οι προσομοιώσεις για την επίπτωση των αντλιών στην οικονομική λειτουργία του ΣΗΕ Κρήτης πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τη μεθοδολογία που προαναφέρθηκε. Η τιμή του καυσίμου που θεωρήθηκε ήταν η μέση τιμή για το 2008, 0.697 €/lt και 0.4072 €/kg για diesel και μαζούτ αντίστοιχα. Σε αυτήν την προσέγγιση θεωρήθηκε ότι το 5% των αντλιών που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο συντελεστή φόρτισης (loadfactor) στις περιοχές των Υ/Σ Ιεράπετρας και Μοιρών αναβαθμίζεται από κατηγορία Eff3 σε κατηγορίες Eff2 και Eff1.

9.3.1 Ιεράπετρα

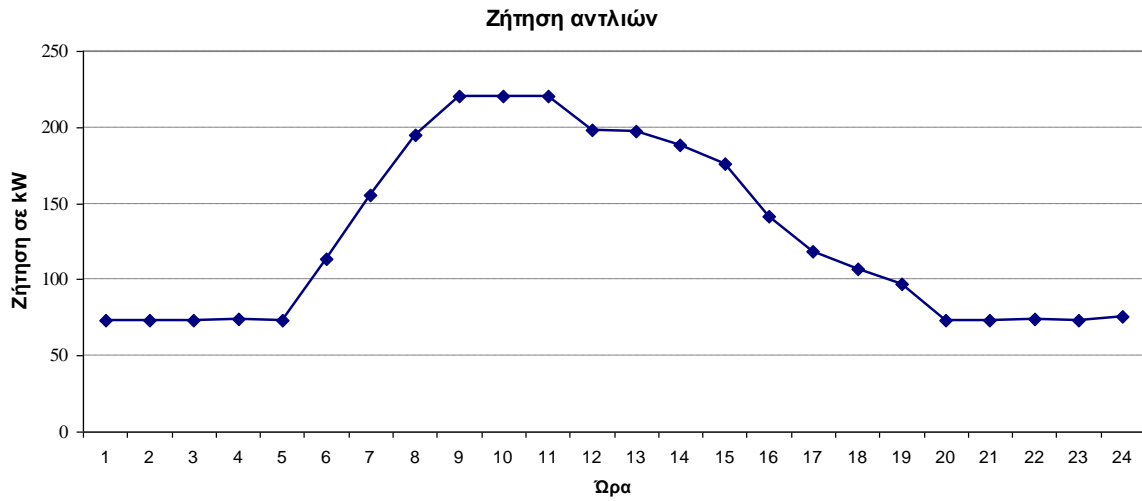
Οι αντλίες με τον υψηλότερο συντελεστή φορτίου παρουσιάζονται κατά φθίνοντα αριθμό ωρών λειτουργίας ανά ημέρα στον παρακάτω πίνακα. Για κάθε μία από τις αντλίες παρουσιάζεται και η απόδοσή της που αντιστοιχεί στην ελάχιστη τιμή των πινάκων της βάσης δεδομένων EURODEEM για ηλεκτρική μηχανή παρόμοιας ισχύος. Η ελάχιστη απόδοση που αντιστοιχεί σε Eff2 και Eff1 (Παραρτήματα I,II) παρουσιάζεται επίσης στο συγκεκριμένο πίνακα.

Δημ.Διαμ. Δήμου Ιεράπετρας	Ισχύς Αντλίας (kW)	Συντελεστής Φόρτισης	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα (h)	Απόδοση(%)	Απόδοση Eff2(%)	Απόδοση Eff1(%)	Γραμμή
Ιεράπετρα	0.3	0.566	13.58	64	76.2	83.8	ΓΔ24
Ιεράπετρα	1.4	0.412	9.88	76.2	78.5	85	ΓΔ24
Ιεράπετρα	1.5	0.272	6.52	76.2	78.5	85	ΓΔ24
Κ.Χωριό	1.9	0.332	7.96	77.3	81	86.4	ΓΔ22
Ιεράπετρα	2.2	0.765	18.36	76.5	81	86.4	ΓΔ24
Κουτσουράς	2.2	0.621	14.9	76.5	81	86.4	ΓΔ27
Κουτσουράς	2.2	0.621	14.9	76.5	81	86.4	ΓΔ27
Κουτσουράς	2.2	0.621	14.9	76.5	81	86.4	ΓΔ27
Ιεράπετρα	2.2	0.311	7.46	76.5	81	86.4	ΓΔ24
Ιεράπετρα	2.3	0.330	7.91	76.5	81	86.4	ΓΔ24
Ιεράπετρα	2.3	0.330	7.91	76.5	81	86.4	ΓΔ24
Αγ.Ιωάννης	3	0.355	8.52	80.3	82.6	87.4	ΓΔ23
Αγ.Ιωάννης	3.3	0.290	6.99	80.3	82.6	87.4	ΓΔ23
Ιεράπετρα	3.7	0.385	9.24	87	84.2	90.1	ΓΔ24
Ιεράπετρα	4	0.708	17	79	84.2	88.3	ΓΔ24

Κ.Χωριό	4.2	0.432	10.37	79	84.2	88.3	ΓΔ22
Ιεράπετρα	4.6	0.374	8.98	79	84.2	88.3	ΓΔ24
Ιεράπετρα	4.7	0.344	8.25	79	84.2	88.3	ΓΔ24
Ιεράπετρα	4.7	0.344	8.25	79	84.2	88.3	ΓΔ24
Ιεράπετρα	5.1	0.747	17.93	80	85.7	89.2	ΓΔ24
Αγ.Ιωάννης	5.9	0.358	8.6	80.9	85.7	89.2	ΓΔ23
Ιεράπετρα	7.5	0.574	13.77	84	87	90.1	ΓΔ24
Ιεράπετρα	7.5	0.574	13.77	84	87	90.1	ΓΔ24
Ιεράπετρα	7.5	0.448	10.76	84	87	90.1	ΓΔ24
Π.Άμμος	8	0.333	8	84	87	90.1	ΓΔ22
Ιεράπετρα	8.23	0.343	8.23	84	87	90.1	ΓΔ24
Ιεράπετρα	8.4	0.310	7.44	84	87	90.1	ΓΔ24
Ιεράπετρα	9.2	0.318	7.63	84	87	90.1	ΓΔ24
Σχοινοκαψά λα	11	0.388	9.31	84.5	88.4	91	ΓΔ23
Ιεράπετρα	11.1	0.640	15.37	84.5	88.4	91	ΓΔ24
Ιεράπετρα	14.7	0.322	7.72	86	88.4	91	ΓΔ24
Ιεράπετρα	14.8	0.283	6.8	86	88.4	91	ΓΔ24
Ιεράπετρα	15	0.675	16.2	86	88.4	91	ΓΔ24
Ιεράπετρα	18.5	0.925	22.2	87	90	92.2	ΓΔ24
Ανατολή	19.4	0.268	6.42	88	90	92.2	ΓΔ25
Ιεράπετρα	22	0.402	9.65	89	90.5	92.6	ΓΔ24
Σχοινοκαψά λα	22.2	0.271	6.5	89	90.5	92.6	ΓΔ23
Καβούσι	24	0.459	11.02	89	90.5	92.6	ΓΔ22

ΠΙΝΑΚΑΣ 46 ΑΝΤΛΙΕΣ Υ/Σ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΣΕ EFF2, EFF3

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την ανά ώρα κατανάλωση των αντλιών αυτών πριν από τα έργα βελτίωσης απόδοσης των ηλεκτρικών μηχανών.

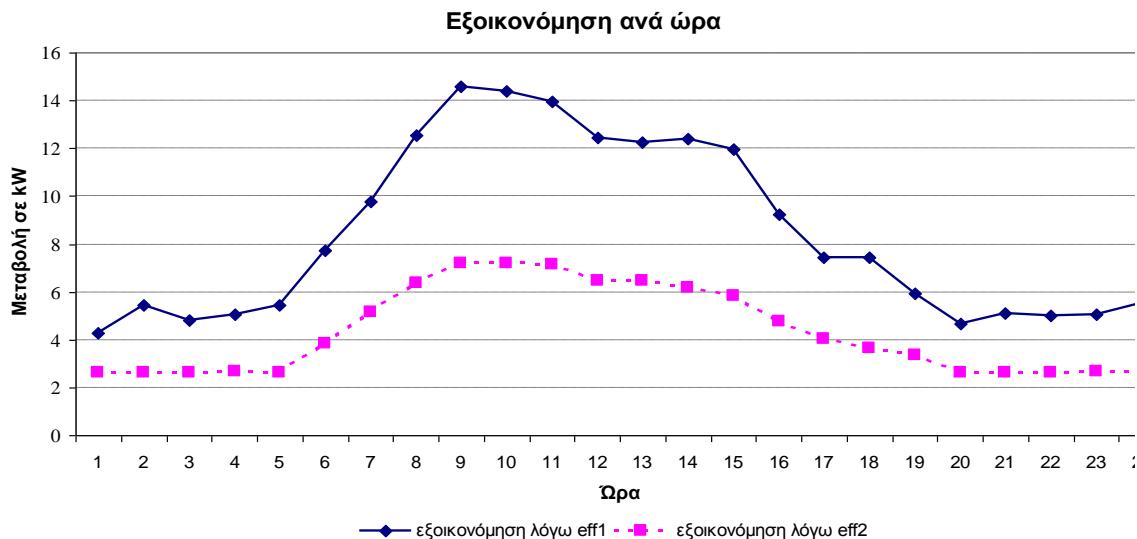


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 49 ΑΝΑ ΩΡΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΑ ΕΡΓΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Ο Πίνακας 47 συγκρίνει την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας αντλιών.

Σενάριο	Ημερήσια Κατανάλωση (kWh)	Αιχμή (kW)	Ποσοστό εξοικονόμησης (%)
Αρχική κατανάλωση	3085.8	220.68	
Eff2	2981.6	213.49	3.38/3.26 (αιχμή)
Eff1	2883.2	206.46	6.56/6.45 (αιχμή)

ΠΙΝΑΚΑΣ 47 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 50 Η ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ.

9.3.2 Μοίρες

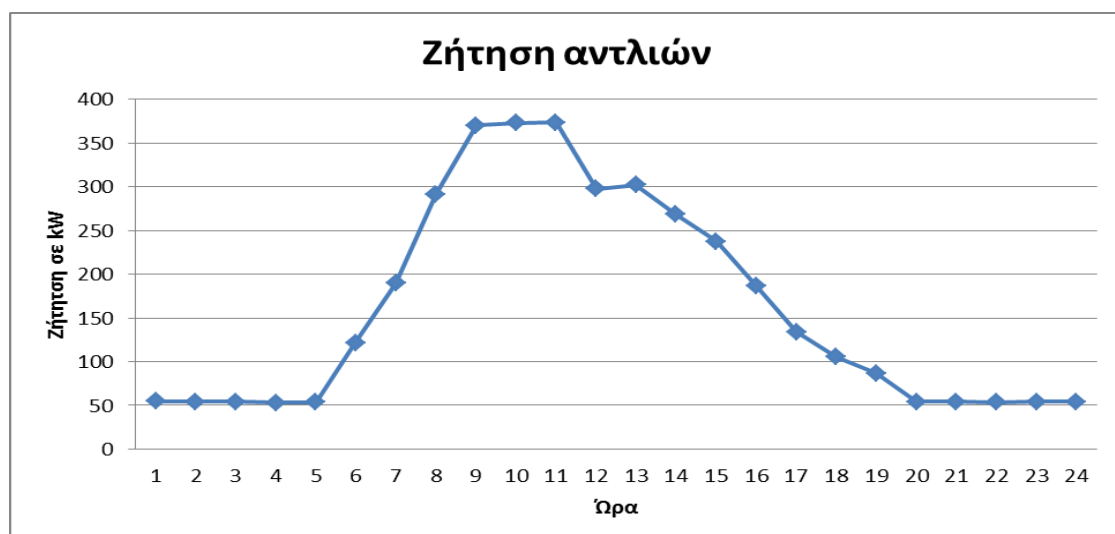
Οι αντλίες με τον υψηλότερο συντελεστή φορτίου παρουσιάζονται κατά φθίνοντα αριθμό ωρών λειτουργίας ανά ημέρα στον παρακάτω πίνακα. Για κάθε μία από τις αντλίες παρουσιάζεται και η απόδοσή της που αντιστοιχεί στην ελάχιστη τιμή των πινάκων της βάσης δεδομένων EURODEEM για ηλεκτρική μηχανή παρόμοιας ισχύος. Η ελάχιστη απόδοση που αντιστοιχεί σε Eff2 και Eff1 παρουσιάζεται επίσης στο συγκεκριμένο πίνακα.

Θέση Αντλίας	Ισχύς Αντλίας (kW)	Συντελεστής Φόρτισης	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα (h)	Απόδοση(%)	Απόδοσ η Eff2(%)	Απόδοσ η Eff1(%)
Γαλιά	7	0.733	17.6	89	87	90.1
Αληθινή	18	0.583	14	89	90	90.2
Γαλιά	15.4	0.55	13.2	89.2	89.4	91.8
Γαλιά	22.3	0.529	12.7	88	90.5	92.6
Γαλιά	9.3	0.458	11	89	88.4	91
Γαλιά	37	0.45	10.8	89.2	92	93.6
Μοίρες	26.2	0.4	9.6	89.2	91.4	93.2
Κούσες	11.4	0.386	9.3	89	88.4	91
Μοίρες	19	0.354	8.5	88	90	92.2
Αντισκάρι	22	0.354	8.5	89	90.5	92.6
Μοίρες	9	0.279	6.8	89.2	87	90.1
Αντισκάρι	15	0.275	6.6	88	89.4	91.8
Κούσες	75	0.271	6.5	89	93.6	94.7
Μοίρες	31.7	0.246	5.9	89.2	92	93.6
Αντισκάρι	15	0.221	5.3	88	89.4	91.8

Γαλιά	11	0.213	5.1	89.2	88.4	91
Αντισκάρι	5.7	0.204	4.9	89.2	85.7	89.2
Αντισκάρι	4	0.204	4.9	89.2	84.2	88.3
Αντισκάρι	5.5	0.2	4.8	89.2	85.7	89.2
Γαλιά	5.7	0.196	4.7	89	85.7	89.2
Αντισκάρι	4	0.183	4.4	89.2	84.2	88.3
Γαλιά	15	0.179	4.3	89.2	89.4	91.8
Γαλιά	4.3	0.179	4.3	89	84.2	88.3
Γαλιά	37	0.163	3.9	89.2	92	93.6
Γαλιά	44.3	0.15	3.6	88	92.5	93.9
Κ.Λιμένες	11.2	0.15	3.6	89	88.4	91
Γαλιά	6	0.142	3.4	89	85.7	89.2
Μοίρες	26	0.133	3.2	89.2	91.4	93.2
Κούσες	9.3	0.129	3.1	89.2	87	90.1
Αντισκάρι	3	0.129	3.1	89.2	82.6	87.4
Αντισκάρι	7	0.121	2.9	89.2	87	90.1
Μοίρες	30	0.121	2.9	89	91.4	93.2
Αντισκάρι	5.5	0.117	2.8	89.2	85.7	89.2
Αντισκάρι	2	0.108	2.6	89.2	81	86.4
Αντισκάρι	8	0.104	2.5	88	87	90.1
Μοίρες	11.1	0.104	2.5	88	88.4	91
Αντισκάρι	2.2	0.1	2.4	89	81	86.4

ΠΙΝΑΚΑΣ 48 ΤΟ 5% ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΙ ΤΟΝ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΜΕΣΟ ΑΡΙΘΜΟ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΟΝ Υ/Σ ΜΟΙΡΩΝ

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την ανά ώρα κατανάλωση των αντλιών αυτών πριν από τα έργα βελτίωσης απόδοσης των ηλεκτρικών μηχανών.

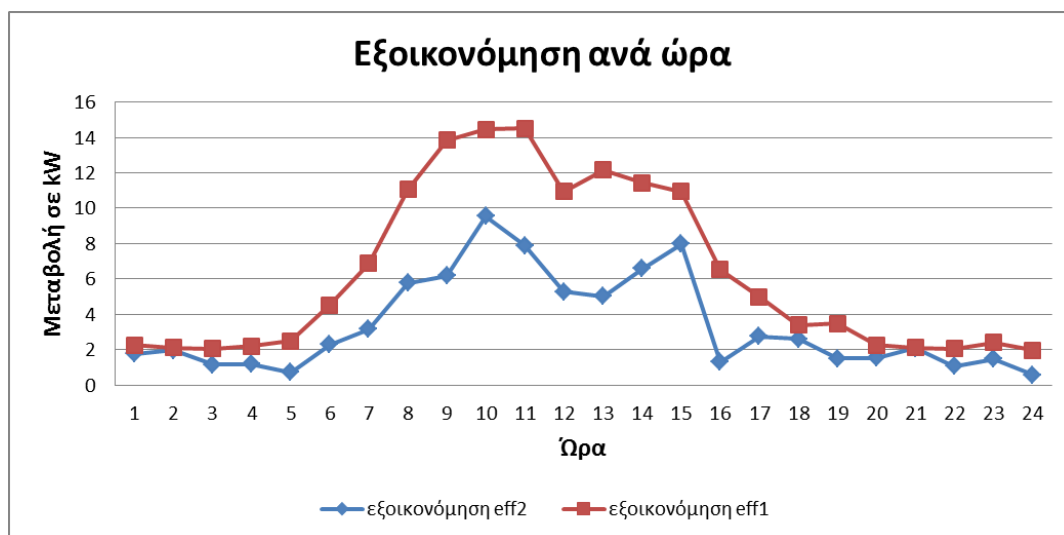


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 51 ΑΝΑ ΩΡΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΥΤΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΑ ΕΡΓΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Ο Πίνακας 49 συγκρίνει την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας αντλιών.

Σενάριο	Ημερήσια Κατανάλωση (kWh)	Αιχμή (kW)	Ποσοστό εξοικονόμησης (%)
Αρχική κατανάλωση	3877.55925	373.387	
Eff2	3807.809	368.288	2.18/2.62(αιχμή)
Eff1	3726.406	358.873	4.06/4.04

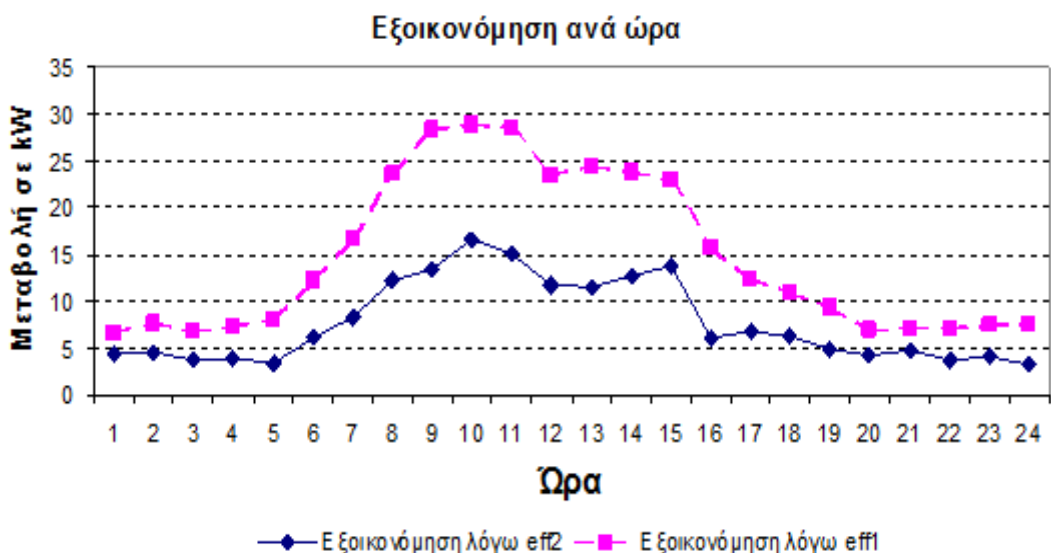
ΠΙΝΑΚΑΣ 49 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΟΙΡΩΝ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 52 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΜΟΙΡΩΝ

9.4 Αποτελέσματα

Η συνολική μεταβολή της ζήτησης ανά ώρα από την αντικατάσταση των αντλιών στους συγκεκριμένους Υ/Σ (Υ/Σ Ιεράπετρας και κομμάτι Υ/Σ Μοιρών που εξυπηρετεί το δήμο) παρέχεται από το Διάγραμμα 54 ενώ συγκεντρικά η μεταβολή ζήτησης και αιχμής προσφέρονται από τον Πίνακα 50 *συγκεντρικά η μεταβολή ζήτησης και αιχμής που προσφέρονται.*



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 53 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΑΝΑ ΩΡΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΥΣ Υ/Σ

Σενάριο	Ημερήσια Κατανάλωση (kWh)	Αιχμή (kW)	Ποσοστό εξοικονόμησης (%)
Αρχική κατανάλωση	6963.36	593.8	
Eff2	6789.41	581.16	2.67/2.13 (αιχμή)
Eff1	6609.61	565.33	5.21/4.79 (αιχμή)

ΠΙΝΑΚΑΣ 50 ΣΥΓΚΕΝΤΡΙΚΑ Η ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΙΧΜΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΦΕΡΟΝΤΑΙ

9.5 Συγκεντρωτική επίδραση στην οικονομική λειτουργία του Σ.Η.Ε. Κρήτης

Εξετάστηκε η επίδραση της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας σε 6 καλοκαιρινές ημέρες, μιας και η καμπύλη κατανάλωσης και τα σχετικά δεδομένα προέρχονταν από θερινή περίοδο. Επιλέχθηκαν οι μέρες με τη μικρότερη κατανάλωση ενέργειας κάθε μήνα και οι μέρες με τη μεγαλύτερη κατανάλωση στον κάθε μήνα.

Με τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στις παραγράφους 9.1, 9.2 εκτιμήθηκε η μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου και κόστους και η αξία της εξοικονομούμενης kWh. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

	Ημερήσια Ζήτηση ΣΗΕ (MWh)	Μείωση Μαζούτ(kg)	Μείωση diesel (lt)	Μείωση κόστους καυσίμου (€)	Αξία €/MWh
15.06.2011	6.961	26.87	36.81	36.78	198.053
13.07.2011	6.756	0	42.26	29.42	158.407
03.08.2011	6.825	0	45.24	31.50	169.634
ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)		26.87	124.31	97.71	175.459
20.6.2011	10.145	9.21	60.54	46.05	247.936
9.7.2011	10.719	0	68.90	48.1	258.971
25.08.2011	11.654	9.72	58.51	44.88	241.678
ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)		18.93	187.95	139.03	249.663

ΠΙΝΑΚΑΣ 51 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΚWh

Η μέση τιμή ωφέλειας για την εξοικονομούμενη ενέργεια ανέρχεται σε 175.5€/MWh στις ημέρες χαμηλού φορτίου και εκτοξεύεται σχεδόν στα 250€/MWh για το υψηλό φορτίο. Η ελάχιστη αξία είναι 158.4€/MWh με τη μέγιστη σχεδόν στα 256€/MWh. Εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς από τον παραπάνω πίνακα ότι επηρεάζεται πολύ περισσότερο η κατανάλωση diesel –το καύσιμο των ακριβότερων μονάδων παραγωγής που μειώνουν την παραγωγή τους. Επομένως τα οικονομικά οφέλη είναι ευαίσθητα στην τιμή του συγκεκριμένου καυσίμου.

Για αυτές τις ημέρες που εξετάστηκαν η αποφυγή εκπομπών CO₂ είναι 390kg για τη χαμηλή ζήτηση και 520kg για την υψηλή ζήτηση. Η μεταβολή της παραγωγής των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρισμού σε Χανιά και Λινοπεράματα (Ο Αθερινόλακος έμεινε ανεπηρέαστος) παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Παρατηρείται εμφανής μεταστροφή της μεταβολής της παραγωγής συγκρίνοντας τη χαμηλή με την υψηλή ζήτηση.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 54 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΧΑΜΗΛΗ ΚΑΙ ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ.

9.6 Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων παρουσιάζουν αρκετό ενδιαφέρον.

Οι δυο περιοχές της Κρήτης που επιλέχθηκαν όπως ειπώθηκε επανειλημμένως δραστηριοποιούνται ιδιαίτερα στον τομέα των γεωτρήσεων με αποτέλεσμα να συνεισφέρουν ένα σημαντικό μερίδιο στην συνολική κατανάλωση ενέργειας της Κρήτης. Ακολουθεί μια περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων με μια πιο προσεκτική μάλιστα στα κυριότερα σημεία.

Η Ιεράπετρα παρόλο που έχει μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ παρουσίασε μικρότερη ζήτηση ενέργειας σε σχέση με τις Μοίρες. Οι ώρες αιχμής ήταν κοινές και για τις δυο περιοχές και ανήκαν στο διάστημα 8 το πρωί με 2 το μεσημέρι.

Η Ιεράπετρα παρουσίασε στο διάστημα αυτό ζήτηση που κυμαίνονταν από 180kW μέχρι και 220kW περίπου όπου και παρουσίαζε αιχμή (Διάγραμμα 49). Αν και παρουσίασε μικρότερη κατανάλωση με τις τα αρχικά δεδομένα, η εξοικονόμηση με τις πιθανές αλλαγές ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με των Μοιρών και ξεπέρασε τις 200kWh ημερήσιας κατανάλωσης (Πίνακας 47).

Οι Μοίρες στο ίδιο χρονικό διάστημα παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές ζήτησης που ξεκινούσαν από τα 280kW και έφθαναν μέχρι τα 373kW περίπου όπου και παρουσίαζαν αιχμή (Διάγραμμα 51). Η εξοικονόμηση ενέργειας που παρουσίασε από την προσομοίωση των αλλαγών έφτασε περίπου στις 152kWh ημερησίας κατανάλωσης (Πίνακας 49).

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα δείχνουν για αλλαγές με κινητήρες προνομιακής απόδοσης μια μεταβολή στην ζήτηση που φτάνει έως και 30 kW ανά ώρα για τις ώρες αιχμής για τους Υ/Σ των περιοχών αυτών (Διάγραμμα 53). Με απλή αντικατάσταση του 5% των αντλιών σε δυο από τις περιοχές της Κρήτης είναι εφικτή εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης των 30 kW/h. **Εύκολα μπορεί να φανταστεί κάποιος που θα μπορούσε να φτάσει αυτό το νούμερα**

αν η αντικατάσταση περιελάμβανε το 5% όλης της Κρήτης ή ακόμα και μεγαλύτερο ποσοστό αντλιών.

Τα οικονομικά στοιχεία που παρουσιάζονται *Πίνακας 49* είναι εξίσου ενθαρρυντικά καθώς σε περιόδους αιχμής για την Κρήτη (θερινή περίοδος) το εξοικονομούμενο κόστος για καύσιμα ανέρχεται σε 175€/MWh στην χαμηλή ζήτηση και 250€/MWh στην υψηλή. Όλα αυτά σε καθημερινή βάση στην περίοδο που φτάνει το νησί στην μέγιστη ζήτηση. Πως έγινε αυτό; Με την αλλαγή μόλις του 5% των αντλιών.

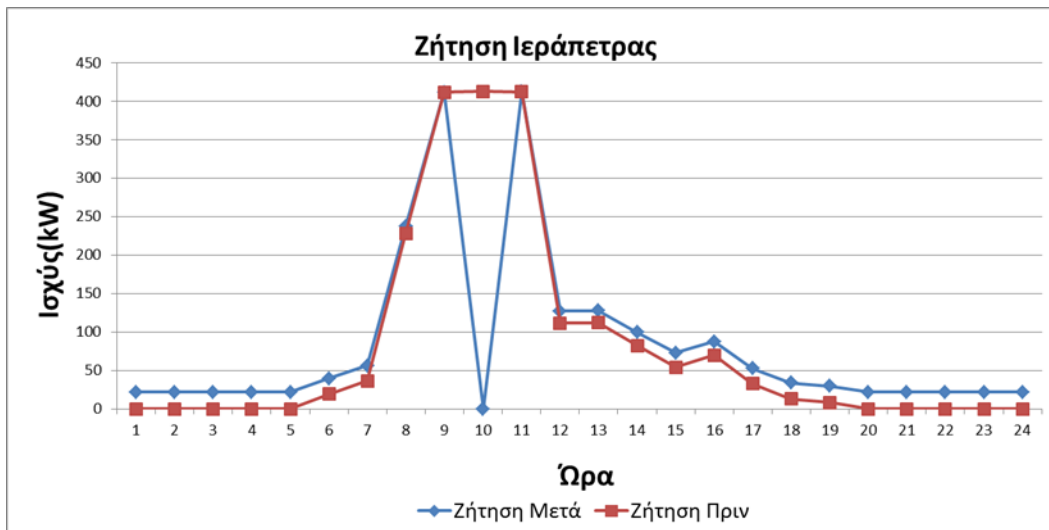
Ενδιαφέροντα στοιχεία παρουσιάζονται και στον *Πίνακας 51* όπου αξίζει να αναφερθεί και η εξάρτηση της εξοικονόμησης από το είδος καυσίμου. Το μαζούτ για παράδειγμα και στην χαμηλή και στην υψηλή ζήτηση μεταβάλλεται ελάχιστα. Συγκεκριμένα 26,87 kg/day στην χαμηλή ζήτηση και 18,93 kg/day στην υψηλή ζήτηση. Το diesel μειώνεται 124,31 στην χαμηλή και 187,95 σε (kg/day πάντα) στην υψηλή. Τέλος η μείωση κόστος σε € και για τα δυο καύσιμα, ανέρχεται σε 97,71 €/day για την χαμηλή και 139,03 €/day για την υψηλή. Οι τιμές ασφαλώς και είναι ενδεικτικές και αφορούν μια μέση τιμή από τις χρονικές περιόδους που αναλύθηκαν αλλά θα μπορούσαν να καταδείξουν κάποια πράγματα.

Για παράδειγμα για 30 ημέρες χαμηλής ζήτησης το κέρδος ανέρχεται σε 2931,3 € , ενώ για 30 ημέρες υψηλής το κέρδος ανέρχεται σε 4170,9 €. Υπάρχει όμως πλήρης εξάρτηση από τις τιμές καυσίμου καθώς μια πιθανή αύξηση στην τιμή του θα μείωνε το κέρδος. Σημαντικές μεταβολές θα προκαλούσε μια αύξηση της τιμής του diesel καθώς είναι αυτό που προσφέρει μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης.

Αξίζει επίσης να αναφερθούν οι αλλαγές που προκαλούνται στην λειτουργία των 2 εργοστασίων των Χανίων και των Λινοπεραμάτων όπως αυτές παρουσιάζονται στο *Διάγραμμα 54*. Στην χαμηλή ζήτηση ο σταθμός Χανίων μειώνει την παραγωγή του έως και 91%. Ενώ των Λινοπεραμάτων κατά 9 %. Αντίστροφα στην υψηλή ζήτηση τα Λινοπεράματα μειώνουν την παραγωγή τους 87%, και α Χανιά 13%.

Η αντιστροφή αυτή στην μεταβολή αναλόγως την ζήτηση έχει μια λογική καθώς ο ΑΗΣ Χανίων έχει κατά κύριο λόγο αεριοστροβλικές μονάδες οι οποίες χρησιμοποιούνται μόνο σε περιόδους υψηλής ζήτησης. Επομένους σε περιόδους χαμηλής ζήτησης η λειτουργία του πέφτει δραματικά.

10 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΩΣ ΕΥΕΛΙΚΤΑ ΦΟΡΤΙΑ



Σημαντικό ρόλο στις δυνατότητες ελέγχου εκτός από τις αποθηκευτικές διατάξεις, αναμένεται να διαδραματίσουν φορτία των οποίων η κατανάλωση μπορεί να είναι ελεγχόμενη χωρίς να δημιουργούνται ιδιαίτερα προβλήματα στους τελικούς χρήστες τους από τη μετάθεση της ώρας εξυπηρέτησής τους. Συνήθως τέτοιου είδους φορτία εμπεριέχουν και κάποια μορφή αποθήκευση, ώστε ο τελικός χρήστης να έχει διαθέσιμο κάποιο αγαθό τη στιγμή που το χρειάζεται. Επίσης μπορούν χωρίς παρεμπόδιση της ανάγκης που καλύπτουν να ελέγχονται ως προς το χρόνο ένταξης-αποσύνδεσής τους αλλά και ως προς την ισχύ που απορροφούν. Ένα σχετικό παράδειγμα είναι η παραγωγή θερμότητας μέσω ηλεκτρισμού σε περιόδους ωφέλιμες για το δίκτυο και η αποθήκευση της σε διάφορες κατάλληλες διατάξεις, ώστε να μην απαιτηθεί η παραγωγή της από το δίκτυο σε ώρες κατά τις οποίες το σύστημα βρίσκεται στην αιχμή του.

Με τον όρο λοιπόν ευέλικτο φορτίο εννοείται το φορτίο (καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας) το οποίο θα μπορούσε κατά κάποιο τρόπο να μετατοπισθεί χρονικό διάστημα, πέρα από περιόδους υψηλής ζήτησης ενέργειας.

Άλλα παραδείγματα είναι η διαδικασία αποθήκευσης της παραγόμενης ισχύος από αιολικό πάρκο σε μονάδες ηλεκτρικής θέρμανσης με δυνατότητα αποθήκευσης θερμότητας σε κεραμικά πλακίδια στις κατοικίες στο νησί Cuttyhank όπως αυτό περιγράφεται στην [37]. Γενικές πολιτικές για την ενσωμάτωση αιολικής ενέργειας σε απομονωμένους οικισμούς και νησιά σε ψυχρά κλίματα όπως της περιοχής NewEngland περιγράφονται στην [38]. Διάφορες μελέτες για την επίδραση της εγκατάστασης καυστήρων θερμότητας σε δίκτυα της Δανίας και της Φιλανδίας αναλύονται στην [39]. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται οι επιπτώσεις από την εγκατάσταση Αντλιών θερμότητας και Ηλεκτρικών θερμαντικών σωμάτων για την αποτελεσματικότερη διείσδυση της αιολικής ενέργειας σε δίκτυα με υψηλές απαιτήσεις σε θέρμανση και μεγάλη διείσδυση τόσο συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας, όσο και αιολικής παραγωγής. Τα οφέλη από την προτεινόμενη μέθοδο συνίστανται στη μείωση της έστω και μικρής αποκοπής αιολικής παραγωγής-0.1% που όμως για τους ιδιοκτήτες τέτοιων μονάδων παραγωγής η αύξηση των εσόδων τους φτάνει το 2.6%. Επιπρόσθετα, εξομαλύνονται οι τιμές στις αγορές εξισορρόπησης ενέργειας και μειώνονται οι ώρες στις οποίες αυτή η τιμή σε αυτήν την αγορά είναι μηδενικές. Στον αντίποδα για το σύστημα μειώνεται η παραγωγή θερμότητας με συμβατικά καύσιμα και τόσο οι σχετικοί ρύποι, όσο και το κόστος για την ικανοποίηση της θερμικής ζήτησης. Σε ένα μικρό νησί των Faroe, προτείνεται η χρήση θερμαντικών και αποθηκευτικών διατάξεων είτε για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης είτε για τη θέρμανση χώρων για την ενσωμάτωση της αιολικής ενέργειας και τη μείωση της χαμένης ενέργειας [40].

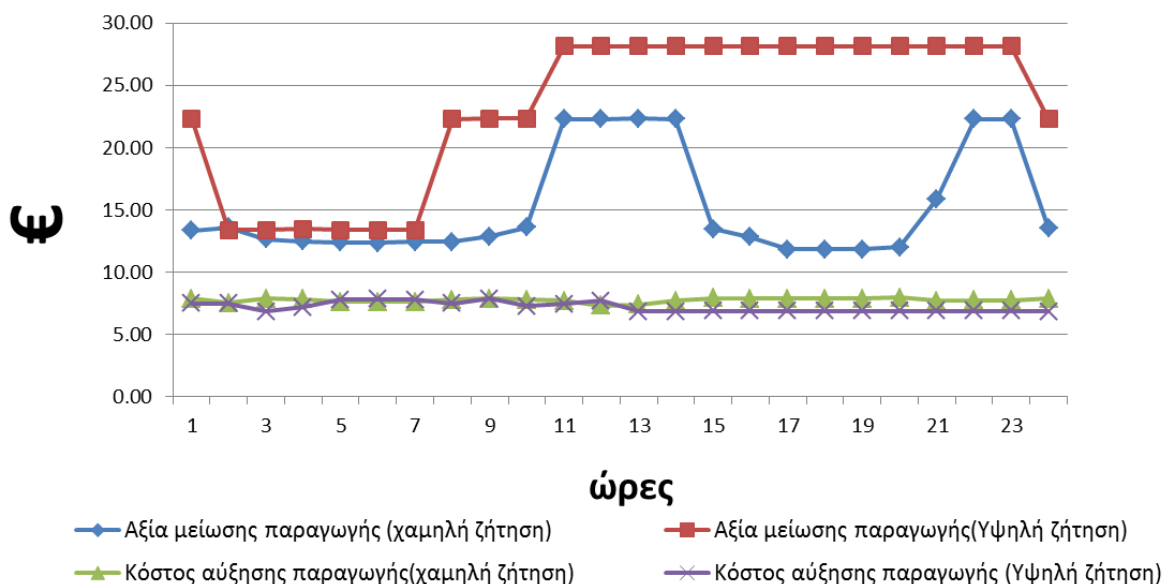
Εκτός από την χρήση ελεγχόμενων θερμικών φορτίων, σημαντική μπορεί να είναι η παραγωγή υδρογόνου μέσω μονάδων ΑΠΕ. Με τον τρόπο αυτό το παραγόμενο υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είτε στις μεταφορές με τη βοήθεια κάποιας κυψέλης καυσίμου. Περισσότερα αναλύονται στην [49]

Η αποθήκευση νερού απαιτεί την κατασκευή κατάλληλης δεξαμενής η οποία είναι σαφώς λιγότερο περίπλοκη τεχνικά και φυσικά πολύ λιγότερο δαπανηρή από ότι οι μέθοδοι θερμικής αποθήκευσης ή οι ακριβές και εν εξελίξει μέθοδοι αποθήκευσης του υδρογόνου. Υπάρχουν αρκετές περιοχές στον πλανήτη και στη χώρα μας, στις οποίες δεν υπάρχει αρκετή ποσότητα νερού και εκτός από την μεταφορά του με κατάλληλα πλοία, εφαρμόζεται η μέθοδος της αφαλάτωσης. Η αφαλάτωση απαιτεί σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής

ενέργειας οπότε μπορεί να μεταφερθεί η παραγωγή νερού σε χρονικές στιγμές που είναι περισσότερο ωφέλιμες για το σύστημα. Περισσότερα αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 7.4.

10.1 Μεθοδολογία προσέγγισης

Στις δυο περιπτώσεις που εξετάζονται αναλύθηκε το 5% των αντλιών που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ισχύ, προσομοιώθηκε η μεταφορά τους σε επόμενες ώρες με σκοπό να αναλυθούν τα αποτελέσματα και την επίπτωση που αυτά θα έχουν στην λειτουργία του ΣΗΕ Κρήτης. Προκειμένου να γίνει αυτό εκτός από την ανάλυση της αξίας μείωσης της κατανάλωσης, υπολογίστηκε η αξία αύξησης της παραγωγής των θερμικών μονάδων. Η μεθοδολογία είναι όμοια με το κεφάλαιο 9 με τη διαφορά ότι πλέον στις εξισώσεις το -x αντικαταστάθηκε με x.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 55 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΣΤΙΣ 2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΟΧΙ ΟΜΩΣ ΚΑΙ Η ΑΞΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΠΑΡΑΓΓΗΣ, ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΩΡΕΣ ΣΥΜΦΕΡΕΙ ΣΤΗΝ ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΣΤΗΝ ΧΑΜΗΛΗ

10.1.1 Εφαρμογή στις αντλίες της Ιεράπετρας

Το 5% των αντλιών που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ισχύ στην περιοχή του Υ/Σ Ιεράπετρας παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Αν αθροιστούν οι τιμές της ισχύος δίνουν 2128.7kW, δηλαδή το 4% της εγκατεστημένης ισχύος του Υ/Σ της Ιεράπετρας. Όμως η μέση ημερήσια ζήτηση ενέργειας είναι σημαντικά μικρή όπως φανερώνουν και οι πολύ χαμηλές τιμές του συντελεστή φόρτισης. Ο μέσος συντελεστής φόρτισης δεν υπερβαίνει το 3%.

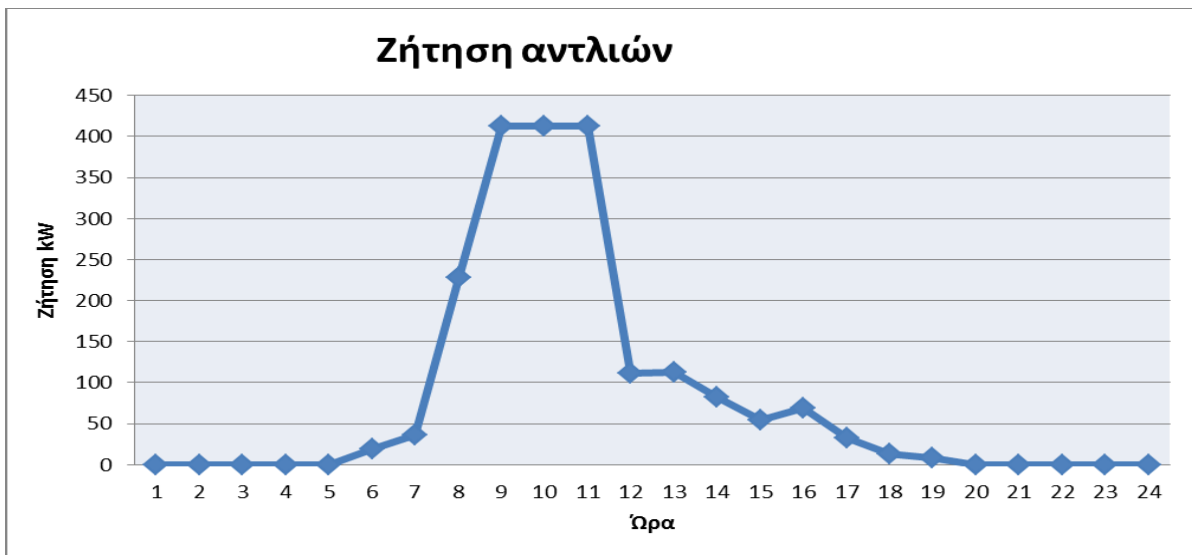
Επίσης παρατηρήθηκε ότι η απόδοση των αντλιών ήταν σχετικά υψηλή ήδη. Όλα αυτά συνηγορούν στο να μην αξίζει η ανάλυση της επίπτωσης της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, όπως παραπάνω. Ενδιαφέρον όμως έχει η μεταβολή των οικονομικών μεγεθών σε περίπτωση μετατόπισης της ζήτησης των αντλιών σε προηγούμενες ή επόμενες ώρες.

Θέση Αντλίας	Ισχύς Αντλίας (kW)	Συντ ελεστής Φόρτισης	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα (h)	Απόδοση (%)	Απόδοση Eff2(%)	Απόδοση Eff1(%)	Γραμμή
Κ.Χωριό	168	0	0	93,9	93,9	95	ΓΔ22
Ανατολή	158	0,025	0,6	93,9	93,9	95	ΓΔ25
Κ.Χωριό	151	0,001	0,015	93,9	93,9	95	ΓΔ22
Καβούσι	92	0,018	0,44	93	93,9	95	ΣΗΤΕΙΑΣ
Καβούσι	92	0,001	0,01	93	93,9	95	ΣΗΤΕΙΑΣ
Μύθοι	90,4	0	0	93	93,9	95	ΓΔ26
Ανατολή	80	0.008	0,19	91,5	93,6	94,7	ΓΔ25
Καβούσι	75	0,008	0,2	91	93,6	94,7	ΣΗΤΕΙΑΣ
Καβούσι	75	0	0	91	93,6	94,7	ΣΗΤΕΙΑΣ
Καβούσι	74	0.001	0,004	91	93	94,2	ΣΗΤΕΙΑΣ
Καβούσι	74	0,001	0,027	91	93	94,2	ΣΗΤΕΙΑΣ
Καβούσι	74	0.066	1,58	91	93	94,2	ΣΗΤΕΙΑΣ
Καβούσι	74	0	0	91	93	94,2	ΣΗΤΕΙΑΣ
Ανατολή	63	0,538	1,29	91	93	94,2	ΓΔ25
Καβούσι	55,5	0.001	0,024	91	93	94,2	ΣΗΤΕΙΑΣ
Γδοχιά	55	0	0	91	93	94,2	ΓΔ26
Κ.Χωριό	46	0.001	0,02	92	92,5	93,9	ΓΔ22
Μεσέλεροι	45,4	0.131	3,14	92	92,5	93,9	ΓΔ26
Αγ.Ιωάννης	44,5	0.001	0,01	92	92,5	93,9	ΓΔ23
Κ.Χωριό	44	0	0	92	92,5	93,9	ΓΔ22

Ιεράπετρα	40	0	0	90,5	92	93,6	ΓΔ24
Ιεράπετρα	37,4	0.116	2,78	89.2	92	93,6	ΓΔ24
Κουσουράς	37,1	0.235	5,65	89,2	92	93,6	ΓΔ27
Μυρτός	37,1	0.058	1,39	89.2	92	93.6	ΓΔ25
Αγ.Ιωάννης	33,7	0	0	89	91,4	93,2	ΓΔ23
Κ.Λιμένες	32	0	0	89	91,4	93,2	ΓΔ23
Ιεράπετρα	30,8	0.000 1	0,001	89	91,4	93,2	ΓΔ24
Ιεράπετρα	30,2	0.03	0,72	89	91.4	93.2	ΓΔ24
Ιεράπετρα	29,9	0.078	1,88	89	91,4	93,2	ΓΔ24
Καβούσι	29,8	0.062	1,49	89	91,4	93,2	ΣΗΤΕΙΑΣ
Σχοινοκαψάλα	25,8	0	0	89	90,5	92,6	ΓΔ23
Ιεράπετρα	22,5	0.017 5	0,42	89	90,5	92,6	ΓΔ24
Ιεράπετρα	22,4	0.236	5,68	89	90,5	92,6	ΓΔ24
Μακρύλια	22,3	0.001	0,12	89	90,5	92,6	ΓΔ26
Παχ.Αμμος	22,3	0.189	4,54	89	90,5	92,6	ΓΔ22
Μύθοι	22,3	0.213	5,1	89	90,5	92,6	ΓΔ26
Ανατολή	22,3	0.019	0,47	89	90,5	92,6	ΓΔ25

ΠΙΝΑΚΑΣ 52 ΤΟ 5% ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΥΝ ΤΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΙΣΧΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ Υ/Σ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την εκτιμώμενη ανά ώρα κατανάλωση των αντλιών αυτών. Είναι φανερό η μεγάλη ζήτηση κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων ωρών της ημέρας. Η ημερήσια κατανάλωση ανέρχεται σε 2003.8kWh ενώ η αιχμή φτάνει τα 413.83 kW.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 56 ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΣΥΝΟΛΟΥ ΙΣΧΥΡΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

10.1.2 Εφαρμογή στις αντλίες των Μοιρών

Οι ισχυρές αντλίες των Μοιρών παρουσιάζονται στον Πίνακας 53. Η συνολική τους εγκατεστημένη ισχύς είναι 2034kW με συντελεστή φόρτισης 20.98%. Αυτό σημαίνει ότι σε αρκετές από αυτές τις αντλίες θα είχε νόημα η μείωση της κατανάλωσης με την αύξηση της απόδοσης.

Θέση Αντλίας	Ισχύς Αντλίας (kW)	Συντελεστής Φόρτισης	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα (h)	Απόδοση (%)	Απόδοση η Eff2(%)	Απόδοση η Eff1(%)
Αγ.Ιωάννης	110	0.004167	0.1	93,9	93,9	95
Βόροι	90.7	0.033333	0.8	93,9	93,9	95
Σταβιές	75.2	0.4	9.6	93,9	93,9	95
Σίβας	75	0.345833	8.3	93	93,9	95
Κούσες	75	0.270833	6.5	93	93,9	95
Τυμπάκι	75	0.158333	3.8	93	93,9	95
Γαλιά	73.8	0.0375	0.9	91,5	93,6	94,7
Τυμπάκι	73.7	0.1625	3.9	91	93,6	94,7
Καστέλι	65	0.0875	2.1	91	93,6	94,7
Τυμπάκι	60	0.208333	5	91	93	94,2
Τυμπάκι	56	0.370833	8.9	91	93	94,2
Κλίμα	55.6	0.3125	7.5	91	93	94,2
Κλίμα	55.5	0.295833	7.1	91	93	94,2
Φανερωμένη	55.4	0.554167	13.3	91	93	94,2
Τυμπάκι	55.4	0.4625	11.1	91	93	94,2
Καμηλάρι	55.3	0.441667	10.6	91	93	94,2
Κλίμα	55	0.479167	11.5	92	92,5	93,9
Τυμπάκι	55	0.4375	10.5	92	92,5	93,9
Βόροι	55	0.341667	8.2	92	92,5	93,9
Κούσες	50	0.004167	0.1	92	92,5	93,9
Κούσες	45.1	0.029167	0.7	90,5	92	93,6
Τυμπάκι	45	0.041667	1	89.2	92	93,6
Κοκ.Πύργος	44.6	0.025	0.6	89,2	92	93,6
Τυμπάκι	44.4	0.120833	2.9	89.2	92	93.6
Γαλιά	44.3	0.15	3.6	89	91,4	93,2
Τυμπάκι	44.3	0.125	3	89	91,4	93,2
Κλίμα	44.2	0.1625	3.9	89	91,4	93,2
Κλίμα	44.2	0.125	3	89	91.4	93.2
Τυμπάκι	44.2	0.0625	1.5	89	91,4	93,2
Τυμπάκι	44	0.025	0.6	89	91,4	93,2
Αληθινή	40.8	0.004167	0.1	89	90,5	92,6
Γαλιά	40	0.058333	1.4	89	90,5	92,6
Τυμπάκι	38	0.054167	1.3	89	90,5	92,6
Γαλιά	37.3	0.004167	0.1	89	90,5	92,6
Καστέλι	37.2	0.975	23.4	89	90,5	92,6
Τυμπάκι	37.2	0.2125	5.1	89	90,5	92,6
Μοίρες	37.1	0.245833	5.9	89	90,5	92,6

ΠΙΝΑΚΑΣ 53 ΤΟ 5% ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΥΝ ΤΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΙΣΧΥ ΣΤΟΝ Υ/Σ ΜΟΙΡΩΝ

Παρατηρείται ότι συνεισφέρουν περισσότερο από ότι εκείνες της Ιεράπετρας στη ζήτηση και παρουσιάζουν και σημαντική αιχμή. Η αναμενόμενη ζήτηση αυτής της ομάδας των αντλιών

παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 57 Αναμενόμενη ζήτηση συνόλου ισχυρών αντλιών Μοιρών. Η ημερήσια κατανάλωση ανέρχεται σε 4700kWh ενώ η αιχμή φτάνει τα 538.6 kW.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 57 ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΣΥΝΟΛΟΥ ΙΣΧΥΡΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΜΟΙΡΩΝ

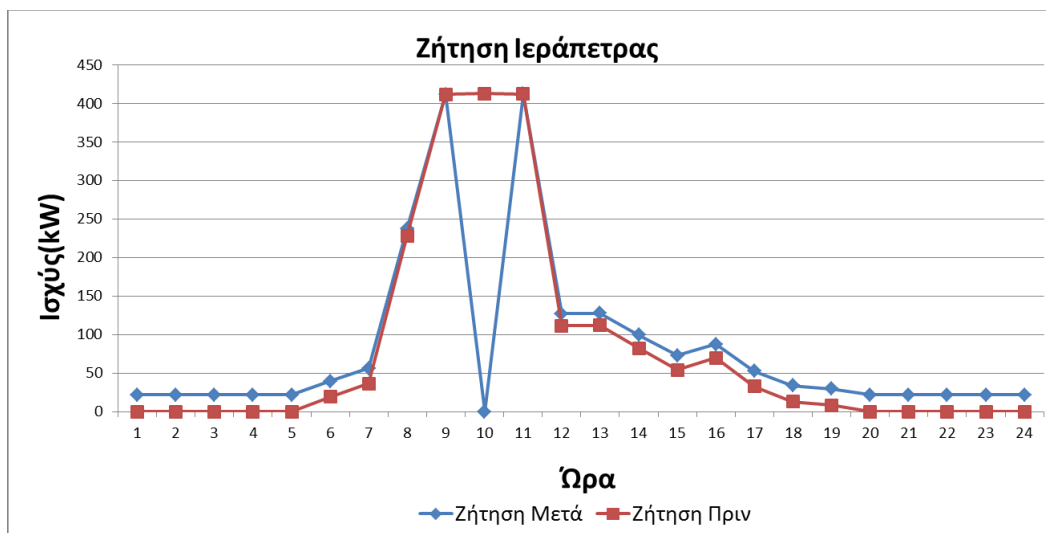
10.2 Αντιμετώπιση αντλιών ως ευέλικτα φορτία

10.2.1 Μετατόπιση αιχμής αντλιών

Στο σενάριο αυτό θεωρήθηκε ότι η δράση αφορά τη μετατόπιση της χρονικής αιχμής των αντλιών. Ο στόχος ήταν τη στιγμή της μέγιστης ζήτησης να αυξηθεί ομοιόμορφα και τις προηγούμενες και επόμενες ώρες. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα για την Ιεράπετρα και τις Μοίρες αντίστοιχα. Το όφελος είναι υπερδιπλάσιο από μία τέτοια εφαρμογή σε ημέρες υψηλού φορτίου σε σχέση με ημέρες χαμηλού φορτίου.

10.2.1.1 Ιεράπετρα

Για την Ιεράπετρα η νέα και η παλιά ζήτηση των ισχυρών αντλιών παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα. Η μείωση της ζήτησης είναι 412.8kW. Αυτή παρουσιάζεται την ώρα 10. Η νέα αιχμή μειώνεται στα 412.6kW.



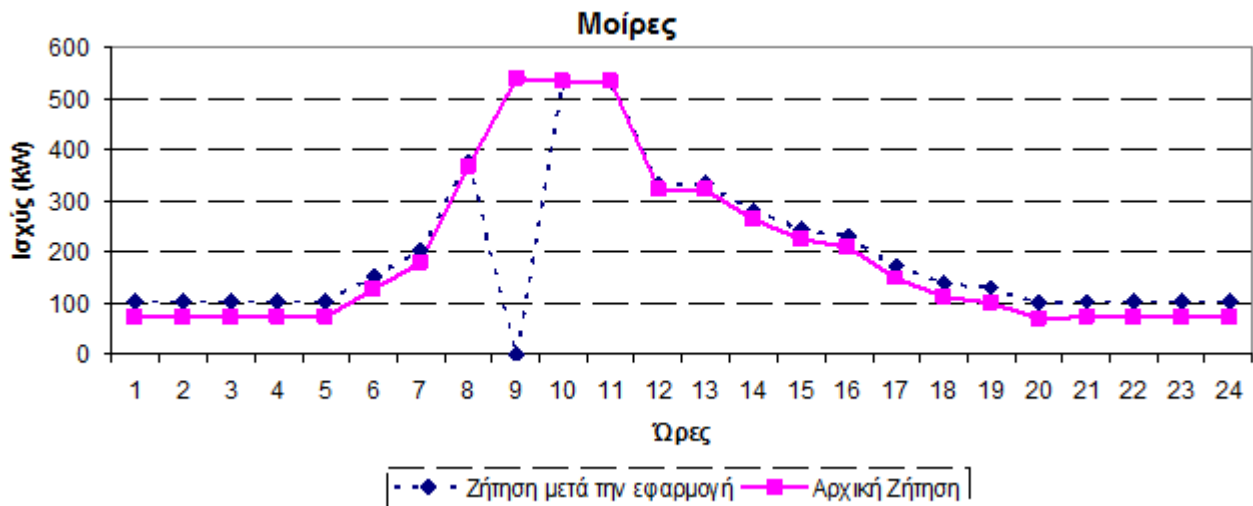
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 58 Η ΝΕΑ ΚΑΙ Η ΠΑΛΙΑ ΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΙΣΧΥΡΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΤΗΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

	Όφελος ΔΕΗ (€)	Όφελος ΔΕΗ/Μεταφερόμενο kW (€/kW)
15.06.2008	24,09	5,8
13.07.2008	33,96	8,2
03.08.2008	33,89	8,2
ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	91,94	7,4
20.6.2008	61,43	14,9
9.7.2008	81,68	19,78
25.08.2008	62,73	15,19
ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	205,84	16,6

ΠΙΝΑΚΑΣ 54 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

10.2.1.2 Μοίρες

Η αιχμή της ζήτησης παρατηρήθηκε την 9η ώρα και ίση με 538.6kW, αντίστοιχα η μεταβολή της ζήτησης με την Ιεράπετρα παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα: η νέα αιχμή περιορίζεται σε 534.4kW.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 59 Η ΝΕΑ ΚΑΙ Η ΠΑΛΙΑ ΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΙΣΧΥΡΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΤΩΝ ΜΟΙΡΩΝ

	Μείωση κόστους καυσίμου (€)	Όφελος ΔΕΗ/μεταφερόμενο kW (€/kW)
15.06.2008	27,97	5,2
13.07.2008	43,68	8,1
03.08.2008	44,23	8,2
ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	115,88	7,2
20.6.2008	106,84	19,8
9.7.2008	81,43	15,1
25.08.2008	80,08	14,8
ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	268,35	16,6

ΠΙΝΑΚΑΣ 55 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΜΟΙΡΩΝ

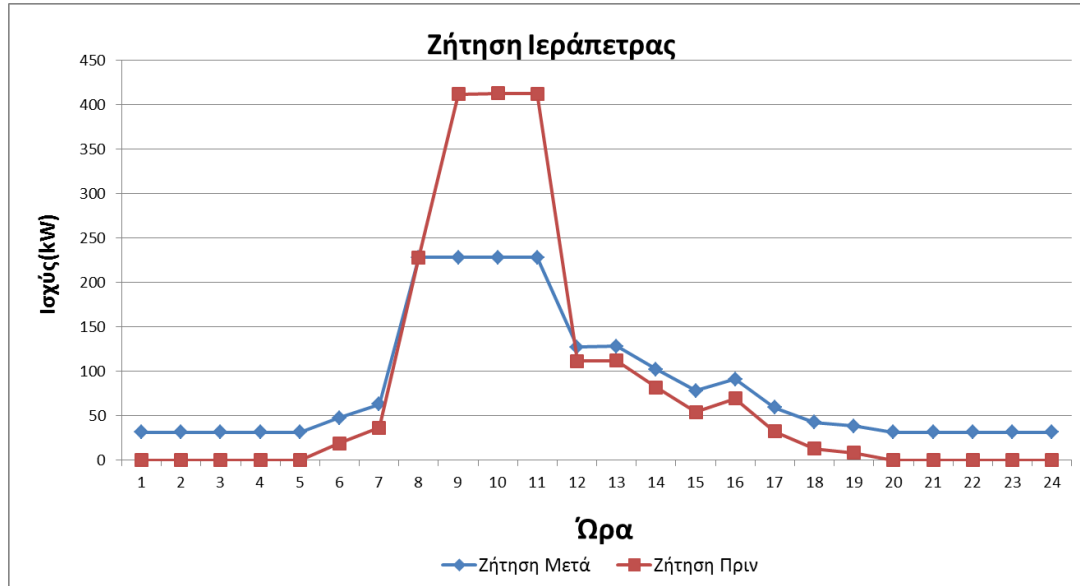
10.2.2 Επιπεδοποίηση της ζήτησης

Σε αυτό το σενάριο δεν επιθυμείται η μείωση απλά της στιγμής της αιχμής αλλά όλης της περιόδου αιχμής της ζήτησης των αντλιών. Έτσι η τρίωρη περίοδος 9-11 επιπεδοποιείται στα επίπεδα της προηγούμενης ή της επόμενης ώρας. Σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι αναγκαίο να σβήσουν όλες οι αντλίες σε κάποια συγκεκριμένη ώρα όπως στην προηγούμενη περίπτωση αλλά εκ περιτροπής να μεταθέτουν τη λειτουργία τους σε επόμενες ώρες. Σε αυτήν την περίπτωση είναι σημαντικά και τα οφέλη για τους κατόχους των αντλιών καθ'ότι μειώνεται σημαντικά η αιχμή της ζήτησής τους, βελτιώνοντας παράλληλα και το συντελεστή φόρτιου (loadfactor) της εγκατάστασης.

10.2.2.1 Ιεράπετρα

Στην περίπτωση της Ιεράπετρας η ζήτηση επιπεδοποιείται στα επίπεδα της ζήτησης στις 8 το πρωί, από 412kW σε 228.1kW. Η συνολική ενέργεια που μεταφέρθηκε από τις ώρες αιχμής στις ώρες χαμηλότερου φορτίου αγγίζει τις 553.12 kWh.

Η ζήτηση πριν και μετά την επέμβαση παρατηρείται στο παρακάτω διάγραμμα. Ενώ η οικονομική επίπτωση για την ηλεκτρική εταιρεία παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.



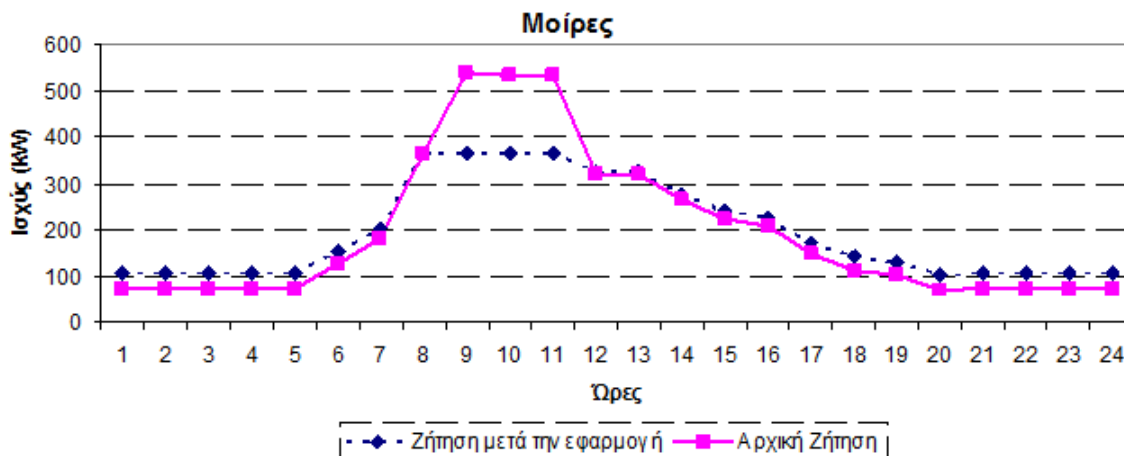
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 60 Η ΖΗΤΗΣΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ

	Μείωση κόστους καυσίμου (€)	Όφελος ΔΕΗ/μεταφερόμενο kW (€/kW)
15.06.2008	44,88	8,1
13.07.2008	45,5	8,2
03.08.2008	47,46	8,6
ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	137,83	8,31
20.6.2008	93,06	16,8
9.7.2008	103,03	18,6
25.08.2008	109,79	19,8
ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	305,88	18,43

ΠΙΝΑΚΑΣ 56 Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΙΣΧΥΡΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

10.2.2.2 Μοίρες

Η αιχμή μειώνεται από τα 538kW στα 365.73kW . Η ζήτηση πριν και μετά τη συγκεκριμένη παρέμβαση παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα. Η μεταφορά κατανάλωσης από τις ώρες αιχμής στις ώρες μη αιχμής αγγίζει τα τις 509.02KWh, μικρότερη από τη συνολική ωριαία κατανάλωση μίας από τις ώρες αιχμής της συγκεκριμένης περιόδου.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 61 Η ΖΗΤΗΣΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΤΙΣ ΜΟΙΡΕΣ

	Μείωση κόστους καυσίμου (€)	Όφελος ΔΕΗ/Μεταφερόμενο kW (€/kW)
15.06.2008	43,48	8,5
13.07.2008	41,22	8,1
03.08.2008	41,87	8,2
ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	126,57	8,29
20.6.2008	101,05	19,9
9.7.2008	94,52	18,6
25.08.2008	85,47	16,8
ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	281,04	18,41

ΠΙΝΑΚΑΣ 57 Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΣΤΙΣ ΜΟΙΡΕΣ

Παρατηρείται ότι και τα οφέλη για τη ΔΕΗ είναι μεγαλύτερα ανά μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας και παρόμοια σε επίπεδο τιμών από την περίπτωση που εξετάστηκε προηγουμένως και για τις δύο περιπτώσεις. Τα οικονομικά αποτελέσματα είναι όμοια κατά μέσο όρο για τις Μοίρες και την Ιεράπετρα.

10.2.3 Μετατόπιση κατά την ώρα αιχμής του υποσταθμού

Σε αυτήν την περίπτωση οι κάτοχοι των αντλιών δεν έχουν όφελος εξαιτίας της μετατόπισης της ζήτησής τους, καθώς δε μεταβάλλεται η αιχμή της ζήτησής τους (που συνήθως χρεώνεται βάσει τιμολογίων). Ενδιαφέρον όμως θα ήταν να εξεταστούν τα οφέλη για την οικονομική λειτουργία του συστήματος από τη μετατόπιση της ζήτησης αυτών των αντλιών σε ώρες με μικρότερη ζήτηση του Υ/Σ από τον οποίο εξυπηρετούνται.

Τα βασικά σενάρια που εξετάστηκαν αφορούν τη μετατόπιση της ζήτησης τη στιγμή αιχμής του Υ/Σ κατά:

Σενάριο Α: Μετατόπιση της ζήτησης κατά το ήμισυ στην προηγούμενη ώρα και κατά το ήμισυ στην επόμενη ώρα

Σενάριο Β: Μετατόπιση της ζήτησης κατά 25% στις 2 προηγούμενες ώρες και κατά 25% στις 2 επόμενες ώρες στην Ιεράπετρα.

Αποτιμάται το οικονομικό όφελος για συγκεκριμένες μέρες ελάχιστου και μέγιστου φορτίου, τόσο για τις αντλίες τις Ιεράπετρας όσο και για τις αντλίες των Μοιρών

10.2.3.1 Ιεράπετρα

Στην Ιεράπετρα η ώρα αιχμής ήταν στις 14.00 και η εκτίμηση για τη ζήτηση των ισχυρών αντλιών εκείνη τη στιγμή είναι 82.1kW [47].

Ημερομηνία	Σενάριο Α		Σενάριο Β	
	Όφελος ΔΕΗ (€)	Όφελος ΔΕΗ/μεταφερόμενο kW (€/ct/kW)	Όφελος ΔΕΗ (€)	Όφελος ΔΕΗ/μεταφερόμενο kW (€/ct/kW)
15.06.2008	12,05	14,67	12,02	14,64
13.07.2008	6,76	8,2	6,76	8,2
03.08.2008	6,79	8,3	6,79	8,3
ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	25,6	10,29	25,59	10,29
20.6.2008	17,14	20,9	17,11	20,8
9.7.2008	17,49	21,3	17,49	21,3
25.08.2008	17,49	21,3	17,31	21,1
ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	52,12	21,16	51,91	20,87

ΠΙΝΑΚΑΣ 58 ΑΠΟΤΙΜΙΣΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ ΓΙΑ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΜΕΡΕΣ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ

10.2.3.2 Μοίρες

Στις Μοίρες, η αιχμή του Υποσταθμού για το 2008 παρατηρήθηκε το βράδυ στις 21.00. Επομένως προβλέπεται ο περιορισμός κατά 73.2kW της κατανάλωσης των αντλιών [48]. Η επίπτωση εξαιτίας της μετατόπισης λειτουργίας κατά 1 ώρα παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Σε αυτήν την περίπτωση δε μεταβάλλεται η αιχμή των συγκεκριμένων αντλιών.

Ημερομηνία	Σενάριο Α		Σενάριο Β	
	Όφελος ΔΕΗ (€)	Όφελος ΔΕΗ/μεταφερόμενο kW (€/ct/kW)	Όφελος ΔΕΗ (€)	Όφελος ΔΕΗ/μεταφερόμενο kW (€/ct/kW)
15.06.2008	5,93	8,1	5,95	8,1
13.07.2008	5,89	8,0	5,91	8,1
03.08.2008	10,65	14,5	10,73	14,6
ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	22,48	10,22	22,59	10,28
20.6.2008	15,6	21,3	15,6	21,3
9.7.2008	15,34	20,9	15,33	20,9
25.08.2008	15,15	20,7	15,17	20,7
ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ (ΣΥΝΟΛΟ-ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ)	46,09	20,97	46,1	20,98

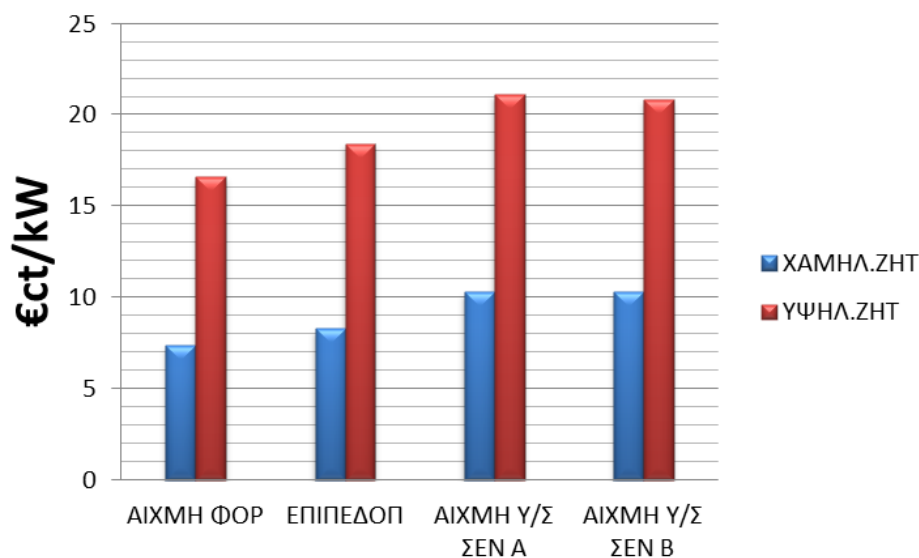
ΠΙΝΑΚΑΣ 59 ΑΠΟΤΙΜΙΣΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ ΓΙΑ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΜΕΡΕΣ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΟΙΡΕΣ

Τα αποτελέσματα της μετατόπισης είτε κατά μία είτε κατά 2 ώρες είναι παρόμοια για την περίπτωση των Μοιρών και της Ιεράπετρας. Στις μέρες υψηλού φορτίου για κάθε «μεταφερόμενο» kW το όφελος φτάνει τα 0.21 €/kW

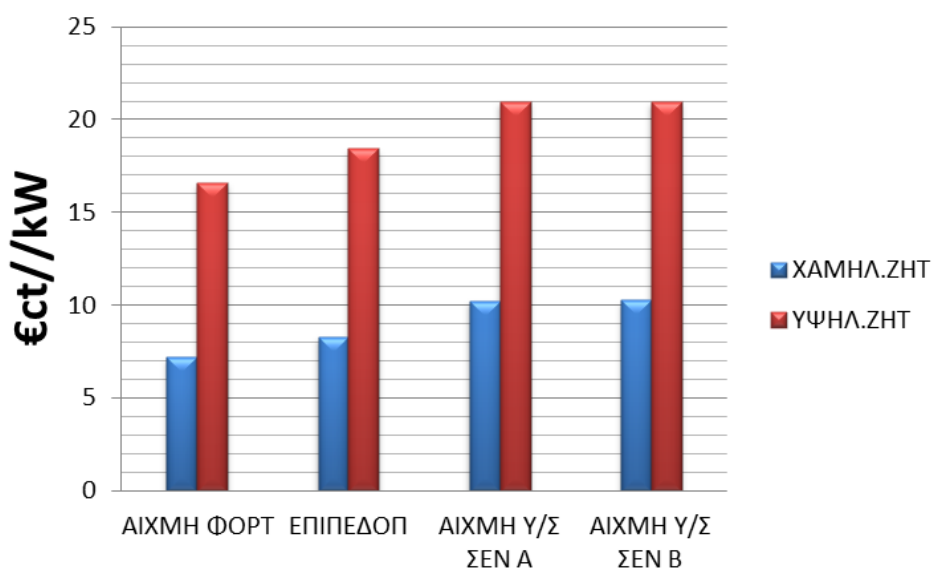
10.3 Συμπεράσματα

Μέσω των σεναρίων που προσομοιώθηκαν γίνεται αντιληπτό τι δυνατότητες μπορούν να προκύψουν με απλές ενέργειες όπως η μετατόπιση της ζήτησης. Η διαφορά φαίνεται και στις μέρες χαμηλού φορτίου και στις μέρες με υψηλό φορτίο. Μπορεί εύκολα μέσω των πινάκων που παρουσιάστηκαν να το δει αυτό κάποιος όπως επίσης σημαντικό και οι επιπτώσεις στην λειτουργία των εργοστασίων παραγωγής.

Το γενικότερο συμπέρασμα δε που προκύπτει είναι ότι πέραν των όσων αναλύθηκαν σε όλη την έκταση της διαδικασίας, υπάρχουν επιπλέον λύσεις προσφέρουν ευκολία και άμεσα αποτελέσματα και είναι και πιο οικονομικοί. Διάφορες αλλαγές δηλαδή στην λειτουργία του ήδη εγκατεστημένο συστήματος. Αξίζει επίσης να αναφερθεί για μια ακόμη φορά ότι οι προσομοιώσεις και οι μελέτες πραγματοποιήθηκαν για ένα μικρό κομμάτι του συστήματος, και για ένα συγκεκριμένο διάστημα. Δίνει τροφή όμως να φανταστεί κάποιος τι θα γίνει με εφαρμογή σε μεγαλύτερη έκταση, σε περισσότερες περιοχές και γιατί όχι και μελέτη για την συμπεριφορά της ζήτησης όλο το χρόνο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 62 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ Υ/Σ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΩΦΕΛΟΣ ΑΝ ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΚW, ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΥΕΛΙΞΙΑΣ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 63 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ Υ/Σ ΜΟΙΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΩΦΕΛΟΣ ΑΝ ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΚW, ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΥΕΛΙΞΙΑΣ

11 ΣΥΝΟΨΗ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ



11.1 Εξοικονόμηση ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια διαθέτει τόσες πολλές πτυχές που χρειάζονται τόνοι σελίδων για να αναλυθεί. Είναι λίγο δύσκολο είναι να συνοψίσει κάποιος ένα κομμάτι ενός προϊόντος που τείνει να γίνει (εάν δεν θεωρείται ήδη) βασικό αγαθό σε μερικές σελίδες.

Το δυσκολότερο από όλα όμως είναι να καταφέρει κάποιος να πείσει για την εξοικονόμηση για ένα σημαντικό κομμάτι της ενέργειας που αποτελούν τα κινητήρια συστήματα. Θα μπορούσε να τα παρομοιάσει κάποιος σαν τη «βαριά βιομηχανία» της ηλεκτρικής ενέργειας και δεν θα έχει και άδικο. Μια ματιά να ρίξει κανείς στα διαγράμματα και στα νούμερα που παρουσιάστηκαν σε όλα σχεδόν τα κεφάλαια αρκεί.

Σύμφωνα με την έρευνα «Motor Challenge Program» που διεξήγαγε η Ευρωπαϊκή Ένωση αντικαθιστώντας τα υπάρχοντα κινητήρια συστήματα με πιο προηγμένα η Ευρώπη μπορεί να εξοικονομήσει 202 δισεκατομμύρια KWh που ισοδυναμεί με εξοικονόμηση 10 δισεκατομμυρίων €/έτος στο λειτουργικό κόστος των βιομηχανιών.

	Δυναμικό εξοικονόμησης (δισ KWh/χρόνο)	
	E.E.-15*	E.E.-25*
Υψηλής απόδοσης κινητήρες	24	27
Οδηγοί μεταβλητής ταχύτητας	45	50
Μέρη κινητήριων συστημάτων (Αντλίες, φτερωτές, κλπ)	112	125
Συνολικές εξοικονομήσεις ηλεκτρικού δυναμικού	181	202

ΠΙΝΑΚΑΣ 60 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ Ε.Ε. [16]

Χρόνια ολόκληρα ο συμβατικός τρόπος σκέψης των εκάστοτε εμπλεκόμενων απαντούσε στην ερώτηση αύξηση της ζήτησης, με την απάντηση αύξηση της παραγωγής, για ηλεκτρική ενέργεια πάντα. Η σωστή απάντηση όμως στην ερώτηση είναι εξοικονόμηση!

Όπως όλα τα ζητήματα που χρίζουν λύσεις και επεμβάσεις, έτσι και το θέμα της εξοικονόμησης, το οποίο περιπλέκει πολλά στάδια, ξεκινάει από τα βασικά, τα πιο ενεργοβόρα μέρη δηλαδή του συστήματος κίνησης, και καταλήγει στα πιο απλούστερα, που

είναι εξίσου σημαντικό να προσεχθούν. Σε διαφορετική περίπτωση αναιρούνται οι προσπάθειες στα προηγούμενα στάδια.

Οι τρόποι αναλύθηκαν αρκετά, άλλοι πολύπλοκοι, άλλοι πιο απλούστεροι, άλλοι πιο ακριβοί. Όλοι όμως χρειάζονται ανάλογα το πεδίο εφαρμογής και τα φορτία που πρόκειται να εξυπηρετήσουν. Στην Κρήτη για παράδειγμα για να καλυφθεί μια πιθανή αιχμή στη ζήτηση αναγκάζονται να τεθούν σε λειτουργία οι μονάδες αιχμής. Συγκεκριμένα οι αεριοστροβιλικές μονάδες οι οποίες μπορεί να χρειαστεί να δουλέψουν μερικές ώρες για να αντιμετωπίσουν πιθανή πρόβλεψη υπέρβασης του ορίου του ΣΗΕ ακόμα και για διάστημα λιγότερο της ώρας.

Αποκτά λοιπόν τεράστια σημασία οτιδήποτε θα μπορούσε να μειώσει αυτό το πρόβλημα μην επιτρέποντας την αιχμή του συστήματος να φτάσει σε τόσο υψηλό επίπεδο, ώστε να μην μπορούν να το καλύψουν οι μονάδες βάσης.

11.1.1 Στάδια-μεθοδολογίας εξοικονόμησης

11.1.1.1 Ανάλυση των κινητήριων συστημάτων

Κάθε λύση σε ένα πρόβλημα ξεκινάει με την αναγνώριση του προβλήματος, έτσι δε θα μπορούσε να αποφευχθεί και στην συγκεκριμένη περίπτωση η πεπατημένη. Τα κινητήρια συστήματα «αποκαλύφθηκαν» στο κεφάλαιο 3.

Σε γενικές γραμμές αναλύθηκαν:

- Τα είδη κινητήρων
- Οι απώλειές τους
- Οι χρήσεις τους
- Η σημασία τους στην εξοικονόμηση ενέργειας

11.1.1.2 Κατηγοριοποίηση

Οι διεθνείς οργανισμοί στην προσπάθεια για να το αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που προκύπτουν από την ανεξέλεγκτη λειτουργία των κινητήρων έθεσαν όρια και προδιαγραφές στην λειτουργία τους. Μια άκρως επιτυχημένη διαδικασία με τις «ευλογίες» διάφορων κατασκευαστών, εμπόρων, μηχανικών και καταναλωτών

Οι κατηγορίες απόδοσης κινητήρων έχουν ήδη καταρτιστεί εδώ και χρόνια, ενώ ήδη έχουν δρομολογηθεί και νέα αυστηρότερα κριτήρια για το μέλλον. Η κύρια γραμμή αφορά φυσικά την εξοικονόμηση από το πρώτο λεπτό της λειτουργίας τους, και τη ποιότητα τους που θα τους επιτρέψει να ανταποκρίνονται μακροχρόνια σε αυτό το σκοπό. Συνοδοιπόρος τους σε αυτό αποτελεί η βάση δεδομένων euclidean η οποία και επιλέχθηκε για να βοηθήσει στις δοκιμές με τις αντλίες. Αναλυτικότερη παρουσίαση πραγματοποιήθηκε στο κεφάλαιο 4.

11.1.1.3 Επεμβάσεις στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κινητήρων

Επόμενο σημαντικό κομμάτι είναι οι επεμβάσεις στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κινητήρων. Υπερδιαστασιοποιημένοι κινητήρες, υλικά τεχνολογίας περασμένων δεκαετιών χρήση χαλκού αντί για αλουμινίου, συμβατικοί τρόποι ελέγχου, ενώ εξελιγμένες μορφές ελέγχου μένουν καθηλωμένοι στα ράφια είναι μερικά παραδείγματα που διαπιστώθηκαν.

- Επιδράσεις κατασκευαστικών χαρακτηριστικών
- Λανθασμένοι τρόποι συμβατικού ελέγχου κινητήρων

- Νέες τεχνολογίες ελέγχου κινητήρων
- Συγκρίσεις μεταξύ των διαφόρων τρόπων ελέγχου
- Σημασία της αντιστάθμισης

«Μπήκαν στο μικροσκόπιο» και παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5

11.1.1.4 Επιδράσεις στην εξοικονόμηση μερικών από των υπολοίπων ομάδων ηλεκτρικών μηχανών.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στο παρών κεφάλαιο, για να γίνει σωστή εξοικονόμηση δεν αρκεί να μείνει κανείς στο κύριο κομμάτι του συστήματος, τις κινητήριες μηχανές δηλαδή.

Εκτός από τις μεθόδους που ακολουθούνται γενικά για κινητήρες υπάρχουν μέθοδοι που επιδρούν στη μείωση του μηχανικού φορτίου. Αυτοί είναι εξειδικευμένοι ανά ομάδα μηχανών όπως οι κυκλοφορητές, φτερωτές κλπ.

Αναλυτικότερα εξετάστηκαν τα μερίδια στην ενεργειακή κατανάλωση που διακατέχουν όλες οι παραπάνω μονάδες, όπως και η ανάλογη πορεία τους προς την κατηγοριοποίηση και αυτών. Όλα αυτά στο κεφάλαιο 6.

11.1.1.5 Αντλητικά συγκροτήματα

Το μεγαλύτερο βάρος δόθηκε στα συστήματα άντλησης καθώς αποτέλεσαν και την κύρια αιτία της δημιουργίας της παρούσας εργασίας. Λανθασμένες επιλογές, σύγχρονες λύσεις που δε χρησιμοποιούνται, δοκιμασμένες λύσεις σε διάφορα μέρη του κόσμου και η κατάσταση στην Ελλάδα είναι μερικά μόνο από τα στοιχεία που αναλύθηκαν. Δεν θα μπορούσε να λείπει η αφαλάτωση ένα από τα αρχικά πεδία που χρησιμοποιήθηκε η ευελιξία, και ο συνδυασμός λειτουργίας της με ΑΠΕ.

Έτσι το κεφάλαιο 7 ξεκινάει με την παρουσίαση:

- Τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας στις αντλίες
- Παραδοσιακών τρόπων ελέγχου (βαλβίδες, γραμμές παράκαμψης, κ.α.)
- Νέων τρόπων ελέγχου (θυρίστορ, μετατροπείς, κ.α.)
- Προβλημάτων Υπερδιαστησιολογημένων αντλιών

Συνεχίζοντας ξεκινάει μια πρώτη επαφή με την συσχέτιση κατανάλωσης ενέργειας-νερού. Με ανάλυση διαφόρων πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας και νερού, αλλά και μίνι παρουσίαση των καταναλώσεων των εταιριών ύδρευσης-άρδευσης-εμφιάλωσης στην Ελλάδα.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην αφαλάτωση η οποία διακατέχει σημαντική θέση στα νησιωτικά συστήματα, αλλά χωρίς τους κατάλληλους χειρισμούς μπορεί να καταλήξει αρκετά ενεργοβόρα. Η συσχέτιση είναι ακόμη μεγαλύτερη όταν αξιοποιείται αφαλάτωση όπως σε αρκετά νησιά. Μόνο στη Μήλο η αφαλάτωση αυξάνει την κατανάλωση κατά 6.8% ετησίως.

11.1.1.5.1 Συλλογή στοιχείων καταναλώσεων-πρώτα στάδια αλλαγών αντλιών

Στο κεφάλαιο αυτό αφού παρουσιάστηκαν ορισμένες πληροφορίες για την λειτουργία του ΣΗΕ Κρήτης, ξεκίνησε η παρουσίαση των φορτίων που επιλέχθηκαν, δηλαδή των αντλιών

γεωτρήσεων των Μοιρών. Παρουσιάστηκαν στοιχεία με τις καταναλώσεις της περιόδου που επιλέχθηκε πριν δηλαδή την πραγματοποίηση αλλαγών.

11.1.1.5.2 Εξέταση της αντικατάστασης των μηχανών των αντλιών.

Η πρώτη κίνηση που επιλέχθηκε ήταν η αντικατάσταση των αντλιών. Ως πεδίο εφαρμογής επιλέχθηκε το 5% των αντλιών (Ιεράπετρας, Μοιρών) που παρουσίαζαν τον υψηλότερο συντελεστή φόρτισης. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε η χρονική στιγμή της μεταβολής της ζήτησης εκτιμώντας την 24-ωρη καμπύλη ζήτησης των συγκεκριμένων αντλιών πριν και μετά τις επεμβάσεις εξοικονόμησης. Σε όλες τις περιπτώσεις το μεγαλύτερο ποσοστό της ζήτησης για το συγκεκριμένο φορτίο αφορούσε τις ώρες 8π.μ. μέχρι 2μ.μ.

Τέλος χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο του κεφαλαίου 9, βρέθηκε η βέλτιστη μείωση παραγωγής των θερμικών μονάδων που προκαλείται από την αντικατάσταση αυτή. τα αποτελέσματα αφορούν καλοκαιρινές ημέρες χαμηλού και υψηλού φορτίου –την υψηλότερη και χαμηλότερη ανά μήνα. Από αυτήν προσδιορίστηκε η οικονομική ωφέλεια για το ΣΗΕ Κρήτης εξαιτίας αυτής της εξοικονόμησης.

Ιεράπετρα

Η Ιεράπετρα παρουσίασε έντονη δραστηριότητα την περίοδο που εξετάστηκε, καθώς το 5% με μεγαλύτερο συντελεστή φόρτισης που εξετάστηκε είχε συντελεστή τουλάχιστον 0,3. Δηλαδή εργάστηκαν τουλάχιστον 8 ώρες τη μέρα.

Μετά τα έργα βελτίωσης η ημερήσια κατανάλωση των αντλιών είχε μείωση πάνω από 6,5%. Σε απόλυτους αριθμούς, περίπου 200 kWh ανά ημέρα. Η αιχμή της ζήτησης μειώθηκε κατά 15 kW. Η εξοικονόμηση ανά ώρα κινήθηκε στις 12 με 14 kW στις μέγιστες τιμές τις. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Το 5% των αντλιών με υψηλότερο συντελεστή φόρτισης των αντλιών της Ιεράπετρας εργάστηκε τουλάχιστον 8 ώρες ανά ημέρα	
Η αιχμή μετά τις αλλαγές μειώθηκε κατά 15 kW περίπου	
Η ημερήσια κατανάλωση των αντλιών πραγματοποίησε μείωση πάνω από 6,5 %	
Συνολική εξοικονόμηση	~200 kWh/day , ~12-14 kW

ΠΙΝΑΚΑΣ 61 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΤΟ Υ/Σ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

Μοίρες

Στων Υ/Σ Μοιρών το 5% των αντλιών με τον υψηλότερο συντελεστή φόρτισης παρουσίασαν τιμές τουλάχιστον στο 0,4. Αυτό σημαίνει ότι το 5% των αντλιών των Μοιρών εργάστηκε τουλάχιστον 10 ώρες/ημέρα την περίοδο που εξετάστηκε.

Μετά τα έργα βελτίωσης η ημερήσια κατανάλωση είχε μείωση πάνω από 4% όπως και η αιχμή, στο ίδιο ωράριο. Σε απόλυτους αριθμούς, περίπου 150 kWh ανά ημέρα. Η εξοικονόμηση ανά ώρα έφτασε γύρω στις 10 με 14 kW στις μέγιστες τιμές της, με 15 kW μείωση της αιχμής. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Το 5% των αντλιών με υψηλότερο συντελεστή φόρτισης των αντλιών των Μοιρών εργάστηκε τουλάχιστον 10 ώρες ανά ημέρα	
Η αιχμή μετά τις αλλαγές μειώθηκε κατά 15 kW περίπου	
Η ημερήσια κατανάλωση των αντλιών πραγματοποίησε μείωση πάνω από 4 %	
Συνολική εξοικονόμηση	~150 kWh/day , ~10-14 kW

ΠΙΝΑΚΑΣ 62 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΜΟΙΡΩΝ

11.1.1.5.3 Μεταβολές στους οικονομικούς δείκτες του ΣΗΕ Κρήτης

Οι δυο περιπτώσεις συνοψίστηκαν με σκοπό να διαπιστωθούν ορισμένα οικονομικά στοιχεία για την κατανάλωση καυσίμου. Στις ημέρες χαμηλού φορτίου η εξοικονόμηση ενέργειας αποφέρει περίπου 175,5 €/MWh για ανά ημέρα. Στις ημέρες υψηλού φορτίου η εξοικονόμηση καυσίμου αγγίζει τα 250€/MWh την ημέρα. Οι ημέρες ασφαλώς είναι τυχαία επιλογή και οι τιμές αφορούν την μέση τιμή. Δίνουν όμως μια σαφή εικόνα των αποτελεσμάτων. Η ελάχιστη τιμή εμφανίστηκε στα 160€/MWh, ενώ η μέγιστη άγγιξε τα 260€/MWh.

Η συνολική μείωση του κόστους καυσίμων diesel (που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούν οι μονάδες της Κρήτης) και του μαζούτ ανέρχεται σε περίπου 100€ ανά ημέρα, ενώ στις ημέρες υψηλής ζήτησης σε πλησιάζει τα 140€ ανά ημέρα. Το diesel το οποίο είναι και πιο ακριβό επηρεάζεται άμεσα από αλλαγές στην τιμή του. Ως γνωστόν τα τελευταία χρόνια πραγματοποιεί αλματώδη αύξηση. Κάτι τέτοιο φυσικά αφήνει ανεπηρέαστες τις αλλαγές που αναλύονται. Πιθανή αύξηση αυξάνει και την αξία των αλλαγών, και κατά συνέπεια της εξοικονόμησης. Όλα αυτά νούμερα είναι αρκετά σημαντικά και πολύτιμα για την οικονομική λειτουργία του ΣΗΕ Κρήτης και κατ'επέκταση της ηλεκτρικής εταιρίας όπως θα διαπιστωθεί και παρακάτω.

Εξοικονόμηση όμως δεν υπάρχει μόνο στα χρήματα, ωφελημένο βγαίνει το περιβάλλον. Αναλόγως της ζήτησης της ημέρας οι αρκετά ρυπογόνες μονάδες της Κρήτης μειώνουν τις εκπομπές τους από 390 μέχρι και 520 kg/day.

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα παρατίθενται στον επόμενο πίνακα:

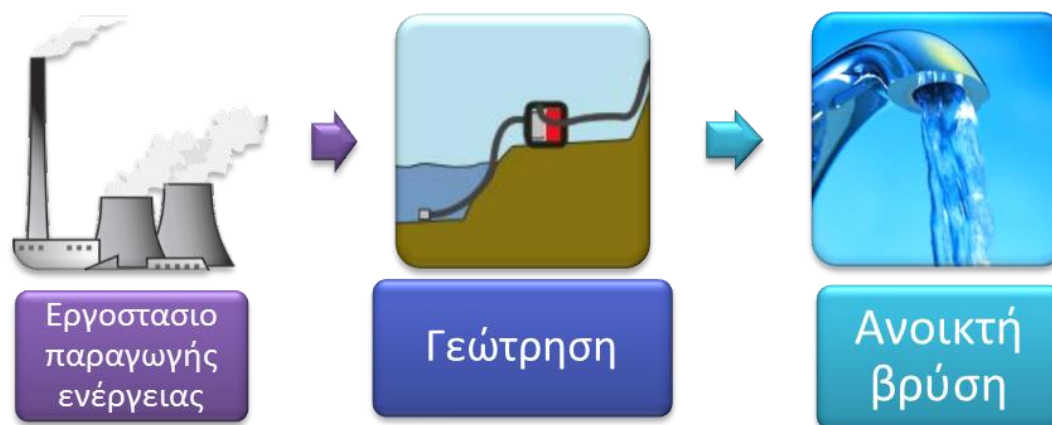
	Ημέρες χαμηλού φορτίου (Μέση τιμή επιλεγμένων ημερών)	Ημέρες υψηλού φορτίου (Μέση τιμή επιλεγμένων ημερών)
Εξοικονόμηση καυσίμου €/MWh ανά ημέρα	160	260
Εκπομπές αερίων (kg/day)	390	520

ΠΙΝΑΚΑΣ 63 ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

11.2 Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω εξοικονόμησης νερού

Εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να προκύψει και από την εξοικονόμηση νερού. Μπορεί να πραγματοποιηθεί με επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση, με έξυπνους μετρητές, πράγματα που αφορούν δηλαδή τον τελικό χρήστη, και πως μπορεί να συμβάλει και ο ίδιος. Όλες οι δοκιμές και οι αναλύσεις θα ήταν άχρηστες χωρίς την συμμετοχή των τελικών καταναλωτών.

Γύρω στα 450 εκ. m³ καταναλώθηκαν μόνο στην Αθήνα το 2005 [54]. Όπως αναφέρθηκε πολλάκις στην παρούσα εργασία η εξοικονόμηση νερού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εξοικονόμηση ενέργειας Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα που καταδεικνύει την σχέση της κατανάλωσης ενέργειας με την κατανάλωση νερού.

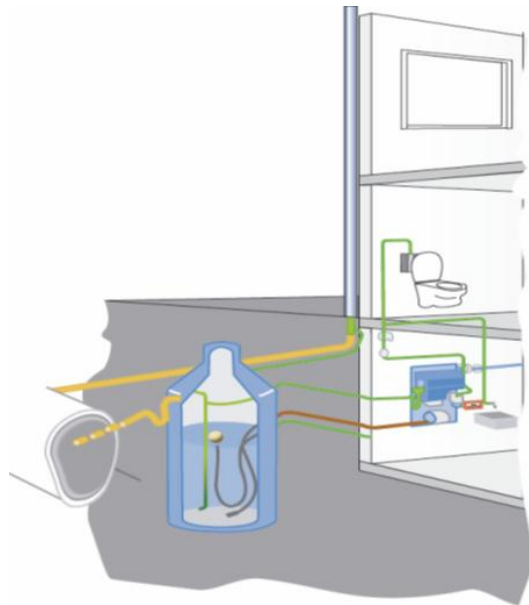


ΕΙΚΟΝΑ 1 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ-ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ.ΟΣΟ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΑΝΟΙΚΤΗ Η ΒΡΥΣΗ ΤΟΣΟ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΘΑ ΔΟΥΛΕΨΟΥΝ ΤΑ ΑΛΛΑ 2 ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σημαντική εξοικονόμηση νερού μπορεί να επιτευχθεί στις κατοικίες με κατάλληλο σχεδιασμό, επιλογή εξοπλισμού, εφαρμογή συστημάτων επαναχρησιμοποίησης και αλλαγή καταναλωτικών συνηθειών. Σύμφωνα με την [54] έως και 45% θα μπορούσε να μειωθεί η λίτρα/άτομο κατανάλωση νερού ημερησίως στην Ελλάδα, με απλά μέτρα εξοικονόμησης νερού. Η αναφορά ασφαλώς αφορά τον οικιακό τομέα. Παρακάτω θα αναφερθούν μερικές έτοιμες λύσεις εξοικονόμησης νερού που κυκλοφορούν στο εμπόριο.

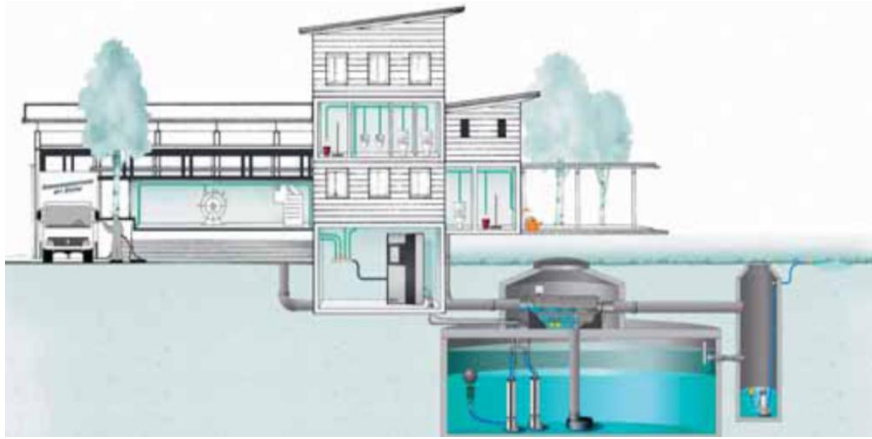
11.2.1 Αντλία ανακύκλωσης βρόχινου νερού

Χρησιμοποιούνται για οικιακή χρήση ή για πότισμα και απαντώνται παραδοσιακά στη χώρα μας στα νησιά και σε περιοχές με έλλειψη νερού. Αποτελούνται από μια επιφάνεια συλλογής (που συνήθως είναι η σκεπή), και τα συστήματα για τη μεταφορά (σωλήνες και υδρορροές), τη διήθηση, την αποθήκευση (στέρνα) και τη διανομή του νερού. Το συλλεγόμενο νερό είναι κατάλληλο για όλες τις χρήσεις, ανάλογα με την επεξεργασία που θα υποστεί.



ΕΙΚΟΝΑ 47 ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΟΙΚΙΑ [6]

Το σύστημα άντλησης βρόχινου νερού είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί ότι αποτελεί βασικό παράγοντα μιας βιοκλιματικής κατοικίας, ενώ μπορεί να ενσωματωθεί τόσο στην αρχή του σχεδιασμού ενός νέου κτιρίου, όσο και να κατασκευαστεί εκ των υστέρων σε υπάρχοντα κτίρια. Το κόστος κατασκευής έχει να κάνει με το μέγεθος της στέρνας αποθήκευσης και δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό.



ΕΙΚΟΝΑ 48 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ [54]

11.2.2 Λειτουργία συστήματος επαναχρησιμοποίησης αποπλύτων

Απόπλυτα (ή ημιακάθαρτα νερά, ή «γκρίζα» νερά) είναι εκείνο το μέρος των ακάθαρτων λυμάτων που περιέχει υγρά χρησιμοποιημένα για πλύσιμο του σώματος, του ρουχισμού, των μαγειρικών σκευών και γενικά την καθαριότητα των χώρων διαβίωσης.

Η χρησιμοποίησή τους προσφέρει και αυτή απλόχερα εξοικονόμηση νερού: Αναλυτικότερα τα πλεονεκτήματά τους:

- Διευκολύνεται ο σχεδιασμός και μειώνεται το κόστος κατασκευής μικρών, τοπικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- Αξιοποιούνται συστατικά των αποπλύτων, όπως ο φώσφορος, το άζωτο και το κάλλιο, που δεν δεσμεύονται στα συμβατικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και ρυπαίνουν τους υδάτινους αποδέκτες
- Δεν παράγονται δευτερογενή απόβλητα, όπως η λάσπη από το βιολογικό καθαρισμό, τα οποία χρειάζονται με τη σειρά τους επεξεργασία

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος ξεκινάει με τα απόπλυτα που συγκεντρώνονται σε μια δεξαμενή όπου κατακάθονται τα στερεά σωματίδια. Στη συνέχεια, φιλτράρονται μέσα από ένα κατάλληλο σύστημα χαλικιών, άμμου και χώματος, και με τη βοήθεια υπόγειων διάτρητων σωλήνων διατίθενται στο έδαφος για πότισμα, σε χώρο με φυτική κάλυψη. Σε κάποια συστήματα χρησιμοποιούνται υδροχαρή φυτά για την ταχύτερη απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου.



ΕΙΚΟΝΑ 49 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΗΜΙΑΚΑΘΑΡΤΟΥ ΝΕΡΟΥ[54]

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι συστημάτων επαναχρησιμοποίησης αποπλύτων είναι οι ακόλουθοι:

- Επεξεργασία με χρήση «φυσικών συστημάτων»
- Συστήματα ρηχής τάφρου.
- Συστήματα χαμηλού προχώματος.

11.2.3 Έξυπνοι μετρητές νερού

Οι έξυπνοι μετρητές είναι μίας νέας τεχνολογίας μετρητές οι οποίοι έρχονται να αντικαταστήσουν τους παλαιού τύπου μετρητές (επαγωγικούς) οι οποίοι μπορούν να μετρήσουν μόνο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά δεν μπορούν να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες και εφαρμογές. Ξεκίνησαν με σκοπό την μέτρηση της ηλεκτρικής κατανάλωσης, αλλά επεκτάθηκαν και στο φυσικό αέριο και στην ύδρευση.

Όπως έχει ήδη γίνει φανερό στην παρούσα εργασία οι απώλειες νερού μέχρι τον τελικό καταναλωτή είναι σημαντικότερες. Η ΔΕΥΑ Ηρακλείου εκτιμά ότι περίπου το 40% του νερού που αντλείται δεν διανέμεται στους τελικούς χρήστες και καταβάλλει σημαντικές προσπάθειες για τη μείωση του σχετικού ποσοστού.

Δεδομένου ότι η πρωτογενής προμήθεια (π.χ. γεωτρήσεις, αφαλάτωση), η άντληση σε μεγαλύτερη υψομετρική διαφορά, η επεξεργασία, απαιτούν σημαντικά ποσά ενέργειας η μη διάθεση του 40% του πρωτογενώς παραγόμενου νερού σημαίνει και σημαντική ενεργειακή κατανάλωση για κάθε m^3 πόσιμο νερού που προσφέρεται στον πολίτη. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο αν αναλογιστεί κανείς ότι η ζήτηση νερού αυξάνεται σημαντικά το καλοκαίρι όταν και η ζήτηση ενέργειας είναι αυξημένη.

11.2.3.1 Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών νερού στους καταναλωτές ύδρευσης

Αυτή τη στιγμή εφαρμογές τέτοιου είδους κερδίζουν έδαφος στην Καλιφόρνια, όπου υπάρχει η δέσμευση για μείωση της κατανάλωσης νερού μέχρι 20% έως το 2020[59]. Τα αναμενόμενα οφέλη από την υιοθέτηση ευφυούς μέτρησης στις εταιρείες ύδρευσης μπορούν να είναι:

- Δυνατότητα παροχής απομακρυσμένου ελέγχου και χειρισμών σε επίπεδο μετρητή πλέον. Έτσι θα μπορεί να διακόπτεται ευκολότερα η παροχή νερού ή να εντοπίζεται αν η έλλειψη νερού οφείλεται στην εταιρεία ύδρευσης ή σε βλάβη του ίδιου του καταναλωτή.
- Ταχύτερος εντοπισμός βλαβών καθώς η τακτική παρακολούθηση της κατανάλωσης σε συνδυασμό με συστήματα επικοινωνίας με τον πελάτη.
- Με τον παραδοσιακό τρόπο χρέωσης δε διαχωρίζεται η ζήτηση σε χρέωση αιχμής και σε χρέωση κατανάλωσης νερού. Έτσι δεν επιβραβεύεται επί τοις ουσίαις ο πολίτης ο οποίος κάνει οικονομία νερού σε περιόδους έντονης λειψυδρίας ή καύσιωνα έναντι του αδιάφορου πολίτη. Επομένως δεν είναι εφικτή η εξομάλυνση της ζήτησης νερού.
- Ο ταχύτερος εντοπισμός βλαβών συμβάλλει στην μείωση της κατανάλωσης νερού και κατά συνέπεια στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μειώνοντας το λειτουργικό κόστος των εταιρειών Ύδρευσης. Ενδεικτικά η Δημοτική Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Αγ.Νικολάου (Δ.Ε.Υ.Α.ΑΝ.) μόνο για το 2011 κατέβαλε 110,000€ για ηλεκτρισμό κατά την περίοδο του Σεπτεμβρίου [34].
- Πιο έγκαιρος εντοπισμός των απαραίτητων έργων επέκτασης δικτύων καθώς είναι περισσότερο εφικτή η πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών σε επίπεδο αιχμής ζήτησης κατανάλωσης νερού.
- Ειδικά για εταιρείες ύδρευσης με σημαντική ποσότητα αντλιών για την ανύψωση σε υψόμετρο μπορεί να γίνει διαχείριση της στιγμής άντλησης σε ώρες μη αιχμής ηλεκτρισμού και διάθεσή του νερού όταν ζητηθεί. Έτσι είναι ευκολότερο να αξιοποιηθεί αποτελεσματικότερα και η χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και η άντληση να γίνεται σε ώρες μεγαλύτερης παραγωγής ή και περίσσειας από ΑΠΕ.



ΕΙΚΟΝΑ 50 ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΕΞΥΓΝΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΝΕΡΟΥ [60], ΔΕΞΙΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΥΓΝΩΝ ΜΕΤΡΗΤΩΝ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΕ TABLET Η/Υ [61]

11.3 τελικά σενάρια ευελιξίας

11.3.1 Χρήση επιλεγμένων αντλιών σαν ευέλικτα φορτία

Η αφαλάτωση ζήτημα ζωτικής σημασίας για περιοχές με έλλειψη νερού αναλύθηκε και αυτή με την σειρά της και το πώς μπορεί και αυτή να προσφέρει επιπλέον εξοικονόμηση μαζί με την βοήθεια των μονάδων Α.Π.Ε. στο κεφάλαιο 7.

Τα αποτελέσματα των εφαρμογών δείχνουν ότι εάν οι ΑΠΕ εγκατασταθούν ταυτόχρονα με την εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης, η αιχμή της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να μετριαστεί. Το πιο σημαντικό είναι η αλλαγή της ζήτησης που μπορεί να μετατεθεί σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα όταν αυτό είναι πιο βολικό για την ισχύς του συστήματος. Σημαντικά είναι επίσης τα οφέλη από την για τις εκπομπές ρύπων που αποφεύγονται με τις παραπάνω μεθόδους, ακόμα και αν ΑΠΕ προστίθενται και το νερό μεταφέρεται στο νησί, η αποφυγή των εκπομπών ανά m³ είναι μάλλον ικανοποιητική.

Η αφαλάτωση αποτέλεσε την απαρχή για την ευελιξία φορτίων και ένας από τους λόγους έμπνευσης της παρούσας εργασίας.

Οι περιοχές που προσομοιώθηκαν προσέφεραν πλούσια στοιχεία για μελέτη, με βασικό συμπέρασμα τις απλές κινήσεις που μπορούν να γίνουν και θα προσφέρουν θετικά αποτελέσματα. Επίσης μέσω διαφόρων αναλύσεων και παραδειγμάτων παρατηρεί κανείς ότι και η εκάστοτε ηλεκτρική εταιρία βγαίνει ωφελημένη. Δημιουργείται δηλαδή μια αλυσίδα με πολλαπλά οφέλη για το περιβάλλον την ηλεκτρική εταιρία, τον κατασκευαστή, τον έμπορο και τον τελικό καταναλωτή.

Η εμπειρία που αποκομίσθηκε από αυτήν την διαδικασία επιλέχθηκε κατά κάποιο τρόπο να μεταφερθεί στις αντλίες που εξετάστηκαν. Ο στόχος ήταν άλλωστε κοινός, εξοικονόμηση χρημάτων μέσω της ευελιξίας των φορτίων. Μετάθεση δηλαδή της κατανάλωσης σε περίοδο που συμφέρει.

Αρχικά εξετάστηκαν οι εγκατεστημένες αντλίες των δύο περιοχών με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ με σκοπό να θεωρηθεί αν αξίζουν και αυτές να αντικατασταθούν με καλύτερης απόδοσης, η Ιεράπετρα δεν ήταν απαραίτητο καθώς οι ισχυρές αντλίες της είναι ήδη σε αρκετά καλή απόδοση με χαμηλό συντελεστή φορτίου. Οι αντλίες των Μοιρών θα μπορούσαν όμως καθώς ο συντελεστής φορτίου τους κυμαίνονταν κοντά στο 30 %. Το σημαντικότερο όμως και στις δύο περιπτώσεις είναι η συμπεριφορά τους σε χρήση τους σαν ευέλικτα φορτία. Σε μετατοπίσεις δηλαδή της ζήτησης τους. Τα αποτελέσματα ήταν και πάλι ενθαρρυντικά, αναλυτικότερα ακολουθούν τα διάφορα σενάρια που προσομοιώθηκαν και τα αποτελέσματα που προσέφεραν.

11.3.1.1 Μετατόπιση αιχμής αντλιών

Στο συγκεκριμένο σενάριο ο στόχος ήταν να μετατεθεί η αιχμή της ζήτησης από το χρονικό όριο που ήταν και να διανεμηθεί ομοιόμορφα σε προηγούμενες και επόμενες ώρες. Η δυνατότητα εργασίας των αντλιών πριν χρειαστούν, σε ώρες που δε φορτώνουν το σύστημα, παρέχεται μέσω της αποθήκευσης του νερού που θα χρειαστεί σε δεξαμενές. Το αποτέλεσμα ήταν η ζήτηση στο σημείο της αιχμής να πέσει στο 0, η νέα αιχμή να πάρει ελαφρά χαμηλότερη τιμή και η καμπύλη να ανέβει ελάχιστα αλλά ομοιόμορφα κατά την διάρκεια του 24ώρου. Φυσικά αυτό είναι εφικτό μόνο στις αντλίες, καθώς έχουν την δυνατότητα να αποθηκεύουν το ρευστό, επομένως μπορούν επιτελούν το έργο τους όποτε συμφέρει το σύστημα. Το αποτέλεσμα παραμένει πάντα αναλλοίωτο, το υγρό διαθέσιμο όποτε χρειαστεί.

Η αιχμή των αντλιών της Ιεράπετρας μειώθηκε κατά ένα kW περίπου από την προηγούμενη, η παλιά πήγε στο 0. Η συνολική κατανάλωση φυσικά παρέμεινε η ίδια καθώς δεν επηρεάστηκε απλώς μετατέθηκε. Ποιο ήταν όμως το αποτέλεσμα;

Η Ηλεκτρική εταιρία κέρδισε περίπου 90€ από τις τρεις ημέρες χαμηλής ζήτησης, και 206€ τις 3 ημέρες της υψηλής ζήτησης!!! Να ξανατονιστεί ότι καταναλώθηκε η ίδια ενέργεια!

Κερδίζει δηλαδή 7,4 €ct ανά μεταφερόμενο kW στην χαμηλή ζήτηση, και 16,6 €ct ανά kW στην υψηλή. Εύλογα δημιουργούνται διάφορες σκέψεις για αυτά τα νούμερα, ένα γίνουν άλλες 2-3 μετατοπίσεις και το 1kW γίνει 4,5, ή 10kW.

Στις ίδιες ημέρες του ίδιου χρόνου τα αντίστοιχα νούμερα για τις Μοίρες απέφεραν κέρδη τριημέρου χαμηλού φορτίου 116€ και υψηλού φορτίου 269€ ! Το όφελος της μεταφερόμενης kWh ήταν 7,2€ct/kW 16,6€ct/kW αντίστοιχα. Πάλι φυσικά με την ίδια κατανάλωση και το ίδιο αποτέλεσμα για τον χρήστη, το νερό όπου και όποτε το θέλει.

Ο καταναλωτής δεν έχει τα αναμενόμενα κέρδη σε αυτό το σενάριο όπως η ηλεκτρική εταιρία. Αυτό συμβαίνει επειδή η μεταβολή της αιχμής περιείχε μικρές μεταβολές. Έτσι έπρεπε να μελετηθεί νέο σενάριο που να περιλαμβάνει και κέρδη για τον καταναλωτή, αυτό έρχεται να το διορθώσει το σενάριο της επιπεδοποίησης.

11.3.1.2 Επιπεδοποίηση της ζήτησης

Αφού η προηγούμενη μέθοδος κατέδειξε σημαντικά στοιχεία δε θα μπορούσε να μην δώσει το ερέθισμα για περαιτέρω ψάξιμο. Η επόμενη ενέργεια που επιχειρήθηκε ήταν όχι μόνο η μείωση της στιγμής της αιχμής, αλλά η επιπεδοποίηση όλου του διαστήματος της αιχμής.

Ο στόχος λοιπόν ήταν λοιπόν η τρίωρη περίοδος με το υψηλότερο επίπεδο (9-11) και για τις 2 περιπτώσεις, να κατέβει στα επίπεδα της 8^{ης} ή της 12^{ης} ώρας.

Σε αυτήν την περίπτωση τα οφέλη είναι ακόμα περισσότερα για τον καταναλωτή, καθώς περιορίζεται σημαντικά η ζήτηση τους και ταυτόχρονα διορθώνεται και ο συντελεστής ισχύος της εγκατάστασής τους.

Η ζήτηση λοιπόν επιλέχθηκε να επιπεδοποιηθεί στα επίπεδα της 8^{ης} ώρας.

Στην Ιεράπετρα λοιπόν η αιχμή ξεκινούσε την 9^η ώρα στα 412 kW και συνεχίζεται στα ίδια επίπεδα μέχρι την 11^η ώρα. Το κομμάτι αυτό λοιπόν «πέφτει στα επίπεδα των 228kW περίπου που ήταν στις 8. Γύρω στις 550 kWh είναι αυτές που μεταφέρονται, και απλώνονται ομοιόμορφα στην καμπύλη της ζήτησης καθ'όλη την διάρκεια της ημέρας.

Τα οικονομικά στοιχεία είναι για μια ακόμη φορά εντυπωσιακά. Πέραν του κέρδους των καταναλωτών όπως ήδη αναφέρθηκε, και η ηλεκτρική εταιρία έχει και πάλι σημαντικά οφέλη.

Στις περιόδους χαμηλής ζήτησης η συνολική τιμή κέρδους για το εξεταζόμενο κέρδος στα καύσιμα, ανέρχεται για την ΔΕΗ στα **138€**, ενώ στις περιόδους υψηλής ζήτησης στα **306€**.

Εάν και πάλι θα ήθελε κάποιος να επεκτείνει την επιπεδοποίηση και άλλο, η μέση τιμή για κάθε μεταφερόμενη kWh ανέρχεται στα **8,31 €ct/kW** στην χαμηλή ζήτηση, και στα **18 €ct/kW** στην υψηλή.

Στις Μοίρες η μείωση αφορούσε την μείωση της περιοχής ζήτησης από τα 538 στα 366 kW. Οι αντίστοιχες τιμές ήταν στη χαμηλή ζήτηση 127€ με 8,29 €ct/kW, και 281€ με 18,41€ct/kW. Παρατηρείται μια αύξηση στο κέρδος αν μεταφερόμενη kWh για την ΔΕΗ σε αυτήν την περίπτωση.

11.3.1.3 Μετατόπιση της ζήτησης κατά την ώρα αιχμής των Υ/Σ

Σε αυτή την περίπτωση οι καταναλωτές δεν έχουν κάποιο κέρδος καθώς δεν μεταβάλλεται η δικιά τους αιχμή ζήτησης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον όμως παρουσίασαν τα αποτελέσματα για μια ακόμη φορά για την ηλεκτρική εταιρία.

Ο σκοπός εδώ ήταν να προσομοιωθούν 2 σενάρια τα οποία ήταν:

Σενάριο Α : Μετατόπιση της ζήτησης 50% την προηγούμενη ώρα και 50% την επόμενη ώρα

Σενάριο Β: Μετατόπιση της ζήτησης κατά 25% σε κάθε μια από τις προηγούμενες και τις επόμενες 2 ημέρες.

Τα αποτελέσματα δε θα μπορούσαν παρά να δείξουν και εδώ θετικά στοιχεία.

Αναλυτικότερα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα με συνολικό όφελος των εκάστοτε επιλεγμένων τριημέρων, και μέσες τιμές του οφέλους των εκάστοτε τριημέρων πάντα μιλώντας για την ΔΕΗ:

Χαμηλή ζήτηση	Όφελος σε € σενάριο Α	Όφελος σε €/kW σενάριο Α	Όφελος σε € σενάριο Β	Όφελος σε €/kW σενάριο Β
Ιεράπετρα	25,6	10,29	25,59	10,29
Μοίρες	22,48	10,22	22,59	10,28
Υψηλή ζήτηση	Όφελος σε € σενάριο Α	Όφελος σε €/kW σενάριο Α	Όφελος σε € σενάριο Β	Όφελος σε €/kW σενάριο Β
Ιεράπετρα	52,12	21,16	51,91	20,87
Μοίρες	46,09	20,97	46,1	20,98

ΠΙΝΑΚΑΣ 64 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΥΕΛΙΞΙΑΣ ΚΑΙ ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΟΥΣ

Τα οικονομικά οφέλη των συγκεκριμένων σεναρίων σε συνολικό κέρδους των επιλεγμένων ημερών αν και για μια ακόμη φορά παρουσιάζουν θετικό πρόσημο δεν φτάνουν στα επίπεδα των προηγούμενων σεναρίων. Το εντυπωσιακό όμως είναι το κόστος της μεταφερόμενης kWh. Στην χαμηλή ζήτηση υπερβαίνει σε όλες τις περιπτώσεις τα **10 €/kW**, ενώ στην υψηλή εκτινάσσεται σε πάνω από **0,2€/kW**.

Ο σκοπός δηλαδή επετεύχθη. Όχι μόνο όλα τα σενάρια που δοκιμάστηκαν είχαν θετικά αποτελέσματα, αλλά υπήρξε και διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων αναλόγως το που και πως θα χρησιμοποιηθούν. Δίνουν δηλαδή τη δυνατότητα σε κάποιον να «παίξει» με τις παραμέτρους ΔΕΗ, καταναλωτής, εξοικονόμηση καυσίμου με συνολική εξοικονόμηση ή εξοικονόμηση ανά kWh.

Όλα αυτά με μια προσομοίωση 5-6 σεναρίων, και με αλλαγές σε μερικές kWh σίγουρα υπάρχουν δεκάδες σενάρια ακόμα με ακόμα μεγαλύτερες δυνατότητες.

11.4 Αποτίμηση και σύγκριση σεναρίων

Αρκετές επιλογές λοιπόν, με διάφορων ειδών αποτελέσματα για την ευελιξία των αντλιών. Όλα συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα. Τα νούμερα αφορούν και τις δυο περιοχές μαζί

Σενάριο	Συνολικά οφέλη 3ημέρου σε €, Χαμηλό φορτίο / Υψηλό φορτίο	οφέλη Χαμηλό Υψηλό (Μέση τιμή περιοχών)	€/ct/kW, φορτίο/ φορτίο 2	Επωφελούμενος φορέας
Μετατόπιση αιχμής αντλιών	206 / 322	7,3 / 16,6		ΔΕΗ+Καταναλωτές
Επιπεδοποίηση της ζήτησης	264,4/ 586,92	8,3 / 18,42		Καταναλωτές+ΔΕΗ
Μετατόπιση αιχμής Υ/Σ σεν Α	48,08 / 98,21	10,256/ 21,065		ΔΕΗ
Μετατόπιση αιχμής Υ/Σ σεν Β	48,18 /98	10,25 / 20,9		ΔΕΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ 65 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ, ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΠΕΔΙΟ

Το συμπέρασμα που προκύπτει από όλα τα σενάρια είναι το εξής: Η επιπεδοποίηση της ζήτησης αποφέρει το μεγαλύτερο συνολικό κέρδος και για την ΔΕΗ και για τους καταναλωτές. Η μετατόπιση της αιχμής των Υ/Σ του σεναρίου Α αποφέρει το μεγαλύτερο κέρδος για την ΔΕΗ όμως. Για τους καταναλωτές η πιο συμφέρουσα τιμή για μεταφερόμενη kWh την αποφέρει η επιπεδοποίηση της ζήτησης.

11.5 Προτάσεις προοπτικές

Συνοψίζοντας, από τα σημαντικά στοιχεία της προσέγγισης αυτής πρέπει να είναι η επιτάχυνση της ανάπτυξης και της εφαρμογής καινοτόμων τεχνολογιών ώστε να μειωθεί το αποτύπωμα του νερού και της ενέργειας. Μεταξύ των στόχων στον τομέα της ενέργειας και των υδάτων θα πρέπει να είναι:

- Η μείωση των λειτουργικών εξόδων της ενέργειας και του νερού χρήσης και η μεγιστοποίηση της αποδοτικής χρήσης τους στις υπηρεσίες ύδρευσης - αποχέτευσης.
- Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος ύδρευσης-αποχέτευσης μέσω της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων κυρίως στη βιομηχανία αλλά και στους άλλους τομείς, της μείωσης της ζήτησης του νερού, της μείωσης των διαρροών και της ανακύκλωσης.
- Η παραγωγή ενέργειας των ειδικών υπηρεσιών από ΑΠΕ και συμπαραγωγή, αφού τα απόβλητα κρύβουν σημαντική θερμοϊδική αξία.
- Να εξεταστεί η δυνατότητα να υπάρξει διαδικασία πιστοποίησης -διαπίστευσης των υπηρεσιών ύδρευσης αποχέτευσης αλλά και των ενεργοβόρων και υδροβόρων βιομηχανιών στον τομέα διαχείρισης της ενέργειας και του νερού.
- Στις δημόσιες συμβάσεις να επιλέγονται υλικά με βάση την ενεργειακή τους απόδοση αλλά και την αποδοτική διαχείριση του νερού.
- Να αρχίσουν να συλλέγονται σχετικά στοιχεία γιατί η διαθεσιμότητα στοιχείων βοηθά στη λήψη ορθών αποφάσεων.
- Το σημαντικότερο όλων όμως είναι να προωθηθούν δράσεις που θα ευαισθητοποιήσουν το ευρύ κοινό, αλλά και να καταρτιστούν συγκεκριμένες ομάδες που εμπλέκονται ενεργά στον τομέα.
- Πέρα λοιπόν από ένα κεντρικό μήνυμα θα πρέπει να συνταχθούν οδηγοί ή τεχνικά φυλλάδια με συγκεκριμένες οδηγίες, θα πρέπει όλοι να κατανοήσουν ότι η εξοικονόμηση ενέργειας και νερού είναι ευθύνη όλων, με σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα του περιβάλλοντος. Παρακολούθηση διαρροών, και κίνητρα επαναχρησιμοποίησης νερού είναι μερικές απλές προτάσεις αναλύθηκαν στο παρών κεφάλαιο.
- Η ηλεκτρική εταιρία να καταλάβει τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει με την ευελιξία που προσφέρουν οι αντλίες οφέλη και για την ίδια και για τους καταναλωτές. Το σενάριο με την επιπεδοποίηση της ζήτησης το προσφέρει αυτό όπως φάνηκε.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία που αναλύθηκαν και δοκιμάστηκαν σε διάφορες προσομοιώσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι επιβάλλονται άμεσοι τρόποι δράσης, καθώς οι αντλίες προσφέρονται για εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους. Έχει φτάσει η ώρα για ένα νέο τρόπο σκέψης σχετικά με την αποτελεσματική χρήση του νερού και της ενέργειας.

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι σημερινές προκλήσεις θα πρέπει να ενεργήσουν όλοι υπεύθυνα απέναντι στην αυξανόμενη ζήτηση για το νερό και την ενέργεια καθώς και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Μια ολοκληρωμένη και βιώσιμη προσέγγιση για την σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων και τη χρήση ενέργειας είναι επείγοντως αναγκαία

12 ΠΗΓΕΣ



- [1] “Chapter L-Power factor correction and harmonic filtering”-Schneider electric
- [2] Διαλέξεις μαθήματος Ενεργειακή διαχείριση κτηρίων – καθ.Τσικαλάκη Αντ.-ΤΕΙ Κρήτης-Τμ.Ηλεκτρολογίας
- [3] Πτυχιακή εργασία :”Εξοικονόμηση ενέργειας στους αλευρόμυλους Κρήτης”-Πέτρος Δρακάκης-ΤΕΙ Κρήτης-Τμ.Ηλεκτρολογίας
- [4] Εξοικονόμηση ενέργειας από την χρήση ηλεκτρικών κινητήριων συστημάτων μέσω ελεγχόμενων ηλεκτρονικών μετατροπών ισχύος- Τ.Ε.Ε.
- [5]”Οδηγός ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής”-Κ.Α.Π.Ε.
- [6] Παρουσίαση: “Σύγχρονα αντλητικά συστήματα σχεδίαση, έλεγχος και προδιαγραφές”,willo Hellas
- [7]” Περιβαλλοντική και ενεργειακή αξιολόγηση νοσοκομείων”-Κολιακουδάκη Στυλιανή, Ζαρκάδης Γεώργιος-ΤΕΙ Κρήτης 2003
- [8] ”Αποτύπωση των ευέλικτων φορτίων του Σ.Η.Ε. Κρήτης”-Πτυχιακή εργασία Στέφανου Σαριδάκη-Τμ.Ηλεκτρολογίας,Τ.Ε.Ι.Κρήτης
- [9] “Motor efficiency labelling scheme”-Brook Crompton
- [10] Energy Savings by means of Energy Efficient Electric Motors-S. Corino E. Romero L.F. Mantilla
- [11] D. Chapman, A. T. De Almeida, H. De Keulenaer et al. “Energy Efficient Motor Driven Systems.” European Copper Institute. Motor Challenge. Belgium. April 2004. pp. 1-5
- [12] Northwest Food Processors Association-Knowledge Exchange-www.nwfpa.org
- [13] ”Chapter K-Energy efficiency in electrical distribution”- Schneider electric
- [14] ”Ενεργειακή αποδοτικότητα χάρη στην αυξομείωση στροφών συστήματος κίνησης με μετατροπέα συχνότητας”-www.centraline.com
- [15] K Department of Trade and Industry
- [16]”Energy efficiency makes difference”-ABB-www.abb.com
- [17] IEA-Paris
- [18] περιοδικό «ANEMΟΛΟΓΙΑ» (Ιανουάριος-Φεβρουάριος 2011, σ. 31-35.)
- [19] www.eydap.gr
- [20] www.econews.gr
- [21] «Εξοικονόμηση ενέργειας-οδηγός λύσεων»-schneider electric
- [22] “Benefits and costs of improving pumping efficiency”- Blaine R. Hanson
- [23] Παρουσίαση Siemens «Ενεργειακά αποδοτικοί κινητήρες»
- [24] “Pumps & Pumping Systems”- Presentation from the “Energy Efficiency Guide for Industry in Asia” www.energyefficiencyasia.org

- [25] “Electrical motors”- Presentation from the “Energy Efficiency Guide for Industry in Asia” www.energyefficiencyasia.org
- [26] “Agricultural pumping efficiency in India: the role of standards”- Girish Sant and Shantanu Dixit-Energy Group
- [27] “Energy saving of adjustable speed pump stations in Egypt”-Khaled M. Fetyan, M. A. Younes, M. A. Helal and Mohab M. Hallouda
- [28] Παναγιώτης Α. Κουκουτσάκης, «Επίδραση Φορτίου Αφαλάτωσης Σε Νησιωτικό Σύστημα Ενέργειας», Διπλωματική Εργασία, Σχολή ΗΜΜΥ ΕΜΠ, Σεπτέμβριος 2007, Επίβλεψη Ν.Χατζηαργυρίου,Α.Τσικαλάκης.
- [29] <http://www.energia.gr/photos/timologia%20dei%20mt%2001%2007.pdf>
- [30] Ψυχογιόπουλος «Μάνος, Βραχυπρόθεσμος Προγραμματισμός Διεσπαρμένων Φορτίων Αφαλάτωσης Σε Αυτόνομα Συστήματα», Διπλωματική Εργασία, Σχολή ΗΜΜΥ ΕΜΠ, Σεπτέμβριος 2007. Επίβλεψη Ν.Χατζηαργυρίου,Α.Τσικαλάκης
- [31] www.ergon-energia.gr
- [32] “Fans & Blowers”- Presentation from the “Energy Efficiency Guide for Industry in Asia”- www.energyefficiencyasia.org
- [33] Ευρωπαϊκό πρόγραμμα “Motor Challenge”-Ενότητα Συστημάτων ανεμιστήρων-Ευρωπαϊκή επιτροπή-Γενική Διεύθυνση Ενέργειας και Μεταφορών-προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας & Διαχείριση Ζήτησης
- [34] www.deyaan.gr
- [35] “Saving Europe’s energy and environment” brochure-European Commission
- [36] “DESALINATION RESULTS-Simulation and Cost-benefit Analysis”-Stories Project-European Islands networks on energy & environment
- [37] C.Johnson,U.Abdulwahid, J.Manwell, ”Design and modelling of Dispatchable heat storage in Wind/Diesel systems” Proc of the AWEA Annual Conference, Portland, OR, June, 2002.
- [38] James F. Manwell and Jon G. McGowan “Development of wind energy systems for New England islands”, J.Renewable Energy, Vol. 29, Iss 10, Aug. 2004, pp 1707-1720.
- [39] Peter Meibom, Juha Kiviluoma, Rödiger Barth, Heike Brand, Christoph Weber, Helge V. Larsen, “Value of Electric Heat Boilers and Heat Pumps for Wind Power Integration”, J. Wind energy, Vol. 10, Iss. 4 July/August 2007, p 321-337.
- [40] Strommen “Introduction of Renewable Energy Systems in Remote Communities in the Nordic Region” Master Thesis NTNU, Norwegian university of science and technology Faculty of information technology, mathematics and electrical engineering Department of electrical engineering --- NTNU 2006,June 2006
- [41] “Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στην βιομηχανική ψύξη”-Κ.Α.Π.Ε
- [42] “Εξοικονόμηση ενέργειας σε ψυκτικά συγκροτήματα”-Ν.Χαριτωνίδης-Ημερίδα Κ.Α.Π.Ε.

- [43] «Ηλεκτρικές μηχανές AC/DC»-Stephen J. Chapman-Εκδόσεις Τζιόλα
- [44] «Energy-efficiency policy opportunities for electric motor-driven systems»-International energy agency-Paul Waide and Conrad U. Brunner
- [45] www.deyax.org.gr
- [46] “Σύστημα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων Δ.Ε.Υ.Α.Χ.”-Δουβίκα Ευγενά πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Κρήτης
- [47] Λαποκωνσταντάκης Νικόλαος, «Επίδραση σημαντικής εγκατεστημένης ισχύος φωτοβολταϊκών σε υποσταθμό υψηλής/μέσης τάσης», Χανιά, Ιούλιος 2011, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης
- [48] Αθουλάκης Βασίλειος: «Διερεύνηση επιπτώσεων υψηλής διείσδυσης Φωτοβολταϊκών σε Υποσταθμούς Υ.Τ/Μ.Τ με ήδη σημαντική εγκατεστημένη ισχύ Αιολικών Πάρκων», Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ κρήτης, εν εξελίξει
- [49] O.-S. Parissis, E. Zoulias, E. Stamatakis, K. Sioulas, L. Alves, R. Martins, A. Tsikalakis, G. Caralis “Integration of Wind and Hydrogen Technologies in the Power System of Corvo Island, Azores: A Cost-Benefit Analysis”, Int. Journal of Hydrogen Energy, Vol 36, Issue 13, July 2011, pp
- [50] Διπλωματική Δαέλης
- [51] Εταιρία Υδάτων-www.efstratiadis.gr
- [52] www.grundfos.gr
- [53] Στατιστική επετηρίδα της Ελλάδος 2007-Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος
- [54] Παρουσίαση: “Συστήματα εξοικονόμησης & ανακύκλωσης νερού”-“ree_trofit”-Training on renewable energy solutions and energy efficiency in retrofiting
- [55] “Integrating smart meters into your classroom”- Developed by the Victorian Department of Sustainability and Environment in collaboration with City West Water Limited and South East Water Limited
- [56] www.4green.gr
- [57] “Αντλίες μεταβλητών στροφών-Θεωρία-Τεχνολογία-Τυπτοι-Εφαρμογές-Διπλωματική εργασία Ιωάννης Γουναρίδης-Ε.Μ.Π.
- [58] Antonios Tsikalakis, Nikos Hatzigrygiou, Panagitois Koukoutsakis, George Caralis, Arthouros Zervos, Manos Zoulias, Manos Stamatakis, Olga Parissis, George Tzamalīs, Salvador Suarez Garcia, Daniel Henríquez Alamo “Deliverable D2.1: Market applications for energy storage methods and RES units: Case studies”, Ερευνητικό Πρόγραμμα STORIES Addressing regulations on STORage technologies for increasing the penetration of Intermittent Energy Sources, EIE/07/159, Διαθέσιμο [HYPERLINK "http://www.storiesproject.eu" www.storiesproject.eu](http://www.storiesproject.eu)
- [59] “Smart water meters take hold in California”-
<http://green.blogs.nytimes.com/2010/03/23/smart-water-meters-take-hold-in-california/>

-[60] <http://www.johnsonvalves.co.uk>

-[61] <http://www.treehugger.com>

-[62] “Διερεύνηση λειτουργίας και κατασκευή οδήγησης βηματικού κινητήρα μέσω παράλληλης θύρας”-Διπλωματική ΕΜΠ- Απόστολος Κ. Σεργιάδης

13 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

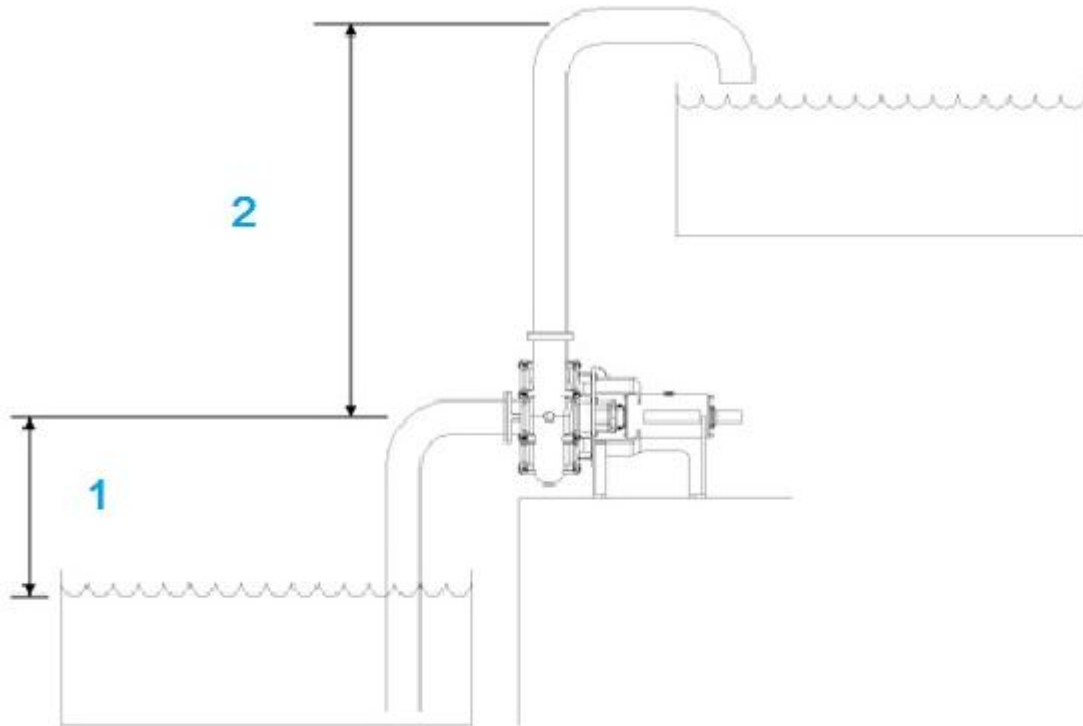
Παράρτημα Ι Κατηγοριοποίηση 4 πολικών κινητήρων από euro-deem

K _w	EFF3 motors η _n	EFF2 motors η _n	EFF1 motors η _n
1.1	< 76.2	>= 76.2	>=83.8
1.5	< 78.5	>= 78.5	>=85.0
2.2	< 81.0	>= 81.0	>=86.4
3	< 82.6	>= 82.6	>=87.4
4	< 84.2	>= 84.2	>=88.3
5.5	< 85.7	>= 85.7	>=89.2
7.5	< 87.0	>= 87.0	>=90.1
11	< 88.4	>= 88.4	>=91.0
15	< 89.4	>= 89.4	>=91.8
18.5	< 90.0	>= 90.0	>=92.2
22	< 90.5	>= 90.5	>=92.6
30	< 91.4	>= 91.4	>=93.2
37	< 92.0	>= 92.0	>=93.6
45	< 92.5	>= 92.5	>=93.9
55	< 93.0	>= 93.0	>=94.2
75	< 93.6	>= 93.6	>=94.7
90	< 93.9	>= 93.9	>=95.0

Παράρτημα II Κατηγοριοποίηση 2 πολικών κινητήρων από βάση δεδομένων euro-deem

Kw	EFF3 motors η_n	EFF2 motors η_n	EFF1 motors η_n
1.1	< 76.2	\geq 76.2	\geq 82.8
1.5	< 78.5	\geq 78.5	\geq 84.1
2.2	< 81.0	\geq 81.0	\geq 85.6
3	< 82.6	\geq 82.6	\geq 86.7
4	< 84.2	\geq 84.2	\geq 87.6
5.5	< 85.7	\geq 85.7	\geq 88.6
7.5	< 87.0	\geq 87.0	\geq 89.5
11	< 88.4	\geq 88.4	\geq 90.5
15	< 89.4	\geq 89.4	\geq 91.3
18.5	< 90.0	\geq 90.0	\geq 91.8
22	< 90.5	\geq 90.5	\geq 92.2
30	< 91.4	\geq 91.4	\geq 92.9
37	< 92.0	\geq 92.0	\geq 93.3
45	< 92.5	\geq 92.5	\geq 93.7
55	< 93.0	\geq 93.0	\geq 94.0
75	< 93.6	\geq 93.6	\geq 94.6
90	< 93.9	\geq 93.9	\geq 95.0

Παράρτημα III Φυσικά μεγέθη άντλησης.



1. Ύψος αναρρόφησης
2. Ύψος αποροής
3. Μανομετρικό ύψος= Ύψος αναρρόφησης+ Ύψος αποροής+ Απώλειες εξαρτημάτων

Παράρτημα IV Εξαγωγή ωρών λειτουργίας αντλιών

Τρόπος που χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό του χρόνου λειτουργίας των γεωτρήσεων στους πίνακες

$$t\lambda = \frac{E}{P}$$

Όπου:

Tλ: Μέσος χρόνος λειτουργίας της γεώτρησης

E: Κατανάλωση Ηλεκτρικής ενέργειας στο διάστημα που εξετάζεται

P: Εγκατεστημένη ισχύς γεώτρησης

Τρόπος που χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό του χρόνου ευελιξίας των γεωτρήσεων στους πίνακες

$$t\varepsilon = \frac{V}{Qin}$$

Tε: Ο χρόνος ευελιξίας της γεώτρησης μέχρι να γεμίσει η δεξαμενή

Qin: Παροχή εισόδου της δεξαμενής

P: Όγκος δεξαμενής