



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΜΕΣΩ ΕΥΦΟΥΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΑΡΙΟΣ ΓΑΪΤΑΝΑΚΗΣ Α.Μ. 4605

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΜΗΧ. ΤΣΙΚΑΛΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2018



TECHNOLOGICAL EDUCATION INSTITUTE OF CRETE
SCHOOL OF TECHNOLOGICAL APPLICATIONS
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING T.E.

TITLE OF DIPLOMA THESIS

**ASSESSMENT OF WATER AND ELECTRICITY SAVINGS IN IRRIGATION ORGANIZATIONS VIA SMART
METERING**



STUDENT: MARIOS GAITANAKIS A.M. 4605

SUPERVISOR: ANTONIOS TSICALAKIS – PROFESSOR

HERAKLION 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξη που μου έδειξαν, καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου και που συνεχίζουν να το κάνουν μέχρι και σήμερα. Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον αδερφικό μου φίλο Κώστα Δεδούση, ο οποίος με ενθάρρυνε συνεχώς κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και κυρίως κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής, με τις συμβουλές του και τις παρατηρήσεις του ώστε να βελτιωθώ περαιτέρω. Επίσης, ευχαριστώ πολύ τον συνάδελφο Άρη Κορνελάκη απόφοιτο του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικής Η/Υ του Πολυτεχνείου Κρήτης για την βοήθεια και διευκρίνιση, σε σημεία που υπήρξε έλλειψη κατανόησης, κατά την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ χρωστάω στον καθηγητή μου κ. Αντώνιο Τσικαλάκη ο οποίος, μου έδωσε το ερέθισμα και την δυνατότητα να ασχοληθώ και να πραγματοποιήσω την συγκεκριμένη εργασία, καθώς και για τη καθοδήγηση του με τις γνώσεις και την εμπειρία του, από την αρχή της γνωριμίας μας. Ακόμη, τον ευχαριστώ για το υλικό και για τον πολύτιμο χρόνο που μου πρόσφερε, αλλά κυρίως επειδή πίστεψε σε μένα σε στιγμές που το είχα ανάγκη.

Οφείλω να ευχαριστήσω επίσης, όλους τους καθηγητές του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης για τις πολύτιμες γνώσεις που μου πρόσφεραν, όλα αυτά τα χρόνια.

Δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω, το Δ.Σ. και το προσωπικό του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας, τον Διευθυντή του Οργανισμού κ. Λιοντάκη Γιάννη και τη Λογίστρια κα. Χριστοδούλου Κατερίνα για τη παραχώρηση των ενεργειακών στοιχείων των αντλιοστασίων, μετά από αίτημα που έκανα στον Οργανισμό. Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω, τον προϊστάμενο του τεχνικού τμήματος, κ. Πατεράκη Δημήτριο Μηχανολόγο Μηχανικό, καθώς και όλο το τεχνικό τμήμα του Οργανισμού και ιδιαίτερα τον συνάδελφό μου Καραβυράκη Ευάγγελο που έτυχε να δουλέψουμε μαζί, με αποτέλεσμα να μάθω αρκετά χρήσιμα πράγματα για το δίκτυο του ΤΟΕΒ, όπου ήταν απαραίτητα για την εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ όλους εκείνους που με τον τρόπο του ο καθένας, με έστρεψαν στον δρόμο που σήμερα βαδίζω.

Υπεύθυνη Δήλωση : Βεβαιώνω, ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Ακόμη, βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Τ.Ε.Ι. Κρήτης.

Copyright © Μάριος Κ. Γαϊτανάκης, 2018. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος (all rights reserved).

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο, εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις, του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι εταιρείες άρδευσης και ύδρευσης εκτιμάται, ότι στη χώρα μας καταναλώνουν 700 GWh ετησίως με έμφαση στη θερινή περίοδο. Στην Κρήτη υπάρχουν αρκετές περιοχές στις οποίες η εγκατεστημένη ισχύς αντλητικών συγκροτημάτων αποτελεί σημαντικό ποσοστό της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, συμπεριλαμβανομένης και της Ιεράπετρας.

Σημαντικό μέρος αυτής της κατανάλωσης οφείλεται και σε διαρροές στα δίκτυα νερού που θα μπορούσαν να εντοπιστούν ταχύτερα με τη βοήθεια έξυπνων μετρητών και συστημάτων επιτήρησης. Αντίστοιχα, με τη βοήθεια των έξυπνων μετρητών ενέργειας θα μπορούσαν να εντοπιστούν και ασυνήθιστες καταναλώσεις σε αντλητικά συγκροτήματα ώστε να εντοπιστούν τα αίτια.

Η εξοικονόμηση σε τέτοιες εγκαταστάσεις θα μπορούσε να επηρεάζει θετικά τόσο το τοπικό δίκτυο διανομής όσο και πιθανόν την κατανάλωση καυσίμου του ΣΗΕ Κρήτης. Επίσης, με τις δυνατότητες των έξυπνων μετρητών θα μπορούσε να μεταφερθεί η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας σε κατάλληλες περιόδους.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, θα εστιάσει στη συσχέτιση κατανάλωσης ηλεκτρισμού-νερού σε κάποιον αρδευτικό τομέα της Κρήτης και συγκεκριμένα στην περιοχή της Ιεράπετρας, στα οφέλη της ευφυούς μέτρησης και τις επιπτώσεις στο δίκτυο της Κρήτης.

Λέξεις Κλειδιά: Έξυπνοι μετρητές νερού, Έξυπνοι μετρητές ενέργειας, Αξία εξοικονόμησης, ΤΟΕΒ Ιεράπετρας, Εξοικονόμηση νερού-ενέργειας, Εξοικονόμηση χρημάτων.

ABSTRACT

It is estimated that in our country, the irrigation and water companies consume 700 GWh per year with emphasis on summer months. In Crete there are several areas in which the installed capacity of pumping stations constitutes a significant percentage of total installed capacity, including the region of Ierapetra.

An important part of this consumption is due to leakages in water networks, which could be identified quickly with the smart meters and monitoring systems contribution. Corresponding with the help of smart energy meters could be identified and unusual consumptions in pumping stations to detect the causes.

In such facilities, the energy saving could influence positively both the local distribution network and possibly the fuel consumption of Crete's EES. Also the possibilities of smart meters could be transferred the energy demand at appropriate times.

This thesis will focus on the correlation of electricity-water consumption, in some irrigating area of Crete and specifically in the area of Ierapetra, on the benefits of smart metering and the impacts on the network of Crete.

Key Words: Smart water meters, Smart energy meters, Value of Saving, Ierapetra's Local Organization of Land Reclamation, Water-Energy Saving, money saving.

Κατάλογος Περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
ABSTRACT	vi
Κατάλογος Περιεχομένων	vii
Κατάλογος Εικόνων	xi
Κατάλογος Πινάκων	xiv
Πρόλογος.....	xvi
1. Εισαγωγή	1
1.1. Αγροτική παραγωγή και νερό	2
1.2. Σκοπός της Εργασίας	5
1.2.1. Δομή της Εργασίας	5
2. Αντλητικά συγκροτήματα και μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας - εξοικονόμησης νερού 7	
2.1. Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας σε αντλίες	10
2.1.1. Επιλογή κατάλληλης αντλίας.....	11
2.1.2. Έλεγχος ρυθμού ροής μέσω ταχύτητας.....	11
2.1.3. Έλεγχος με P-Constant	11
2.1.4. Παράλληλη διασύνδεση αντλιών με σκοπό την κάλυψη όποιας ζήτησης	12
2.1.5. Εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου	12
2.1.6. Εξάλειψη γραμμής παράκαμψης ελέγχου	12
2.1.7. Ενσωμάτωση ελέγχου start/stop.....	12
2.1.8. Μείωση της λειτουργίας της φτερωτής	12
2.1.9. Μείωση των απωλειών νερού	13
2.2. Συσχέτιση κατανάλωσης νερού με κατανάλωση ενέργειας.....	13
2.3. Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω εξοικονόμησης νερού	15
2.3.1. Αντλία ανακύκλωσης βρόχινου νερού	15
2.3.2. Λειτουργία συστήματος επαναχρησιμοποίησης αποπλύτων.....	16
2.3.3. Εξοικονόμηση με έξυπνους μετρητές νερού	17
2.4. Διεθνείς πρακτικές	18
2.4.1. Παράδειγμα εξοικονόμησης σε ένα χωριό στην Γερμανία	18
2.4.2. Το πρόβλημα στην Ινδία	19
2.4.3. Το πείραμα στην Καλιφόρνια	20
2.4.4. Η μελέτη στην Αίγυπτο	22
2.5. Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	23
2.5.1. Εταιρίες ύδρευσης.....	23
2.5.2. Οργανισμός Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης (Ο.Α.ΔΥ.Κ).....	25

2.5.3. Περιπτώσεις αγροτικού ενδιαφέροντος στην Κρήτη	28
2.5.4. Εργοστάσια εμφιάλωσης.....	29
3. Εισαγωγή στους έξυπνους μετρητές (Smart meters)	31
3.1. Έξυπνη μέτρηση	31
3.2. Έξυπνοι μετρητές.....	31
3.3. Δυνατότητες Έξυπνου Μετρητή	32
3.3.1. Αρχή Λειτουργίας του συστήματος	36
3.3.2. Τηλεπικοινωνιακή Δομή	37
3.3.3. Σύστημα Τηλεμέτρησης Μετρητών	39
3.3.4. Κανονική λειτουργία.....	39
3.3.5. Ανάγνωση των δεδομένων του μετρητή	40
3.3.6. Επεξεργασία των δεδομένων	41
3.3.7. Πρόσβαση στο σύστημα και ορισμοί παραμέτρων λειτουργίας	41
3.3.8. Πρόσβαση στα δεδομένα	41
3.4. Εφαρμογή απαιτούμενων λειτουργιών	41
3.4.1. Υποστήριξη μετρητικού εξοπλισμού	41
3.4.2. Λογισμικό με σκοπό την λήψη δεδομένων από απόσταση	42
3.4.3. Λογισμικό με σκοπό την επιτόπια λήψη και την παραμετροποίηση του μετρητή	42
3.4.4. Εξαγωγή δεδομένων για εισαγωγή τους στο σύστημα έκδοσης λογαριασμών	42
3.4.5. Λογισμικό για ανάλυση, στατιστικούς σκοπούς και αναφορές	43
3.4.6. Ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ εμπλεκόμενων φορέων στην απελευθερωμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.....	43
3.4.7. Συστήματα Αυτοματισμών AMR/AMI	43
3.5. Συστήματα SCADA	45
3.6. Χρησιμοποιούμενοι αισθητήρες.....	46
3.6.1. Αισθητήρες μέτρησης στάθμης.....	47
3.6.2. Αισθητήρες μέτρησης ροής (παροχής).....	50
3.6.3. Μέθοδοι εντοπισμού διαρροών.....	55
3.7. Έξυπνοι μετρητές νερού (όγκου).....	57
3.7.1. Τρόπος λειτουργίας έξυπνου μετρητή νερού	58
3.7.2. Ποιο είναι το κόστος που συνδέεται με τους ευφυείς μετρητές;	58
3.7.3. Οφέλη	59
3.7.4. Αδυναμίες των έξυπνων μετρητών νερού.....	61
3.7.5. Ηλεκτρονικός μετρητής μέτρησης νερού (m ³) Ύδρευσης-Άρδευσης	61
3.7.6. Μετρητής με παλμούς της Maddalena	64
3.7.7. Έξυπνος μετρητής Kamstrup MULTICAL 21	64
3.7.8. Έξυπνος μετρητής Kamstrup flowIQ 3100.....	71
3.7.9. Έξυπνος μετρητής της Sensus Metering Systems.....	73

3.7.10.	Ensemble μετρητής νερού.....	75
3.7.11.	Σύγκριση τεχνολογιών Έξυπνων μετρητών.....	76
4.	Η μελέτη περίπτωσης στο Φράγμα Μπραμινών.....	79
4.1.	Φράγμα περιοχής Ιεράπετρας - Φράγμα Μπραμινών.....	79
4.1.1.	ΤΟΕΒ Ιεράπετρας – Λειτουργία – Χαρακτηριστικά του Φράγματος.....	82
4.1.2.	Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος.....	84
4.1.3.	Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας των Αντλιοστασίων του Τ.Ο.Ε.Β. Ιεράπετρας 85	
4.1.4.	Ζήτηση Αιχμής των αντλιοστασίων.....	91
4.1.5.	Συντελεστής Χρησιμοποίησης(Utilization Factor).....	92
4.1.6.	Συντελεστής Φορτίου(Load Factor).....	93
4.2.	Στοιχεία λειτουργίας αντλιών.....	94
5.	Το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κρήτης.....	95
5.1.	Γενική περιγραφή του νησιού.....	95
5.2.	Γενικά για αυτόνομα Σ.Η.Ε.....	97
5.3.	Γενικά χαρακτηριστικά για το Σ.Η.Ε. Κρήτης.....	98
5.3.1.	Συγκεντρωτικά στοιχεία θερμικών μονάδων παραγωγής.....	99
5.3.2.	Διαθεσιμότητα και κόστος καυσίμου.....	102
5.3.3.	Στοιχεία για τις μονάδες ΑΠΕ.....	103
5.4.	Χαρακτηριστικά Ζήτησης.....	103
5.5.	Χαρακτηριστικά Ζήτησης Ιεράπετρας.....	105
5.5.1.	Εισαγωγή - Δίκτυο της Ιεράπετρας.....	105
5.5.2.	Υποσταθμός ΥΤ/ΜΤ.....	106
5.5.3.	Στοιχεία γραμμών δικτύου Ιεράπετρας.....	107
5.6.	Γεωτρήσεις και επίπτωση στην Κρήτη.....	108
5.6.1.	Γενική επίπτωση στη ζήτηση της Κρήτης.....	108
6.	Οικονομική Αξιολόγηση από την σκοπιά του ΤΟΕΒ.....	109
6.1.	Τιμολόγια Μέσης Τάσης της Δ.Ε.Η.....	109
6.1.1.	Επεξήγηση Λογαριασμού Μέσης Τάσης.....	109
6.1.2.	Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις Τιμολογίων Μέσης Τάσης.....	113
6.1.3.	Τιμολόγιο Αγροτικής Χρήσης - Άρδευσης Τ-33/ΧΤ.....	114
6.1.4.	Ιδιαίτερη ανάλυση Τιμολογίου ΒΑΓ (Τ33Α) /ΜΤ.....	115
6.1.5.	Υπολογισμός οφέλους εξοικονόμησης κατά 1 kWh.....	115
6.2.	Υπολογισμός αξίας εξοικονόμησης.....	116
7.	Εκτίμηση επίπτωσης στην οικονομική λειτουργία.....	119
7.1.	Εισαγωγή.....	119
7.2.	Περιγραφή Αλγορίθμου.....	119
7.3.	Επεξήγηση της πορείας επίλυσης του προβλήματος Οικονομικής Λειτουργίας 120	

7.3.1. Είσοδος των δεδομένων του αλγορίθμου.....	121
7.3.2. Αρχικοποίηση μεταβλητών και αποσφαλμάτωση αρχείων.....	122
7.3.3. Καθορισμός φορτίου του συστήματος.....	123
7.3.4. Το πρόβλημα του καθορισμού της εφεδρείας του συστήματος.....	123
7.3.5. Καθορισμός του φορτίου που οι συμβατικές μονάδες πρέπει να μπορούν να ικανοποιήσουν.....	125
7.3.6. Καθορισμός των μονάδων που πρέπει να ενταχθούν (unit commitment).....	125
7.3.7. Μέθοδος Λίστας Προτεραιότητας (Priority List Method).....	128
7.3.8. Οικονομική κατανομή μονάδων (economic dispatch).....	129
7.3.9. Υπολογισμός Καμπύλης Μείωσης και εξαγωγή αποτελεσμάτων.....	130
7.4. Υπολογισμός Χρονοσειράς Εξοικονόμησης.....	131
7.4.1. Υπολογισμός τυπικής Χρονοσειράς Αντλιοστασίων.....	131
7.4.2. Μείωση Κατανάλωσης.....	135
7.4.3. Σύγκριση εξοικονόμησης σε σχέση με το δίκτυο της περιοχής και της Κρήτης.....	138
7.5. Οικονομική και λειτουργική επίπτωση στο ΣΗΕ Κρήτης.....	139
7.5.1. Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου, μαζούτ και ντίζελ σε kg και lt αντίστοιχα.....	139
7.5.2. Συνολικό Κόστος Καυσίμου.....	143
7.5.3. Μεταβολή Παραγωγής Θερμικών Μονάδων ανά Σταθμό.....	145
7.5.4. Μεταβολή Μηνιαίας Παραγωγής των Θερμικών Μονάδων ανά τύπο Μονάδας σε MWh.....	148
7.5.5. Παραγωγή των Αιολικών σε MWh.....	150
7.5.6. Αξία Εξοικονόμησης.....	151
8. Συμπεράσματα.....	153
8.1. Προτάσεις-Προοπτικές.....	157
9. Πηγές.....	158

Κατάλογος Εικόνων

Εικ. 1.1: Κατανάλωση νερού από τους διάφορους τομείς στις Μεσογειακές Χώρες	2
Εικ. 1.2: Κατανάλωση νερού στη γεωργία ανά Περιφέρεια	3
Εικ. 2.1: Κατηγορίες αντλιών	8
Εικ. 2.2: Κύρια μέρη μιας αντλίας: 1 Στόμιο απορροής, 2 Στόμιο αναρρόφησης, 3 Φτερωτή, 4 Άξονας	9
Εικ. 2.3: Κύκλωμα με έλεγχο P-Constant ^{xxii}	11
Εικ. 2.4: Βαλβίδα ροής ελέγχου	12
Εικ. 2.5: Ένα ποτήρι νερό ή το πότισμα ενός χωραφιού, κοστίζει πολλά περισσότερα απ' όσο φαντάζεται ένας καταναλωτής	14
Εικ. 2.6: Χρήση αντλίας για άντληση βρόχινου νερού και χρήση του στην οικία ^{xxv}	16
Εικ. 2.7: Ολοκληρωμένο σύστημα βρόχινου νερού ^{xxiv}	16
Εικ. 2.8: Ανακύκλωση ημιακάθαρτου νερού ^{xxix}	17
Εικ. 2.9: Έξυπνοι μετρητές νερού σε δίκτυο ύδρευσης	18
Εικ. 2.10: Το χωριό Lichtenau, που εξοικονόμησε 3.000€ και 7.500kg CO ₂ το χρόνο, αντικαθιστώντας μια αντλία παλαιάς τεχνολογίας	19
Εικ. 2.11: Κόστος αλλαγών	21
Εικ. 2.12: Χαρακτηριστικά συστήματος με χρήση βαλβίδας	22
Εικ. 2.13: Χαρακτηριστικά συστήματος με χρήση ελεγκτή ταχύτητας ^{xxxii}	23
Εικ. 2.14: Πλήθος μηχανών κ' κινητήριων μηχανών στις εγκαταστάσεις της ΕΥΔΑΠ, στην φωτό οι εγκαταστάσεις της Ψυτάλλειας	24
Εικ. 3.1: Επαγωγικός (αριστερά) και έξυπνος μετρητής (δεξιά).	31
Εικ. 3.2: Αμφίδρομη επικοινωνία ανάμεσα σε καταναλωτή-εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	33
Εικ. 3.3: Παρακολούθηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας οικιακών συσκευών	33
Εικ. 3.4: Προσαρμογή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	34
Εικ. 3.5: «πράσινη ηλεκτρική ενέργεια»	35
Εικ. 3.6: Ενδείξεις σχετικά με την χρέωση του καταναλωτή	35
Εικ. 3.7: Πληρωμή λογαριασμών από το σπίτι	36
Εικ. 3.8: Τηλεπικοινωνιακής υποδομής του συστήματος	37
Εικ. 3.9: Σύστημα PLC	38
Εικ. 3.10: Στοιχεία Δικτύου / Στοιχεία Τηλεπικοινωνιακού Δικτύου/ Στοιχεία Γραφείου... ..	39
Εικ. 3.11: Δυνατότητες του συστήματος	40
Εικ. 3.12: Μεταφορά δεδομένων καταναλωτών με χρήση διαφόρων τεχνολογιών επικοινωνίας	44
Εικ. 3.13: Ένα τυπικό σύστημα SCADA	46
Εικ. 3.14: Σχηματική διάταξη ενός αισθητήρα	47
Εικ. 3.15: Αρχή λειτουργίας μετρητή στάθμης με πλωτήρα	48
Εικ. 3.17: Αρχή λειτουργίας μέτρησης στάθμης με χωρητικό αισθητήρα	49
Εικ. 3.18: Αρχή λειτουργίας διάταξης μέτρησης στάθμης με υπερήχους	50
Εικ. 3.21: Δομή ενός αισθητήρα μέτρησης παροχής Doppler με υπερήχους	53
Εικ. 3.22: Αισθητήρας μέτρησης παροχής στροβίλου	53
Εικ. 3.24: Μέτρηση ροής σύμφωνα με τον σωλήνα Ventouri και αισθητήρα πίεσης	54
Εικ. 3.25: Η διάταξη των αισθητήρων για την εφαρμογή της μεθόδου συσχετισμού του ήχου διαρροής	57
Εικ. 3.26: Block διάγραμμα έξυπνου μετρητή νερού	58
Εικ. 3.27: Έξυπνος μετρητής νερού(αριστερά) , Παράδειγμα ελέγχου κατανάλωσης νερού μέσω έξυπνων μετρητών και λογισμικό σε TABLET Η/Υ(δεξιά)	61
Εικ. 3.28: Ο ηλεκτρονικός μετρητής νερού - Type HMN 006	62

Εικ. 3.29: Το αισθητήριο που τοποθετείται πάνω στον αγωγό	62
Εικ. 3.30: Ο υδρομετρητής TDLI CD ONE της Maddalena	64
Εικ. 3.31: Μετρητής MULTICAL 21 της εταιρίας Kamstrup	65
Εικ. 3.32: Απεικόνιση ροής του μετρητή.....	65
Εικ. 3.33: Ενδείξεις οθόνης έξυπνου μετρητή.....	66
Εικ. 3.34: Η συγκεκριμένη εικόνα εξηγεί πως, ο μετρητής δεν θα πρέπει να συνδεθεί με κλίση στις σωληνώσεις παρά μόνο να υπάρχει ο κατάλληλος ευθειαςμός	68
Εικ. 3.35: Υπόδειξη τοποθέτησης μετρητή (Ο μετρητής μπορεί να συνδεθεί στη θέση Α,Β και D με τη διαφορά ότι, στην D θα φαίνεται ανάποδα. Με την τοποθέτηση στη θέση C, υπάρχει πιθανότητα ο μετρητής να γεμίσει με αέρα με αποτέλεσμα να μη μετράει σωστά.)	69
Εικ. 3.36: Απεικόνιση συνδεσμολογίας του μετρητή.....	70
Εικ. 3.37: Μετρητής flowIQ 3100 της εταιρίας Kamstrup.....	72
Εικ. 3.38: Απεικόνιση ροής του μετρητή.....	72
Εικ. 3.39: Ensemble μετρητής νερού.....	75
Εικ. 4.1: Φράγμα Μπραμιανών – Στο βάθος η πόλη της Ιεράπετρας	79
Εικ. 4.2: Φράγμα Μπραμιανών – Πανοραμική άποψη	80
Εικ. 4.3: Εδώ εκβάλλουν οι προσαγωγοί των Μυθών και της Καλαμαύκας	80
Εικ. 4.4: Δυτική πλευρά του Φράγματος	81
Εικ. 4.5: Πρασινοκέφαλη πάπια.....	82
Εικ. 4.6: Φοινικόπτερο	82
Εικ. 4.7: Διάγραμμα εγκατεστημένης ισχύος και αναμενόμενη κατανάλωση ανά κυβικό μέτρο νερού ανά αντλιοστάσιο	85
Εικ. 4.8: Διάγραμμα εγκατεστημένης ισχύος αντλιοστασίων	85
Εικ. 4.9: Υψηλή Ζήτηση ΗΕ.....	87
Εικ. 4.10: Χαμηλή Ζήτηση ΗΕ	88
Εικ. 4.11: Ποσοστό ζήτησης αντλιοστασίων κατά τις ώρες Χαμηλής ζήτησης-συνολικά.....	88
Εικ. 4.12: Ποσοστό ζήτησης στη χαμηλή ζήτηση σε σχέση με τη συνολική ζήτηση.....	89
Εικ. 4.13: Κατανομή Ετήσιας Ζήτηση ΗΕ ανά αντλιοστάσιο	89
Εικ. 4.14: Κατανάλωση ΗΕ αντλ/σίων σε σχέση με την κατανάλωση του Υ/Σ Ιεράπετρας .	90
Εικ. 4.15: Ποσοστό έτους σε σύγκριση με τις ώρες Χαμηλής-Υψηλής ζήτησης	90
Εικ. 4.16: Διάγραμμα αιχμής αντλιοστασίων ανά μήνα	91
Εικ. 4.17: Διάγραμμα αιχμής καθώς και πιο μήνα εμφανίστηκε - συντελεστή χρησιμοποίησης	93
Εικ. 5.1: Ποσοστό κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Περιφέρεια Κρήτης	96
Εικ. 5.2: Εξέλιξη Ζήτησης Ενέργειας.....	97
Εικ. 5.3: Χάρτης του Σ.Η.Ε. Κρήτης	98
Εικ. 5.4: Τυπικές χρονοσειρές Φορτίου Κρήτης.....	104
Εικ. 5.5: Τυπικές χρονοσειρές Φορτίου Ιεράπετρας.....	104
Εικ. 5.6: Τυπικές χρονοσειρές Αιολικών Παρκών	105
Εικ. 5.7: Τυπικές χρονοσειρές Φ/Β.....	105
Εικ. 5.8: Μονογραμμικό διάγραμμα του υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ της Ιεράπετρας	106
Εικ. 5.9: Μέση Ωριαία Ζήτηση του Σ.Η.Ε. Κρήτης σε σχέση με τον Υ/Σ της Ιεράπετρας ...	107
Εικ. 5.10: Μέγιστη ζήτηση ανά μήνα Υποσταθμού Ιεράπετρας το έτος 2013.....	107
Εικ. 5.11: Περιοχές που τροφοδοτούνται από τη γραμμή διανομής ΓΔ 26.....	108
Εικ. 5.12: Τα γεωφυσικά στοιχεία της Κρήτης	108
Εικ. 6.1: Οικονομικός κύκλος ζωής επένδυσης.....	119
Εικ. 7.1: Η μορφή ενός αρχείου εισόδου του αλγορίθμου indat.txt	122
Εικ. 7.2: Κατανομή Ζήτησης των αντλιοστασίων Μέσης Τάσης.....	132
Εικ. 7.3: Ετήσια ποσοστιαία κατανομή Υψηλής-Χαμηλής Ζήτησης.....	133
Εικ. 7.4: Μέση Τιμή Χαμηλής-Υψηλής Ζήτησης ανά περίοδο ζήτησης	135

Εικ. 7.5: Μέση ωριαία Μείωση Κατανάλωσης θεωρώντας 10% εξοικονόμηση ενέργειας	136
Εικ. 7.6: Ωριαία Εξοικονόμηση για διάφορες περιόδους του έτους	136
Εικ. 7.7: Απεικόνιση Μηνιαίας Εξοικονόμησης	138
Εικ. 7.8: Ποσοστό εξοικονόμησης σε σύγκριση με Ιεράπετρα και Κρήτη	138
Εικ. 7.9: Σύγκριση εξοικονόμησης σε σχέση με τη ζήτηση Ιεράπετρας και Κρήτης	139
Εικ. 7.10: Συνολική Ποσοστιαία Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου-Υψηλές τιμές	140
Εικ. 7.11: Συνολική Ποσοστιαία Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου-Χαμηλές τιμές	142
Εικ. 7.12: Συνολική Μεταβολή Κατανάλωσης Μαζούτ σε kg	142
Εικ. 7.13: Συνολική Μεταβολή Κατανάλωσης Ντίζελ σε lt	143
Εικ. 7.14: Μεταβολή κόστους καυσίμου ανά μήνα	144
Εικ. 7.15: Μεταβολή κόστους καυσίμου σε ποσοστό	145
Εικ. 7.16: Συνολική Μεταβολή Παραγωγής Θερμικών Μονάδων – Υψηλές Τιμές	146
Εικ. 7.17: Συνολική Μεταβολή Παραγωγής ανά Σταθμό σε Ποσοστό – Υψηλές Τιμές	146
Εικ. 7.18: Κατανομή Μεταβολής Παραγωγής – Υψηλές Τιμές	147
Εικ. 7.19: Συνολική Μεταβολή Παραγωγής Θερμικών Μονάδων – Χαμηλές Τιμές	147
Εικ. 7.20: Συνολική Μεταβολή Παραγωγής ανά Σταθμό σε Ποσοστό – Χαμηλές Τιμές ...	148
Εικ. 7.21: Κατανομή Μεταβολής Παραγωγής – Χαμηλές Τιμές	148
Εικ. 7.22: Μεταβολή Παραγωγής ανά τύπο Μονάδας – Υψηλές τιμές	149
Εικ. 7.23: Μεταβολή Παραγωγής ανά τύπο Μονάδας – Χαμηλές τιμές	150
Εικ. 7.24: Αξία Εξοικονομούμενης MWh	153
Εικ. 8.1: Οικονομικός κύκλος ζωής επένδυσης	156

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Μέση επίδοση των αντλητικών συστημάτων, πριν κ' μετά τις επιδιορθώσεις	20
Πίνακας 2: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά εταιρία ύδρευσης ^{xvii}	25
Πίνακας 3: Τα αντλιοστάσια του Ο.Α.ΔΥ.Κ. και μερικά χαρακτηριστικά τους	27
Πίνακας 4: Συγκεντρωτική κατανάλωση ανά Δήμο εξυπηρέτηση, από τον Υ/Σ Μοιρών	28
Πίνακας 5: Σύνολο αντλιών ανά δημοτικό διαμέρισμα, Δήμου Ιεράπετρας	28
Πίνακας 6: Τεχνικά χαρακτηριστικά του μετρητή HMN 006	63
Πίνακας 7: Οικονομοτεχνικά στοιχεία αισθητηρίων ροής	63
Πίνακας 8: Οικονομοτεχνικά στοιχεία άλλου μοντέλου	63
Πίνακας 9: Τιμοκατάλογος μετρητή	64
Πίνακας 10: Σταθερή ελάχιστη διαρροή ενεργοποίησης συναγερμού	67
Πίνακας 11: Επιτήρηση σπασίματος	67
Πίνακας 12: Πίνακας αντιμετώπισης προβλημάτων	71
Πίνακας 13: Σύγκριση τεχνολογιών Έξυπνων μετρητών	76
Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά Φράγματος Μπραμιανών	82
Πίνακας 15: Παροχικά της Δ.Ε.Η.	83
Πίνακας 16: Δεξαμενές αποθήκευσης νερού στο δίκτυο του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας	84
Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά Αντλιοστασίων ΤΟΕΒ Ιεράπετρας	84
Πίνακας 18: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας kWh των αντλιοστασίων ανά μήνα	86
Πίνακας 19: Υψηλή Ζήτηση ΗΕ	86
Πίνακας 20: Χαμηλή Ζήτηση ΗΕ	87
Πίνακας 21: Ποσοστό ζήτησης κατά τη διάρκεια χαμηλής ζήτησης ανά αντλιοστάσιο	88
Πίνακας 22: Αιχμή Αντλιοστασίων ανά μήνα	91
Πίνακας 23: Μέγιστη αιχμή μέρας-νύχτας	92
Πίνακας 24: Μέγιστη αιχμή αντλιοστασίων και πιο μήνα εμφανίστηκε	92
Πίνακας 25: Συντελεστές φορτίου αντλιοστασίων ανά μήνα	93
Πίνακας 26: Αντλιοστάσιο Βαϊνιάς	94
Πίνακας 27: Αντλιοστάσιο Ψαλίδενας	94
Πίνακας 28: Συγκέντρωση Συνόλων	95
Πίνακας 29: Μεταβολή Ζήτησης ανά τριετία	97
Πίνακας 30: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμικών μονάδων παραγωγής του Σ.Η.Ε. Κρήτης	100
Πίνακας 31: Συγκεντρωτικός πίνακας παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων του συστήματος	101
Πίνακας 32: Μέση τιμή καυσίμων το 2013	102
Πίνακας 33: Μέση τιμή καυσίμων το 2016	102
Πίνακας 34: Τυπική Διαθεσιμότητα Μονάδων στην Κρήτη	103
Πίνακας 35: Σύνοψη μονάδων ΑΠΕ στο ΣΗΕ κρήτης	103
Πίνακας 36: Παρουσίαση τιμολογίων ΜΤ της Δ.Ε.Η.	109
Πίνακας 37: Επεξήγηση Στοιχείων Λογαριασμού Μ.Τ.	109
Πίνακας 38: Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις Τιμολογίων ΜΤ	113
Πίνακας 39: Χρέωση Προμήθειας	114
Πίνακας 40: Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις	114
Πίνακας 41: Χρέωση Προμήθειας	115
Πίνακας 42: Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις	115
Πίνακας 43: Υπολογισμός τιμής kWh	116
Πίνακας 44: Υψηλή Ζήτηση των Αντλιοστασίων το 2013	116
Πίνακας 45: Χαμηλή Ζήτηση των Αντλιοστασίων το 2013	116
Πίνακας 46: Συνολική Ζήτηση των Αντλιοστασίων το 2013	117
Πίνακας 47: Επίδραση με 10% μείωση κατανάλωσης	117
Πίνακας 48: Υπολογισμός Αξίας Εξοικονόμησης	118

Πίνακας 49: Ποσοστό που αντιπροσωπεύει την Υψηλή και Χαμηλή Ζήτηση των Αντλ/σίων Μέσης Τάσης ανά Μήνα	131
Πίνακας 50: Κατανομή Ζήτησης όλων των αντλιοστασίων ανά Μήνα σε kWh	132
Πίνακας 51: Μέσος Αριθμός αντλιών ανά Ώρα και Αντλιοστάσιο - Μέσης Τάσης	133
Πίνακας 52: Μέση ωριαία Ζήτηση κατά την περίοδο Υψηλής Ζήτησης Αντλιοστασίων Μέσης Τάσης σε kW.....	133
Πίνακας 53: Μέση ωριαία Ζήτηση κατά την περίοδο Χαμηλής Ζήτησης Αντλιοστασίων Μέσης Τάσης σε kW.....	134
Πίνακας 54: Ζήτηση Αντλιοστασίων Χαμηλής Τάσης σε kW	134
Πίνακας 55: Τελική Συνολική Μέση Τιμή Ζήτησης ανά Ώρα σε MW	134
Πίνακας 56: Μέση τιμή εξοικονόμησης ανά ώρα για κάθε περίοδο ζήτησης σε MW.....	135
Πίνακας 57: Μηνιαία Εξοικονόμηση σε MWh.....	136
Πίνακας 58: Μεταβολή Κατανάλωσης καυσίμου με υψηλές τιμές.....	139
Πίνακας 59: Ποσοστιαία Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου με υψηλές τιμές	140
Πίνακας 60: Μεταβολή Κατανάλωσης καυσίμου με χαμηλές τιμές	141
Πίνακας 61: Ποσοστιαία Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου με χαμηλές τιμές	141
Πίνακας 62: Μεταβολή κόστους καυσίμου για υψηλές τιμές.....	143
Πίνακας 63: Μεταβολή κόστους καυσίμου για χαμηλές τιμές	144
Πίνακας 64: Μεταβολή Μηνιαίας Παραγωγής Θερμικών Μονάδων ανά Σταθμό Παραγωγής σε MWh.....	145
Πίνακας 65: Μηνιαία Παραγωγή ανά τύπο Μονάδας – Υψηλές Τιμές.....	149
Πίνακας 66: Μηνιαία Παραγωγή ανά τύπο Μονάδας – Χαμηλές Τιμές	149
Πίνακας 67: Παραγωγή Αιολικών σε MWh.....	150
Πίνακας 68: Αναμενόμενη επιπλέον Ωριαία Αποκοπή Αιολικής Παραγωγής(MWh)	151
Πίνακας 69: Αξία Εξοικονόμησης στις υψηλές τιμές	151
Πίνακας 70: Αξία Εξοικονόμησης στις χαμηλές τιμές	152
Πίνακας 71: Αξία Εξοικονομούμενης MWh	152
Πίνακας 72: Δείκτες κατανάλωσης του ΤΟΕΒ.....	155
Πίνακας 73: Υπολογισμός Αξίας ανά kWh	155
Πίνακας 74: Υπολογισμός Αξίας Εξοικονόμησης	155

Πρόλογος

Για να επιτευχθεί η παρακολούθηση και ο έλεγχος της ροής και κατανάλωσης του νερού, απαιτούνται συστήματα αυτοματισμού τα οποία, εγκαθίστανται στα αντλιοστάσια και στα δίκτυα ύδρευσης/άρδευσης. Με αυτόν τον τρόπο, η λειτουργία των αντλιοστασίων-δικτύων γίνεται αποδοτικότερη και επιπλέον δεν απαιτείται η ανθρώπινη παρουσία για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων, σε τόσο μεγάλο βαθμό. Τα συστήματα αυτοματισμού αντλιοστασίων σε γενικές γραμμές περιλαμβάνουν:

- Έξυπνους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας
- Συστήματα SCADA
- Αισθητήρες (στάθμης, ροής, διαρροών)
- PLCs (Programmable Logic Controllers)
- Έξυπνους μετρητές νερού

Με τα συστήματα αυτά πραγματοποιείται η μέτρηση, η καταγραφή, η παρακολούθηση και ο απομακρυσμένος έλεγχος της ροής και κατανάλωσης του νερού αλλά και της ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι απαραίτητα για τη λειτουργία των αντλιοστασίων-δικτύων διότι με αυτόν το τρόπο επιτυγχάνεται:

- Μείωση απωλειών νερού μέσω της ανίχνευσης διαρροών
- Ταχύτερη απόκριση σε τυχόν βλάβες
- Μείωση των δαπανών για συντήρηση και επιδιόρθωση των υποδομών
- Επέκταση της “διάρκειας ζωής” των αντλιών και αγωγών νερού
- Καλύτερη λειτουργία και έλεγχος του δικτύου ηλεκτρισμού
- Μείωση της κατανάλωσης νερού, άρα κ’ ηλεκτρικής ενέργειας
- Ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας των μηχανών
- Απομακρυσμένος έλεγχος της λειτουργίας
- Μείωση του απασχολούμενου προσωπικού επομένως, μείωση δαπανών

Όπως γίνεται φανερό, τα οφέλη της χρησιμοποίησης συστημάτων αυτοματισμού σε αντλιοστάσια-δίκτυα, είναι πολλαπλά και σημαντικά. Παρακάτω, παρουσιάζονται τέτοιου είδους συστήματα.

1. Εισαγωγή

Όπως είναι γνωστό, το νερό κάνει ένα κύκλο στη φύση και για εκατομμύρια χρόνια καλύπτει τις ανάγκες όλων των οργανισμών στον πλανήτη μας. Δυστυχώς όμως, το νερό είναι ένας φυσικός πόρος, ο οποίος στις μέρες μας δέχεται πολλές πιέσεις από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και έχει αρχίσει να γίνεται ένας φυσικός πόρος σε ανεπάρκεια, ιδιαίτερα στις ξηροθερμικές περιοχές. Όταν αναφερόμαστε στην έλλειψη νερού, τίθεται θέμα επιβίωσης αφού είναι αδύνατο να επιβιώσει, όχι μόνο ο άνθρωπος αλλά όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί. Χωρίς αυτό, ο πλανήτης μας θα ήταν μια απέραντη έρημος. Η πολύτιμη αξία του φαίνεται, από το ότι έχει κατοχυρωθεί ως κοινωνικό αγαθό και η πρόσβαση σ' αυτό ως βασικό ανθρώπινο δικαίωμα.¹

Οι κυριότεροι παράγοντες στους οποίους οφείλονται οι αλλαγές στους υγροτόπους είναι αυτοί που χαρακτηρίζονται, ως οι "μεγαλύτεροι χρήστες" και "καταναλώτριες δυνάμεις" του νερού. Προς το παρόν, η βιομηχανία απορροφά το 23% της παγκόσμιας κατανάλωσης νερού, η γεωργία το 69%, ενώ ένα 8% απορροφάται από αστικές χρήσεις. Η κατανομή του νερού στις τρεις αυτές δραστηριότητες εξαρτάται από το βαθμό και το είδος της ανάπτυξης μιας χώρας. Στις βιομηχανικές χώρες, όπως η Αγγλία και η Γερμανία, το μεγαλύτερο ποσοστό του διαθέσιμου νερού διοχετεύεται στη βιομηχανία. Αντίθετα, στις γεωργικές χώρες όπως, είναι η Ελλάδα που η γεωργία τους στηρίζεται στις αρδευόμενες καλλιέργειες, το περισσότερο νερό διοχετεύεται στη γεωργία.

Κατά τα τελευταία χρόνια, έχει σημειωθεί μια εμφανής μείωση των βροχοπτώσεων ιδιαίτερα στην Χώρα μας. Επί πλέον, η συνεχής μείωση της δασοκάλυψης λόγω των πυρκαγιών, αυξάνει το συντελεστή απορροής και μειώνει το ετήσιο υδατικό δυναμικό που μπορεί, να χρησιμοποιηθεί. Η κατάσταση αυτή έχει δημιουργήσει έντονο πρόβλημα λειψυδρίας, εξάντλησης και αλάτωσης των υδροφορέων, σε πολλές περιοχές της Ελλάδας. Οι τοπικοί υδάτινοι πόροι δεν είναι αρκετοί, ώστε να ικανοποιήσουν τη ζήτηση σε νερό. Συχνά, οι παράλληλες χρήσεις γίνονται ανταγωνιστικές. Η έλλειψη ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων, χειροτερεύει την κατάσταση. Το φαινόμενο της παράνομης ιδιωτικής άντλησης από τους υδροφορείς, είναι εκτεταμένο και ο έλεγχός του, πολύ δύσκολος.

Ο άνθρωπος, στην προσπάθειά του να εξασφαλίσει την όλο και ογκούμενη ποσότητα υδάτων που του χρειάζεται, έχει φτάσει σε σημείο σύγκρουσης με τα φυσικά οικοσυστήματα, με την έννοια πως, ενώ οι φυσικές διαδικασίες χρειάζονται κάποιες κατάλληλες συνθήκες για να συνεχίζουν να λειτουργούν, ο άνθρωπος με τις υπερβολικές απαιτήσεις του, παρεμβαίνοντας, ανατρέπει τις συνθήκες αυτές, οδηγώντας τα φυσικά οικοσυστήματα σε υποβάθμιση ή ακόμη και στο θάνατο. Να σημειωθεί, πως η αλλοίωση των οικοσυστημάτων σε οποιοδήποτε βαθμό, ακυρώνει (χωρίς εξαίρεση) τις ευεργετικές για τον άνθρωπο επιπτώσεις της εύρυθμης λειτουργίας της Φύσης. Το πιο συνηθισμένο πεδίο τέτοιας σύγκρουσης, είναι τα υδάτινα οικοσυστήματα, τα οποία υποβαθμίζονται ταχύτατα, με την ασκούμενη από τον άνθρωπο υπέρ-κατανάλωση νερού, με σκοπό την άρδευση ή την παραγωγή ενέργειας, τη βιομηχανική του χρήση και την ύδρευση των μεγάλων αστικών κέντρων.

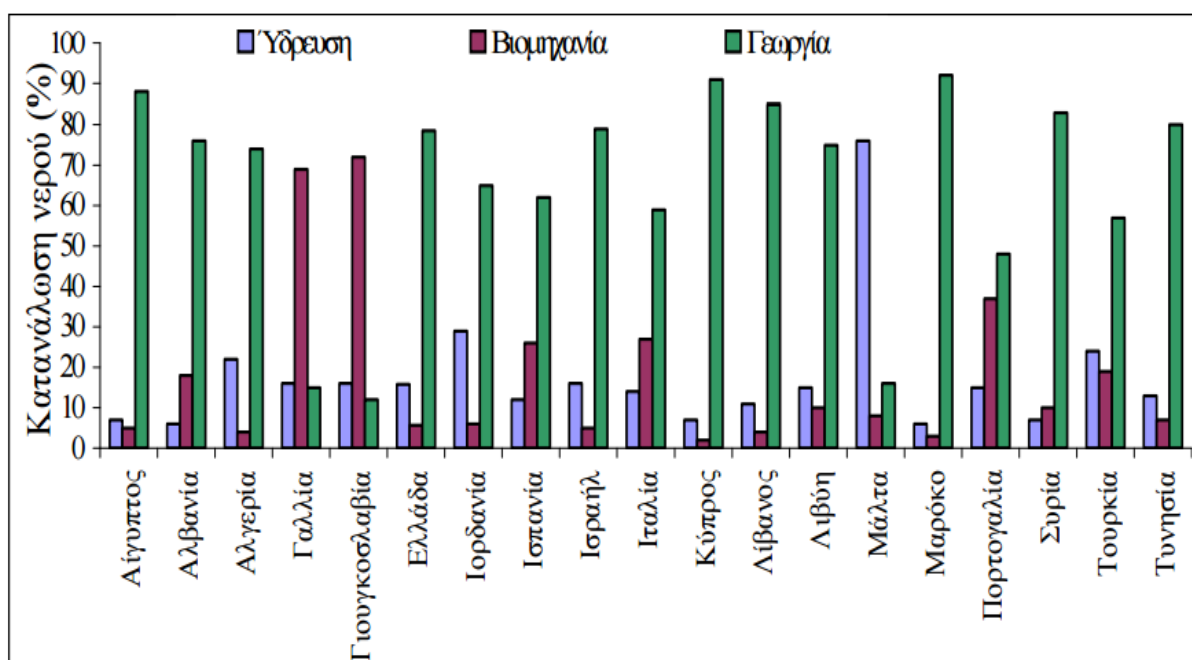
Η ανθρωπότητα σήμερα, είναι περισσότερο από ποτέ αντικείμενο αυξημένης πίεσης για χρήση των υδατικών πόρων, λόγω αύξησης του πληθυσμού και της βιομηχανικής ανάπτυξης. Η ζήτηση σε νερό τον 20ο αιώνα αυξανόταν εκθετικά. Εάν η παγκόσμια ζήτηση νερού συνεχίσει να αυξάνεται πιο γρήγορα από τον πληθυσμό (όπως έκανε από το 1950), περίπου 2% το χρόνο, θα διπλασιασθεί σε 35 χρόνια. Η κατασκευή νέων φραγμάτων έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθώς οι κυβερνήσεις και οι διεθνείς οικονομικοί οργανισμοί άρχισαν να δίδουν μεγαλύτερη σημασία στο υψηλό οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος των φραγμάτων. Ακόμη και αν οι συνθήκες για τη κατασκευή φραγμάτων γίνουν πιο ευνοϊκές, φαίνεται απίθανο ότι τα νέα φράγματα που θα κατασκευασθούν στα επόμενα 30-35 χρόνια, θα αυξήσουν το ποσοστό που λαμβάνεται από την απορροή πάνω από 10%. Η έλλειψη νερού έχει επισημανθεί σαν ένα, από τα κυρίαρχα προβλήματα για τις γενιές που έρχονται, αν και τις συνέπειές της, τις έχουν ήδη υποστεί σε κάποιες περιοχές της γης. Αναγνωρίζεται σήμερα ότι, η έλλειψη νερού αποτελεί μια τεράστια απειλή για τη παγκόσμια σταθερότητα, καθώς λέγεται ότι, το νερό θα είναι το πετρέλαιο του 21ου αιώνα. Ήδη πολλές χώρες, όπως η Τουρκία και το Ισραήλ,

χρησιμοποιούν το νερό σαν μέσο διπλωματικής πίεσης, ενώ οι ΗΠΑ φλερτάρουν με την ιδέα της απελευθέρωσης της αγοράς του νερού.ⁱⁱ

Η μείωση των αποθεμάτων νερού και η κακή διαχείρισή του, απασχολεί ολοένα και περισσότερο την επιστημονική κοινότητα. Οι προβλέψεις για το μέλλον είναι μάλλον δυσοίωνες, αν δεν αλλάξουμε συνήθειες και δεν προστατεύσουμε το νερό. Γεγονός αποτελεί ότι, σε πολλές περιοχές του πλανήτη οι άνθρωποι δεν μπορούν να καλύψουν ούτε τις βασικές τους ανάγκες, ενώ την ίδια στιγμή στα ανεπτυγμένα κράτη γίνεται κατάχρηση και σπαταλιέται άσκοπα το νερό.

1.1. Αγροτική παραγωγή και νερό

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω η γεωργία, είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού (70% σε παγκόσμιο επίπεδο και πάνω από 80%) στις περισσότερες Μεσογειακές Χώρες για τη παραγωγή τροφίμων, πρώτων υλών αλλά και παροχή εργασίας σε εκατομμύρια κατοίκων των αγροτικών περιοχών. Τόσο η ξερική, όσο και η αρδευόμενη γεωργία υποφέρουν τα μέγιστα από την έλλειψη νερού, με αποτέλεσμα να απειλείται η διαβίωση δισεκατομμυρίων ανθρώπων, κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες. Στις χώρες της Μεσογείου, το νερό αποτελεί ένα περιοριστικό παράγοντα για την οικονομική ανάπτυξη και βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Ωστόσο, αυτό δεν οφείλεται πάντα στην έλλειψη υδατικών πόρων. Οι πολύ μεγάλες διακυμάνσεις της διαθεσιμότητας και της ζήτησης του νερού, είναι τις περισσότερες φορές ο κύριος λόγος της έλλειψης. Μεγάλης διάρκειας καλοκαίρι που ακολουθείται, από μικρής διάρκειας χειμώνα, είναι το κύριο χαρακτηριστικό στις περισσότερες περιοχές της Μεσογείου. Σε πολλές περιοχές, όπως π.χ. στη Κρήτη, το 70-80% της ετήσιας βροχόπτωσης λαμβάνει χώρα σε 3-4 μήνες. Αυτή η κατάσταση επιδεινώνεται, από το γεγονός της ταυτόχρονης αύξησης της ζήτησης τόσο από τη γεωργία, όσο και το τουρισμό και την οικιακή χρήση, κατά τη διάρκεια της θερμής και ξηρής περιόδου. Η έλλειψη σε ποσότητα θα πρέπει να συνδυασθεί και με τη υποβάθμιση της ποιότητας, λόγω της μόλυνσης των επιφανειακών και υπογείων νερών και την έλλειψη έργων υποδομής.^{xxi}



Εικ. 1.1: Κατανάλωση νερού από τους διάφορους τομείς στις Μεσογειακές Χώρες

Η Ελλάδα θεωρείται πλούσια χώρα σε νερό, με το μέσο ύψος των ετήσιων βροχοπτώσεων να φτάνει στα 700 mm, που αντιστοιχεί σε 115 δισ. m³. Από αυτά χάνεται το 50% λόγω εξατμισοδιαπνοής και το 30% (περίπου 35 δισ. m³) λόγω επιφανειακής απορροής (καταλήγουν στη θάλασσα). Η άνιση κατανομή των βροχοπτώσεων, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, έχουν σαν αποτέλεσμα τα φαινόμενα λειψυδρίας που παρατηρούνται σε ορισμένες περιοχές της χώρας. Η σχέση ωστόσο, ανάμεσα στη συνολική κατανάλωση ως προς τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους

υπολογίζεται στο 12% και είναι ελαφρώς υψηλότερη από το μέσο όρο των χωρών του ΟΟΣΑ. Και στην Ελλάδα η γεωργία είναι ο μεγάλος καταναλωτής νερού (84% για άρδευση), ακολουθεί η ύδρευση (περίπου 12,3%), ενώ μόνο το 3,7% καταναλώνεται από τη βιομηχανία. Η ζήτηση νερού άρδευσης, είναι μεγάλη και αρδεύεται σήμερα το 41,2% της καλλιεργούμενης έκτασης. Η μέχρι σήμερα εφαρμοζόμενη διαχείριση, θεωρούσε τη ζήτηση του νερού δεδομένη και επικεντρωνόταν στη διαχείριση της φυσικής προσφοράς του. Η κάλυψη των αναγκών, βασιζόταν αποκλειστικά στην εξασφάλιση της μέγιστης προσφοράς νερού (κατασκευή μεγάλων και πολυδάπανων έργων), δίνοντας ελάχιστη σημασία στον έλεγχο των αναγκών και στην προστασία των υδατικών πόρων. Αυτή η πρακτική έχει σοβαρά μειονεκτήματα, όπως η χαμηλή οικονομική αποδοτικότητα, μεγάλες κοινωνικές βλάβες και άιση κατανομή των ωφελημάτων και σοβαρές, συχνά ανυπέρβλητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.^{xxi}



Εικ. 1.2: Κατανάλωση νερού στη γεωργία ανά Περιφέρεια

Επίσης, σημαντική αιτία κατανάλωσης μεγάλων ποσοτήτων νερού στη γεωργία αποτελεί το γεγονός ότι, το μισό νερό χάνεται στον δρόμο εξαιτίας της παλαιότητας του δικτύου μεταφοράς νερού. Οι απώλειες αυτές έχουν, ως αποτέλεσμα να φτάνει τελικά στις καλλιέργειες η μισή από την αρχική ποσότητα. Εξαιτίας αυτού, η απαίτηση για νερό συνεχώς μεγαλώνει, με αποκορύφωμα τους καλοκαιρινούς μήνες. Για να καλυφθεί αυτή η μεγάλη ζήτηση, σε αρκετές περιπτώσεις αναζητούνται και εφαρμόζονται λύσεις χωρίς σχεδιασμό και μη βιώσιμες, όπως για παράδειγμα η κατασκευή μεγάλων έργων (φραγμάτων, σιράγγων κλπ). Επιπλέον, στις μέρες μας επικρατεί η λογική των έργων και των φραγμάτων, έτσι ώστε να εξοικονομηθεί νερό και να καλυφθούν οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες των ανθρώπων.ⁱⁱⁱ

Η αυξημένη παραγωγικότητα του νερού στη γεωργία θεωρήθηκε ως η πιο σημαντική εξέλιξη που επηρεάζει το νερό. Μεταξύ 1961 και 2001, η παραγωγικότητα του νερού στη γεωργία αυξήθηκε σχεδόν κατά 100% και θεωρείται ότι θα αυξηθεί κατά ένα άλλο 100% μέχρι το 2040 (WWRD4, 2012c).^{vi} Παραδοσιακά, η προσανατολισμένη στην προσφορά προσέγγιση εξασφαλίζει τη συνεχή προμήθεια νερού στη γεωργία, μέσω ταμιευτήρων, μεταφοράς νερού από λεκάνη σε λεκάνη και αυξημένης απόληψης από επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η πρακτική αυτή, όμως, δεν είναι πλέον βιώσιμη και επιτείνει τις αρνητικές επιπτώσεις της γεωργικής χρήσης νερού στα οικοσυστήματα γλυκού νερού. Μια σειρά από τεχνολογικά και διαχειριστικά μέτρα μπορούν να βοηθήσουν στην βιώσιμη αποδοτικότητα της χρήσης νερού στο γεωργικό τομέα.

Η βελτίωση της αποδοτικότητας της άρδευσης αναφέρεται αφενός στο ποσοστό του νερού που τελικά φτάνει στο χωράφι σε σχέση με αυτό που παρέχεται. Έχει υπολογιστεί ότι στην Ευρώπη η δυνατότητα εξοικονόμησης νερού από τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της μεταφοράς του μπορεί να φτάσει το 25%. Η βελτίωση της αποδοτικότητας της άρδευσης σχετίζεται αφετέρου με την αποδοτικότητα των συστημάτων που χρησιμοποιούνται στην αρδευόμενη περιοχή. Η βελτίωση της αποδοτικότητας στην άρδευση μπορεί να έχει ως συνέπεια, όμως, αύξηση της κατανάλωσης νερού μέσω της αύξησης της αρδευόμενης περιοχής. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο η εγκατάσταση βελτιωμένων συστημάτων άρδευσης να συνοδεύεται από συμβουλευτικές υπηρεσίες προς τους αγρότες.^{iv}

Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι η αλλαγή των αγροτικών πρακτικών, δηλαδή η προσεκτική επιλογή των καλλιεργειών, σε συνδυασμό με τη διαχείριση της άρδευσης και του εδάφους και τη διατήρηση της υγρασίας, μπορεί να μειώσει τη χρήση νερού. Οι καλλιέργειες ποικίλουν στη χρονική στιγμή αιχμής στη ζήτηση νερού. Η χρονική κατανομή της άρδευσης ανάλογα με τις ανάγκες κάθε καλλιέργειας μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση νερού. Η προσέγγιση αυτή απαιτεί, ωστόσο, καλή εκπαίδευση των αγροτών και εξοικείωσή τους με θέματα όπως χρονικές μεταβολές της ζήτησης νερού των καλλιεργειών και εκτίμηση της υγρασίας του εδάφους.

Σε περιοχές όπως η Ιεράπετρα, όπου το νερό “σπανίζει”, τα επεξεργασμένα λύματα θα μπορούσαν να παρέχουν μια “εναλλακτική” πηγή νερού για άρδευση. Η πρακτική αυτή εξαπλώνεται στην Ευρώπη και είναι καλά εδραιωμένη στο νότιο τμήμα της. Για τα νησιά και τις παράκτιες περιοχές, η ανακύκλωση του νερού επιτρέπει την εκτεταμένη και επομένως πιο αποδοτική χρήση του γλυκού νερού, με την αποφυγή απόρριψης στη θάλασσα. Η συμβολή της ανακύκλωσης του νερού για την ικανοποίηση της ζήτησης των γεωργικών αναγκών μπορεί να είναι σημαντική (Κύπρος 28%, Gran Canaria 20%).^{iv} Αποτελεί φθηνότερη και λιγότερο ενεργοβόρο πρακτική από την αφαλάτωση ή τη μεταφορά νερού (Gikas et al., 2009)^v. Βεβαίως, πρέπει να ληφθεί υπόψη και να αντιμετωπισθεί αναλόγως, η ποιότητα του ανακτημένου νερού από άποψη χημικών και βακτηριδιακών φορτίων.

Ακόμα, οι παράνομες απολήψεις νερού προς γεωργική χρήση είναι συχνό φαινόμενο που αποτελεί μεγάλη πολιτική και τεχνική πρόκληση. Είναι απαραίτητη λοιπόν, η παρακολούθηση και ανίχνευση τέτοιων παράνομων πρακτικών με την επιβολή προστίμων, ικανών να αποτρέψουν μελλοντική υποτροπή. Επομένως, χρειάζεται συνεχής επιτήρηση για την εξασφάλιση της συμμόρφωσης.

Γεωργικό νερό, η Οδηγία 2000/60/ΕΚ και η Κοινή Αγροτική Πολιτική

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της Πολιτικής των υδάτων έχει ως κύριο στόχο την εξασφάλιση της καλής ποιότητας των υδατικών πόρων, θεωρώντας ότι η τιμή του νερού θα πρέπει να περιλαμβάνει την ανάκτηση του κόστους των υπηρεσιών ύδατος, του περιβαλλοντικού κόστους και του κόστους των πόρων, για την πλήρη εφαρμογή της Αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει». Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) μειώνει σταδιακά τις επιδοτήσεις, προσανατολίζοντας τους αγρότες σε περισσότερο περιβαλλοντικές πρακτικές, όπως μείωση της έκλυσης των νιτρικών και της χρήσης αγροχημικών, ορθολογική χρήση νερού κ.λπ., και εισάγοντας το θεσμό του «γεωργικού συμβούλου» για να βοηθήσει τους αγρότες στην προσπάθεια αυτή. Είναι φανερό ότι κοινός στόχος των δύο Πολιτικών είναι η περιβαλλοντική προστασία και η ορθολογική χρήση του νερού. Σε αυτήν την κατεύθυνση, μπορούν να εφαρμοσθούν μια σειρά μέτρων, τα οποία αφορούν αφενός στην εκπαίδευση των αγροτών, δημιουργώντας περιβαλλοντική συνείδηση, και αφετέρου στη μείωση του αριθμού των παράνομων γεωτρήσεων, της υπεράντλησης και στις κακές πρακτικές άρδευσης.

Βασικός στόχος είναι η δημιουργία μιας αποτελεσματικής δομής που θα εφαρμόσει τους κανόνες της βιώσιμης χρήσης και διαχείρισης νερού στη γεωργία. Πολλοί ερευνητές συμφωνούν ότι είναι απαραίτητος ένας Οργανισμός, ο οποίος θα μπορεί να έχει αρκετή ευελιξία, με σκοπό την εφαρμογή στην πράξη των αποφάσεων της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων, αλλά και λειτουργώντας συμβουλευτικά προς τους διαχειριστές των δικτύων άρδευσης. Παράλληλα, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία ενός τοπικού Γραφείου Άρδευσης για να ελέγχει τη χρήση του νερού των γεωτρήσεων και τις πρακτικές άρδευσης, καθώς παρατηρείται το γεγονός κάθε αγρότης να χρησιμοποιεί το δικό του σύστημα, οι προδιαγραφές του οποίου δεν πληρούν τα πρότυπα των δημόσιων δικτύων άρδευσης (Δέρκας κ.ά., 2007, Aggelides et al., 2007)^{vi}.

Η κοστολόγηση του αρδευτικού νερού, συμπεριλαμβάνοντας το περιβαλλοντικό κόστος, μπορεί να λειτουργήσει ως διαχειριστικό μέσο. Αφενός θα βοηθήσει τους διαχειριστές των δικτύων να βελτιώσουν τη συντήρηση της υποδομής ή την κατασκευή νέας, και αφετέρου οι αγρότες θα υποχρεωθούν να χρησιμοποιήσουν πιο αποδοτικά και λιγότερο ενεργοβόρα συστήματα άρδευσης, για να μειώσουν την κατανάλωση και το αντίστοιχο κόστος. Αναφορικά με τις ιδιωτικές γεωτρήσεις, μπορεί να μειώσει τις ποσότητες νερού που αντλούνται, συμβάλλοντας παράλληλα και στη χρηματοδότηση έργων για τον έλεγχο της διείσδυσης της θάλασσας. Η χρέωση του νερού σύμφωνα με τον καταναλισκόμενο όγκο σε συνδυασμό με νέες τεχνολογίες, όπως η χρήση υδροληψιών με ηλεκτρονικές κάρτες, έχουν δείξει ότι μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της κατανάλωσης κατά 20% σε σχέση με τις συμβατικές υδροληψίες (Δέρκας κ.ά., 2007)^{vi}.

1.2. Σκοπός της Εργασίας

Από τον τίτλο της η εργασία λίγο πολύ προϊδεάζει για το τι πρόκειται να ακολουθήσει. Πιο συγκεκριμένα, ο σκοπός της εργασίας είναι να δούμε την επίπτωση που τυχόν θα έχει μία εξοικονόμηση, η οποία συγκεκριμένα επιτυγχάνεται με την εξοικονόμηση του νερού, αξιοποιώντας την τεχνολογία των έξυπνων μετρητών. Ο λόγος που επιλέχτηκαν οι έξυπνοι μετρητές ως μέσο εξοικονόμησης, είναι διότι δυστυχώς, υπάρχουν διαρροές στα δίκτυα του ΤΟΕΒ και όχι μόνο, οι οποίες δεν μπορούν να εντοπιστούν από τους συμβατικούς κλασσικούς υδρομετρητές, με αποτέλεσμα κάθε χρόνο να καταλήγουν(χάνονται) χιλιάδες έως και εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού, στη θάλασσα. Επομένως, εάν κάποιος λάβει υπόψη και την συσχέτιση ενέργειας-νερού στην οποία εστιάζει η συγκεκριμένη πτυχιακή, τότε θα αντιληφθεί ότι η εξοικονόμηση νερού συνεπάγεται με την εξοικονόμηση ενέργειας. Θα δούμε λοιπόν, τις επιπτώσεις που θα προκύψουν από ένα τέτοιο εγχείρημα, τόσο όσον αφορά τη πλευρά ενός ΤΟΕΒ, όπως ο ΤΟΕΒ Ιεράπετρας εάν επενδύσει σε μία τέτοια αναβάθμιση των δικτύων, όσο και την επίπτωση στη λειτουργία ενός Σ.Η.Ε, όπως το ΣΗΕ Κρήτης. Οι ιδιαιτερότητες της συγκεκριμένης περιοχής αλλά και του αυτόνομου ΣΗΕ ήταν το κίνητρο για αυτήν την επιλογή.

1.2.1. Δομή της Εργασίας

Όσον αφορά τη Δομή, η εργασία επικεντρώνεται στους παρακάτω κύριους στόχους:

1. Γενική ενημέρωση σχετικά με το νερό
2. Ανάλυση των αντλητικών συγκροτημάτων και προτεινόμενες λύσεις για εξοικονόμηση σε αυτά
3. Παρουσίαση και ανάλυση έξυπνων μετρητών
4. Επιλογή του πεδίου πειραματισμού και ανάλυσή του
5. Παρουσίαση του ΣΗΕ Κρήτης και των χαρακτηριστικών του
6. Παρουσίαση και ανάλυση στα τιμολόγια που χρεώνεται ο ΤΟΕΒ
7. Παρουσίαση μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε
8. Παρουσίαση κατά τα στάδια των αποτελεσμάτων εξοικονόμησης
9. Συμπεράσματα και ανάλυση αποτελεσμάτων

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

Γενική ενημέρωση σχετικά με το νερό

- Στο Κεφάλαιο 1 πραγματοποιήθηκε μια εισαγωγή καθώς και συσχέτιση της αγροτικής παραγωγής με την κατανάλωση νερού.

Ανάλυση των αντλητικών συγκροτημάτων και προτεινόμενες λύσεις για εξοικονόμηση σε αυτά

- Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται τα αντλητικά συγκροτήματα και αναδεικνύονται κάποιες μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας και νερού. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται:
- Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας σε αντλίες
 - Συσχέτιση κατανάλωσης νερού με κατανάλωση ενέργειας
 - Εξοικονόμησης ενέργειας μέσω εξοικονόμησης νερού
 - Εξοικονόμηση με έξυπνους μετρητές νερού
 - Διεθνείς πρακτικές καθώς και εγχώρια δεδομένα είναι οι γενικές έννοιες που θα αναλυθούν

Παρουσίαση και ανάλυση έξυπνων μετρητών

- Στο Κεφάλαιο 3, γίνεται η παρουσίαση των έξυπνων μετρητών. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται:
- Έξυπνοι μετρητές
 - Δυνατότητες έξυπνων μετρητών
 - Τηλεπικοινωνιακή δομή
 - Σύστημα τηλεμέτρησης μετρητών
 - Επεξεργασία και ανταλλαγή δεδομένων
 - Συστήματα αυτοματισμών AMR/AMI
 - Συστήματα SCADA
 - Αισθητήρες
 - Έξυπνοι μετρητές νερού. Η τροφοδοσία, η επικοινωνία, οι δυνατότητες και τα οφέλη που αποκομίζει κάποιος βάζοντας έξυπνους μετρητές νερού, είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά τους, όπου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο συγκεκριμένο κεφάλαιο.

Επιλογή του πεδίου πειραματισμού και ανάλυσή του

Ένα από τα κύρια πεδία της παρούσας εργασίας έρχεται να καταλάβει το Κεφάλαιο 4 όπου παρουσιάζονται, όσα σχετίζονται με το Φράγμα των Μπραμιανών. Ο λόγος που επιλέχτηκε το συγκεκριμένο σημείο είναι διότι, δυστυχώς τα τελευταία χρόνια η περιοχή της Ιεράπετρας βιώνει την χειρότερη λειψυδρία όλως των εποχών, καθώς οι βροχοπτώσεις ήταν κατά πολύ μειωμένες σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, με αποτέλεσμα την μείωση του όγκου νερού του ταμιευτήρα. Όλη αυτή η κατάσταση, έχει αρχίσει να ανησυχεί, όχι μόνο τους εμπλεκόμενους φορείς και τους αγρότες της περιοχής, αλλά και όλους τους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής, καθώς η στέρεψη του ταμιευτήρα θα ήταν ένα καταστροφικό σενάριο για ολόκληρη τη περιοχή, αφού χωρίς νερό δεν υπήρχε τίποτα.

Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ, αναλύονται τα στοιχεία κατανάλωσης για χαμηλή και υψηλή ζήτηση καθώς και ποια αντλιοστάσια λειτουργούν περισσότερο στην υψηλή ζήτηση και ποια στη χαμηλή. Επίσης, γίνεται αναφορά στην Αιχμή των αντλιοστασίων καθώς και σε ποιο μήνα εμφανίστηκε η μεγαλύτερη, ποια αντλιοστάσια λειτουργούν περισσότερες ώρες, αλλά και πιο από αυτά παρουσιάζει, μεγαλύτερο συντελεστή φορτίου και χρησιμοποίησης.

Παρουσίαση του ΣΗΕ Κρήτης και των χαρακτηριστικών του

Στο Κεφάλαιο 5 ακολουθεί αρχικά μια συνοπτική παρουσίαση του ΣΗΕ Κρήτης, καθώς και στα χαρακτηριστικά του, όπως είναι η διαθεσιμότητα των μονάδων, το κόστος καυσίμου, τα χαρακτηριστικά της ζήτησης κ.α. Επίσης, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά ζήτησης του Υ/Σ της

Ιεράπετρας, αφού γίνεται αναφορά στο δίκτυο της Ιεράπετρας, καθώς και στη συσχέτιση κατανάλωσης των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ με την κατανάλωση του Υ/Σ Ιεράπετρας. Σε ένα τέτοιο κεφάλαιο δεν θα μπορούσαν να παραληφθούν οι γεωτρήσεις, όπου είναι αρκετές (νόμιμες και μη) καθώς και οι επιπτώσεις που προκαλούν, όχι μόνο σε τοπικό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο Κρήτης.

Οικονομική αξιολόγηση από τη πλευρά του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας

Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται, τα τιμολόγια τα οποία χρεώνεται ο ΤΟΕΒ με ιδιαίτερη βαρύτητα σε αυτό της Μέσης Τάσης (ΜΤ), γίνεται αναφορά στην επεξήγηση ενός λογαριασμού ΜΤ καθώς και στις ρυθμιζόμενες χρεώσεις των τιμολογίων. Προς το τέλος του κεφαλαίου, υπολογίζεται το όφελος εξοικονόμησης κατά 1kWh, καθώς σε αυτό το σημείο, εξετάζεται η επίδραση της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας με 10% εξοικονόμηση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, τον υπολογισμό του απαιτούμενου κεφαλαίου για τον ΤΟΕΒ, και τις συνθήκες αποπληρωμής μιας τέτοιας επένδυσης ώστε να πετύχει την παραπάνω εξοικονόμηση.

Παρουσίαση μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε και ανάδειξη των αποτελεσμάτων καθώς και ανάλυση επιπτώσεων στο ΣΗΕ Κρήτης, κατά τη διάρκεια της εξοικονόμησης

Το Κεφάλαιο 7 αποτελεί τη ραχοκοκαλιά της διαδικασίας, καθώς εκτός της παρουσίαση του αλγόριθμου και του προγράμματος, εξετάζεται η επίπτωση που τυχόν θα έχει μία τέτοια δράση στο ΣΗΕ Κρήτης, ώστε να βρεθεί η αξία της εν λόγω εξοικονόμησης. Μέσω λοιπόν, των προσομοιώσεων που προκύπτουν, οι δυνατότητες και οι επιπτώσεις τόσο στα αντλιοστάσια του ΤΟΕΒ όσο και στο ΣΗΕ Κρήτης, είναι ενθαρρυντικές. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται:

- Η εκτίμηση επίπτωσης όσον αφορά την οικονομική λειτουργία
- Περιγραφή Αλγόριθμου
- Επεξήγηση της πορείας επίλυσης του προβλήματος Οικονομικής Λειτουργίας
- Οικονομική κατανομή μονάδων (economic dispatch)
- Υπολογισμός καμπύλης μείωσης και εξαγωγή αποτελεσμάτων
- Υπολογισμός χρονοσειράς εξοικονόμησης
- Σύγκριση εξοικονόμησης σε σχέση με το δίκτυο της Ιεράπετρας και της Κρήτης
- Οικονομική και λειτουργική επίπτωση στο ΣΗΕ Κρήτης

Συμπεράσματα και ανάλυση αποτελεσμάτων

- Στο Κεφάλαιο 8 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκπόνηση της εργασίας καθώς και προτάσεις προς τους εμπλεκόμενους φορείς.

Προτάσεις-Προοπτικές

- Στο Κεφάλαιο 8.1 προτείνονται κάποιες προτάσεις – προοπτικές που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε κάτι ουσιώδη.

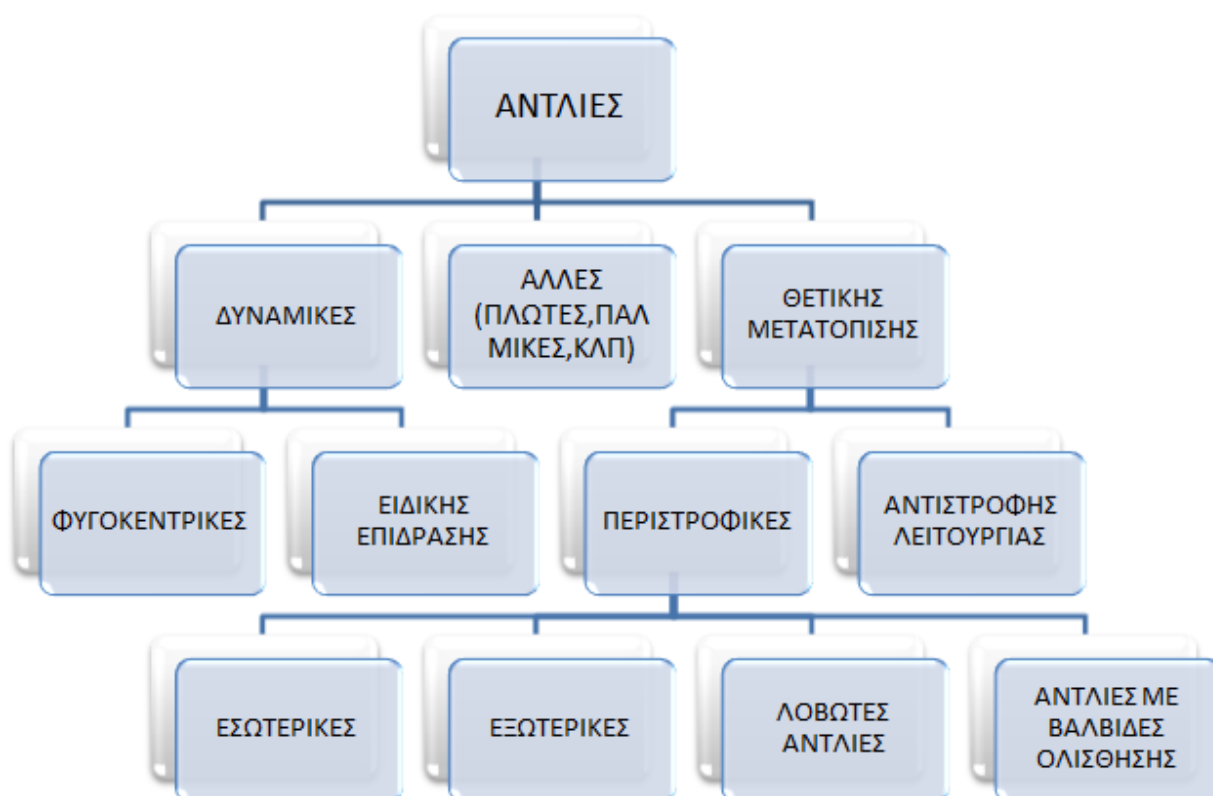
2. Αντλητικά συγκροτήματα και μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας - εξοικονόμησης νερού

Οι αντλίες και τα αντλητικά συστήματα γενικότερα, έχουν εισχωρήσει σε πάρα πολλές πτυχές της καθημερινής ζωής του ανθρώπου. 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.



Εικ. 2.1: Κατηγορίες αντλιών

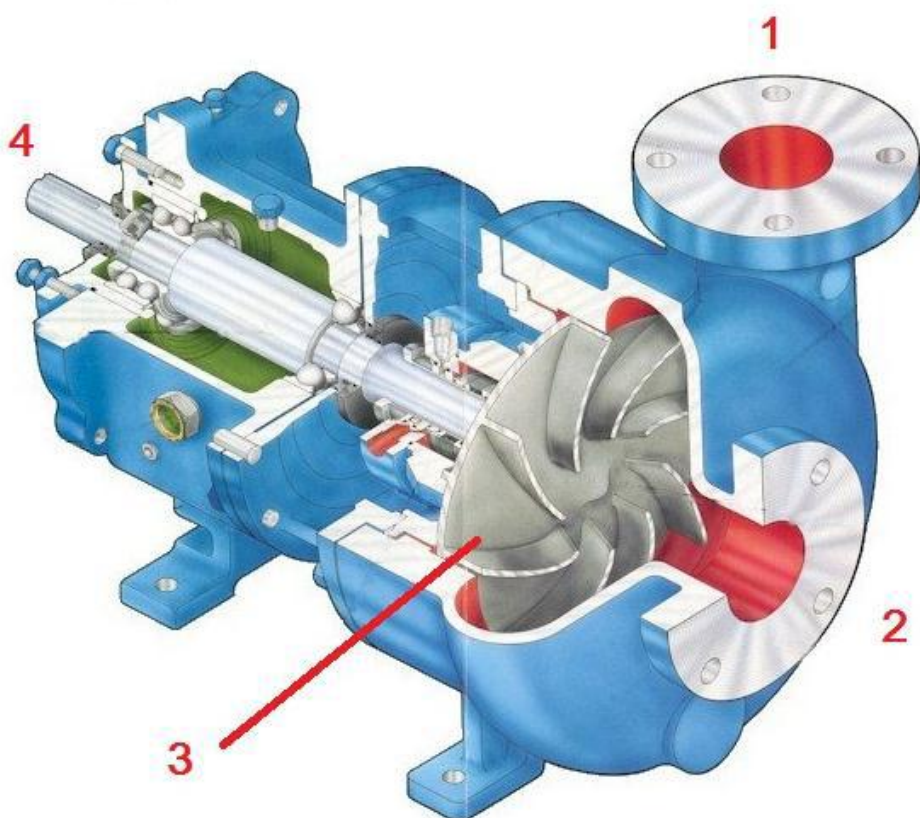
Σε γενικές γραμμές, μπορούν να καλύψουν τις απαιτήσεις για οποιαδήποτε διεργασία υγρού. Οι φυγοκεντρικές αντλίες που είναι αρκετά διαδεδομένες είναι γενικά οι πιο οικονομικές από πλευράς κόστους αλλά λιγότερο αποδοτικές.

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:

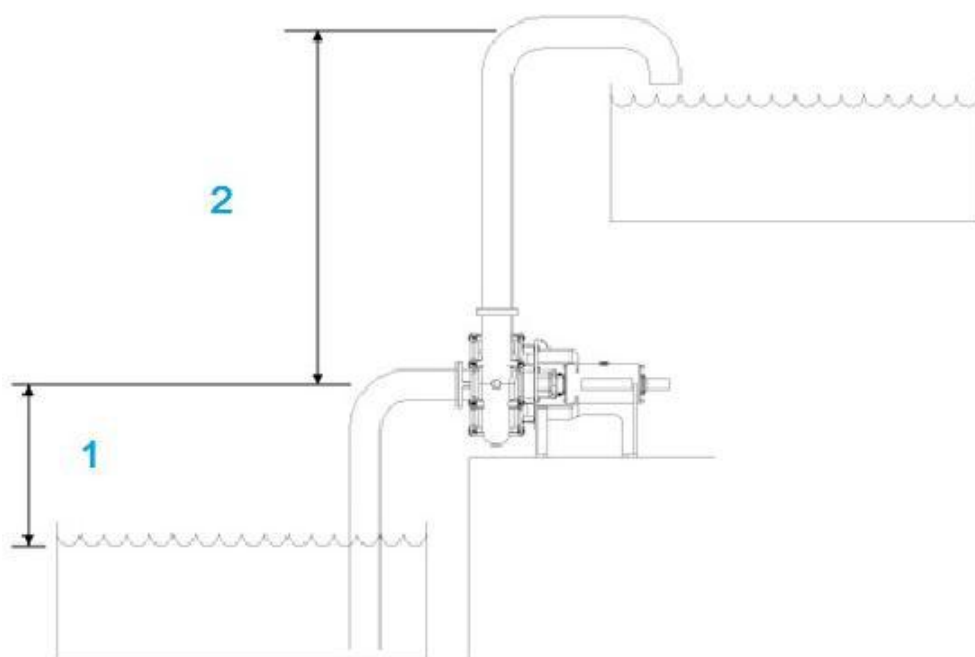
- Αντλία
- Κινητήρια δύναμη: Ηλεκτροκινητήρες, ντιζελοκινητήρες, αεριοστρόβιλοι.
- Σωληνώσεις για μεταφορά υγρών
- Βαλβίδες για τον έλεγχο ροής
- Διάφορα εξαρτήματα για τον έλεγχο των οργάνων

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.



Εικ. 2.2: Κύρια μέρη μιας αντλίας: 1 Στόμιο απορροής, 2 Στόμιο αναρρόφησης, 3 Φτερωτή, 4 Άξονας

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



1: Ύψος αναρρόφησης

2: Ύψος απορροής

3: Μανομετρικό ύψος = Ύψος αναρρόφησης + Ύψος απορροής + Απώλειες εξαρτημάτων

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. Η σχέση που συνδέει όλα αυτά τα στοιχεία είναι η παρακάτω:

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

Όπου:

γ : Ειδικό βάρος του υγρού σε $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (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 μέτρα (m)

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

Λαμβάνοντας κανείς υπόψη 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 απαιτείται, που σημαίνει, μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. 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. Αυτό σημαίνει ότι, το Ηλεκτρικό Σύστημα επιβαρύνεται περισσότερο, απ' τη στιγμή που η ζήτηση αυξάνεται.

2.1. 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 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

Παρακάτω, αναφέρονται οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξοικονόμηση ενέργειας:

- 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
- Μείωση των απωλειών νερού

2.1.1. Επιλογή κατάλληλης αντλίας

Ένα μεγάλο πρόβλημα αποτελεί η υπέρ-διαστασιολόγηση των αντλιών. Την επιλογή δηλαδή μεγαλύτερου μεγέθους αντλίας από αυτής, που πραγματικά χρειάζεται. Η υπερμεγέθους 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 υπέρ-διαστασιολογημένες τουλάχιστον κατά 20%.^{xxii}

2.1.2. Έλεγχος ρυθμού ροής μέσω ταχύτητας

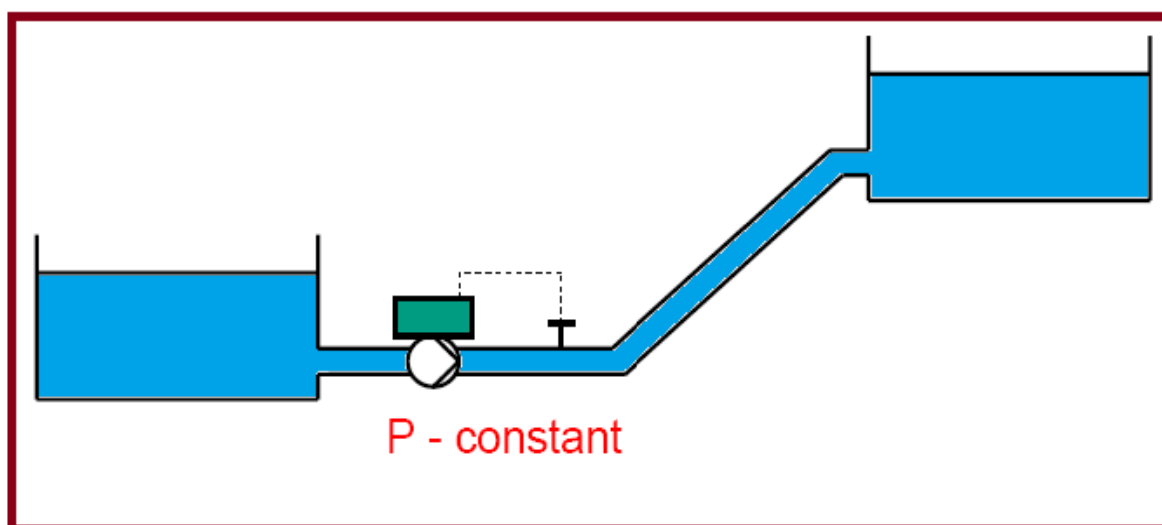
Οι ρυθμιστές ταχύτητας, μπορούν να προσφέρουν έλεγχο της ταχύτητας συνεχώς και σε ευρύ φάσμα, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται και η κατανάλωση ενέργειας. Οι ρυθμιστές ταχύτητας διακρίνονται σε 2 κατηγορίες, τους μηχανικούς και τους ηλεκτρικούς.

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

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

2.1.3. Έλεγχος με P-Constant

Ένα αισθητήριο πίεσης στέλνει σε ένα μικροελεγκτή, την τιμή της πραγματικής πίεσης και αυτός με τη σειρά του μέσω, PID έλεγχο 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.



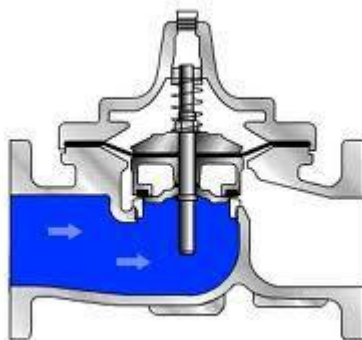
Εικ. 2.3: Κύκλωμα με έλεγχο P-Constant^{xxii}

2.1.4. 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.

2.1.5. Εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου

Η βαλβίδα εκροής ή βαλβίδα ροής ελέγχου, ανοιγοκλείνει για την μείωση της ροής των υγρών. Παρ' όλο, που η βαλβίδα μπορεί να μειώσει την ροή, η κατανάλωση ενέργειας δεν μειώνεται, αντιθέτως προσφέρει μια επιπλέον κατανάλωση στο σύστημα. Ένα ακόμη αρνητικό στοιχείο που προκαλεί η βαλβίδα είναι, οι ταλαντώσεις και η διάβρωση που προκαλεί στην αντλία. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να αυξάνεται το κόστος συντήρησης και να μειώνεται η διάρκεια ζωής της αντλίας.



Εικ. 2.4: Βαλβίδα ροής ελέγχου

2.1.6. 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.

2.1.7. 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.

2.1.8. 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 και παράλληλα να μην 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.

2.1.9. Μείωση των απωλειών νερού

Μεγάλο αγκάθι για ένα σύστημα άρδευσης αποτελούν, οι απώλειες νερού. Στην Ελλάδα, περίπου το 87% της κατανάλωσης νερού, προορίζεται για άρδευση. Από αυτή την ποσότητα, ένα μεγάλο ποσοστό μέχρι και 50% του μεταφερόμενου νερού, χάνεται λόγω της κακής κατάστασης των αρδευτικών δικτύων. Το αποτέλεσμα είναι ότι, λόγω του μεγάλου ποσοστού των απωλειών(διαρροές) τα αντλιοστάσια αλλά και οι γεωτρήσεις λειτουργούν περισσότερες ώρες απ' ότι, θα δούλευαν αν δεν υπήρχαν οι απώλειες νερού στα δίκτυα άρδευσης αλλά και ύδρευσης, πράγμα που σημαίνει μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Περισσότερο από το 50% του νερού που χάνεται, θα μπορούσε να είχε εξοικονομηθεί αν ενεργοποιούνταν άμεσα κάποια, έστω, από τα μέτρα για την ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων της χώρας μας. Το νερό, εκτός από βασικό στοιχείο της ζωής του ανθρώπου, της φύσης και των φυσικών οικοσυστημάτων, αποτελεί σήμερα κύριο πόρο και μοχλό ανάπτυξης για πολλές οικονομικές δραστηριότητες.

Το Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδάτινων Πόρων, υπολείπεται από αυτό των ευρωπαϊκών. Αυτό καθιστά την Ελλάδα, μία από τις τελευταίες χώρες της Ε.Ε. που δεν έχει ακόμα περάσει στην υλοποίηση της ευρωπαϊκής οδηγίας - πλαίσιο 2000/60 για τη διαχείριση των νερών. Έτσι, δεν μπορούμε να εναποθέτουμε τις ελπίδες μόνο στις βροχοπτώσεις. Δεν είναι τυχαίο ότι, τρεις πόλεις στον παγκόσμιο χάρτη που εφαρμόζουν εδώ και χρόνια προγράμματα διαχείρισης νερού, έχουν αποκομίσει τεράστια οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Το Τόκιο, το Όστιν στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η Φορταλέζα στη Βραζιλία, αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα σχεδιασμού και υλοποίησης προγραμμάτων για τη σωστή διαχείριση του νερού και έχουν καταφέρει να πρωτοπορούν αναπτύσσοντας πρωτοβουλίες.^{vii}

Θα πρέπει λοιπόν, να εκσυγχρονισθούν, όσα από τα αρδευτικά έργα έχουν προοπτικές και δυνατότητες εξοικονόμησης νερού, όπως οι επενδυμένες ανοικτές διώρυγες, οι κλειστοί επιφανειακοί ή υπόγειοι αγωγοί. Η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, επιβάλλει την χρηματοδότηση αρδευτικών δικτύων με υψηλό βαθμό αποδοτικότητας, που θα ανταποκρίνεται στις μελλοντικές ανάγκες, με το μικρότερο δυνατό κόστος και εκσυγχρονισμό των υπαρχόντων αρδευτικών δικτύων, για να περιορισθούν οι απώλειες νερού που φθάνουν το 30 - 50%.

Τέλος, είναι αναγκαία η αντικατάσταση γεωτρήσεων και ο εκσυγχρονισμός αντλητικών συγκροτημάτων, τα οποία λόγω της μακροχρόνιας χρήσης τους (30 χρόνια) σε ορισμένες περιοχές έχουν αχρηστευθεί ή υπολειπόμενα. Άλλη μία λύση στο πρόβλημα του νερού, έρχονται να δώσουν οι έξυπνοι μετρητές νερού. Εγκαθιστώντας, έξυπνους μετρητές στο δίκτυο επιτυγχάνουμε, σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων, ορθολογική χρήση από τους καταναλωτές, μείωση των απωλειών/διαρροών, άρα μείωση χρημάτων για όλους αφού, ο χρόνος λειτουργίας των αντλιοστασίων θα μειωθεί. Όλες αυτές οι βελτιώσεις θα επιτρέψουν στους καταναλωτές την εξοικονόμηση νερού, την αποφυγή μεγάλων απωλειών διήθησης και μείωση της υπόγειας ρύπανσης των υδάτων, επομένως και στην εξοικονόμηση ενέργειας.^{viii}

2.2. 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, καθώς 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.^{ix}

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.^{xxvii}

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 ότι, στη διάρκεια ζωής τους τα συνολικά έξοδα κατανέμονται ως εξής: 3% για την αγορά τους και 74% για την ενέργεια που καταναλώνουν.^{xxvii}



Εικ. 2.5: Ένα ποτήρι νερό ή το πότισμα ενός χωραφιού, κοστίζει πολλά περισσότερα απ' όσο φαντάζεται ένας καταναλωτής

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

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 για 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 αναπτυγμένες, 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.

2.3. Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω εξοικονόμησης νερού

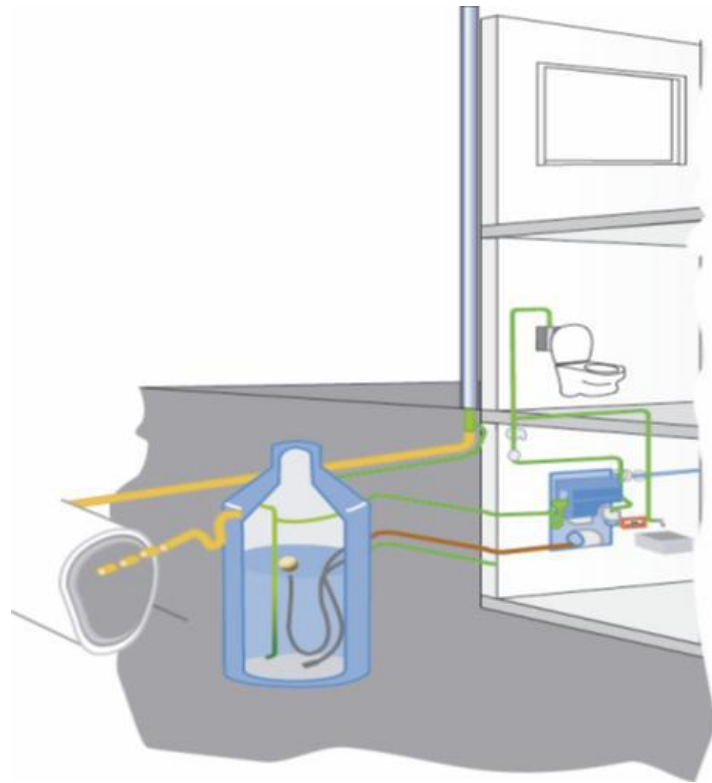
Εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να προκύψει και από την εξοικονόμηση νερού. Μπορεί να πραγματοποιηθεί με επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση, με έξυπνους μετρητές, πράγματα που αφορούν δηλαδή τον τελικό χρήστη, και πως μπορεί να συμβάλει και ο ίδιος. Όλες οι δοκιμές και οι αναλύσεις θα ήταν άχρηστες χωρίς την συμμετοχή των τελικών καταναλωτών.

Γύρω στα 450 εκ. m³ καταναλώθηκαν μόνο στην Αθήνα το 2005.^{xi} 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.

Σημαντική εξοικονόμηση νερού μπορεί να επιτευχθεί στις κατοικίες με κατάλληλο σχεδιασμό, επιλογή εξοπλισμού, εφαρμογή συστημάτων επαναχρησιμοποίησης και αλλαγή καταναλωτικών συνηθειών. Σύμφωνα με την κxviii, 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.

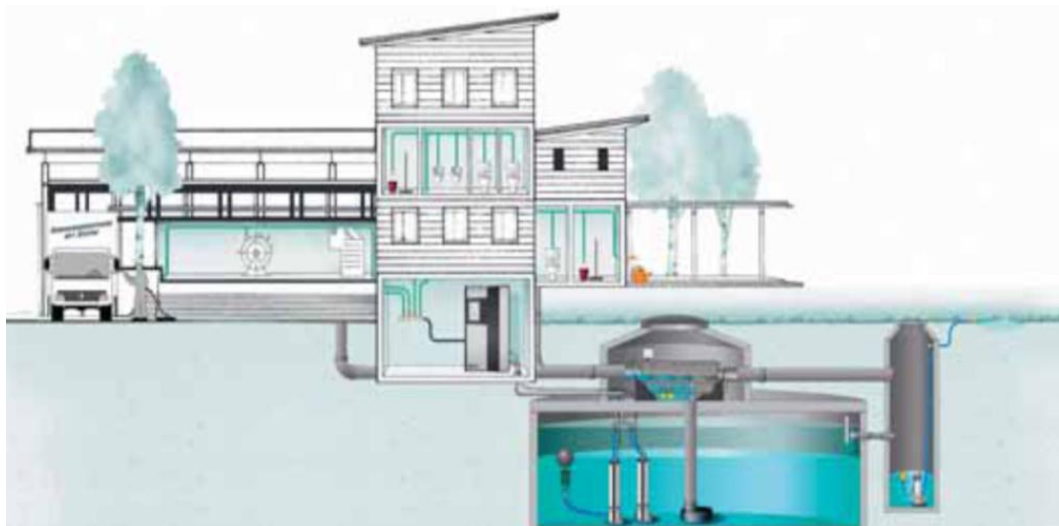
2.3.1. Αντλία ανακύκλωσης βρόχινου νερού

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.



Εικ. 2.6: Χρήση αντλίας για άντληση βρόχινου νερού και χρήση του στην οικία^{xxv}

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.



Εικ. 2.7: Ολοκληρωμένο σύστημα βρόχινου νερού^{xxvii}

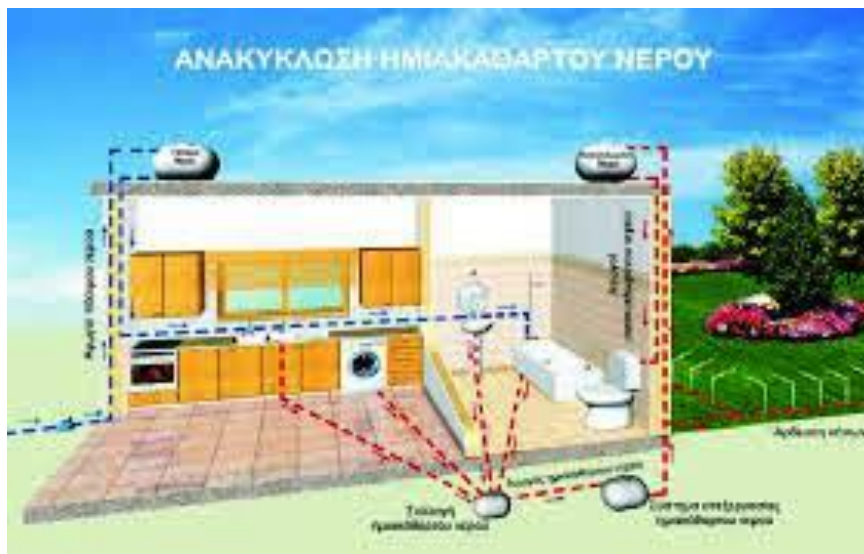
2.3.2. Λειτουργία συστήματος επαναχρησιμοποίησης αποπλύτων

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.



Εικ. 2.8: Ανακύκλωση ημιακάθαρτου νερού^{xxix}

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι συστημάτων επαναχρησιμοποίησης αποπλύτων, είναι οι ακόλουθοι:

- Επεξεργασία με χρήση «φυσικών συστημάτων»
- Συστήματα ρηχής τάφρου
- Συστήματα χαμηλού προχώματος

2.3.3. Εξοικονόμηση με έξυπνους μετρητές νερού

Ένας άλλος τρόπος, για να κάνουμε εξοικονόμηση ενέργειας – νερού είναι να εγκαταστήσουμε, έξυπνους μετρητές νερού. Όπως έχουμε ήδη περιγράψει σε προηγούμενο κεφάλαιο, τοποθετώντας έξυπνους μετρητές νερού στο δίκτυό μας, επιτυγχάνουμε έως και 40% εξοικονόμηση ενέργειας, νερού αλλά και χρημάτων.



Εικ. 2.9: Έξυπνοι μετρητές νερού σε δίκτυο ύδρευσης

2.4. Διεθνείς πρακτικές

2.4.1. Παράδειγμα εξοικονόμησης σε ένα χωριό στην Γερμανία

Το Lichtenau, είναι ένας μικρός δήμος της Γερμανίας, με 3.600 κατοίκους. Το τοπικό σύστημα παροχής νερού, μεταφέρει ετησίως 170.000 m³ νερού, σε 1.300 σπίτια, μέχρι που μια αντλία για το γέμισμα υπερυψωμένης δεξαμενής χάλασε και έπρεπε να αλλάχθει. Η αυθεντική αντλία από χυτοσίδηρο παρείχε 45 χρόνια αξιόπιστων υπηρεσιών, με παροχή 64 m³/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 11 kW, 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 5.827 ώρες λειτουργίας, έχει καταναλώσει λιγότερο από 48.597 kWh. Σύμφωνα με την τιμή ενέργειας των 0,18 €/kWh η εξοικονόμηση ανέρχεται περίπου, σε 8.748€ και αυτό συνεπάγεται, με μείωση 7.500kg CO₂ το χρόνο.



Εικ. 2.10: Το χωριό Lichtenau, που εξοικονόμησε 3.000€ και 7.500kg CO₂ το χρόνο, αντικαθιστώντας μια αντλία παλαιάς τεχνολογίας

2.4.2. 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, 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^{xii} 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

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^{xxviii}.

2.4.3. Το πείραμα στην Καλιφόρνια

Στις Η.Π.Α. στην πολιτεία της Καλιφόρνια, λειτουργεί η εταιρία PacificGas and Electric Company (PG&E), η οποία, είναι εταιρία ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου. Η συγκεκριμένη εταιρία, ειδικεύεται σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας. Η εταιρεία, 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 υποδύναμη 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 πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1: Μέση επίδοση των αντλητικών συστημάτων, πριν κ' μετά τις επιδιορθώσεις^{xiii}

Χαρακτηριστικά	Πριν	Μετά	Αύξηση
Ιπποδύναμη νερού			%
	44	60	36
Ύψος ανύψωσης (m)	60,7	61	0,5
Χωρητικότητα (m ³ /min)	4,38	6,16	41
Ιπποδύναμη τάσης εισόδου	89	96	8
Απόδοση (%)	46	61	33

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% είχαν απόδοση μεγαλύτερη από 60%.

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.

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

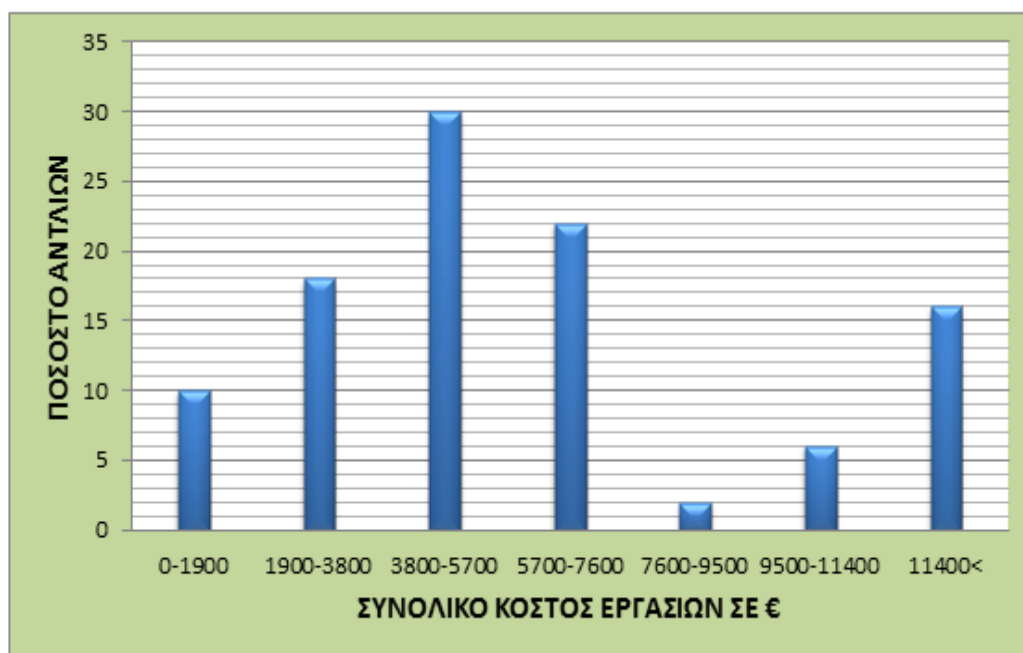
αλλαγές στην απόδοση για αυτές τις αντλίες μπορεί να οφείλεται εν μέρει στις αλλαγές των συνθηκών λειτουργίας μεταξύ των δοκιμών.

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

Στην παρακάτω εικόνα, η ανάλυση δείχνει ότι, το κόστος του 52% των επισκευών ή των αντικαταστάσεων, κυμαίνεται μεταξύ 3.800€ και 7.600€, ενώ το 27% ήταν λιγότερο από 3.800€. Το 22% των επισκευών, κόστισε πάνω από 7.600€, με ένα μέγιστο κόστος περίπου 33.500€.



Εικ. 2.11: Κόστος αλλαγών

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 m³/min, αποτέλεσμα της επισκευής ή αντικατάστασης των αντλιών. Για χωρητικότητα μεγαλύτερη από 4.55 m³/min, η αλλαγή της ισχύς παροχής παρέμεινε σχεδόν σταθερή. Επίσης, η γενική τάση που παρατηρήθηκε ήταν ότι, όσο μικρότερη ήταν η αρχική αποδοτικότητα, τόσο μεγαλύτερη ήταν η αλλαγή, και όσο μικρότερη ήταν η αρχική έξοδο της αντλίας, τόσο μικρότερη είναι και η αρχική απόδοση.

2.4.4. 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.

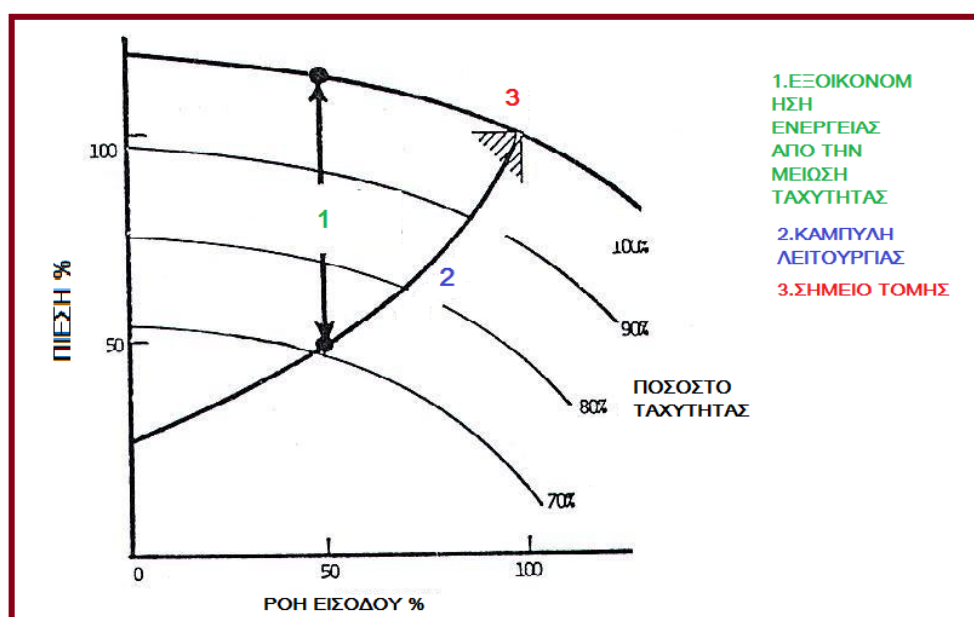
Η Αίγυπτος, έχει περισσότερους από 560 σταθμούς αντλιών άρδευσης (περίπου 1.600 μονάδες αντλιών συνολικά). Αυτές διανεμημένες σε όλες σχεδόν τις αιγυπτιακές περιφέρειες, ειδικά στην Άνω Αίγυπτο και την Μέση Αίγυπτο.

Αυτά τα αντλιοστάσια που είναι πολύ σημαντικά για την άρδευση, καταναλώνουν περίπου 930 GWh της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην Αίγυπτο (περίπου 70.000 GWh παράγονται ετησίως).

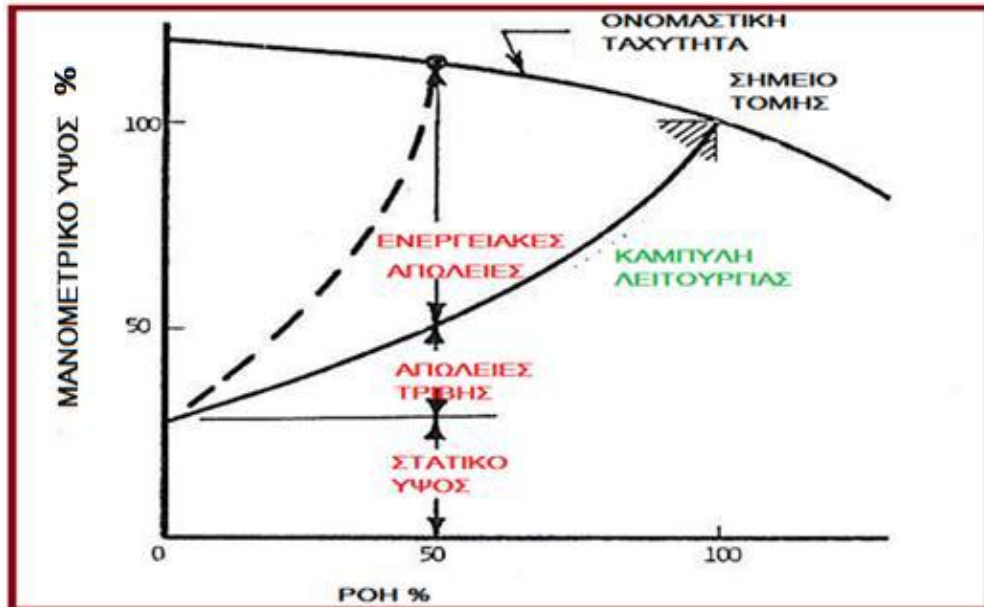
Τα περισσότερα αντλιοστάσια, χρησιμοποιούν επαγωγικούς κινητήρες με διαφορετικές μηχανικές μεθόδους, όπως οι βαλβίδες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ροής. Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου, οι συγκεκριμένοι συμβατικοί τρόποι ελέγχου καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας.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



Εικ. 2.12: Χαρακτηριστικά συστήματος με χρήση βαλβίδας^{xiv}



Εικ. 2.13: Χαρακτηριστικά συστήματος με χρήση ελεγκτή ταχύτητας^{xxxii}

Σύμφωνα, με τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε^{xxxii} 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

2.5. 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%).

2.5.1. 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 (ΒΙ.ΠΕ.) προμηθεύονται, σε σημαντικό ποσοστό νερό από το φορέα διαχείρισης της ΒΙ.ΠΕ. 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.

ΕΥΔΑΠ^{xv}

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 Πόσιμου 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



Εικ. 2.14: Πλήθος μηχανών κ' κινητήριων μηχανών στις εγκαταστάσεις της ΕΥΔΑΠ, στην φωτό οι εγκαταστάσεις της Ψυτάλλειας

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 σαν στόχο τη μελέτη, κατασκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, διοίκηση και λειτουργία των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης, ακαθάρτων και όμβριων, καθώς και μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της περιοχής των Χανίων.^{xvi}

Η Δ.Ε.Υ.Α.Χ. διαθέτει:

- 3 Αντλιοστάσια:
 - Αγυιάς με 3 αντλητικά συγκροτήματα
 - Αγ.Ιωάννη με 9 αντλητικά συγκροτήματα
 - Γιουρμέτη με 2 αντλητικά συγκροτήματα
- 6 δεξαμενές χλωρίωσης και αποθήκευσης
 - Αγυιάς 1 δεξαμενή χωρητικότητας 300m³
 - Βαντέ 3 δεξαμενές χωρητικότητας 6.500m³
 - Αγ.Ιωάννη μια δεξαμενή χωρητικότητας 3.600m³

- ο Αγίου Ματθαίου-δεξαμενή Ασυρμάτου 2.150m³ χωρητικότητας συνολικά
- ο Γιουρμέτη-Δεξαμενή Εργατικών Κατοικιών-583m³ συνολικά
- ο Λενταριανών

Περισσότερα αναλύονται στην εργασία ^{xvii}.

Λοιπές Εταιρίες Ύδρευσης

Η Εταιρία Υδρεύσεως & Αποχετεύσεως Θεσσαλονίκης (Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε.),^{xviii} είναι υπεύθυνη για την υδροδότηση του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης, για τη συγκέντρωση και μεταφορά των αστικών λυμάτων, στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Έχει μέση ημερήσια παροχή νερού, 250.000m³ και μέση ημερήσια επεξεργασία λυμάτων 170.000m³.

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.

Πίνακας 2: Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά εταιρία ύδρευσης^{xxvii}

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

2.5.2. Οργανισμός Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης (Ο.Α.ΔΥ.Κ)

Ο Οργανισμός Ανάπτυξης της Δυτικής Κρήτης (Ο.Α.ΔΥ.Κ.) με έδρα τα Χανιά, ιδρύθηκε το 1979 και είναι ο παλαιότερος αναπτυξιακός περιφερειακός οργανισμός της Ελλάδας. Στόχος του είναι η αξιοποίηση, προστασία και η ορθή διαχείριση των υδατικών πόρων με σεβασμό στο περιβάλλον. Μέχρι σήμερα, ο Ο.Α.ΔΥ.Κ. έχει καλύψει περίπου 207.000 στρέμματα άρδευσης και στο στάδιο της μελέτης βρίσκονται 63.000 στρέμματα. Ο κύριος κεντρικός αγωγός μήκους 103 km ξεκινά από το δυτικό άκρο της Κρήτης και τερματίζει ανατολικά της πόλης του Ρεθύμνου. Το συνολικό δίκτυο του Οργανισμού ξεκινά από το δυτικό άκρο του νομού Χανίων και καταλήγει στο ανατολικό, ενώ επεκτείνεται και στη χερσόνησο του Ακρωτηρίου. Ειδικότερα, ο κεντρικός αγωγός ξεκινά από τις υδρογεωτρήσεις της περιοχής Μυλωνιανών Βαρυπέτρου. Συνδέεται με το κύριο αγωγό των Μεσκλών στα Μυλωνιανά και την Αγιά και ανατολικά με τον αγωγό της Αγιάς προς Σούδα έως τον Αποκόρωνα και δυτικά με τον αγωγό της Αγιάς έως το Κολυμβάρι. Η περιοχή του Δυτικού και Κεντρικού Αποκόρωνα εξυπηρετείται από τις πηγές του Ζούρμπου, την υδρομάστευση πηγών Αρμένων και την υδρομάστευση στο ποταμό Κοιλιάρη. Η υδροληψία των πηγών Αργυρούπολης, με θερινή παροχή περίπου 700m³/h, περιλαμβάνει την τροφοδότηση αρδευτικού και υδρευτικού νερού προς πολλές περιοχές. Από τις πηγές εξυπηρετούνται: η ύδρευση του οικισμού Αργυρούπολης – Κούφης – Μυριοκεφάλων, η άρδευση Αργυρούπολης, η ύδρευση του οικισμού Επισκοπής, η ύδρευση του οικισμού Φυλακής, η ύδρευση της πόλης του Ρεθύμνου, η ύδρευση Γεωργιούπολης, η άρδευση της περιοχής Καστέλλου. Ο Ο.Α.ΔΥ.Κ. έχει αναλάβει τη διαχείριση του νερού στην υδρολογική λεκάνη Αργυρούπολη – Μουσέλα, καθώς και της λειτουργίας του υδρο-δοτικού συστήματος Λίμνη Κουρνά

– ταχυδιωλιστήριο (Τ/Δ) στα Δράμια Χανίων. Το συνολικό έργο που αφορά τον Ο.Α.ΔΥ.Κ. περιλαμβάνει την κατασκευή υδρο-αρδευτικών κεντρικών αγωγών και δικτύων, δεξαμενών και ταχυδιωλιστηρίου για την υδρο-αρδευτική αξιοποίηση των νερών των πηγών Αργυρούπολης Ρεθύμνης και λίμνης Κουρνά Χανίων. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται:

- Η τροφοδοσία με νερό ύδρευσης της πόλης του Ρεθύμνου.
- Η τροφοδοσία με νερό ύδρευσης του Δήμου Αποκορώνου (περιοχή πρώην Δήμου Γεωργιούπολης).
- Η τροφοδοσία του αρδευτικού έργου Κουρνά – Γεωργιούπολης.
- Η τροφοδοσία του αρδευτικού έργου Καστέλου.

Ο Οργανισμός είναι αρμόδιος για τη συντήρηση, λειτουργία, διοίκηση, διαχείριση και εκμετάλλευση όλων των έργων εγγείων βελτιώσεων, αξιοποίησης και εκμετάλλευσης υδατικών πόρων που του έχουν ανατεθεί.

Ως εκ τούτου, ο Ο.Α.ΔΥ.Κ., διαθέτει έναν μεγάλο αριθμό αντλιοστασίων στην ευρύτερη περιοχή των Χανίων, με τα οποία φέρνει εις πέρας λειτουργίες και έργα που σχετίζονται με υδάτινους πόρους, όπως:

- Παροχή νερού στις δεξαμενές των θεσμοθετημένων οργάνων της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και στις Δημοτικές Επιχειρήσεις, που έχουν τις αρμοδιότητες διανομής και είσπραξης, από τους χρήστες του πόσιμου νερού. Σήμερα ο Ο.Α.ΔΥ.Κ., διακινεί 30.000.000 m³ νερού τον χρόνο από τα οποία, εξυπηρετούνται περίπου 12.000 μικροί καταναλωτές, οι μεγάλοι δήμοι του Βόρειου Άξονα της Δυτικής Κρήτης και οι Τοπικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων.
- Προστασία επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, περιορισμό και παρακολούθηση των αντλήσεων.
- Εκτέλεση έργων τα οποία ανέτρεψαν την οργανωτική δομή που προ-υπήρχε, όσον αφορά στα εγγειοβελτιωτικά και υδρο-αρδευτικά έργα, τα οποία χρησιμοποιώντας τοπικά τρεχούμενα νερά ή αντλήσεις μικρού μεγέθους και διά μέσου ανοικτών αγωγών και ιδίων μέσων των παραγωγών, άρδευαν ένα μικρό μέρος της γεωργικής γης στο βόρειο άξονα της Κρήτης (περίπου 40.000 στρέμματα).
- Διαχείριση του νερού ικανοποιώντας διαφορετικού χαρακτήρα ανάγκες: άρδευση, ύδρευση, βιομηχανία, τουρισμός.
- Μελέτη κατασκευής φραγμάτων και εγκατάσταση αγωγών σύνδεσής τους με κεντρικούς αγωγούς και δεξαμενές νερού.
- Κατασκευή αποχετεύσεων και βιολογικών καθαρισμών.

Αξίζει να αναφερθεί ότι, υπάρχουν βλέψεις για κατασκευή Υβριδικού Σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Φράγμα Ποταμών, εγγυημένης ισχύος 50 MW.

Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας που δείχνει όλα τα αντλιοστάσια που κατέχει και λειτουργεί ο Ο.Α.ΔΥ.Κ. καθώς και κάποια σημαντικά χαρακτηριστικά τους.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται, όλα τα αντλιοστάσια που κατέχει και λειτουργεί ο Ο.Α.ΔΥ.Κ. καθώς και κάποια σημαντικά χαρακτηριστικά τους. Τα αντλιοστάσια αναγράφονται ανά ομάδες. Για την πρώτη ομάδα είναι διαθέσιμα όλα τα χαρακτηριστικά, δηλαδή, αριθμός αντλιών, εγκατεστημένη ισχύς και παροχή αντλιών, για τη δεύτερη ομάδα είναι διαθέσιμα μόνο ο αριθμός αντλιών και η εγκατεστημένη ισχύς, για την τρίτη ομάδα είναι διαθέσιμα μόνο ο αριθμός αντλιών και η παροχή τους, ενώ για την τέταρτη ομάδα είναι διαθέσιμος μόνο ο αριθμός αντλιών καθώς είναι υπό κατάσταση ανακατασκευής.

Πίνακας 3: Τα αντλιοστάσια του Ο.Α.ΔΥ.Κ. και μερικά χαρακτηριστικά τους

ID	Αντλιοστάσιο	# Αντλίων	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	Παροχή αντλίων (m ³ /h)
1	ΚΑΛΟΥΔΙΑΝΑ	2	2 x 150 = 300	210
2	ΠΑΤΕΛΑΡΙ	7	7 x 710 = 4970	7 x 1250 = 8750
3	ΒΛΗΤΕΣ Β΄	8	(3x250) + (3x190) + 85 + 50 = 1455	8 x 350 = 2800
4	ΤΣΙΒΑΡΑΣ	3	3 x 200 = 600	3 x 250 = 750
5	ΜΟΥΖΕΛΑ	2	2 x 90 = 180	2 x 150 = 300
6	ΣΤΕΡΝΕΣ	3	3 x 32 = 96	3 x 120 = 360
7	ΜΟΥΖΟΥΡΑΣ	3	3 x 15 = 45	3 x 40 = 120
8	ΚΟΛΕΝΙ	4	4 x 147 = 588	
9	ΒΟΥΚΟΛΙΕΣ	2	55	
10	ΓΕΡΑΝΙ	3	3 x 160 = 480	
11	ΑΡΜΕΝΟΙ	4	4 x 200 = 800	
12	ΚΟΥΡΝΑΣ	4	4 x 315 = 1260	
13	ΔΡΑΠΑΝΙΑΣ	3		3 x 200 = 600
14	ΚΡΥΑ ΒΡΥΣΗ	1		150
15	ΚΑΛΕΡΓΙΑΝΑ	1		200
16	ΜΥΛΩΝΙΑΝΑ	3		3 x 1000 = 3000
17	ΚΑΤΣΙΦΑΡΙΑΝΑ	1		150
18	ΝΕΡΟΚΟΥΡΟΥ	1		100
19	ΜΕΓΑΛΑ ΧΩΡΑΦΙΑ	6		1155
20	ΖΟΥΡΜΠΟΣ	12		12 x 250 = 3000
21	ΝΕΡΙΑΝΑ	1		
22	ΚΑΛΟΡΟΥΜΑ	2		
	ΣΥΝΟΛΟ	76	10829	

Από τον Πίνακα 3 προκύπτει ότι, ο συνολικός αριθμός των αντλίων στα αντλιοστάσια του Ο.Α.ΔΥ.Κ. ανέρχεται περίπου στα 76 και η εγκατεστημένη ισχύς, μόνο των αντλιοστασίων για τα οποία υπάρχει διαθέσιμη πληροφορία (12/22) είναι ίση, με 10829kW ή 10,829MW.

Σε αυτό το σημείο γίνεται μια μικρή αναφορά στην διπλωματική εργασία του Σακκά Αθανάσιου καθώς μεταξύ άλλων αναφέρει πως αν γίνει σωστή διαχείριση στις δεξαμενές και εφαρμοστούν κάποιες πρακτικές στα αντλιοστάσια όπως για παράδειγμα, εγκατάσταση τηλεμετρίας, εγκατάσταση καταγραφικών και έξυπνων μετρητών ενέργειας, τα οποία είναι χρήσιμα όργανα για τις ανάγκες της ακριβούς καταγραφής ενέργειας και ισχύος μπορούμε να πετύχουμε άριστα αποτελέσματα. Οι έξυπνοι μετρητές ειδικά, προσφέρουν δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου και χειρισμού του φορτίου με τη

σύνδεση-αποσύνδεση καθώς και τον περιορισμό της λειτουργίας του. Όλα αυτά συμβάλουν σε κάποιο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και νερού.

2.5.3. Περιπτώσεις αγροτικού ενδιαφέροντος στην Κρήτη

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^{xix} 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, αναφέρεται κατά όμοιο τρόπο με την Ιεράπετρα, στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4: Συγκεντρωτική κατανάλωση ανά Δήμο εξυπηρέτηση, από τον Υ/Σ Μοιρών

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

Βλέπουμε λοιπόν, πως και οι Μοίρες αλλά και ο Ο.Α.ΔΥ.Κ, έχουν πολύ μεγάλη ισχύ, που σημαίνει μεγάλη ζήτηση-κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Ιεράπετρα

Ο συνολικός αριθμός αντλιών στην περιοχή της Ιεράπετρας, ανέρχεται σε 727 με συνολική εγκατεστημένη ισχύ, 6972kW. 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 8849,41kWh, 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 Ι. Στον παρακάτω πίνακα, εμφανίζεται το σύνολο των αντλιών ανά Δημοτικό Διαμέρισμα, η εγκατεστημένη ισχύς καθώς και η καταναλισκόμενη ενέργεια. Πρέπει να αναφερθεί ότι, εκτός από τα Δημοτικά Διαμερίσματα έχουν τοποθετηθεί και τα χαρακτηριστικά των αντλιοστασίων, του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας.

Πίνακας 5: Σύνολο αντλιών ανά δημοτικό διαμέρισμα, Δήμου Ιεράπετρας

ΔΗΜΟΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	ΑΡ. ΑΝΤΛΙΩΝ	ΕΓΚ. ΙΣΧΥΣ (kW)	kWh	ΓΡΑΜΜΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ
Δ.Δ. ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗ	71	769,2	591,2225	ΓΔ27

Δ.Δ. ΑΝΑΤΟΛΗΣ	60	777	628,3958	ΓΔ26
Δ.Δ. ΓΔΟΧΙΩΝ	12	136	62,151	ΓΔ26
Δ.Δ. ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	443	2693,912	5026,695	ΓΔ24
Δ.Δ. ΚΑΒΟΥΣΙΟΥ	6	763,5	485,828	ΓΔ22
Δ.Δ. ΚΑΛΑΜΑΥΚΑ	5	52,9	44,4186	ΓΔ26
Δ.Δ. ΚΑΤΩ ΧΩΡΙΟΥ	27	352,1	158,062	ΓΔ22
Δ.Δ. ΚΟΥΤΣΟΥΡΑ	21	326,9	504,886	ΓΔ27
Δ.Δ. ΜΑΚΡΥΛΙΑΣ	5	82,3	40,456	ΓΔ26
Δ.Δ. ΜΑΛΛΩΝ	9	129,8	142,7972	ΓΔ26
Δ.Δ. ΜΕΣΣΕΛΕΡΩΝ	1	45,4	142,556	ΓΔ26
Δ.Δ. ΜΟΥΡΝΙΩΝ	2	10,1	9,891	ΓΔ26
Δ.Δ. ΜΥΘΩΝ	5	155,8	239,465	ΓΔ26
Δ.Δ. ΜΥΡΤΟΥ	16	156,4	113,888	ΓΔ26
Δ.Δ. ΟΡΕΙΝΟΥ	5	70,8	3,319	ΓΔ27
Δ.Δ. ΠΑΧΕΙΑΣ ΑΜΜΟΥ	24	191,4	401,8369	ΓΔ22
Δ.Δ. ΡΙΖΑΣ	1	168	0	ΓΔ26
Δ.Δ. ΣΧΟΙΝΟΚΑΨΑΛΩΝ	7	90,8	253,544	ΓΔ27
ΤΟΕΒ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	28	3485	7067,4	ΓΔ26
ΣΥΝΟΛΟ	748	10457,31	15916,81	

Στην προ-τελευταία γραμμή του Πίνακα 5 αναφέρονται και οι αντλίες των έξι συνολικά αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας, ο οποίος διαχειρίζεται το Φράγμα Μπραμιανών. Περισσότερες πληροφορίες ακολουθούν στο 4.1.1.

2.5.4. 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 Ρ. Η. Gleick and Η. S. Cooley εκτιμά ότι, για την ετήσια κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού στις ΗΠΑ, που ανήλθε για το 2007 σε 33 δις 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 ότι, 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, 1.856.955m³ 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.^{xxvii}

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%.

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 5η θέση στην κατανάλωση σε ένα σπίτι μέχρι το 2030. Ταυτόχρονα όμως, στα περιθώρια εξοικονόμησης θα καταλαμβάνουν την 3η θέση. Οι κυκλοφορητές υψηλής απόδοσης, μπορούν να προσφέρουν μέχρι και 80% λιγότερη κατανάλωση.^{xxv}

Αυτά ήταν, μόνο μερικά από τα παραδείγματα για το τι ευκαιρίες εξοικονόμησης υπάρχουν στα αντλητικά συστήματα.

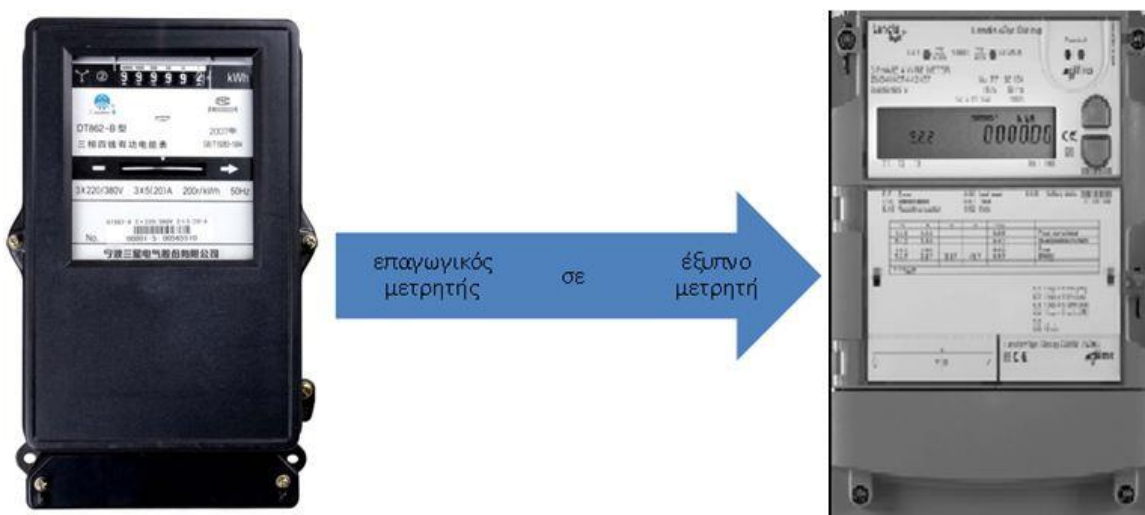
3. Εισαγωγή στους έξυπνους μετρητές (Smart meters)

3.1. Έξυπνη μέτρηση

Είναι η ψηφιοποίηση και αυτοματοποίηση διαφόρων τύπων μετρήσεων καταναλώσεων, με το Smart metering, να χρησιμοποιείται συχνά, ως γενικός όρος για όλες τις εφαρμογές. Ο όρος Smart metering αναφέρεται, στη χρήση των ευφυών μετρητών ενέργειας και οργάνων μέτρησης, προκειμένου να καταστήσουν ξεκάθαρη την κατανάλωση της ενέργειας και να πραγματοποιήσουν την αυτόματη διαχείρισή της.

3.2. Έξυπνοι μετρητές

Οι έξυπνοι μετρητές (smart meters), είναι μίας νέας τεχνολογίας μετρητές οι οποίοι έρχονται να αντικαταστήσουν, τους παλαιού τύπου μετρητές (επαγωγικούς) οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να μετρήσουν μόνο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά δεν μπορούν να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες και εφαρμογές. Στην ουσία, πρόκειται για ψηφιακούς ή ηλεκτρονικούς μετρητές με πάρα πολλές δυνατότητες όπου, αναλύονται παρακάτω. Έτσι, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, προέκυψε η ανάγκη μέτρησης της κατανάλωσης μέσω ευφυών συστημάτων μέτρησης, τους “έξυπνους μετρητές”.^{xx}



Εικ. 3.1: Επαγωγικός (αριστερά) και έξυπνος μετρητής (δεξιά).

Οι ευφυείς μετρητές επιτρέπουν την παραγωγή, μετάδοση και ανάλυση δεδομένων σχετικά με τους καταναλωτές, σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό απ’ ότι, τα “παραδοσιακά ρολόγια” ή “μη ευφυείς μετρητές”. Κατά συνέπεια, παρέχουν επίσης τη δυνατότητα στους φορείς εκμετάλλευσης δικτύου (γνωστούς επίσης και ως διαχειριστές των δικτύων διανομής), τους προμηθευτές ενέργειας και άλλα μέρη να συγκεντρώνουν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τα πρότυπα χρήσης, καθώς και να λαμβάνουν αποφάσεις για επιμέρους καταναλωτές με βάση τα ενεργειακά προφίλ τους. Μολονότι αναγνωρίζεται ότι, τέτοιου τύπου αποφάσεις είναι συχνά προς όφελος των καταναλωτών από άποψη εξοικονόμησης ενέργειας, προκύπτει επίσης το ενδεχόμενο παρέμβασης στην ιδιωτική ζωή των πολιτών μέσω της χρήσης των διατάξεων που εγκαθίστανται στις οικίες. Σηματοδοτεί επίσης, μια αλλαγή στη θεμελιώδη σχέση με τους προμηθευτές ενέργειας, η οποία έως σήμερα περιοριζόταν στην απλή καταβολή του οφειλόμενου ποσού για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και αερίου από τους καταναλωτές στους προμηθευτές. Οι έξυπνοι μετρητές, ξεκίνησαν με σκοπό την μέτρηση της ηλεκτρικής κατανάλωσης, αλλά επεκτάθηκαν και στο φυσικό αέριο αλλά και στην ύδρευση-άρδευση. Επίσης, έχουν τη δυνατότητα απομακρυσμένης επικοινωνίας με το κέντρο διαχείρισης, μέσω μονόδρομων ή αμφίδρομων διαύλων επικοινωνίας. Άλλη μια δυνατότητα που έχουν

είναι, να αποθηκεύουν τα καταγεγραμμένα δεδομένα για μεγάλο χρονικό διάστημα αφού, διαθέτουν εσωτερική αποθηκευτική μνήμη. Το κόστος απόκτησης των εν λόγω μετρητών ποικίλει. Με άλλα λόγια, είναι μετρητικές συσκευές υψηλής ακρίβειας, με μικρότερη ευαισθησία στις αρμονικές από τους παραδοσιακούς ηλεκτρομηχανικούς μετρητές ή συμβατικούς μετρητές.

Όσον αφορά τη λειτουργία των ευφύων μετρητών, εκτιμάται ότι υποβάλλονται σε επεξεργασία τα ακόλουθα είδη δεδομένων:

Ο μοναδικός αριθμός ταυτοποίησης ευφούς μετρητή και/ή ο μοναδικός αριθμός αναφοράς του ακινήτου (ακόμα και αν απουσιάζουν τα συγκεκριμένα αναγνωριστικά, ο μετρητής μπορεί να ταυτοποιείται επίσης από τη μοναδική γραφική παράσταση του ενεργειακού φορτίου).

- Τα μεταδεδομένα που αναφέρονται στις ρυθμίσεις του ευφούς μετρητή.
- Μια περιγραφή του μεταδιδόμενου μηνύματος, για παράδειγμα αν πρόκειται για ένδειξη του μετρητή ή ειδοποίηση παραποίησης.
- Σήμανση ημερομηνίας και ώρας.
- Το περιεχόμενο του μηνύματος. Το περιεχόμενο του μηνύματος ενδέχεται να περιέχει τις ακόλουθες πληροφορίες:
 - ✓ Ένδειξη μητρώου μετρητή: μπορεί να είναι μία ένδειξη ή ένα σύνολο ενδείξεων για τις περιπτώσεις που ισχύουν πιο περίπλοκα τιμολόγια.
 - ✓ Ειδοποιήσεις: ο μετρητής μπορεί να μεταδώσει μήνυμα που ενημερώνει για γεγονότα που ενεργοποίησαν το σύστημα ειδοποίησης του μετρητή.
 - ✓ Πληροφορίες σε επίπεδο δικτύου, όπως πληροφορίες για την τάση, τις διακοπές ρεύματος και την ποιότητα παρεχόμενου ρεύματος.
 - ✓ Γραφικές παραστάσεις φορτίου με διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας.

3.3. Δυνατότητες Έξυπνου Μετρητή

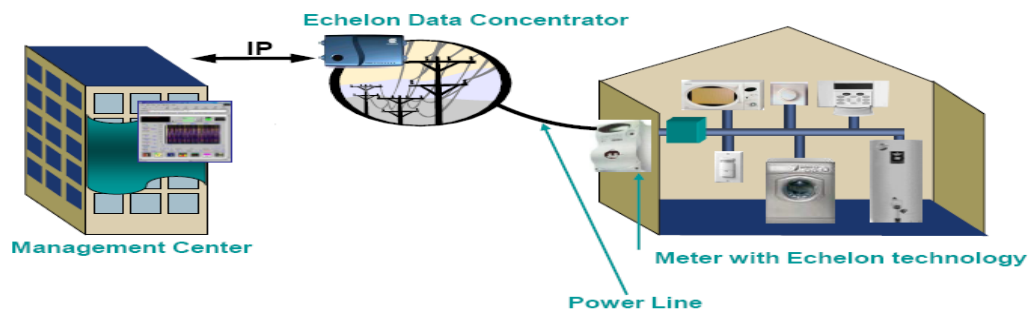
Οι δυνατότητες που μας προσφέρουν οι έξυπνοι μετρητές είναι πάρα πολλές, οι οποίες μας δίνουν μεγάλη ευελιξία και πολλές δυνατότητες τόσο στους καταναλωτές, όσο και στην εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.^{xxi}

Οι βασικές δυνατότητες του έξυπνου μετρητή είναι οι εξής:

- Παροχή αμφίδρομης επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο (Real time) ανάμεσα σε καταναλωτή εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι έξυπνοι μετρητές έχουν τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας, δηλαδή εκτός από την αποστολή δεδομένων, και την λήψη εντολών. Παρέχουν πληροφορίες και προς τις δύο κατευθύνσεις και υπάρχει επικοινωνία καναλιών μεταξύ του μετρητή και των άλλων μερών και των συστημάτων τους. Έτσι μπορεί η εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την ζήτηση που απαιτείται ώστε να μπορεί να αυξομειώνει και να διαχειρίζεται καλύτερα την παραγωγή της σε πραγματικό χρόνο.

Από την άλλη μεριά ο καταναλωτής μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με πιθανές προγραμματισμένες διακοπές ηλεκτρικού ρεύματος που οφείλονται σε έργα συντήρησης και αποκατάστασης βλαβών ενίσχυσης ή αναβάθμισης του δικτύου ή και όποιες άλλες πληροφορίες είναι σημαντικές για τον καταναλωτή.

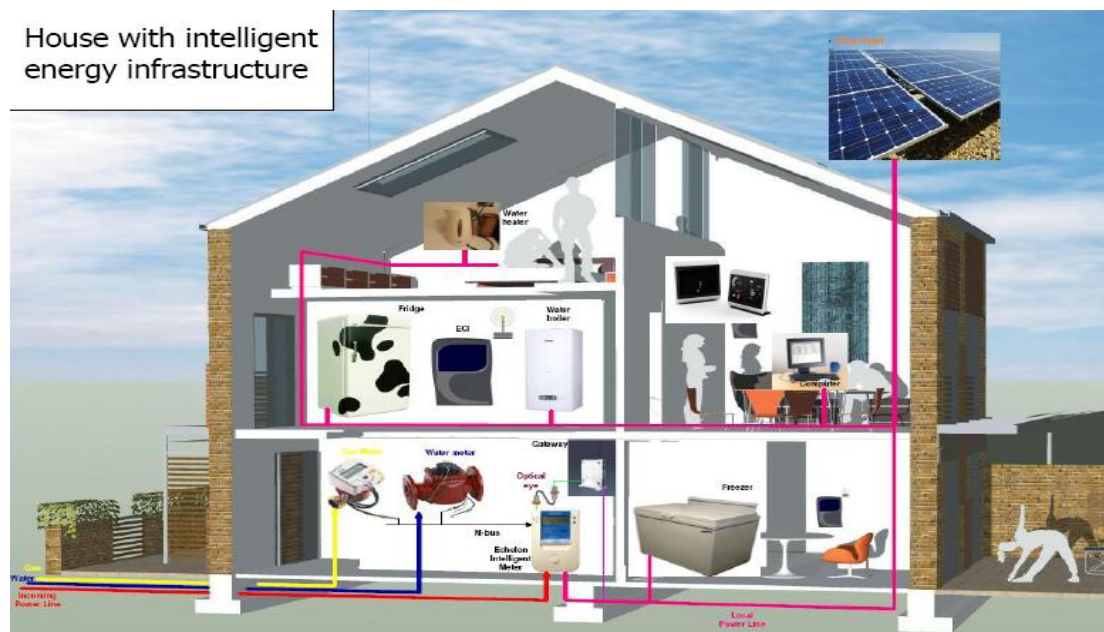


Εικ. 3.2: Αμφίδρομη επικοινωνία ανάμεσα σε καταναλωτή-εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

➤ Παρακολούθηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας οικιακών συσκευών.

Η πρόσβαση στον έξυπνο μετρητή ο οποίος παρακολουθεί την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των οικιακών συσκευών, μπορεί να γίνεται από μακριά μέσα από μια συσκευή κινητής επικοινωνίας, η οποία θα μεταδίδει τα στοιχεία της κατανάλωσης σε μια διαδικτυακή πύλη (portal). Με τον τρόπο αυτό, ο οικιακός καταναλωτής έχει στη διάθεσή του, σε πραγματικό χρόνο, πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας από τις οικιακές του συσκευές. Ταυτόχρονα έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιεί ή/και να απενεργοποιεί τις συσκευές αυτές από όποιο σημείο κι αν βρίσκεται. Επίσης, το σύστημα θα επισημαίνει περιπτώσεις υπερβολικής ή μη φυσιολογικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και θα προειδοποιεί τον καταναλωτή μέσω κινητού τηλεφώνου. Επίσης σε περίπτωση κλοπής ηλεκτρικής ενέργειας, αυτό θα είναι εύκολο να εντοπιστεί.

Ο οικιακός καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να αξιοποιεί πιο αποδοτικά τη λειτουργία των οικιακών του συσκευών και να ελέγχει και να διαχειρίζεται, σε πραγματικό χρόνο, την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ανάλογα με τις ανάγκες του, από όποιο σημείο κι αν βρίσκεται.



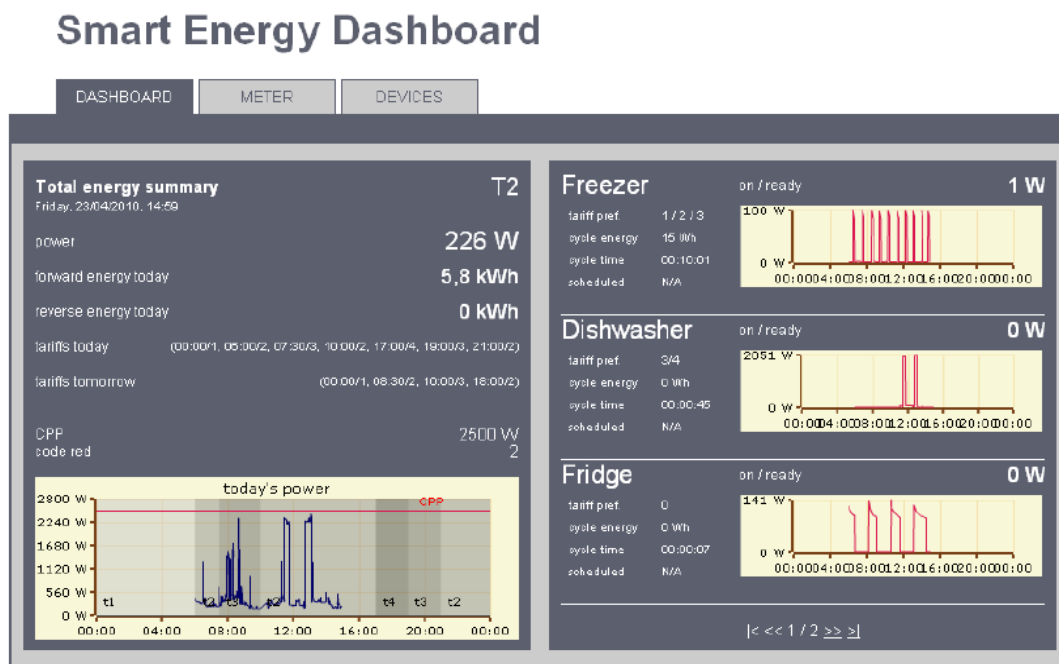
Εικ. 3.3: Παρακολούθηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας οικιακών συσκευών

➤ Προσαρμογή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Οι έξυπνοι μετρητές παρέχουν ακριβή στοιχεία για τη χρήση της ενέργειας, δίνοντας στους καταναλωτές τη δυνατότητα να προσαρμόζουν τη χρονική κατανομή των πιο ενεργοβόρων δραστηριοτήτων τους. Αυτό βοηθάει στην εξομάλυνση της χρονικής κατανομής της μέγιστης ζήτησης, ειδικά όταν ο πάροχος της ενέργειας το συνδυάζει με διαφορετικές χρεώσεις. Ως αποτέλεσμα, οι

συνολικές απαιτήσεις σε ενέργεια είναι χαμηλότερες, καθώς δε χρειάζεται να υπάρχει σημαντική εφεδρική δυναμικότητα για τις περιόδους κορύφωσης της ζήτησης.

Το λογισμικό που συνδέεται με τους έξυπνους μετρητές έχει την ικανότητα να εμφανίζει σε πραγματικό χρόνο ορισμένες βασικές ενδείξεις σχετικά με τη χρήση της ενέργειας. Παρέχει επίσης συμβουλές για τους τελικούς χρήστες, ώστε να μειώνουν την κατανάλωση κατά τις ώρες αιχμής και να αναβάλλουν τις πιο ενεργοβόρες δραστηριότητες για τις ώρες κατά τις οποίες εφαρμόζεται μειωμένο τιμολόγιο, περικόπτοντας έτσι το ύψος του λογαριασμού τους. Αυτή η δυνατότητα είναι εφικτή χάρη στην αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του παρόχου της ενέργειας και του τελικού καταναλωτή, μέσω μιας σύνδεσης (Machine-to-machine).



Εικ. 3.4: Προσαρμογή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

➤ Επιλογή κατανάλωσης πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας

Το σύστημα έξυπνων μετρητών δίνει στον τελικό χρήστη τη δυνατότητα να επιλέγει τον πάροχο της ενέργειας και τον τύπο της πηγής προέλευσής της, μέσω της οπτικής διεπαφής του μετρητή (δηλ. με ενδείξεις που θα δηλώνουν αν πρόκειται για ανανεώσιμη, συμβατική ή από ιδιώτη πάροχο). Αυτό επιτυγχάνεται με μια διαδραστική τερματική συσκευή, η οποία εμφανίζει τον τύπο προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, την ένταση χρήσης άνθρακα και την τιμολογιακή πολιτική για κάθε πηγή προμήθειας κ.λπ.



Εικ. 3.5: «πράσινη ηλεκτρική ενέργεια»

➤ Πληροφορίες σχετικά με την χρέωση του καταναλωτή.

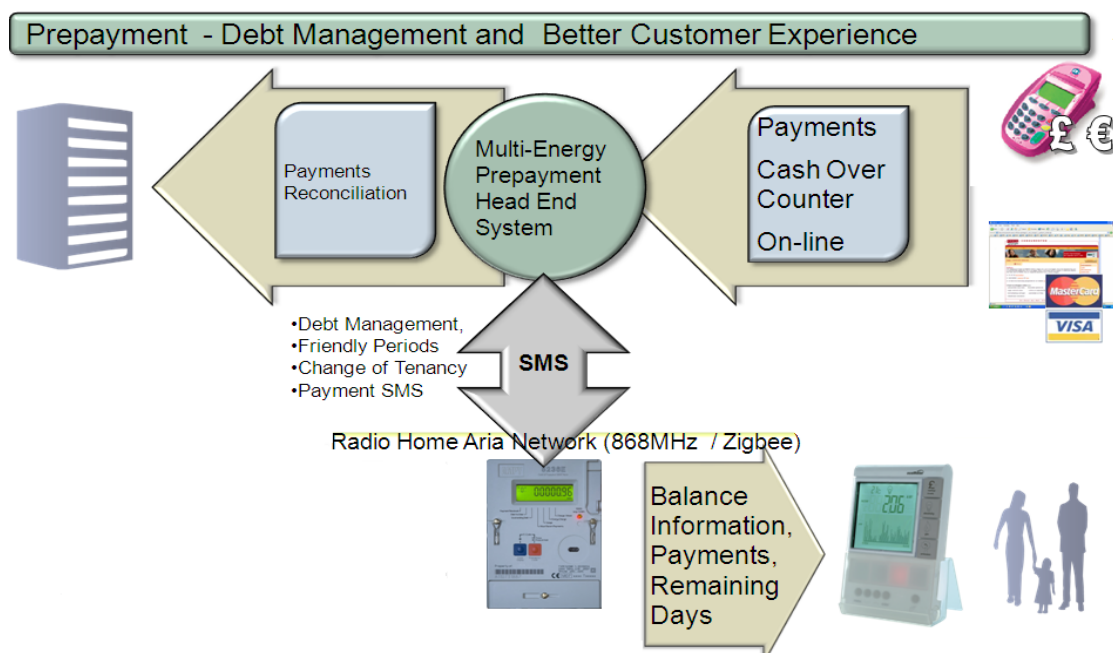
Οι έξυπνοι μετρητές παρέχουν στο καταναλωτή πληροφορίες σχετικά με την χρέωση του δηλαδή ενημερώνουν τον καταναλωτή για το ποιες ώρες η χρέωση ανά kWh είναι χαμηλή (ώρες μη αιχμής) που συνήθως αυτές χωρίζονται σε 3-4 προγράμματα, όπου εξαρτώνται από την ώρα, έτσι ο καταναλωτής θα μπορεί να επιλέγει το πρόγραμμα που του συμφέρει ώστε να βάλει σε λειτουργία συσκευές οι οποίες καταναλώνουν μεγάλη ενέργεια. Επίσης σε περίπτωση όπου οι προμηθευτές είναι πέρα του ενός, ο καταναλωτής θα μπορεί να επιλέγει αυτός το προμηθευτή που επιθυμεί αναλόγως με τις προσφορές του καθενός, οι οποίες προσφορές θα έχει την δυνατότητα ο καταναλωτής να τις ενημερώνεται μέσω μηνύματος στο κινητό του τηλέφωνο ή στην οθόνη του μετρητή του. Μια άλλη σημαντική δυνατότητα των έξυπνων μετρητών είναι το ότι, ο καταναλωτής θα μπορεί να βλέπει όποτε αυτός θέλει, την μέχρι στιγμής κατανάλωση του και το κόστος αυτής, ούτως ώστε να γνωρίζει σε τι ποσό ανέρχεται η μέχρι τώρα κατανάλωση του, χωρίς να περιμένει στο τέλος του διμήνου να το μάθει και αφού πρώτα πάρει το λογαριασμό στα χέρια του. Επίσης, έχει την δυνατότητα να ενημερώνει τον καταναλωτή μέσω κινητού τηλεφώνου ή μέσω ενός συναγερμού όταν η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας υπερβεί τα συνήθη.



Εικ. 3.6: Ενδείξεις σχετικά με την χρέωση του καταναλωτή

➤ Δυνατότητα πληρωμής λογαριασμών από το σπίτι.

Με την χρήση του έξυπνου μετρητή, μας δίνεται η δυνατότητα να πληρώνουμε τον λογαριασμό μας από το σπίτι μέσω πιστωτικής κάρτας ,καθώς και να μπορούμε να έχουμε περισσότερες επιλογές χρέωσης εάν επιθυμούμε δηλαδή να πληρώνουμε τον λογαριασμό μας σε εβδομαδιαία βάση μηνιαία ή διμηνιαία , θα έχουμε δηλαδή μία μεγαλύτερη ευελιξία στο θέμα αυτό. Επίσης θα μπορούμε να προπληρώνουμε την ηλεκτρική ενέργεια που θα καταναλώσουμε και όταν η προπληρωμή που θα έχουμε κάνει πλησιάζει στο να εξαντληθεί να μας ειδοποιά μέσω ενός μηνύματος ώστε να την ανανεώνουμε κάτι αντίστοιχο δηλαδή με αυτό που συμβαίνει σήμερα με τα καρτοκινητά μας τηλέφωνα. Όλα αυτά μπορούν να γίνουν μέσω του έξυπνου μετρητή ο οποίος μας παρέχει ασφαλή μετάδοση δεδομένων με έλεγχο ταυτότητας χρήστη και κρυπτογραφημένη επικοινωνία.



Εικ. 3.7: Πληρωμή λογαριασμών από το σπίτι

➤ Δυνατότητα ενσωμάτωσης νέων λειτουργιών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο έξυπνος μετρητής έχει την δυνατότητα ενσωμάτωσης νέων λειτουργιών που μπορούν να ενσωματωθούν στο μέλλον κάτι που δεν μας περιορίζει και που μπορεί να μας δώσει ακόμα περισσότερες χρήσιμες πληροφορίες και δυνατότητες.

3.3.1. Αρχή Λειτουργίας του συστήματος

Η αρχή λειτουργίας ενός έξυπνου μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, στηρίζεται στη διαρκή μέτρηση των στιγμιαίων τιμών τάσης και έντασης, οι οποίες καθιστούν υπολογίσιμη την ισχύ. Ο πάροχος της ηλεκτρικής ενέργειας έχει πρόσβαση στα στοιχεία αυτά και κοστολογεί ανάλογα τον πελάτη του. Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο βασίζεται στην εξής απλή λογική: ο μετρητής επικοινωνεί με ένα κέντρο τηλεμέτρησης σε δύο στάδια. Πρώτα, μέσω των υποσταθμών της εταιρείας ηλεκτρισμού, και από εκεί μέσω ενός τηλεπικοινωνιακού σήματος κινητής τηλεφωνίας. Τα στοιχεία αξιοποιούνται τόσο από την εταιρεία ηλεκτρισμού, η οποία γνωρίζει ανά πάσα στιγμή πόση ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνουν οι πελάτες της, όσο και από τους καταναλωτές, που γνωρίζοντας ανά πάσα στιγμή την κατανάλωσή τους, μπορούν να ρυθμίζουν ανάλογα την χρήση. Η καταμέτρηση γίνεται ηλεκτρονικά, οπότε πιθανότητα αμφισβήτησης θα ήταν δύσκολο να υπάρξει, όσον αφορά στην εγκυρότητα των στοιχείων. Η τοποθέτηση του έξυπνου μετρητή όμως, δεν είναι παρά το πρώτο βήμα. Στο τελικό στάδιο ανάπτυξης του συστήματος, ο μετρητής θα επικοινωνεί με έξυπνους θερμοστάτες και άλλες ηλεκτρικές συσκευές, δίνοντας στον καθένα μια πολύ ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με το πόση ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνει. Ο πελάτης θα μπορεί να έχει πρόσβαση στην πληροφορία, είτε μέσα από τις ενδείξεις που θα είναι

διαθέσιμες στο σπίτι και στην επιχείρησή του, είτε μέσα από διαδικτυακές πύλες μέσω των οποίων θα επιλέγει τη θερμοκρασία στην οποία θέλει να ρυθμίσει, το θερμοστάτη του.

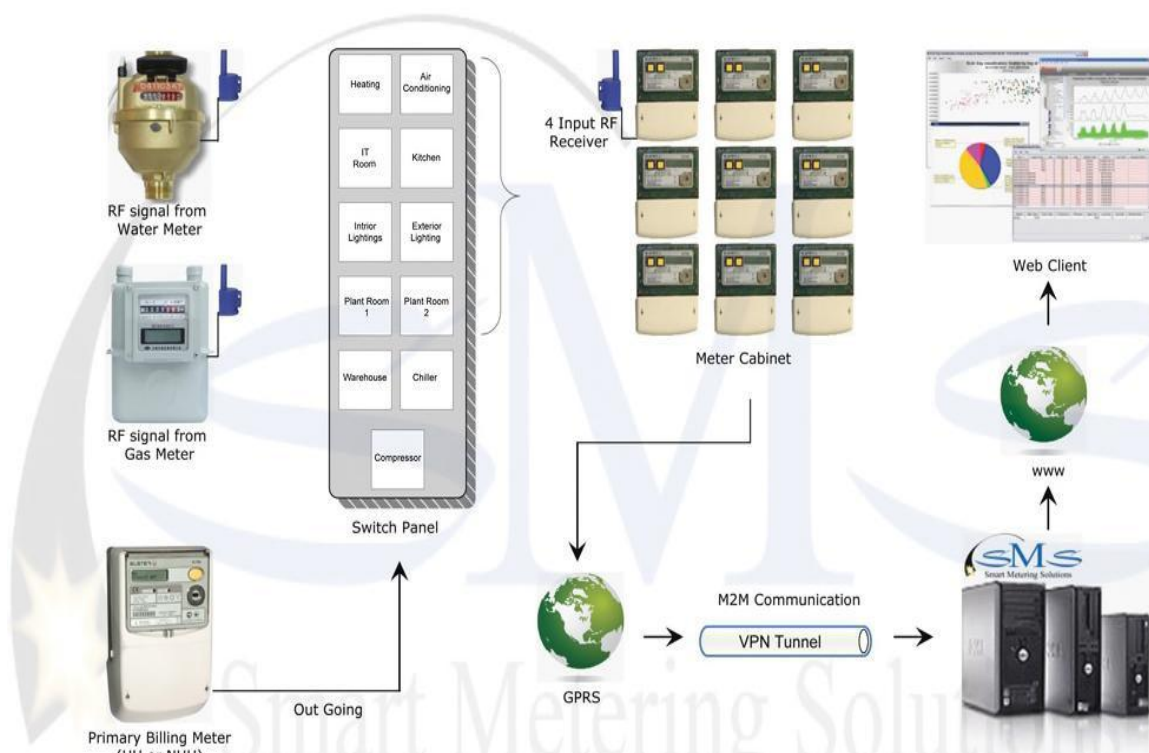
3.3.2. Τηλεπικοινωνιακή Δομή^{xxiii}

Οι έξυπνοι μετρητές:

- Διαθέτουν σύγχρονο πρωτόκολλο επικοινωνίας DLMS, το οποίο διευκολύνει την επικοινωνία τους με το Πληροφοριακό και Επικοινωνιακό Σύστημα, ανεξαρτήτως κατασκευαστή του μετρητή.
- Έχουν τη δυνατότητα να ενταχθούν σε συστήματα AMR με όλους τους τρόπους επικοινωνίας των μετρητών με κεντρικό σύστημα AMR (RF, PSTN, GSM/GPRS, PLC, κλπ.).

Το παρακάτω σχήμα δίνει μια εικόνα της τηλεπικοινωνιακής υποδομής του συστήματος.

Για να δούμε λίγο αναλυτικά το κάθε κομμάτι που λαμβάνει μέρος στην επικοινωνία και με ποιό τρόπο.



Εικ. 3.8: Τηλεπικοινωνιακής υποδομής του συστήματος

➤ Radio Frequency

Μια συσκευή αποστολής σημάτων χαμηλού κόστους ενσωματώνεται στον ήδη υπάρχων μετρητή και η πληροφορία λαμβάνεται από το Interface του μετρητή και γίνεται η μεταφορά στον transmitter. Ο Radio Transmitter μεταφέρει την πληροφορία για αξιολόγηση στο Operation System.

➤ Wireless Network Σύνδεση

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεταξύ του Host Computer και του Base Station. Σε τοπικές εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν PSTN, PLC, IP Network. Η RF τεχνολογία είναι η πιο διαδεδομένη μορφή αποστολής σε AMR συστήματα.

➤ GPRS

Data transmission with packet switching, μέσω κινητού τηλεφώνου. Παρέχει 24ωρη ανταλλαγή δεδομένων, συνεχή με υψηλές ταχύτητες επικοινωνίας. Κάθε μετρητής στο σύστημα έχει το δικό του GPRS module. Επειδή το GPRS είναι στο μετρητή αποφεύγονται εξωτερικές επιρροές και παρέχεται φυσική προστασία και ασφάλεια. Οι πληροφορίες κατανάλωσης των μετρητών που είναι φυσικά απομακρυσμένοι μεταξύ τους γίνεται με το υπάρχον GSM δίκτυο.

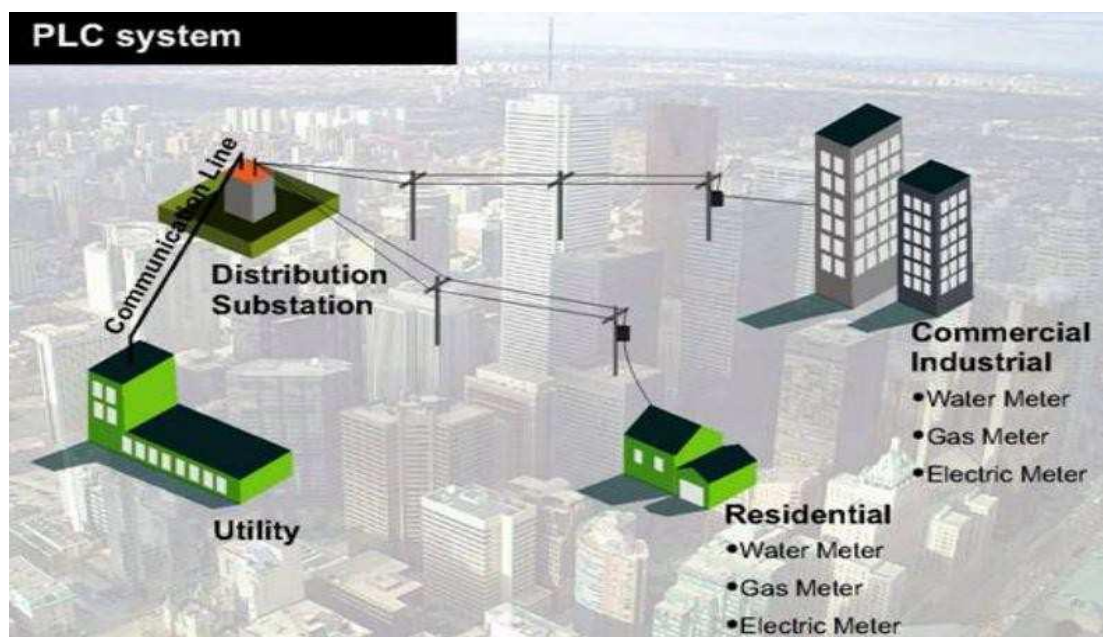
➤ RS-485

Μέσω του RS-485 γίνεται έλεγχος, καταγράφονται η ημερομηνία και η ώρα μέσω ενός Real-Time Clock.

➤ PLC (Power Line Carrier)

Στο απομακρυσμένο σύστημα καταγραφής μέσω PLC, χρησιμοποιείται η υπάρχων υποδομή με τα καλώδια διανομής ηλεκτρισμού. Η καταγραφή της κατανάλωσης για τον καταναλωτή μεταβιβάζεται στον admin μέσω των καλωδίων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Ας δούμε τι είναι τα PLC και πως λειτουργούν:



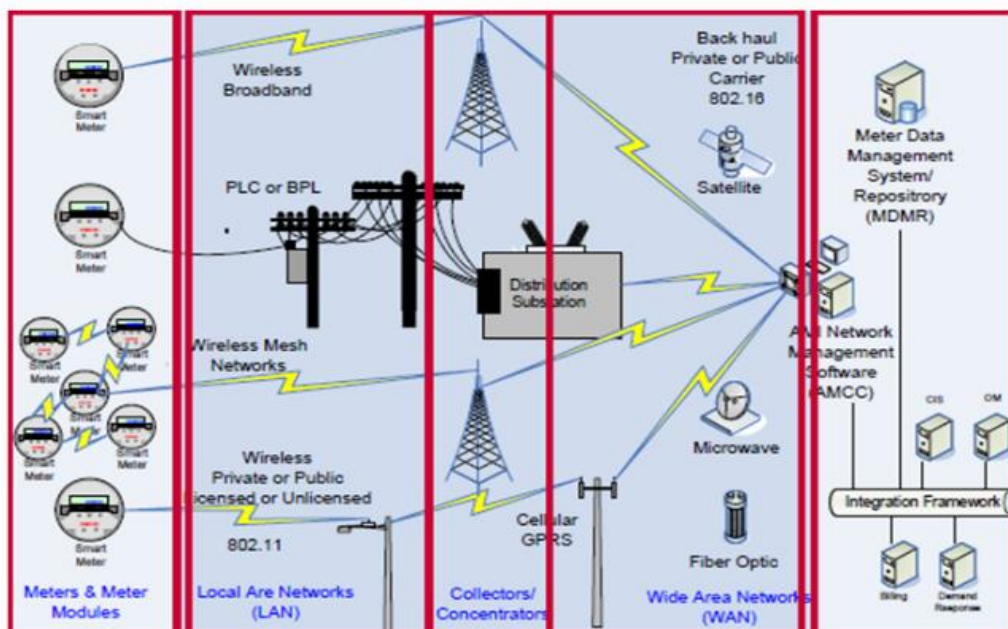
Εικ. 3.9: Σύστημα PLC

Όπως είναι γνωστό σχεδόν σε όλους τους τομείς της ζωής μας, έχουν διεισδύσει οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Μια διαδεδομένη μορφή τέτοιου εξειδικευμένου υπολογιστή, είναι και οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές ή PLC (Programmable Logic Controllers).

Χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία όταν χρειαζόμαστε κάποιο αυτοματισμό. Το PLC υλοποιείται από μια μονάδα επεξεργασίας, όπου εκεί εκτελούνται οι εντολές του προγράμματος μας και τις μονάδες εισόδου και εξόδου. Οι μονάδες εισόδου παίρνουν εντολές από διακόπτες, αισθητήρες κλπ. ενώ, οι μονάδες εξόδου δίνουν εντολές σε μοτέρ, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες κλπ. Η εξοικείωση στις μονάδες εισόδου και εξόδου του PLC δεν είναι δύσκολη. Αυτό που απαιτεί περισσότερο χρόνο για την εκμάθησή του, είναι η γλώσσα προγραμματισμού του PLC (Ladder). Ο κάθε κατασκευαστής PLC εμπλουτίζει τη συσκευή με ποικίλες δυνατότητες όπως χρονικά, απαριθμητές, αναλογικές και ψηφιακές εισόδους/εξόδους κλπ. Ο προγραμματισμός των PLC αλλάζει από μοντέλο σε μοντέλο αλλά και από

κατασκευαστή σε κατασκευαστή. Αυτό που αλλάζει είναι η γλώσσα προγραμματισμού το λεγόμενο Ladder. Η γλώσσα αυτή αναπτύχθηκε με σκοπό την εύκολη μετάβαση των αυτοματισμών από την εποχή της χρήσης ηλεκτρονόμων (ρελέ), στην εποχή του PLC. Η Ladder είναι μια περιγραφική γλώσσα προγραμματισμού, που συνδυάζει συνδεσμολογίες διακοπών, ηλεκτρονόμων, απαριθμητών, χρονικών και άλλων δομικών στοιχείων.

3.3.3. Σύστημα Τηλεμέτρησης Μετρητών



Στοιχεία δικτύου Στοιχεία τηλεπικοινωνιακού δικτύου Στοιχεία Γραφείου

Εικ. 3.10: Στοιχεία Δικτύου / Στοιχεία Τηλεπικοινωνιακού Δικτύου/ Στοιχεία Γραφείου

Το σύστημα θα πρέπει να εφαρμόζει δύο βασικές λειτουργίες:

Η πρώτη λειτουργία είναι η συλλογή δεδομένων, η εφαρμογή AMR(Automated Meter Reading). Η κύρια αποστολή της είναι η συλλογή δεδομένων από τα μετρητικά σημεία. Το σύστημα θα πρέπει αυτόματα χωρίς καμία επίβλεψη, να συλλέγει τα δεδομένα από όλους τους μετρητές, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές και ανά αντίστοιχα χρονοδιαγράμματα.

Η δεύτερη λειτουργία είναι η εφαρμογή MDM(Meter Data Management) η οποία θα επεξεργάζεται τα δεδομένα από το AMR και θα επιτρέπει όλους τους απαραίτητους χειρισμούς σε αυτά, όπως η ανταλλαγή δεδομένων με άλλα συστήματα, εσωτερικές λειτουργίες όπως η αθροιστική επεξεργασία των δεδομένων, έλεγχος της αξιοπιστίας των δεδομένων, η αναπλήρωση δεδομένων που ενδεχομένως λείπουν και η δημιουργία αναφορών.

3.3.4. Κανονική λειτουργία

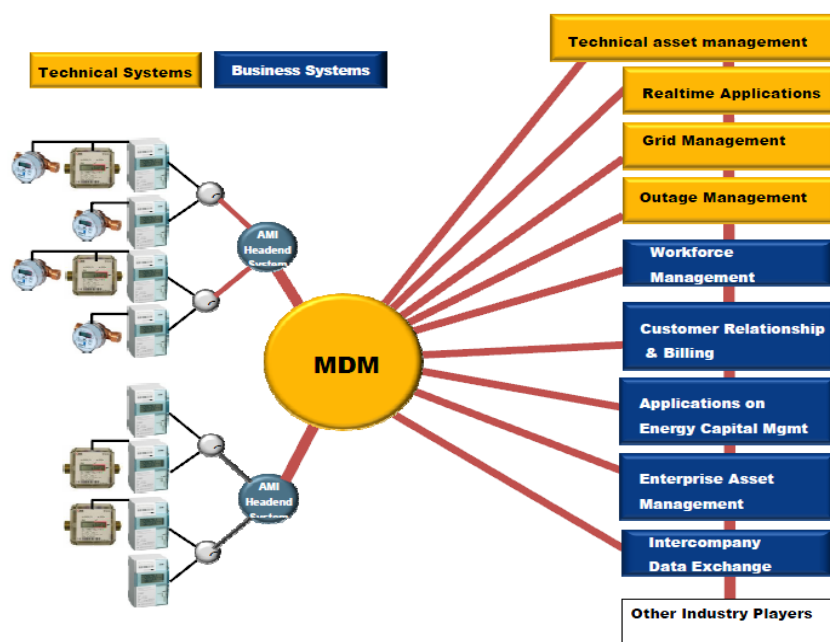
Τα συστήματα συλλογής δεδομένων θα είναι υπεύθυνα για την συλλογή των δεδομένων κάτω από κανονικές συνθήκες. Η έναρξη της επικοινωνίας θα γίνεται από το κέντρο τηλεμέτρησης προς τους μετρητές και όχι αντίστροφα. Καθοδηγούμενο από συγκεκριμένο χρονοπρογραμματισμό, το σύστημα θα πρέπει να εκτελεί την συλλογή δεδομένων διαμέσου προκαθορισμένων καναλιών επικοινωνίας (PSTN/ISDN ή GSM/GPRS, καθοριζόμενων ξεχωριστά για κάθε μετρητικό σημείο) από όλους τους μετρητές. Τα δεδομένα από αυτή την λειτουργία θα περνούν στη βάση δεδομένων του κεντρικού συστήματος AMR-MDM. Η αναλογία των συνδέσεων GSM/GPRS υπολογίζεται να είναι περίπου 20/80. Για την διαστασιολόγηση του τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η παραπάνω σχέση GSM/GPRS μπορεί να φτάσει και το 50/50.

Η εφαρμογή θα πρέπει αυτομάτως να ερευνά την πληρότητα των λαμβανομένων δεδομένων και να δημιουργεί μία λίστα και αντίστοιχη αναφορά με τις πληροφορίες των μετρητών που δεν συλλεχθήκαν ή χάθηκαν.

Το σύστημα AMR-MDM θα ελέγχει, θα επικυρώνει και θα επαληθεύει τα δεδομένα και θα παράγει αυτόματα όλες τις απαραίτητες αναφορές σύμφωνα με την διαμόρφωσή του (configuration). Σε ότι αφορά τα δεδομένα τα οποία δεν συλλεχθήκαν, χάθηκαν ή εμφανίζουν σφάλματα, θα πρέπει να υπάρχει διαδικασία αναπλήρωσης, η οποία θα μπορεί να εισάγει δεδομένα σύμφωνα με συγκεκριμένους αλγορίθμους που θα τεκμηριωθούν αναλυτικά κατά τη μελέτη του συστήματος εκεί όπου, θα υποβληθεί.

Οι χρήστες θα πρέπει να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα, ανάλογα με το επίπεδο πρόσβασης της ομάδας χρηστών στην οποία ανήκουν. Ο τρόπος αυτός θα τους επιτρέπει να δημιουργήσουν οποιαδήποτε αναφορά ή να εκτελέσουν οποιαδήποτε εργασία σύμφωνα με τα επίπεδα πρόσβασης που έχουν και ανάλογα με τους περιορισμούς στους οποίους υπόκεινται (γεωγραφικούς, διοικητικούς κ.α.).

Τα δεδομένα θα πρέπει, αφού συλλεχθούν, να υφίστανται επεξεργασία από το σύστημα AMR-MDM σύμφωνα με αυτά που έχουν καθοριστεί και τις εργασίες που έχουν διαμορφωθεί από τους χρήστες. Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων θα πρέπει να μπορούν είτε να εκτυπωθούν σε αναφορές, είτε να εξαχθούν σε άλλα συστήματα όπως το σύστημα τιμολόγησης των προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας. Η εξαγωγή των δεδομένων θα πρέπει να γίνεται σε αρχεία με προκαθορισμένη μορφοποίηση (όπως π.χ. ASCII, XML, CSV κλπ.) και με API. Η μορφή των αρχείων των δεδομένων θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε αυτά να εισάγονται αυτόματα σε βάσεις δεδομένων άλλων συστημάτων.



Εικ. 3.11: Δυνατότητες του συστήματος

3.3.5. Ανάγνωση των δεδομένων του μετρητή

Το σύστημα θα πρέπει να είναι ικανό να διαβάζει τα δεδομένα κατ' ελάχιστων 100.000 μετρητών κάθε ημέρα, τα οποία περιλαμβάνουν τα στοιχεία 6 καμπύλων φορτίου, καθώς και τις ενδείξεις των καταχωρητών (τιμολογιακά στοιχεία, στοιχεία συμβάντων, στοιχεία ποιότητας ενέργειας). Ο απαιτούμενος χρόνος για την ανάγνωση όλων αυτών των δεδομένων θα πρέπει να είναι μικρότερος από 8 ώρες (00:01 – 08:00). Το σύστημα θα πρέπει σε μελλοντική αναβάθμιση του, να έχει την δυνατότητα να διαβάζει τα δεδομένα κατ' ελάχιστον 250.000 μετρητών κάθε ημέρα, τα οποία περιλαμβάνουν τα στοιχεία 6 καμπυλών φορτίου, καθώς και τις ενδείξεις των καταχωρητών (τιμολογιακά στοιχεία, στοιχεία συμβάντων, στοιχεία ποιότητας ενέργειας). Ο απαιτούμενος χρόνος για

την ανάγνωση όλων αυτών των δεδομένων θα πρέπει να είναι μικρότερος από 8 ώρες (00:01 – 08:00). Η επέκταση του συστήματος θα πρέπει να μπορεί να γίνει με την προσθήκη του κατάλληλου εξοπλισμού στο σύστημα AMR-MDM των 100.000 μετρητών.

3.3.6. Επεξεργασία των δεδομένων

Το προσφερόμενο σύστημα AMR-MDM, θα πρέπει να καλύπτει τον απαιτούμενο αριθμό καμπυλών φορτίου και των καταχωρητών, με τα οποία έχει προγραμματιστεί κάθε μετρητικό σημείο. Ο προσφερόμενος εξοπλισμός θα πρέπει να έχει την δυνατότητα εισαγωγής, συνάθροισης, υπολογισμού, ελέγχου, επαλήθευσης, αναπλήρωσης και διανομής δεδομένων για 100.000 μετρητές.

3.3.7. Πρόσβαση στο σύστημα και ορισμοί παραμέτρων λειτουργίας

Η λειτουργία του συστήματος θα γίνεται από χρήστες με διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης στις λειτουργίες του. Οι διαχειριστές του συστήματος θα είναι υπεύθυνοι για τον ορισμό των επιπέδων πρόσβασης των χρηστών και για την δημιουργία διαφορετικών ομάδων χρηστών, με ανάθεση στην κάθε ομάδα διαφορετικών λειτουργικών δυνατοτήτων.

Οι χρήστες θα μπορούν να ομαδοποιούνται και να έχουν πρόσβαση σε μετρητικά σημεία τα οποία και θα καθορίζονται από ορισμένα χαρακτηριστικά τους όπως γεωγραφική θέση, διοικητική ένταξη, προμηθευτής ενέργειας, είδος μετρητικού σημείου κ.α.

Οι χρήστες θα πρέπει να ταυτοποιούνται στο σύστημα με όνομα και κωδικό χρήστη (password).

Ανάλογα με τις δυνατότητες που έχει αναθέσει ο διαχειριστής, θα γίνεται από τους χρήστες και ο ορισμός των παραμέτρων λειτουργίας του συστήματος.

3.3.8. Πρόσβαση στα δεδομένα

Η πρόσβαση στα αποθηκευμένα δεδομένα του συστήματος, θα εξαρτάται από τα δικαιώματα των χρηστών, τα οποία θα καθορίζουν και την δυνατότητα εξόδου μεταφοράς τους σε άλλα συστήματα.

3.4. Εφαρμογή απαιτούμενων λειτουργιών

3.4.1. Υποστήριξη μετρητικού εξοπλισμού

Το σύστημα AMR-MDM ως εργαλείο λήψης μετρητικών δεδομένων θα πρέπει να υποστηρίζει ένα μεγάλο αριθμό από διαφορετικούς τύπους μετρητών. Πρέπει να περιλαμβάνει τους κυριότερους διαθέσιμους μετρητές στον ευρωπαϊκό χώρο και οπωσδήποτε τους μετρητές των παρακάτω κατασκευαστών τους οποίους χρησιμοποιεί στα δίκτυα της, η εταιρεία ηλεκτρισμού:

- ITRON (ACTARIS)
- LANDIS + GYR
- EMH
- SAGEME
- LGAMA

Το σύστημα AMR-MDM θα πρέπει να υποστηρίζει διαφορετικούς τύπους μετρητών, των παραπάνω κατασκευαστών.

Το σύστημα AMR-MDM θα πρέπει να υποστηρίζει το πρωτόκολλο επικοινωνίας DLMS τουλάχιστον για τους παρακάτω μετρητές και για όλες τις εκδόσεις λογισμικού τους:

- ACTARIS : SL7000
- ACTARIS : ACE6000 (ACE661)

- LANDIS + GYR : ZFD 410
- LANDIS + GYR : ZMD 310 και ZMD 410
- LANDIS + GYR : ZMG 310 και ZMG 410
- EMH : LZGJ-XC S1EV-AO-50B-D4-070000-E50/Q
- EMH : LZQJ-XC S1E6-A0-6PB-D4-070000-E50/Q
- SAGEM : CX2000-7 – RS485
- ELGAMA : GAMA300
- LANDIS + GYR : ZCF 120Ace

Ειδικότερα όλοι οι μετρητές μέσης τάσης, θα ενταχθούν στο κεντρικό σύστημα AMR προκειμένου να υπάρχει η δυνατότητα τηλεμέτρησης σε περίπτωση που απαιτηθεί από την υπηρεσία. Η λίστα με τα στοιχεία των Πελατών Μέσης Τάσης που απαιτείται για να δημιουργηθεί η καρτέλα πελάτη για ένταξη τους στο σύστημα AMR θα μεταφερθεί σε μορφή αρχείου (ανοιχτού τύπου, π.χ. csv) από το υφιστάμενο κεντρικό σύστημα τηλεμέτρησης μέσης τάσης.

3.4.2. Λογισμικό με σκοπό την λήψη δεδομένων από απόσταση

Η εφαρμογή AMR-MDM θα πρέπει να διαθέτει όλες τις απαιτούμενες λειτουργίες για την από απόσταση ανάγνωση δεδομένων των μετρητών. Τα δεδομένα των μετρητών θα πρέπει να μπορούν να διαβαστούν από το AMR-MDM, χρησιμοποιώντας το εσωτερικό τους πρωτόκολλο. Τα δεδομένα πρέπει να αποθηκεύονται στο σύστημα τόσο στην πρωτογενή τους μορφή, με την οποία συλλέχτηκαν από τους μετρητές, όσο και στην τυποποιημένη μορφή με την οποία θα τα διαχειρίζεται περαιτέρω το σύστημα. Θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα ασφαλούς επικοινωνίας μεταξύ των μετρητικών σημείων και του εν λόγω λογισμικού. Το λογισμικό θα πρέπει να είναι σε θέση να επεξεργαστεί δεδομένα, τα οποία έχουν ληφθεί με διαφορετικές χρονικές σημάνσεις.

Ακόμη, το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να ρυθμίζει την ώρα των μετρητών και να μηδενίζει τιμολογιακές περιόδους των μετρητών. Αυτά θα πρέπει να γίνονται μαζικά και με πλήρη δυνατότητα αυτοματοποίησης, παρακολούθησης και ολοκλήρωσης των ενεργειών για όλα ή σε επιλεγμένα μετρητικά σημεία.

Σημαντικό επίσης, είναι να περιγράφει αναλυτικά η δυνατότητα συμπλήρωσης +96 δεδομένων, τα οποία έχουν χαθεί λόγω προβληματικής επικοινωνίας ή προσωρινής δυσλειτουργίας της βάσης δεδομένων, καθώς και γενικότερα οι ασφαλιστικές δικλείδες του συστήματος.

3.4.3. Λογισμικό με σκοπό την επιτόπια λήψη και την παραμετροποίηση του μετρητή

Ο ανάδοχος-εγκαταστάτης, πρέπει να διαθέσει λογισμικό σε φορητές συσκευές μέσω των οποίων θα μπορεί να γίνεται προγραμματισμός ή και λήψη δεδομένων δια της οπτικής θύρας που διαθέτει ο μετρητής. Επίσης κατά την εγκατάσταση του επικοινωνιακού μέσου στους μετρητές που έχουν δυνατότητα τηλεμέτρησης (Landis+Gyr, Actaris), ο ανάδοχος-εγκαταστάτης, θα παραμετροποιεί (εάν απαιτείται) τον μετρητή δια της οπτικής θύρας που διαθέτει, μέσω λογισμικού που θα διατεθεί από την εταιρεία ηλεκτρισμού. Το σύστημα τηλεμέτρησης πρέπει να ενημερώνεται με τα δεδομένα των μετρητών που εγκαθίστανται ή συνδέονται με αυτό, άμεσα με την εγκατάστασή τους.

Ακόμα, θα πρέπει να διατεθεί λογισμικό για επιτόπια λήψη μετρητικών δεδομένων και αποστολή τους στο κεντρικό σύστημα.

3.4.4. Εξαγωγή δεδομένων για εισαγωγή τους στο σύστημα έκδοσης λογαριασμών

Το σύστημα θα πρέπει να έχει την δυνατότητα, να εξαγει επεξεργασμένα στοιχεία από τους καταχωρητές των μετρητών, καθώς και από την καμπύλη φορτίου, λαμβάνοντας υπόψη τη χρονική δομή των τιμολογίων, η οποία μπορεί να είναι διαφορετική για την ενέργεια και την ισχύ ή για την ενεργό και την άεργο ενέργεια. Στους υπολογισμούς θα πρέπει να συνυπολογίζονται και άλλες

παράμετροι, όπως οι συντελεστές μετασχηματισμού. Οι πληροφορίες που προκύπτουν από αυτούς τους υπολογισμούς, θα πρέπει να είναι σε θέση, να εισαχθούν αυτομάτως στα συστήματα έκδοσης λογαριασμών.

3.4.5. Λογισμικό για ανάλυση, στατιστικούς σκοπούς και αναφορές

Κάθε καμπύλη φορτίου θα πρέπει να μπορεί να αναλυθεί και να συγκριθεί με ιστορικά δεδομένα για κάθε μετρητικό σημείο ή με άλλα στατιστικά στοιχεία που υπάρχουν για το συγκεκριμένο μετρητικό σημείο. Αυτό θα επιτρέπει την πρόσβαση στα δεδομένα των σημείων που γίνεται απλή μέτρηση ή στα συσσωρευμένα δεδομένα για κάθε πελάτη. Το λογισμικό θα πρέπει να έχει δυνατότητα αναλυτικής επεξεργασίας και αλγορίθμους ελέγχου των δεδομένων μέσω συγκρίσεων με συγκεκριμένα πρότυπα, μετρητών επαλήθευσης ή/και σύγκριση με ιστορικά στοιχεία για εντοπισμό π.χ. πιθανών ρευματοκλοπών.

3.4.6. Ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ εμπλεκόμενων φορέων στην απελευθερωμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

Το σύστημα, θα πρέπει να έχει χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την ανταλλαγή δεδομένων με άλλους φορείς ή υπηρεσίες (π.χ. ΡΑΕ, ΔΕΣΜΗΕ, Υπουργεία κ.λπ.). Τυπικός μηχανισμός μεταφοράς δεδομένων είναι τα email, η ανταλλαγή αρχείων(files), API και Service Oriented Architecture(SOA).

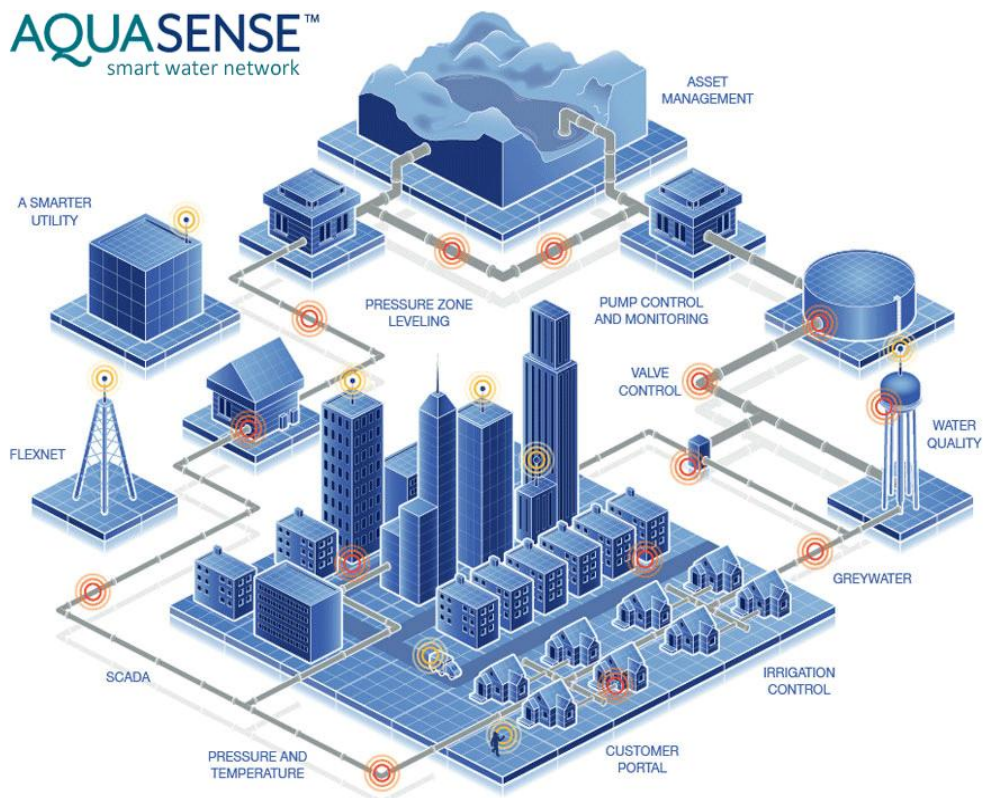
Υποχρέωση του Ανάδοχου, είναι να παράσχει ένα εύχρηστο μηχανισμό (μέσω του email server της εταιρείας ηλεκτρισμού), που θα επιτρέπει την διαμόρφωση από τον χρήστη μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τα οποία και θα αποστέλλονται αυτόματα από το σύστημα, στην περίπτωση που εμφανιστεί μία ή περισσότερες συνθήκες. Τα μηνύματα αυτά θα περιέχουν αρχείο/α με τα δεδομένα προς μεταφορά. Το σύστημα, θα πρέπει να έχει την δυνατότητα υπογραφής των μηνυμάτων μέσω πιστοποιητικού, να στέλνει τα μηνύματα, να χειρίζεται διαφορετικές μορφοποιήσεις και να καταγράφει όλες τις ενέργειες.

Θα παρέχεται η δυνατότητα ελεύθερης μορφοποίησης των δεδομένων και των μηνυμάτων, ώστε να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις τυποποίησης των διαφόρων εμπλεκόμενων φορέων.

Είναι απαραίτητη επίσης η δυνατότητα διασύνδεσης με άλλα συστήματα μέσω SOA, API, στηριζόμενη σε τεχνολογίες προγραμματισμού ευρέως διαθέσιμες (π.χ. Java, Net κ.τ.λ.), ώστε να διευκολυνθούν οι γρήγορες, ευέλικτες και ασφαλείς ανταλλαγές δεδομένων μεταξύ των επιμέρους συστημάτων που θα συμμετέχουν στην λύση.

3.4.7. Συστήματα Αυτοματισμών AMR/AMI^{xxiii}

Οι έξυπνοι μετρητές, προσφέρουν την σημαντική δυνατότητα της άμεσης καταγραφής και αποστολής δεδομένων που αφορούν στοιχεία της κατανάλωσης του κάθε πελάτη της επιχείρησης νερού. Η επιχείρηση νερού, οφείλει να είναι σε θέση να συλλέξει τα απεσταλμένα από τους μετρητές δεδομένα, με ένα αξιόπιστο, αποτελεσματικό και προ πάντων αυτοματοποιημένο τρόπο. Έχουν αναπτυχθεί και τεθεί σε πλήρη λειτουργία δύο γενιές αυτοματοποιημένων συστημάτων. Τα συστήματα μετρητών αυτόματης προσπέλασης (automated meter reading-AMR) συλλέγουν δεδομένα κατανάλωσης, διάγνωσης προβλημάτων του δικτύου και κατάστασης των διακοπών από τους ηλεκτρονικούς μετρητές και τα αποστέλλουν σε βάσεις δεδομένων του διαχειριστή της εταιρείας νερού, για την περαιτέρω ανάλυση τους. Η επικοινωνία γίνεται, μέσω τηλεπικοινωνιακού διαύλου, ενσύρματου ή ασύρματου. Τα δεδομένα συλλέγονται από τον διακομιστή του διαχειριστή, είτε ανά προκαθορισμένα τακτά χρονικά διαστήματα, είτε σε έκτακτα, μετά από σχετική αίτηση του διακομιστή. Δεύτερη γενιά αυτοματισμών αποτελούν τα συστήματα προηγμένων μετρητικών υποδομών (advanced metering infrastructure-AMI). Η τεχνολογία AMI είναι πιο προηγμένη από πλευράς δυνατοτήτων και λειτουργιών και αποτελεί την απαραίτητη υλικό/λογισμική υποδομή για την ανάπτυξη των λεγόμενων ευφυών δικτύων.



Εικ. 3.12: Μεταφορά δεδομένων καταναλωτών με χρήση διαφόρων τεχνολογιών επικοινωνίας

Ένα σύστημα AMI, αποτελεί μια σύγχρονη δομημένη πλατφόρμα μέτρησης, τηλεπικοινωνιών, λογισμικού επεξεργασίας δεδομένων και αυτοματισμών. Αποτελεί ένα σύνθετο και δυναμικό σύστημα που βασίζεται στην από κοινού λειτουργία υφιστάμενων, βελτιωμένων ή μη, και νέων υποδομών σε υλικό και λογισμικό. Υποστηρίζει όλες τις φάσεις που περνά μια πληροφορία μέτρησης στον κύκλο ζωής: από την ανάκτηση, αποθήκευση και μετάδοσή της σε κέντρα διαχείρισης, ως την καταγραφή, επεξεργασία και χρήση της για εκτέλεση βασικών λειτουργιών τιμολόγησης, εφαρμογών IT (Information and Technology) και λειτουργιών απομακρυσμένου ελέγχου. Βασικό τους χαρακτηριστικό, είναι η χρήση τηλεπικοινωνιακής τεχνολογίας, που επιτρέπει την αμφίδρομη ροή πληροφοριών από και προς τις τερματικές μονάδες, με προορισμό ή προέλευση τον κεντρικό διαχειριστή.

Ένα σύστημα AMR/AMI, εκτός από την δυνατότητα αυτοματοποιημένης διαδικασίας μέτρησης και υπολογισμού της καταναλισκόμενης ενέργειας, παρέχει ένα πλήθος ολοκληρωμένων υπηρεσιών.

Υπάρχει, η δυνατότητα απεικόνισης της κατανάλωσης νερού σε πραγματικό χρόνο (real time) ή κοντά σε πραγματικό χρόνο (near real time) και συνεπώς δυνατότητα κοστολόγησης άμεσα, αφού οι μετρήσεις λαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Έτσι ο διαχειριστής αλλά και ο πελάτης, μπορεί να ξέρει με ακρίβεια την κατανάλωση και την αντίστοιχη τιμολόγησή της στο χρονικό διάστημα που αυτή συμβαίνει. Επίσης, με αυτά τα δεδομένα μπορεί να δημιουργηθεί το ενεργειακό προφίλ του καταναλωτή, το οποίο θα εμφανίζει την “καταναλωτική συνήθειά του”, βοηθώντας έτσι, στην μείωση της υπερκατανάλωσης(σπατάλης). Με αυτό τον τρόπο, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση νερού, χρημάτων αλλά και ηλεκτρικής ενέργειας, αφού τα αντλιοστάσια θα δουλεύουν λιγότερες ώρες. Επιπλέον, πρέπει να τονιστεί ότι, είναι σημαντική η δυναμική που προσθέτει ένα τέτοιο σύστημα στην διαχείριση φορτίου (load management), αλλά και σε λειτουργίες πρόβλεψης φορτίου με σκοπό την αποδοτικότερη ένταξη των μονάδων παραγωγής.

Γενικά, η υποδομή ενός έξυπνου μετρητή όσο αναφορά το AMI, χωρίζεται σε 3 κομμάτια:

- Στο τμήμα τοπικού δικτύου
- Στο τμήμα δικτύου πρόσβασης
- Στο ενδιάμεσο τμήμα δικτύου μεταξύ διανομέα-παραλήπτη

Το τοπικό δίκτυο συνδέει τους μετρητές που ανήκουν στην ίδια εγκατάσταση, καθώς και τις συσκευές του χρήστη και ενεργεί ως ένας τοπικός συλλέκτης δεδομένων.

Το δίκτυο πρόσβασης, περιλαμβάνει μεταξύ της πύλης εξόδου του καταναλωτή και ενός συλλέκτη δεδομένων.

Το ενδιάμεσο τμήμα (backhaul network) είναι, το τελικό κομμάτι ανάμεσα στους πελάτες και το δίκτυο κοινής ωφέλειας.

Υπάρχουν 5 διεπαφές (δίαυλοι), που είναι σχεδιασμένοι, για την σύνδεση του έξυπνου μετρητή με άλλες συσκευές και μία διεπαφή για τον συλλέκτη και τον server κεντρικής πρόσβασης.^{xxiv}

- **Port 1:** Επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές, κατά την εγκατάσταση και επί τόπου συντήρηση της εγκατάστασης του μετρητή.
- **Port 2:** Επικοινωνία μεταξύ της εγκατάστασης του μετρητή και της μονάδας ISP ή τον βοηθητικό εξοπλισμό.
- **Port 3:** Επικοινωνία μεταξύ της εγκατάστασης μέτρησης και του κεντρικού διακομιστή πρόσβασης.
- **Port 3.1:** Επικοινωνία μεταξύ της εγκατάστασης μέτρησης και του συλλέκτη δεδομένων.
- **Port 3.2:** Επικοινωνία μεταξύ του συμπυκνωτή δεδομένων και του κεντρικού server πρόσβασης.

Τα οφέλη για τους πελάτες σας (AMR)

- Μειώνει τα σφάλματα τιμολόγησης
- Αυξάνει την εμπιστοσύνη στην υπηρεσία
- Αυξάνει πληροφορίες σχετικά με τη χρήση και τους δίνει τη δυνατότητα να εξοικονομήσουν πόρους και χρήματα

Τα οφέλη για τους πελάτες σας (AMI)

- Παρέχει πιο συνειδητές επιλογές με χρήση ενέργειας και νερού
- Βάσεις μηνιαίους λογαριασμούς σε πραγματικές (όχι κατ' εκτίμηση) χρήσης
- Εξοικονομεί χρήματα με πρωτοβουλίες ενεργειακής απόδοσης
- Επιλύει τις χρεώσεις πιο αποτελεσματικά
- Επιτρέπει γρήγορη, εύκολη αλλαγή μίσθωσης

Οι δυνατότητες και τα οφέλη, που ένα σύστημα AMR-AMI μπορεί να προσφέρει, δεν περιορίζονται σε αυτά που προαναφέρθηκαν. Λόγω του ότι, η τεχνολογία εξελίσσεται, συνεχώς δημιουργούνται καινούργιες υπηρεσίες που θα παρέχονται τόσο προς τον καταναλωτή, όσο και προς τις επιχειρήσεις νερού, δίνοντας αυξημένες δυνατότητες εποπτείας και διαχείρισης στο σύνολο του συστήματος νερού.

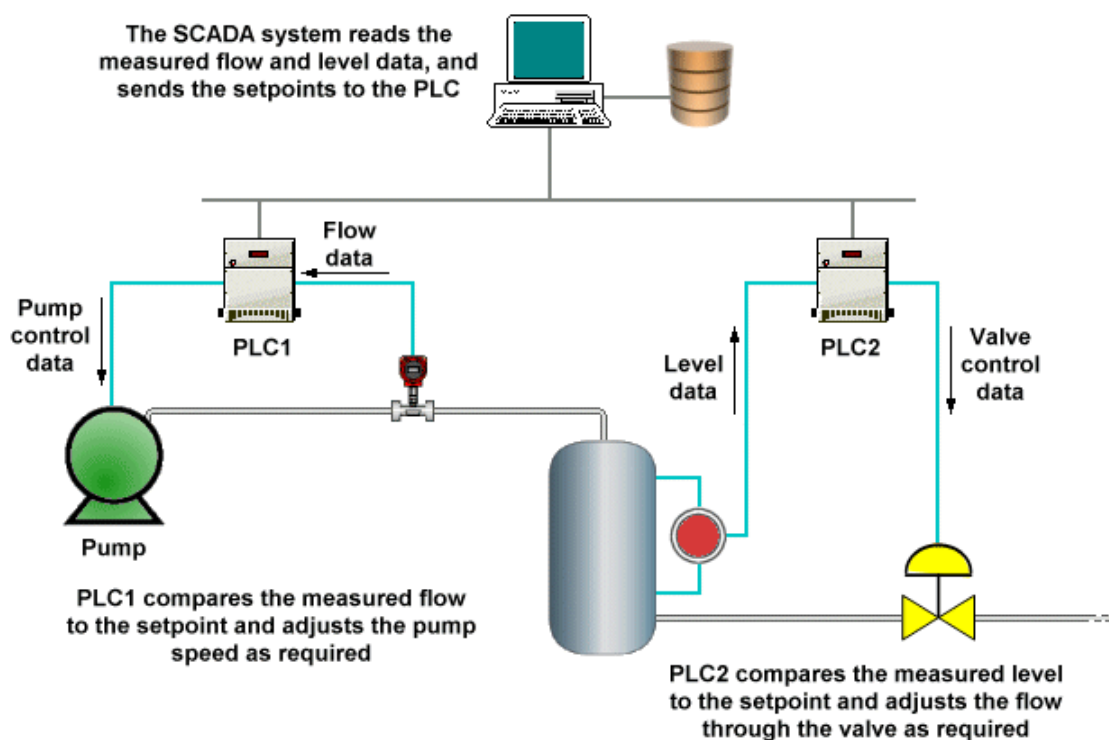
3.5. Συστήματα SCADA^{xxv}

Ο όρος SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ο οποίος στα ελληνικά σημαίνει, Σύστημα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Δεδομένων, περιγράφει μια κατηγορία συστημάτων βιομηχανικού αυτομάτου ελέγχου και τηλεμετρίας. Το χαρακτηριστικό των συστημάτων SCADA είναι ότι, αποτελούνται από τοπικούς ελεγκτές, που ελέγχουν επί μέρους στοιχεία και μονάδες μιας εγκατάστασης, συνδεδεμένους σε ένα κεντρικό Master Station (Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου). Ο κεντρικός σταθμός εργασίας μπορεί κατόπιν να επικοινωνεί τα δεδομένα που συλλέγει από την εγκατάσταση σε ένα πλήθος από σταθμούς εργασίας σε τοπικό LAN ή και να μεταδίδει τα δεδομένα της εγκατάστασης σε μακρινά σημεία μέσω κάποιου συστήματος τηλεπικοινωνίας, π.χ. μέσω του ενσύρματου τηλεφωνικού δικτύου ή μέσω κάποιου ασύρματου δικτύου.

Επίσης, είναι δυνατό ο κάθε ένας τοπικός ελεγκτής να βρίσκεται σε απομακρυσμένη τοποθεσία και να μεταδίδει τα δεδομένα προς τον ΚΣΕ μέσω απλού καλωδίου ή μέσω ασύρματου πομποδέκτη, πάντα με σύνολο από τοπικούς ελεγκτές συνδεδεμένους σε τοπολογία αστέρα προς ένα ΚΣΕ. Έτσι το σύστημα SCADA αλληλοεπιδρά με τις μονάδες τηλεμετρίας και ελέγχει τη διαδικασία απεικονίζοντας την εποπτικά στην οθόνη ενός υπολογιστή, ενώ παράλληλα καταγράφει μια σειρά από συμβάντα και ειδοποιεί κατάλληλα τον χειριστή.

Ένα σύστημα SCADA αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Ένα Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ), όπου συνήθως βρίσκεται ένας κεντρικός Η/Υ (server) ή περισσότεροι, οι οποίοι επικοινωνούν με τα RTUs και τα PLCs.
- Γραμμές επικοινωνίας (Radio, καλωδιακή, τηλεφωνική).
- RTUs (Remote Terminal Units), δηλαδή ηλεκτρονικές συσκευές, εγκατεστημένες σε απομακρυσμένα σημεία, συνδεδεμένες με αισθητήρες, οι οποίες μετατρέπουν τα σήματα των αισθητήρων σε ψηφιακά δεδομένα και τα στέλνουν στον ΚΣΕ.
- PLCs (Programmable Logic Controllers), δηλαδή “Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές”, οι οποίοι είναι μια άλλη κατηγορία ηλεκτρονικών συσκευών, συνήθως πιο αποδοτικοί από τις RTU’s σε βιομηχανικές διαδικασίες, όπου χρησιμοποιώντας μια προγραμματιζόμενη μνήμη επεξεργάζονται σήματα που λαμβάνουν μέσω αισθητήρων και τα στέλνουν στη συνέχεια στον ΚΣΕ.
- Human-Machine Interface (HMI), δηλαδή την διεπαφή μεταξύ του hardware της διαδικασίας ελέγχου και του χειριστή, μέσω της οποίας ο χειριστής παρακολουθεί και ελέγχει τα δεδομένα.

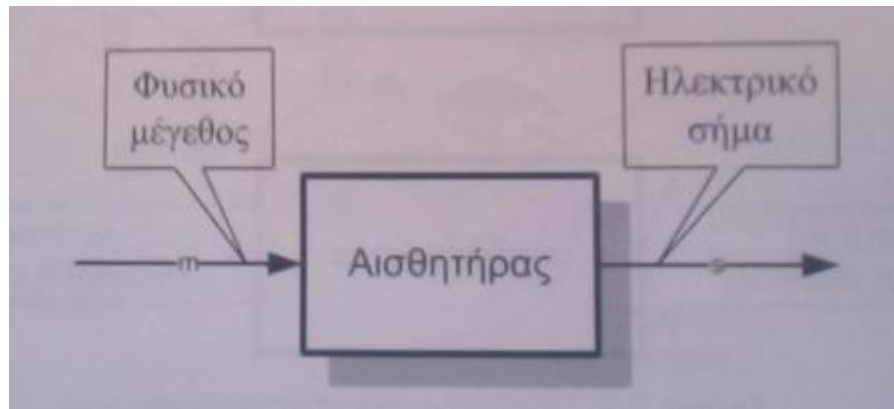


Εικ. 3.13: Ένα τυπικό σύστημα SCADA

3.6. Χρησιμοποιούμενοι αισθητήρες^{xxvi}

Το σύστημα SCADA για να συλλέξει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζεται για τη στάθμη και την ροή των υγρών, αξιοποιεί την λειτουργία των αισθητήρων.

Ο αισθητήρας είναι μια διάταξη που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση ενός φυσικού μεγέθους. Μετατρέπει το φυσικό μέγεθος που μετράται σε ηλεκτρικό σήμα, το οποίο μπορεί να είναι είτε τάση είτε ρεύμα.



Εικ. 3.14: Σχηματική διάταξη ενός αισθητήρα

Για την παρακολούθηση και την επίβλεψη της λειτουργίας των αντλιοστασίων, είναι απαραίτητη η μέτρηση της στάθμης και της ροής των υγρών (συνήθως νερού) με τη βοήθεια των αισθητήρων και στη συνέχεια η αποστολή των μετρήσεων στον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου του SCADA για επεξεργασία. Παρακάτω παρουσιάζονται οι πιο σημαντικοί από αυτούς τους αισθητήρες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτόν τον σκοπό.

3.6.1. Αισθητήρες μέτρησης στάθμης

Για την μέτρηση της στάθμης του υγρού στις δεξαμενές των αντλιοστασίων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποικίλοι αισθητήρες στάθμης, οι οποίοι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τα χαρακτηριστικά, τα πλεονεκτήματα και το κόστος.

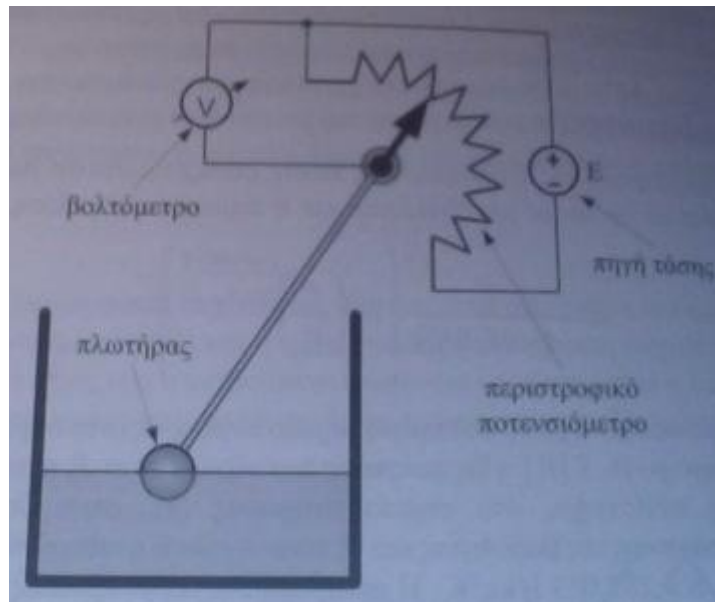
Ορισμένες κατηγορίες τέτοιων αισθητήρων είναι οι εξής:

- Διάταξη με πλωτήρα
- Διάταξη με βελόνη αγωγιμότητας
- Διάταξη με κυλινδρικό πυκνωτή και μη-αγώγιμο υλικό
- Διάταξη με επίπεδο πυκνωτή και αγώγιμο υγρό
- Διάταξη με μέτρηση πίεσης
- Διάταξη με υπερήχους

Παρακάτω αναλύεται κάθε κατηγορία ξεχωριστά.

Διάταξη με πλωτήρα

Ο μετρητής στάθμης με πλωτήρα είναι μια διάταξη που αποτελείται από κυκλικό ποτενσιόμετρο, του οποίου ο δρομέας είναι στερεωμένος σε ράβδο με πλωτήρα. Ο πλωτήρας επιπλέει στην επιφάνεια του υγρού και καθώς η στάθμη ανεβαίνει ή κατεβαίνει μετακινεί το δρομέα του ποτενσιόμετρου. Στα άκρα του ποτενσιόμετρου εφαρμόζεται σταθερή τάση, οπότε η τάση μεταξύ του ενός άκρου του και του δρομέα είναι ανάλογη της στάθμης του υγρού. Οι μετρητές στάθμης με πλωτήρα έχουν χαμηλό κόστος, αλλά διαθέτουν χαμηλή ακρίβεια. Το σήμα εξόδου τους είναι τάση, η οποία μπορεί να μετρηθεί απευθείας με βολτόμετρο χωρίς να απαιτούνται ειδικά ηλεκτρονικά κυκλώματα.



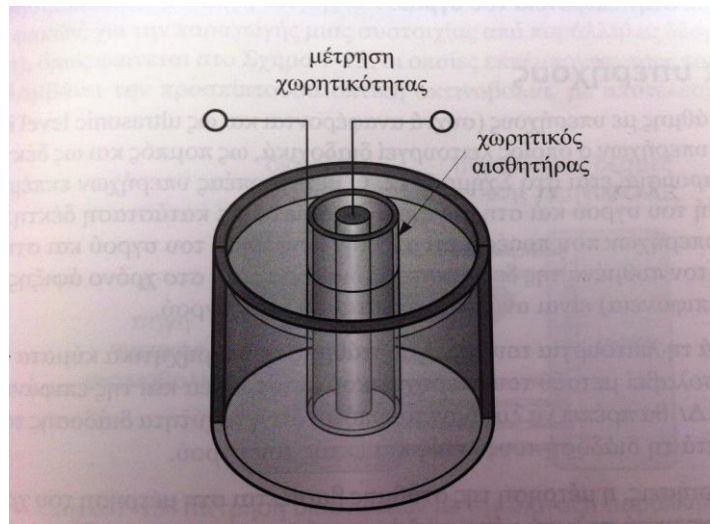
Εικ. 3.15: Αρχή λειτουργίας μετρητή στάθμης με πλωτήρα

Διάταξη με βελόνη αγωγιμότητας

Η μέτρηση στάθμης με βελόνη αγωγιμότητας βασίζεται στη μεταβολή της αντίστασης μεταξύ δύο ηλεκτροδίων βυθισμένων στο μετρούμενο υγρό, καθώς μεταβάλλεται η στάθμη του υγρού. Για την τροφοδοσία των αισθητήρων με βελόνη αγωγιμότητας που χρησιμοποιούνται σε υγρά, χρησιμοποιείται AC ρεύμα ή τάση ώστε να μειώνεται ο ρυθμός ηλεκτρολυτικής διάβρωσης των ηλεκτροδίων του αισθητήρα, σε σχέση με τη χρήση DC ρεύματος ή τάσης. Η λειτουργία των διατάξεων μέτρησης στάθμης με βελόνη αγωγιμότητας επηρεάζεται από παράγοντες όπως η διάβρωση των ηλεκτροδίων και οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα του υγρού. Οι διατάξεις μέτρησης στάθμης αυτού του τύπου είναι κατάλληλες μόνο για αγωγίμα υγρά και δεν χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της στάθμης εύφλεκτων υγρών, καθώς στην περίπτωση αυτή η τάση μπορεί να προκαλέσει σπινθήρα αν τα άκρα των ηλεκτροδίων παραμείνουν ακάλυπτα.

Διάταξη με κυλινδρικό πυκνωτή και μη-αγώγιμο υγρό

Αποτελείται από κυλινδρικό πυκνωτή βυθισμένο στη δεξαμενή που περιέχει το μη-αγώγιμο υγρό (πχ. Βενζίνη, πετρέλαιο, κλπ.). Στο τμήμα των οπλισμών του πυκνωτή που βρίσκεται κάτω από τη στάθμη του υγρού, το υγρό αποτελεί το διηλεκτρικό, ενώ στο τμήμα των οπλισμών που βρίσκεται πάνω από τη στάθμη ως διηλεκτρικό είναι ο αέρας. Η συνολική διηλεκτρική σταθερά του πυκνωτή εξαρτάται από το είδος του υγρού και από τη στάθμη του υγρού μέσα στην δεξαμενή. Καθώς το υγρό ανεβαίνει ή κατεβαίνει ανάμεσα στους οπλισμούς, η χωρητικότητα του πυκνωτή μεταβάλλεται. Η διάταξη αυτή χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της στάθμης των καυσίμων στα αυτοκίνητα και στα αεροπλάνα.



Εικ. 3.16: Αρχή λειτουργίας μέτρησης στάθμης με χωρητικό αισθητήρα

Διάταξη με επίπεδο πυκνωτή και αγώγιμο υγρό

Η διάταξη αυτή αποτελείται από έναν επίπεδο πυκνωτή με κινητό οπλισμό. Αν ο ένας οπλισμός του πυκνωτή είναι ένα μεταλλικό φύλλο τοποθετημένο σε μικρή απόσταση πάνω από τη στάθμη ενός αγώγιμου υγρού, ενώ ο άλλος οπλισμός είναι η στάθμη του αγώγιμου υγρού, τότε η χωρητικότητα του πυκνωτή που σχηματίζεται εξαρτάται από τη στάθμη του υγρού, καθώς αυτή ανεβαίνει ή κατεβαίνει.

Στο είδος αυτό της διάταξης μέτρησης στάθμης, η μετρούμενη στάθμη υπολογίζεται με μέτρηση της χωρητικότητας του αισθητήρα. Η διάταξη αυτή έχει σχετικά υψηλό κόστος εξαιτίας του κυκλώματος που απαιτείται για τη μέτρηση της χωρητικότητας, αλλά χαρακτηρίζεται από καλή ακρίβεια.

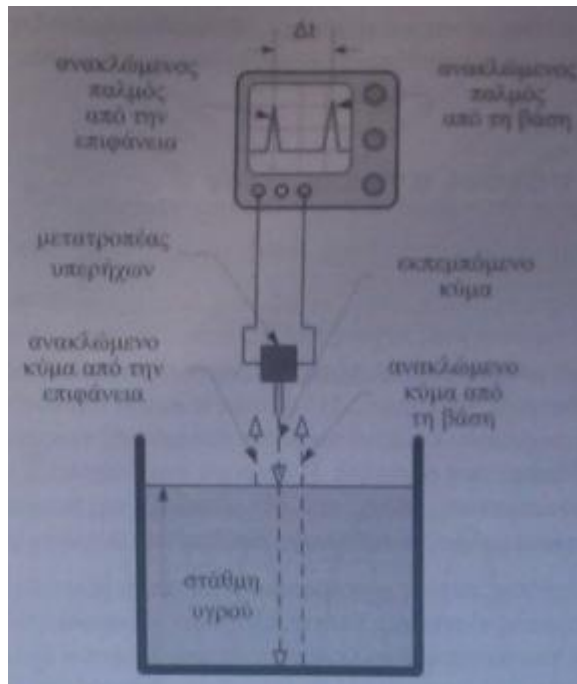
Διάταξη με μέτρηση πίεσης

Η μέτρηση της στάθμης, h , ενός υγρού σε δεξαμενή μπορεί να πραγματοποιηθεί με μέτρηση της πίεσης P , στον πυθμένα της δεξαμενής, σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση, P_{atm} : $P = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$, όπου ρ είναι η πυκνότητα του υγρού και g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Οι μετρητές αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση στάθμης ή βάθους με μέγιστη τιμή της τάξης των 20 m και με ακρίβεια $\pm 0.1\%$ της πλήρους κλίμακας. Αποτελούνται από αισθητήρα σχετικής πίεσης ως προς την ατμοσφαιρική με ημιαγωγικούς πιεζοαντιστάτες, οπότε μετριέται η διαφορά $P - P_{atm}$ από την οποία υπολογίζεται στη συνέχεια η στάθμη του υγρού, h , σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση. Η ατμοσφαιρική πίεση που εφαρμόζεται στην επιφάνεια του υγρού, και αποτελεί την πίεση αναφοράς του αισθητήρα πίεσης, διοχετεύεται στον αισθητήρα μέσω σωλήνα ο οποίος καταλήγει στην επιφάνεια του υγρού.

Διάταξη με υπερήχους

Στις διατάξεις μέτρησης στάθμης με υπερήχους χρησιμοποιείται ένας μετατροπέας υπερήχων ο οποίος λειτουργεί διαδοχικά, ως πομπός και ως δέκτης. Ο μετατροπέας υπερήχων εκπέμπει μια παλμοσειρά υπερήχων προς τη δεξαμενή του υγρού και στη συνέχεια μεταπίπτει σε κατάσταση δέκτη. Έτσι, συλλαμβάνει πρώτα την ανάκλαση των υπερήχων που προέρχεται από την επιφάνεια του υγρού και στη συνέχεια, την ανάκλαση που προέρχεται από τον πυθμένα της δεξαμενής. Η διαφορά, Δt , στο χρόνο άφιξης των 2 παλμοσειρών (από τον πυθμένα και στην επιφάνεια) είναι ανάλογη της στάθμης του υγρού. Οι μετρητές στάθμης με υπερήχους χρησιμοποιούνται σε μεγάλο εύρος τιμών βάθους. Παρέχουν υψηλή ακρίβεια, αλλά έχουν υψηλό κόστος.



Εικ. 3.17: Αρχή λειτουργίας διάταξης μέτρησης στάθμης με υπερήχους

3.6.2. Αισθητήρες μέτρησης ροής (παροχής)

Στα αντλιοστάσια μας ενδιαφέρει επίσης η μέτρηση παραμέτρων που αφορούν τη ροή του υγρού στις αντλίες, όπως είναι η ταχύτητα ροής του υγρού και η παροχή του. Η παροχή Q , ενός ρευστού ορίζεται ως, ο όγκος του ρευστού που διέρχεται από μία τομή ενός αγωγού ανά μονάδα χρόνου και υπολογίζεται με τη σχέση: $Q = A \cdot v$, όπου A είναι η διατομή του αγωγού και v , η ταχύτητα ροής του ρευστού. Συνήθως, η διατομή του αγωγού ροής του ρευστού έχει γνωστή τιμή, οπότε μετρώντας την ταχύτητα ροής, μπορεί να υπολογιστεί με την παραπάνω σχέση η αντίστοιχη παροχή ρευστού. Η παροχή μετράται σε m^3/s , m^3/min , m^3/h , L/s , L/min , κλπ.

Ορισμένες κατηγορίες αισθητήρων μέτρησης παροχής, είναι οι εξής:

- Ηλεκτρομαγνητικοί αισθητήρες μέτρησης παροχής
- Αισθητήρες μέτρησης παροχής χρόνου μετάβασης με υπερήχους
- Αισθητήρες μέτρησης παροχής Doppler με υπερήχους και laser
- Αισθητήρες μέτρησης παροχής στροβίλου
- Μέτρηση ροής με σωλήνα Pitot
- Μέτρηση ροής με σωλήνα Venturi
- Μέτρηση ροής με δονούμενο σωλήνα

Παρακάτω αναλύεται κάθε κατηγορία ξεχωριστά.

Ηλεκτρομαγνητικοί αισθητήρες μέτρησης παροχής

Όταν ένα υγρό με ελεύθερα φορτία (δηλαδή, αγώγιμο), κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, τότε αναπτύσσεται σε αυτό τάση ανάλογη της μαγνητικής επαγωγής του μαγνητικού πεδίου και της παροχής του υγρού. Αυτό ονομάζεται μαγνητοϋδροδυναμικό φαινόμενο. Η τάση που αναπτύσσεται μεταξύ των ακροδεκτών A και B δίνεται από τη σχέση: $V_{AB} = k \cdot B \cdot Q$, όπου Q είναι η παροχή του υγρού, B η μαγνητική επαγωγή του μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο κινείται το υγρό και k σταθερά αναλογίας. Επομένως, η τάση εξόδου είναι ανάλογη της παροχής του υγρού. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε μη αγώγιμα υγρά.

Η λειτουργία των ηλεκτρομαγνητικών αισθητήρων μέτρησης παροχής, βασίζεται στο μαγνητοϋδροδυναμικό φαινόμενο. Το υγρό διέρχεται από σωλήνα κατασκευασμένο από μη-σιδηρομαγνητικό υλικό, ο οποίος ευρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο (κάθετο ως προς τον άξονά του) που αναπτύσσεται από τα εξωτερικά πηνία (ηλεκτρομαγνήτες). Δύο ηλεκτρόδια, κάθετα στον άξονά του

σωλήνα και κάθετα στο μαγνητικό πεδίο, εισέρχονται στο σωλήνα και βρίσκονται σε επαφή με το υγρό, το οποίο πρέπει να είναι αγωγίμο για να εμφανιστεί το μαγνητοϋδροδυναμικό φαινόμενο. Η τάση που αναπτύσσεται μεταξύ των ηλεκτροδίων δίνεται από τη σχέση: $V_0 = \int_0^d (\vec{v} \times \vec{B} \cdot \vec{e}_r) \cdot dl$, οπότε:

$V_0 = B \cdot d \cdot v$, όπου B είναι η μαγνητική επαγωγή του μαγνητικού πεδίου, d η διάμετρος του σωλήνα και v η ταχύτητα του υγρού. Εφόσον η διάμετρος του σωλήνα και το μαγνητικό διατηρούνται σταθερά, η τάση V_0 είναι ανάλογη της ταχύτητας και κατά συνέπεια ανάλογη της παροχής του υγρού. Η διέγερση των πηνίων με συνεχές (DC) ρεύμα χρησιμοποιείται για λόγους απλότητας.

Αν η τροφοδοσία των πηνίων προέρχεται από εναλλασσόμενη (AC) πηγή της μορφής $E \cdot \sin(\omega t)$, τότε η τάση που αναπτύσσεται μεταξύ των ηλεκτροδίων του ηλεκτρομαγνητικού αισθητήρα μέτρησης παροχής δίνεται από τη σχέση:

$V_0 = B \cdot d \cdot v \cdot \sin(\omega t) + c \cdot \omega \cdot B \cdot \cos(\omega t)$, όπου c είναι η σταθερά. Το πλάτος της τάσης V_0 , και σε αυτή την περίπτωση, είναι ανάλογο της παροχής του υγρού. Ο όρος, $c \cdot \omega \cdot B \cdot \cos(\omega t)$ στην παραπάνω εξίσωση οφείλεται στο γεγονός ότι τα ηλεκτρόδια και το αγωγίμο υγρό σχηματίζουν έναν κλειστό βρόχο ο οποίος βρίσκεται μέσα σε μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο και επομένως, σύμφωνα με το νόμο της επαγωγής του Faraday, αναπτύσσεται σε αυτόν τάση από επαγωγή. Ανάλογα με την κατασκευή του ηλεκτρομαγνητικού αισθητήρα μέτρησης παροχής και τις συνθήκες λειτουργίας, ο όρος αυτός μπορεί να έχει αρκετά μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τον όρο $B \cdot d \cdot v \cdot \sin(\omega t)$. Επομένως, με

AC διέγερση του ηλεκτρομαγνήτη, η διάταξη μέτρησης είναι περισσότερο πολύπλοκη, καθώς απαιτείται διαχωρισμός των δύο ημιτονοειδών συνιστωσών της τάσης εξόδου του μετατροπέα.

Οι ηλεκτρομαγνητικοί αισθητήρες μέτρησης παροχής, παρέχουν αρκετά καλή ακρίβεια μέτρησης και έχουν μεγάλη γραμμική περιοχή. Κατά τη λειτουργία τους δεν προκαλούν απώλεια πίεσης στο υγρό διότι δεν παρεμβάλλουν εμπόδια στη ροή του, ενώ η μέτρηση που παρέχουν δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα του υγρού. Επιτρέπουν τη μέτρηση και προς τις δύο κατευθύνσεις της ροής του υγρού. Έχουν το μειονέκτημα ότι είναι κατάλληλοι για μέτρηση της παροχής μόνο σε αγωγίμο υγρό.

Αισθητήρες μέτρησης παροχής χρόνου μετάβασης με υπερήχους

Στη διάταξη αυτή, δύο μετατροπείς υπερήχων είναι τοποθετημένοι στην επιφάνεια του σωλήνα όπου ρέει το μετρούμενο υγρό, σε απέναντι θέσεις υπό γωνία. Η λειτουργία τους εναλλάσσεται διαδοχικά, δηλαδή όταν ο μετατροπέας υπερήχων 1 εκπέμπει υπερηχητικούς παλμούς, ο μετατροπέας υπερήχων 2 λειτουργεί ως δέκτης, και αντίστροφα. Οι δύο μετατροπείς είναι συγχρονισμένοι έτσι ώστε να μπορεί να υπολογιστεί ο χρόνος που απαιτείται από την εκπομπή ενός υπερηχητικού παλμού από τον πομπό μέχρι τη λήψη του από το δέκτη. Οι χρόνοι που απαιτούνται για τη διάδοση του υπερηχητικού κύματος μέσω του υγρού, από το μετατροπέα 1 στο μετατροπέα 2, t_{12} και αντίστροφα t_{21} , δίνονται από τις σχέσεις:

$$t_{12} = d / \sin \theta \cdot [v_s + v \cdot \cos(\theta)]$$

$$t_{21} = d / \sin \theta \cdot [v_s - v \cdot \cos(\theta)]$$

Όπου θ είναι η γωνία που σχηματίζουν οι δύο μετατροπείς υπερήχων με τον άξονα του σωλήνα, v_s είναι η ταχύτητα του υγρού, v είναι η ταχύτητα του ήχου στο συγκεκριμένο υγρό και d είναι η διάμετρος του σωλήνα μέσα στον οποίο ρέει το μετρούμενο υγρό. Όπως φαίνεται στις παραπάνω σχέσεις, οι χρόνοι t_{12} και t_{21} διαφέρουν μεταξύ τους, λόγω της ταχύτητας της ροής του υγρού. Η διαφορά των δύο χρόνων δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta t = t_{21} - t_{12} = 2d \cdot v \cdot \cos(\theta) / \sin \theta \cdot [v_s^2 - v^2 \cdot \cos^2(\theta)] = 2d \cdot v \cdot \cos(\theta) / \sin(\theta) \cdot v_s^2 = 2d \cdot \cot(\theta) \cdot Q / A \cdot v_s^2$$

Επομένως, η διαφορά των χρόνων Δt , είναι ανάλογη της παροχής Q του υγρού. Μετρώντας το χρονικό διάστημα Δt , υπολογίζεται η παροχή του υγρού, Q . Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση:

$\Delta t / t_{21} \cdot t_{12} = \sin(2\theta) \cdot v / d = \sin(2\theta) \cdot Q / d \cdot A$, η οποία δίνει αποτέλεσμα ανεξάρτητο της ταχύτητας του ήχου στο υγρό, v . Όταν ο σωλήνας είναι κατασκευασμένος από υλικά όπως ο σίδηρος, αλουμίνιο, γυαλί, PVC κλπ., τα οποία επιτρέπουν τη διάδοση των υπερηχητικών κυμάτων, τότε οι

μετατροπείς υπερήχων τοποθετούνται στην εξωτερική πλευρά του σωλήνα, στην περίπτωση αυτή, κάθε φορά που το υπερηχητικό κύμα συναντά κατά τη διάδοσή του διαφορετικό υλικό, ένα μέρος του ανακλάται, ενώ το υπόλοιπο συνεχίζει τη διάδοσή του στο νέο μέσο. Επομένως, οι αντίστοιχοι υπερηχητικοί μετατροπείς του αισθητήρα μέτρησης παροχής, θα λαμβάνουν και τις ανακλάσεις των υπερηχητικών κυμάτων στις διαχωριστικές επιφάνειες του αισθητήρα και αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τον ακριβή υπολογισμό των χρόνων t_1 , t_2 και t_3 . Οι αισθητήρες μέτρησης παροχής χρόνου μετάβασης με υπερήχους, έχουν το μειονέκτημα ότι η ακρίβεια των μετρήσεων μειώνεται όταν η ροή του υγρού είναι στροβιλώδης.

Αισθητήρες μέτρησης παροχής Doppler με υπερήχους και laser

Όταν μια πηγή ηχητικών κυμάτων (πομπός) με συχνότητα f_s κινείται με ταχύτητα v συγγραμικά με ένα δέκτη ηχητικών κυμάτων ο οποίος κινείται με ταχύτητα v_r (σε σχέση με ακίνητο παρατηρητή), τότε η συχνότητα f_t των λαμβανόμενων κυμάτων από το δέκτη είναι: $f_t = f_s \cdot (v_s + / - v_r) / v_s - / + v$, όπου v είναι η ταχύτητα του ήχου στο μέσο μετάδοσης. Αυτό ονομάζεται φαινόμενο Doppler στα ηχητικά κύματα. Τα πρόσημα «+» στον αριθμητή και «-» στον παρονομαστή ισχύουν όταν η πηγή και ο δέκτης πλησιάζουν, ενώ τα πρόσημα «-» στον αριθμητή και «+» στον παρονομαστή ισχύουν όταν η πηγή και ο δέκτης απομακρύνονται μεταξύ τους. Αν η πηγή ή ο δέκτης δεν κινούνται, τότε η παραπάνω εξίσωση ισχύει με $v = 0$ ή $v_r = 0$, αντίστοιχα. Εάν η πηγή ή/και ο δέκτης κινούνται υπό γωνία σε σχέση με την ευθεία που ενώνει την πηγή και τον δέκτη, τότε τα v και v_r στην παραπάνω εξίσωση συχνότητας Doppler είναι οι συνιστώσες των διανυσμάτων των ταχυτήτων της πηγής και του δέκτη επάνω στην ευθεία που ενώνει την πηγή και το δέκτη. Στη διάταξη αυτού του αισθητήρα, δύο μετατροπείς υπερήχων είναι τοποθετημένοι στην επιφάνεια του σωλήνα στην ίδια πλευρά υπό γωνία. Μέσα στο σωλήνα ρέει το μετρούμενο υγρό με ταχύτητα v . Σύμφωνα με το φαινόμενο Doppler, όταν ένας δέκτης μετακινείται σε σχέση με τον πομπό ηχητικού κύματος, τότε μεταβάλλεται η συχνότητα του κύματος που λαμβάνει ο δέκτης σύμφωνα με τη σχέση:

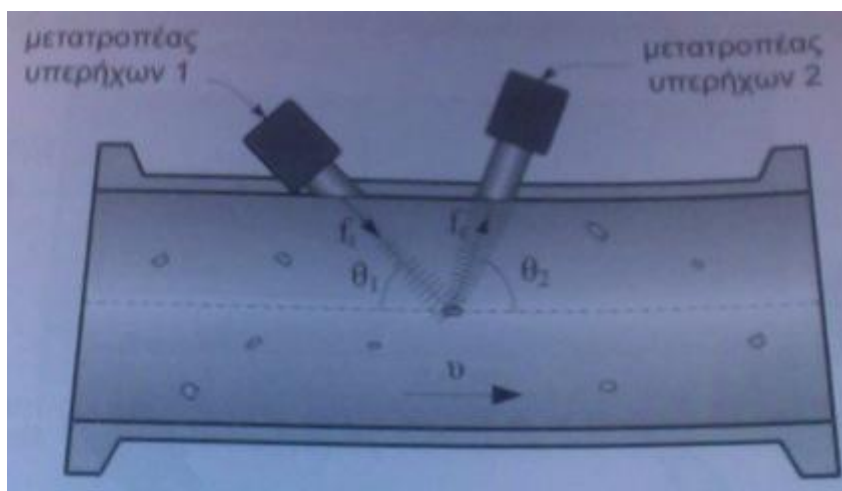
$\Delta f = f_r - f_t = f_t \cdot v \cdot [\cos(\theta_2) - \cos(\theta_1)] / v \cdot \cos(\theta_1) + v$, όπου f_t είναι η συχνότητα του ηχητικού κύματος που εκπέμπεται από τον πομπό, f_r είναι η συχνότητα που λαμβάνει ο δέκτης, v είναι η ταχύτητα του υγρού, θ_1 και θ_2 είναι οι γωνίες που σχηματίζουν οι δέσμες εκπομπής και λήψης, αντίστοιχα, με το διάνυσμα της ταχύτητας της ροής και v είναι η ταχύτητα του ήχου στο συγκεκριμένο υγρό. Επειδή σε πρακτικές εφαρμογές ισχύει ότι, $v_s \gg v \cdot \cos(\theta)$ προκύπτει ότι:

$$\Delta f = f_r - f_t = f_t \cdot v \cdot [\cos(\theta_2) - \cos(\theta_1)] / v$$

Οι γωνίες θ_1 και θ_2 πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να ισχύει $\theta_1 \neq \theta_2$. Στην περίπτωση του αισθητήρα μέτρησης παροχής Doppler, ο μετατροπέας υπερήχων 1 λειτουργεί ως πομπός υπερηχητικών κυμάτων και ο μετατροπέας υπερήχων 2 λειτουργεί ως δέκτης. Η υπερηχητική δέσμη ανακλάται στα σωματίδια ή στις φυσαλίδες που υπάρχουν μέσα στο υγρό και λαμβάνεται από τον δέκτη. Επειδή όμως τα σωματίδια αυτά κινούνται με την ταχύτητα του υγρού, η συχνότητα των υπερήχων που λαμβάνει ο δέκτης είναι διαφορετική από αυτή την οποία εκπέμπει ο πομπός. Η διαφορά είναι ανάλογη της ταχύτητας του υγρού και κατά συνέπεια ανάλογη της παροχής του. Οι αισθητήρες μέτρησης παροχής Doppler με υπερήχους έχουν το πλεονέκτημα ότι για την εγκατάστασή τους δεν απαιτείται επέμβαση στο σωλήνα ροής του υγρού. Έτσι η μέτρηση της παροχής μπορεί να πραγματοποιηθεί με φορητό όργανο σε οποιοδήποτε σημείο. Για τη λειτουργία τους θα πρέπει να υπάρχουν μέσα στη ροή σωματίδια επάνω στα οποία θα ανακλαστούν οι υπέρηχοι ή τουλάχιστον ή τουλάχιστον ανομοιογένεια (πχ. Φυσαλίδες) του υγρού για να μπορεί να υπάρξει ανάκλαση.

Η αρχή λειτουργίας μέτρησης της ταχύτητας ροής και επομένως της παροχής ενός υγρού με το φαινόμενο Doppler μπορεί να υλοποιηθεί και με δέσμη laser. Η δέσμη laser που εκπέμπεται από μία πηγή Doppler διαχειρίζεται σε δύο επιμέρους δέσμες laser ίδιας έντασης. Οι δύο δέσμες εστιάζονται έτσι ώστε να διασταυρώνονται στο σημείο της ροής του υγρού όπου είναι επιθυμητό να πραγματοποιηθεί η μέτρηση της ταχύτητας ροής. Στο σημείο αυτό παράγεται η συμβολή των κυμάτων των οπτικών ακτινοβολιών των δύο δεσμών laser. Τα κινούμενα σωματίδια που υπάρχουν μέσα στο υγρό προκαλούν τη σκέδαση των δύο δεσμών laser και τη μεταβολή της συχνότητας τους σύμφωνα με το φαινόμενο Doppler. Η οπτική ακτινοβολία που λαμβάνεται από το δέκτη (αισθητήρας οπτικής

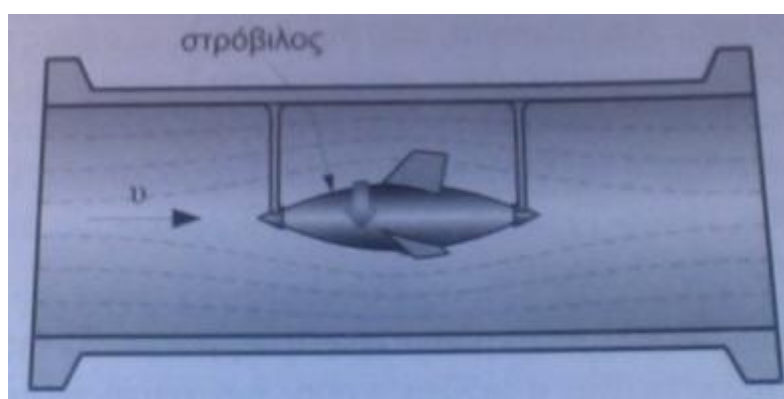
ακτινοβολίας) είναι το αποτέλεσμα της συμβολής των δύο επιμέρους δεσμών laser που έχουν υποστεί σκέδαση και η ένταση της μεταβάλλεται ημιτονοειδώς, με συχνότητα ανάλογη της ταχύτητας του υγρού. Η ταχύτητα του υγρού υπολογίζεται στη συνέχεια με κατάλληλη επεξεργασία του σήματος που παράγει ο αισθητήρας οπτικής ακτινοβολίας. Με αυτή τη μέθοδο, δεν απαιτείται επαφή του μετρητή ταχύτητας με το μετρούμενο υγρό.



Εικ. 3.18: Δομή ενός αισθητήρα μέτρησης παροχής Doppler με υπερήχους

Αισθητήρες μέτρησης παροχής στροβίλου

Στη διάταξη αυτή, ένας στρόβιλος με άξονα παράλληλο στον άξονα του σωλήνα μέσα στον οποίο ρέει το μετρούμενο υγρό, είναι τοποθετημένος στο κέντρο του σωλήνα και παρεμβάλλεται στη ροή του υγρού. Το υγρό εξαναγκάζεται στον στρόβιλο να περιστρέφεται με ταχύτητα περιστροφής ανάλογη της ταχύτητας ροής του υγρού. Η ταχύτητα περιστροφής του στροβίλου μετριέται με ανιχνευτή θέσης αντικειμένου, οπότε κάθε φορά που ένα πτερύγιο περνάει μπροστά από τον ανιχνευτή θέσης, παράγεται ένας ηλεκτρικός παλμός. Η συχνότητα της παλμοσειράς που παράγεται, είναι ανάλογη της ταχύτητας και επομένως της παροχής του υγρού. Οι αισθητήρες μέτρησης παροχής στροβίλου παρέχουν αρκετά καλή ακρίβεια μέτρησης, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι, παρεμβάλλονται στη οή του υγρού.



Εικ. 3.19: Αισθητήρας μέτρησης παροχής στροβίλου

Μέτρηση ροής με σωλήνα Pilot

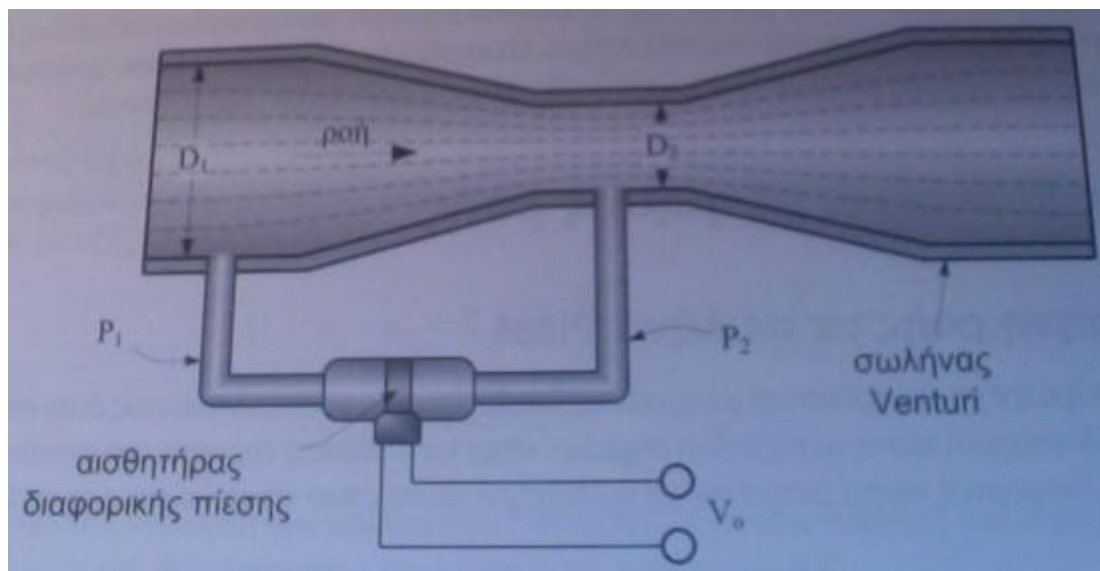
Η ταχύτητα ροής και η παροχή ενός ρευστού, μπορούν να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας ένα σωλήνα Pilot (Pilot tube), μετρώντας τη διαφορική πίεση μεταξύ δύο σημείων στην κατεύθυνση της ροής του υγρού. Η διαφορική πίεση μετριέται με αισθητήρα πίεσης που αποτελείται από πιεζοαντιστάτες. Σύμφωνα με την εξίσωση του Bernoulli, για τη διάταξη μέτρησης ροής με σωλήνα

Pilot ισχύει η σχέση: $P_t = P_s + I$, όπου P_t είναι η συνολική πίεση, P_s η στατική πίεση και I η δυναμική πίεση. Από την παραπάνω σχέση προκύπτει: $P_t = P_s + \rho \cdot v^2 / 2$, όπου v είναι η ταχύτητα του υγρού και ρ είναι η πυκνότητά του. Επιλύοντας την παραπάνω σχέση ως προς την ταχύτητα του υγρού, προκύπτει: $v = \sqrt{2 \frac{(P_t - P_s)}{\rho}}$

Η παροχή υπολογίζεται από την μετρούμενη ταχύτητα ροής του υγρού σύμφωνα με τη σχέση: $Q = A \cdot v$

Μέτρηση ροής με σωλήνα Ventouri

Η ροή ενός υγρού μπορεί να υπολογιστεί μετρώντας τη διαφορική πίεση σύμφωνα με το σωλήνα Ventouri. Η διαφορική πίεση μετριέται με αισθητήρα πίεσης που αποτελείται από πιεζοαντιστάτες. Στη διάταξη μέτρησης ροής σύμφωνα με το σωλήνα Ventouri, η παροχή του ρευστού Q , υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση: $Q = C \cdot \sqrt{2 \frac{(P_1 - P_2)}{\rho} \cdot A_1 / \sqrt{(A_1/A_2)^2 - 1}}$, όπου D_1 , D_2 είναι οι διαμέτροι του σωλήνα και A_1 , A_2 είναι οι αντίστοιχες διατομές του σωλήνα ($A = \pi \cdot D^2 / 4$), P_1 , P_2 είναι οι πιέσεις, ρ είναι η πυκνότητα του ρευστού και C είναι σταθερά που εξαρτάται από τις τιμές των δύο διαμέτρων του σωλήνα, καθώς και του ιξώδους, της ταχύτητας και της πυκνότητας του μετρούμενου ρευστού. Το καθορίζεται κατά τη βαθμονόμηση του αισθητήρα.



Εικ. 3.20: Μέτρηση ροής σύμφωνα με τον σωλήνα Ventouri και αισθητήρα πίεσης

Μέτρηση ροής με δονούμενο σωλήνα

Σε αυτή την περίπτωση, ο μετρητής ροής αποτελείται από ένα σωλήνα που δονείται (πχ. υπό την επίδραση ηλεκτρομαγνητικής διάταξης), στο εσωτερικό του οποίου διοχετεύεται το μετρούμενο υγρό. Η συχνότητα των δονήσεων του σωλήνα μεταβάλλεται ανάλογα με την ποσότητα μάζας του υγρού που ρέει μέσα από το σωλήνα στην μονάδα του χρόνου. Από τη μέτρηση της συχνότητας των δονήσεων του σωλήνα, σε συνδυασμό με την τιμή της πυκνότητας του υγρού, υπολογίζεται η αντίστοιχη παροχή. Οι μετρητές ροής αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται από υψηλή ακρίβεια, έχουν την ικανότητα μετρήσεων σε μεγάλο εύρος τιμών παροχής και κατά τη λειτουργία τους δεν εμποδίζουν τη ροή του υγρού. Όμως έχουν υψηλό κόστος.

Αισθητήρες που χρησιμοποιεί ο Ο.Α.ΔΥ.Κ

Ο Ο.Α.ΔΥ.Κ. όσον αφορά τους αισθητήρες μέτρησης στάθμης, χρησιμοποιεί αισθητήρες με υπερήχους και πιεζοηλεκτρικούς αισθητήρες. Τους αναφέρουμε παρακάτω:

Αισθητήριο μέτρησης στάθμης με υπερήχους – Pulsar blackbox

Πιεζοηλεκτρικό αισθητήριο μέτρησης στάθμης – Analog Dapth/Level Transmitter ATM/N series 24

Αισθητήρας μέτρησης παροχής με υπερήχους – NivuSonic CO 100 series

3.6.3. Μέθοδοι εντοπισμού διαρροών

Σε ένα αντλιοστάσιο και γενικότερα σε ένα δίκτυο ύδρευσης/άρδευσης πολλές φορές υπάρχουν απώλειες νερού που δημιουργούνται από διαρροές ύδατος στις αντλίες και στους αγωγούς. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε σημαντικές απώλειες στους τόσο πολύτιμους σήμερα υδάτινους και οικονομικούς πόρους. Οι διαρροές στις αντλίες ενός αντλιοστασίου, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να ανιχνευθούν εύκολα, κοστίζουν πολλά χρήματα στο αντλιοστάσιο. Επιπλέον, οι διαρροές αυτές δημιουργούν και σημαντικές δευτερεύουσες οικονομικές απώλειες με τη μορφή των ζημιών στο δίκτυο, λόγω της τοπικής καταστροφής των αντλιών και των αγωγών. Εξαιτίας αυτού του φαινομένου, έχει γίνει επιτακτική η ανάγκη για την σχεδίαση και κατασκευή συστημάτων που να ανιχνεύουν την ύπαρξη και τη θέση διαρροών στο δίκτυο ύδρευσης/άρδευσης.

- Ορισμένες μέθοδοι εντοπισμού διαρροών σε αντλητικά συστήματα είναι οι εξής:
- Χρήση απλών ακουστικών συσκευών
- Καταγραφείς ήχου
- Χρήση ενδεικτικού αερίου
- Θερμογραφία
- Γεωδιδεισδυτικό ραντάρ
- Μέθοδος συσχετισμού του ήχου διαρροής

Παρακάτω αναλύεται κάθε μέθοδος ξεχωριστά.

Χρήση απλών ακουστικών συσκευών

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται σε αυτήν τη μέθοδο, περιλαμβάνουν ακουστικές ράβδους και μικρόφωνα εδάφους (ground microphones) και μπορεί να είναι είτε μηχανικές είτε ηλεκτρονικές. Χρησιμοποιούν ευαίσθητους μηχανισμούς ή υλικά, όπως πιεζοηλεκτρικά στοιχεία, για την ανίχνευση ήχου ή δονήσεων παραγόμενου από την διαρροή. Οι σύγχρονες ακουστικές συσκευές ενσωματώνουν ενισχυτές σήματος και φίλτρα θορύβου, ώστε να κάνουν το σήμα της διαρροής να ξεχωρίζει.

Ο χειριστής που πραγματοποιεί την έρευνα για διαρροές εξετάζει συστηματικά το δίκτυο αγωγών, χρησιμοποιώντας ακουστικές ράβδους σε κατάλληλα σημεία των αγωγών, ώστε να αναγνωρίσει τον χαρακτηριστικό συριστικό ήχο που δημιουργείται από το διαρρέον ύδωρ. Η αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου εξαρτάται από το μέγεθος των διαρροών, τον θόρυβο του περιβάλλοντος, από την κίνηση στους δρόμους και την κατανάλωση, και από τον βαθμό της λεπτομέρειας της έρευνας. Γενικές έρευνες, που πραγματοποιούνται ακούγοντας μόνο σε ευκόλως προσβάσιμα σημεία, όπως πυροσβεστικοί κρουνοί και / ή βαλβίδες, επιτρέπουν την ανίχνευση κυρίως μεγάλων διαρροών. Απ' την άλλη, διεξοδικές έρευνες που γίνονται ακούγοντας σε όλα τα προσβάσιμα σημεία, μπορούν να ανιχνεύσουν και μικρές διαρροές. Τα μικρόφωνα εδάφους χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό διαρροών ακούγοντας για ήχο διαρροής στην επιφάνεια του εδάφους ακριβώς πάνω από τον αγωγό σε μικρά διαστήματα. Αυτή η διαδικασία είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και η επιτυχία της στηρίζεται στην εμπειρία του χειριστή.

Καταγραφείς ήχου

Οι καταγραφείς ήχου είναι συμπαγείς μονάδες που αποτελούνται από ένα αισθητήριο δονήσεων (ή ένα υδρόφωνο) και έναν προγραμματιζόμενο καταγραφέα δεδομένων. Χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση ύπαρξης διαρροών σε μεγάλες περιοχές, αλλά δεν είναι κατάλληλες για την εύρεση της

τοποθεσίας τους. Οι καταγραφείς τοποθετούνται σε ομάδες των 6 ή παραπάνω σε παρακείμενες κατάλληλες θέσεις του δικτύου, πχ. πυροσβεστικούς κρουνοί ή βαλβίδες 200 με 500 μέτρα μακριά, και αφήνονται για την διάρκεια της νύχτας. Οι μονάδες είναι συνήθως προγραμματισμένες να συλλέγουν τον ήχο των αγωγών από τις 2 μέχρι τις 4 πμ. Την επόμενη μέρα συλλέγονται και τα αποθηκευμένα δεδομένα μεταφέρονται σε έναν προσωπικό υπολογιστή πριν οι καταγραφείς μεταφερθούν στην επόμενη τοποθεσία. Τα καταγεγραμμένα δεδομένα αναλύονται στατιστικά, πχ. συχνοτική ανάλυση του επιπέδου ήχου, για να ανιχνευτεί η ύπαρξη διαρροών. Πρόσφατα μοντέλα καταγραφών ήχου μπορούν να τοποθετηθούν μόνιμα στο δίκτυο. Σε αυτή την περίπτωση η ανάλυση γίνεται με τα ηλεκτρονικά συστήματα, που περιλαμβάνει η μονάδα, και το αποτέλεσμα μεταδίδεται ασύρματα σε κάποιον περιφερόμενο αποδέκτη.

Το πλεονέκτημα των καταγραφών έναντι της χρήσης απλών ακουστικών μέσων εμφανίζεται σε περιπτώσεις που οι τελευταίες δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν κατά την διάρκεια της ημέρας λόγω υψηλού περιβαλλοντικού θορύβου.

Χρήση ενδεικτικού αερίου

Σε αυτή την μέθοδο, ένα μη τοξικό, αδιάλυτο στο νερό και ελαφρύτερο του αέρα αέριο, όπως το ήλιο ή το υδρογόνο, εγχέεται σε ένα απομονωμένο τμήμα του αγωγού. Το αέριο τότε διαφεύγει από το άνοιγμα (αν υπάρχει) στον αγωγό και, όντας ελαφρύτερο από τον αέρα, διαφεύγει προς την ατμόσφαιρα περνώντας από το έδαφος και το οδόστρωμα. Η διαρροή εντοπίζεται σαρώνοντας την επιφάνεια του εδάφους με έναν υψηλής ευαισθησίας ανιχνευτή αερίου.

Γεωδιδεισδυτικό ραντάρ

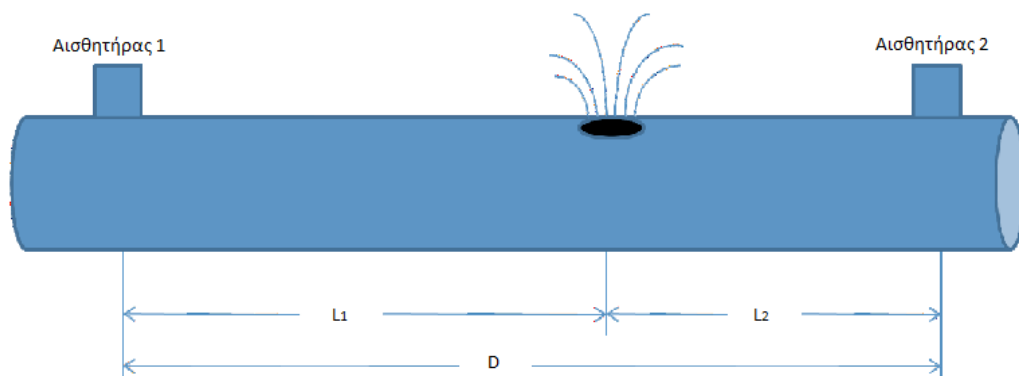
Ένα ραντάρ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εντοπίσει διαρροές σε υπόγειους αγωγούς είτε ανιχνεύοντας κενά στο έδαφος που δημιουργούνται από το διαρρέον νερό καθώς κυκλοφορεί κοντά στον αγωγό είτε ανιχνεύοντας κομμάτια του αγωγού τα οποία εμφανίζονται βαθύτερα, από ότι είναι στην πραγματικότητα, λόγω αύξησης της διηλεκτρικής σταθεράς του παρακείμενου κορεσμένου σε νερό εδάφους. Τα κύματα του γεωδιδεισδυτικού ραντάρ, αντανακλώνται εν μέρει πίσω στην επιφάνεια του εδάφους όταν συναντούν μια ανωμαλία στις διηλεκτρικές ιδιότητες, όπως για παράδειγμα ένα κενό ή έναν αγωγό. Μια εικόνα του μεγέθους και του σχήματος του αντικειμένου δημιουργείται από τα χρονικά ίχνη του ραντάρ, τα οποία λαμβάνονται σαρώνοντας την επιφάνεια του εδάφους. Η χρονική καθυστέρηση ανάμεσα στα εκπεμπόμενα και ανακλώμενα κύματα καθορίζει το βάθος του ανακλώντος αντικειμένου.

Μέθοδος συσχέτισμού του ήχου διαρροής

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε αυτήν τη μέθοδο περιλαμβάνει:

- Υδρόφωνα, τα οποία καταγράφουν τον ήχο στην “καρδιά” του αγωγού. Στην ουσία δηλαδή, είναι μικρόφωνα κατασκευασμένα για υποβρύχια χρήση.
- Επιταχυνσιόμετρα, τα οποία καταγράφουν τις δονήσεις στην επιφάνεια του αγωγού. Είναι δηλαδή αισθητήρες δονήσεων και καταγράφουν τον ήχο, όπως αυτός εμφανίζεται στην επιφάνεια του αγωγού, δηλαδή με την μορφή δονήσεων.

Για την εφαρμογή της μεθόδου που εξετάζουμε, πρέπει πρώτα να ληφθεί το ηχητικό σήμα από τους αισθητήρες. Η βασική αρχή της διάταξης των αισθητήρων ως προς την διαρροή είναι, η διαρροή να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο αισθητήρες. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζονται ακριβώς δύο αισθητήρες για την ανίχνευση μιας διαρροής και αυτοί να είναι τοποθετημένοι εκατέρωθεν αυτής, χωρίς να χρειάζεται να βρίσκονται σε ίση απόσταση από αυτήν. Μια απλή σχηματική αναπαράσταση της διάταξης δίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικ. 3.21: Η διάταξη των αισθητήρων για την εφαρμογή της μεθόδου συσχετισμού του ήχου διαρροής

Οι αισθητήρες μπορούν να είναι στην επιφάνεια του αγωγού, μέσα σε αυτόν, στην βαλβίδα ενός κρουνοῦ ή σε κάποια άλλη κατάλληλη θέση. Η θέση τους εξαρτάται από το είδος των αισθητήρων, αλλά και τις διαθέσιμες θέσεις που υπάρχουν. Κάποιες διαρροές μπορούν να εντοπισθούν και με ανόμοιο ζεύγος αισθητήρων (π.χ. υδρόφωνο στην μία πλευρά και επιταχυνσιόμετρο στην άλλη).

Η μέθοδος που εξετάζουμε βασίζεται στην στατιστική της ετεροσυσχέτισης μεταξύ δύο σημάτων. Μια αλγοριθμική περιγραφή, σε φυσική γλώσσα, της όλης διαδικασίας εφαρμογής της μεθόδου είναι η εξής:

- Καταγράφουμε με την διάταξη του σχήματος τον ήχο ή τις δονήσεις (ανάλογα με τα τοποθετημένα αισθητήρια) στον εξοπλισμό σωλήνα για ένα χρονικό διάστημα (συνήθως κάποια λεπτά, ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση).
- Ετεροσυσχετίζουμε τα δύο σήματα, που πήραμε από το προηγούμενο βήμα.
- Βρίσκουμε για ποιο χρόνο (t_{max}) το αποτέλεσμα της ετεροσυσχέτισης εμφανίζει μέγιστο.

- Με βάση τους συμβολισμούς του σχήματος θα ισχύει:
 - $t_{max} = L_2 - L_1 / c$, όπου c η ταχύτητα διάδοσης του ήχου της διαρροής.
 - Όμως επειδή, $D = L_2 - L_1$, η παραπάνω σχέση γίνεται:
 - $L_1 = D - c \cdot t_{max} / 2$, όπου L_1 η απόσταση της διαρροής από τον πρώτο αισθητήρα, δηλαδή το ζητούμενο.

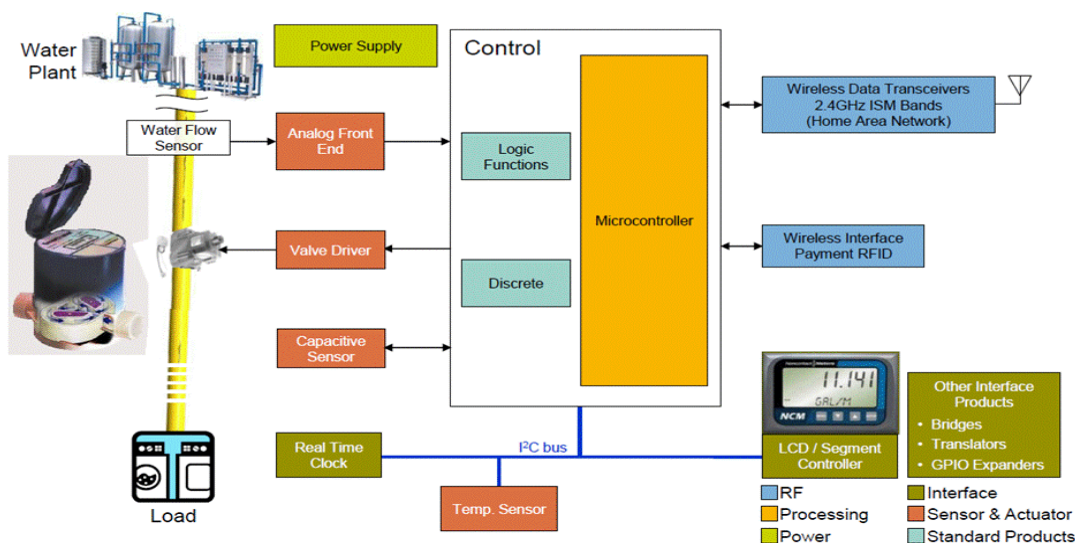
3.7. Έξυπνοι μετρητές νερού (όγκου)

Οι έξυπνοι μετρητές νερού, είναι ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες μετρούν και καταγράφουν την κατανάλωση νερού για διάφορα χρονικά διαστήματα, τα οποία κυμαίνονται από λίγα λεπτά, έως ώρες ή και μέρες. Με λίγα λόγια, κάνουν την ίδια δουλειά με τους έξυπνους μετρητές ενέργειας με την μόνη διαφορά ότι, μετράνε την κατανάλωση νερού. Έχουν ενσωματωμένους καταγραφείς δεδομένων, τα οποία δεδομένα αφού καταγράφονται, γίνονται upload σε real time στους server και μπορούν να παρατηρηθούν μέσω κάποιας ιστοσελίδας. Προσφέρουν απaráμιλλη ακρίβεια μέτρησης καθ' όλη την διάρκεια ζωής τους, χωρίς να χάσουν ποτέ τα μετρολογικά τους χαρακτηριστικά. Οι έξυπνοι μετρητές νερού (Smart Water Meters), χρησιμοποιούνται σε διάφορα κτίρια, όπως εταιρίες ύδρευσης, βιομηχανίες, δίκτυα ύδρευσης και άρδευσης, σχολεία ή ακόμη και κατοικίες και σιγά-σιγά αντικαθιστούν, τους παλαιού τύπου μετρητές, οι οποίοι μπορούν να μετρήσουν μόνο την κατανάλωση νερού, αλλά δεν μπορούν να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες και εφαρμογές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ΔΕΥΑ Ηρακλείου όπου με εκτιμήσεις, περίπου το 40% του νερού που αντλείται δεν

διανέμεται στους τελικούς χρήστες(καταναλωτές) και καταβάλει 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 ηλεκτρικής ενέργειας, η μη διάθεση του 40% του πρωτογενούς παραγόμενου νερού, σημαίνει και σημαντική ενεργειακή κατανάλωση για κάθε κυβικό μέτρο(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.^{xxvii}

Ακόμα, θα πρέπει να αναφερθεί ότι, ο Mark Shamley αντιπρόεδρος της εταιρείας T₂ αναφέρει ότι, ένας σημαντικός λόγος που οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας έχουν αντισταθεί στους έξυπνους μετρητές, είναι ότι ιστορικά αυτό είναι, προς το συμφέρον τους να αφήσουν τους πελάτες να χρησιμοποιήσουν όσο νερό θέλουν.^{xxviii}



Εικ. 3.22: Block διάγραμμα έξυπνου μετρητή νερού

3.7.1. Τρόπος λειτουργίας έξυπνου μετρητή νερού

Κατά την διάρκεια λειτουργίας του μετρητή, δημιουργείται και μεταδίδεται ένας παλμός στον μεταδότη, που με τη σειρά του μεταδίδει ασύρματα στον συγκεντρωτή που μεταμορφώνει τα δεδομένα στο διαδίκτυο.

3.7.2. Ποιο είναι το κόστος που συνδέεται με τους ευφυείς μετρητές;

Ανάλογα με τον κατασκευαστή και τις δυνατότητες που μπορούν να προσφέρουν, οι έξυπνοι μετρητές κοστίζουν δύο έως τρεις φορές περισσότερο από ό, τι οι παραδοσιακοί μετρητές.

Όταν η Glendale, αντικατέστησε 85.000 μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας και 34.000 μετρητές νερού το 2008, το έργο κόστισε 70 εκατομμύρια δολάρια. Χρηματοδοτήθηκε μερικώς, με 20 εκατομμύρια δολάρια επιχορήγηση, από το ομοσπονδιακό υπουργείο Ενέργειας και 1 εκατομμύριο δολάρια επιχορήγηση, από την Επιτροπή Ενέργειας της Καλιφόρνια.

Επομένως, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι έξυπνοι μετρητές, κόστισαν περίπου 312 δολάρια ο κάθε ένας, μαζί με την εγκατάσταση και αποτελούσαν περίπου 10.500.000 δολάρια, του συνολικού κόστους.^{xxix}

3.7.3. Οφέλη

Αυτή τη στιγμή, εφαρμογές τέτοιου είδους κερδίζουν έδαφος στην Καλιφόρνια, όπου υπάρχει η δέσμευση για μείωση της κατανάλωσης νερού μέχρι 20% έως το 2020.^{xxx}

Τα οφέλη, από τη χρησιμοποίηση έξυπνων μετρητών νερού σε δίκτυα άρδευσης, τόσο για τους καταναλωτές, όσο και για τις εταιρείες ύδρευσης-άρδευσης, είναι.^{xxxi}

- 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 καταναλωτή.
- Βοήθεια στον εντοπισμό διαρροών ή βλαβών στα υδραυλικά του δικτύου, καθώς ο έξυπνος μετρητής δείχνει την κατανάλωση νερού στην οθόνη του καταναλωτή σε πραγματικό χρόνο. Π.χ. σε μια κατοικία, εάν η ωριαία κατανάλωση νερού δεν φτάσει ποτέ το μηδέν, τότε είναι πιθανόν να υπάρχει διαρροή ή υδραυλική βλάβη. Οι εταιρείες ύδρευσης συνήθως χρησιμοποιούν πιο πολύπλοκους αλγόριθμους για την ανίχνευση διαρροών σε εμπορικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
- Προσδιορισμός του σημείου και της έκτασης της βλάβης σε ένα κεντρικό αγωγό νερού. Οι έξυπνοι μετρητές, μπορούν να ενεργοποιήσουν το σύνδεσμο επικοινωνίας με την εταιρεία ύδρευσης και να στείλουν κατάλληλα μηνύματα όταν ανιχνεύσουν μια σημαντική πτώση στη πίεση.
- Ο ταχύτερος εντοπισμός βλαβών συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης νερού και κατά συνέπεια, στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, μειώνοντας το λειτουργικό κόστος των εταιρειών ύδρευσης, επομένως και το κόστος για τους καταναλωτές. 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.^{xxxii}
- Πιο έγκαιρος εντοπισμός των απαραίτητων έργων επέκτασης δικτύων καθώς είναι περισσότερο εφικτή η πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών σε επίπεδο αιχμής ζήτησης κατανάλωσης νερού.
- Έλεγχος της συμμόρφωσης με τους τοπικούς περιορισμούς νερού.
- Απομακρυσμένη διακοπή ή περιορισμός της παροχής νερού σε περιοχές όπου αυτό επιτρέπεται. Έτσι, μειώνεται το κόστος που προκύπτει από την αποστολή “ομάδας τεχνικών” σε οικίες που έχουν ζητήσει διακοπή νερού ή δεν έχουν πληρώσει τον λογαριασμό νερού.
- Ο έλεγχος της ένδειξης του έξυπνου μετρητή από τον ίδιο τον καταναλωτή, καμιά φορά μπορεί να αποτρέψει άσκοπη επίσκεψη της “ομάδας τεχνικών” της εταιρείας ύδρευσης, στην περίπτωση που η βλάβη δεν οφείλεται στην ίδια την εταιρεία.
- Απομακρυσμένος έλεγχος κλοπής νερού.
- Με τη χρησιμοποίηση έξυπνων μετρητών, οι λογαριασμοί νερού πλέον βασίζονται στις πραγματικές ενδείξεις του μετρητή και όχι σε εκτιμήσεις της εταιρείας ύδρευσης. Έτσι, μειώνονται οι κλήσεις προς το κέντρο επικοινωνίας και βελτιώνεται η ικανοποίηση του πελάτη.
- Περιβάλλον: Η χαμηλότερη κατανάλωση και οι μειωμένες διαρροές, επιτρέπουν μειωμένο λογαριασμό. Αυτό με τη σειρά του μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις διαδικασίες επεξεργασίας και διανομής νερού.
- Καλύτερη αξιοποίηση του νερού: Η τεχνολογία της έξυπνης μέτρησης, έχει να κάνει με την εξατομίκευση της κατανάλωσης του νερού στον χρήστη, κατά συνέπεια, αυτό παρέχει την δυνατότητα πιο ορθολογικής χρησιμοποίησης αυτής. Ο έξυπνος μετρητής, παρέχοντας πληροφορίες στον χρήστη, τον βοηθάει να κατανοήσει ευκολότερα τις συνέπειες της χρήσης νερού, τόσο στον οικονομικό, όσο και στον περιβαλλοντικό τομέα.

- Παροχή αναφοράς στο προσωπικό της εταιρείας ύδρευσης για την αποτελεσματικότητα των διαφόρων προγραμμάτων εξοικονόμησης νερού και δυνατότητα πραγματοποίησης αλλαγών από την εταιρεία.
- Η οθόνη που είναι συνδεδεμένη με τον έξυπνο μετρητή, τοποθετημένη σε περίοπτη θέση, μπορεί να λειτουργήσει σαν έναν συνεχή υπενθυμιτή της ανάγκης για εξοικονόμηση νερού. Επίσης μπορούν να βοηθήσουν τους γονείς να δημιουργήσουν παιχνίδια για τα παιδιά, γύρω από τις ενδείξεις της οθόνης, τα οποία αποσκοπούν στην δημιουργία συνείδησης για εξοικονόμηση νερού και ενέργειας.
- Αποτελεσματικός έλεγχος ποιότητας νερού.
- Έρευνες έχουν δείξει ότι οι καταναλωτές που χρησιμοποιούν έξυπνους μετρητές νερού, είναι πιο πιθανό να καταναλώνουν λιγότερο νερό. Μάλιστα, οι οθόνες έξυπνων μετρητών που είναι προσαρμοσμένες στις ανάγκες του καταναλωτή, όπως π.χ. εκείνες που συγκρίνουν την παρούσα κατανάλωση νερού με τον μέσο όρο της γειτονιάς ή με την κατανάλωση προηγούμενων μηνών, μπορούν να βοηθήσουν στην περαιτέρω εξοικονόμηση νερού.
- Υψηλό ποσοστό δειγματοληψίας, με χαμηλή κατανάλωση μπαταρίας.
- Καλύτερη αντιμετώπιση ευπαθών ομάδων: Δυστυχώς, ακόμα και στην εποχή μας, φαινόμενα φτώχειας είναι συνήθη. Παλαιότερα, η αντιμετώπιση αυτών των ομάδων, που δεν είχαν τη δυνατότητα να εκπληρώσουν άμεσα τις υποχρεώσεις τους, ήταν η διακοπή παροχής. Πλέον, είναι πιο εύκολο στις εταιρείες να αποστέλλουν προειδοποιητικά σημειώματα και να αποφεύγουν την έσχατη λύση της διακοπής.
- Ευκολότερη σύγκριση της αγοράς και αλλαγή πάροχου: Με την χρήση αυτής, των έξυπνων μετρητών και λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που μας δίνουν, μπορούμε να κάνουμε μια αξιολόγηση για το τι προσφορά, μας συμφέρει. Κατ' επέκταση, μας δίνεται η δυνατότητα γρήγορης μετάβασης μεταξύ δύο πάροχων, καθώς η ανάγνωση των στοιχείων μπορεί να γίνει ανά πάσα στιγμή, άρα και η μεταβίβαση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, ο μετρητής μπορεί να τοποθετηθεί τόσο σε κάθετη όσο και σε οριζόντια θέση, ακόμα και στο υπάρχον δίκτυο, χωρίς περιορισμούς στις σωληνώσεις και χωρίς να χάνεται η ακρίβεια μέτρησης.

Άρα λοιπόν, τα οφέλη είναι πολλαπλά αφού, ο ταχύτερος εντοπισμός βλαβών, συμβάλλει στην μείωση της κατανάλωσης νερού και κατά συνέπεια, στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μειώνοντας, το λειτουργικό κόστος των υπηρεσιών Ύδρευσης-Άρδευσης. Ενδεικτικά, ο ΤΟΕΒ Ιεράπετρας, κατέβαλε στη ΔΕΗ, 1.080.000€ για ηλεκτρισμό κατά την περίοδο όλου του έτους 2014.

Το σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει από μελέτες και προβλέψεις είναι ότι, η εξοικονόμηση νερού ισοδυναμεί με εξοικονόμηση ενέργειας, με πολλαπλά οφέλη και για την ηλεκτρική εταιρεία και για τον διαχειριστή, αλλά και για τον καταναλωτή.



Εικ. 3.23: Έξυπνος μετρητής νερού(αριστερά) , Παράδειγμα ελέγχου κατανάλωσης νερού μέσω έξυπνων μετρητών και λογισμικό σε TABLET Η/Υ(δεξιά)

Καταλαβαίνουμε λοιπόν, πως, το μεγαλύτερο όφελος για τις υπηρεσίες ύδρευσης-άρδευσης αλλά και για τους καταναλωτές, μπορεί να προέλθει από την ανάπτυξη προηγμένων δικτυακών υποδομών με την χρήση έξυπνων υδρομετρητών (smart water meters).

3.7.4. Αδυναμίες των έξυπνων μετρητών νερού

Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι μια σημαντική ανησυχία για τους οργανισμούς νερού που εξετάζουν το ενδεχόμενο μετατροπής. Οι περισσότεροι κατασκευαστές προσφέρουν εγγύηση για τη διάρκεια ζωής των μπαταριών, 10-15 χρόνια.

Παρακάτω αναλύονται κάποια είδη, έξυπνων μετρητών νερού.

3.7.5. Ηλεκτρονικός μετρητής μέτρησης νερού (m³) Ύδρευσης-Άρδευσης



Εικ. 3.24: Ο ηλεκτρονικός μετρητής νερού - Τυρε HMN 006



Εικ. 3.25: Το αισθητήριο που τοποθετείται πάνω στον αγωγό

Πίνακας 6: Τεχνικά χαρακτηριστικά του μετρητή HMN 006

Τρόπος λειτουργίας	Με αισθητήριο παλμών (Reed switch)
Τρόπος σύνδεσης αισθητήριου	Εξωτερικά (με τοποθέτηση κολάρου οριζόντια)
Μέγιστη πίεση	16 bar
Μέγιστη ένδειξη μέτρησης	0 - 999999 m ³
Σφάλμα μέτρησης	0,5 - 1%
Θερμοκρασία νερού	0 – 40 °C
Ενδείξεις	Συνολικά m ³ - Παλμοί/m ³ – Μηνιαίο ημερολόγιο παροχής
Τάση λειτουργίας	230V AC 50 Hz
Τάση λειτουργίας αισθητήριου	12V DC
Στεγανότητα οργάνου	IP 42
Στεγανότητα αισθητήριου	IP 68
Καλώδιο σύνδεσης αισθητήριου	Εύκαμπτο 3Χ0,5 5μ.

Πίνακας 7: Οικονομοτεχνικά στοιχεία αισθητηρίων ροής

Κωδικός	Μεταλ-σωλ εξωτ-διαμ.	Πάχος μεταλ- σωλ	Παλμοί/m ³	Παροχή νερού (m ³ /h)	Τιμή
HMN 006-25	2,50'' / 65mm	3,6 – 4mm	2080	5 – 100	320,00€
HMN 006-30	3,00'' / 80mm	3,6 – 4mm	1420	5 - 150	335,00€
HMN 006-40	4,00'' / 100mm	3,6 – 4mm	875	10 – 250	350,00€
HMN 006-50	5,00'' / 125mm	3,6 – 4mm	510	15 – 300	380,00€
HMN 006-60	6,00'' / 150mm	3,6 – 4mm	400	20 - 600	440,00€

Πίνακας 8: Οικονομοτεχνικά στοιχεία άλλου μοντέλου

Κωδικός	Μεταλ-σωλ εξωτ-διαμ.	Πάχος μεταλ- σωλ	Παλμοί/m ³	Παροχή νερού (m ³ /h)	Τιμή
HMN 206-25	2,50'' / 65mm	3,6 – 4mm	2080	5 – 100	530,00€
HMN 206-30	3,00'' / 80mm	3,6 – 4mm	1420	5 - 150	590,00€
HMN 206-40	4,00'' / 100mm	3,6 – 4mm	875	10 – 250	620,00€
HMN 206-50	5,00'' / 125mm	3,6 – 4mm	510	15 – 300	680,00€
HMN 206-60	6,00'' / 150mm	3,6 – 4mm	400	20 - 600	740,00€

Άρα, όπως βλέπουμε είναι διαθέσιμο και για μεγάλες παροχές.

3.7.6. Μετρητής με παλμούς της Maddalena^{xxxiii}

Μονάδα υδρομέτρησης με παλμούς, με δύο reed switch για να εγκατασταθούν στους από πριν εξοπλισμένους μετρητές της Maddalena. Ευρεία γκάμα από μονάδες με παλμούς που εξαρτώνται από το μέγεθος του μετρητή. Μέγιστη συνιστούμενη φόρτιση για 200 εκατομμύρια χρήσεις, 24VDC – 0,1A ωμική φόρτιση. Η έξοδος των παλμών μπορεί να συνδεθεί στον υδρομετρικό καταγραφέα δεδομένων, gamma 1-D-M δέσμη μονάδος και σε παλμικό/μετατροπέα για μεταλλαγή των παλμών σε 1-20mA έξοδο. Όταν συνδεθούν με την ηλεκτρονική μονάδα, η μονάδα με τους παλμούς χρησιμοποιείται σαν αισθητήρας για απομονωμένο σύστημα ανάγνωσης.



Εικ. 3.26: Ο υδρομετρητής TDLI CD ONE της Maddalena

Παρακάτω βλέπουμε τον τιμοκατάλογο του συγκεκριμένου μετρητή:

Πίνακας 9: Τιμοκατάλογος μετρητή

ΔΙΑΣΤΑΣΗ	ΤΙΜΗ
TRP ΠΑΛΜΟΥ ½"	67,10€
TRP ΠΑΛΜΟΥ ¾"	71,50€
TRP ΠΑΛΜΟΥ 1"	94,70€
TRP ΠΑΛΜΟΥ 1 ¼"	91,80€
TRP ΠΑΛΜΟΥ 1 ½"	152,00€
TRP ΠΑΛΜΟΥ 2"	187,20€

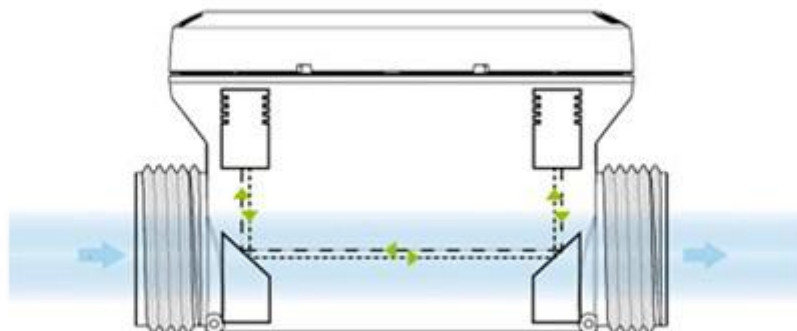
3.7.7. Έξυπνος μετρητής Kamstrup MULTICAL 21^{xxxiv}

Ο μετρητής MULTICAL 21 της εταιρίας Kamstrup, βασίζεται στη τεχνολογία υπερήχων μέτρησης. Η συγκεκριμένη εταιρεία, έχει πάνω από 20 χρόνια εμπειρίας στη μέτρηση της ροής μετρητών, η οποία έχει αποδειχθεί ότι, είναι η πιο αξιόπιστη και μακροπρόθεσμη και σταθερή τεχνολογία. Δεν υπάρχει άλλη τεχνολογία μέτρησης να επιτυγχάνει την ίδια ακρίβεια.



Εικ. 3.27: Μετρητής MULTICAL 21 της εταιρίας Kamstrup

Όσον αφορά τη λειτουργία του, δύο μετατροπείς υπερήχων χρησιμοποιούνται για την αποστολή σημάτων υπερήχων κατά τη ροή, αντίστοιχα. Το υπερηχητικό σήμα που τρέχει με τη ροή, φτάνει στον αντίθετο μετατροπέα πριν το σήμα τρέξει προς την αντίθετη κατεύθυνση, και η διαφορά χρόνου μεταξύ της λήψης των δύο σημάτων μετατρέπεται σε ταχύτητα ροής και ως εκ τούτου σε όγκο. Το ηχητικό σήμα κινείται μέσω του σωλήνα μέτρησης και αποστέλλεται απ' τους μετατροπείς, μέσω των ανακλαστήρων.



Εικ. 3.28: Απεικόνιση ροής του μετρητή

Επιπλέον, ο μετρητής MULTICAL 21, δεν έχει κινητά μέρη γεγονός που καθιστά τον μετρητή, ανθεκτικό στη φθορά και τις ακαθαρσίες από το νερό. Ακόμα, ο μετρητής είναι 100% αδιάβροχος, πράγμα που σημαίνει ότι, μπορεί να εγκατασταθεί σε πηγάδια τα οποία συχνά είναι γεμάτα με νερό. Άλλο ένα που πρέπει να αναφερθεί, είναι ότι διατηρεί την ακρίβεια του ακόμα και μετά από αρκετά χρόνια χρήσης.

Ο έξυπνος μετρητής νερού τροφοδοτείται από μία εσωτερική μπαταρία λιθίου 3.6 Volt μέγεθος AA, που καλύπτεται από εγγύηση 20 ετών. Αυτό έχει επιτευχθεί διότι, το πακέτο δεδομένων έχει

συμπιεστεί ώστε, να περιλαμβάνει μόνο τις πιο σημαντικές ενδείξεις του μετρητή. Επίσης, έχει μια μόνιμη μνήμη (EEPROM), στην οποία αποθηκεύονται οι τιμές των δεδομένων που καταγράφονται για 460 μέρες. Επίσης, είναι “εφοδιασμένος” με ένα οπτικό μάτι το οποίο, καθιστά δυνατή την ανάγνωση των αποθηκευμένων δεδομένων κατανάλωσης και σειριακή θύρα (RS-232) για σύνδεση με PC.

Ένας υπερηχητικός μετρητής νερού, αποτελείται από δύο μέρη:

- Ένα μέρος της ροής με υπερήχους πομπούς
- Ένας υπολογιστής που περιέχει όλα τα ηλεκτρονικά και την επικοινωνία

Σε ένα μετρητή MULTICAL 21, τα δύο μέρη κατασκευάζονται μαζί, ώστε να πάρει ένα συμπαγή σχεδιασμό και μια καλή προστασία, η οποία προστατεύει τα ηλεκτρονικά μέρη από την υγρασία και αποτρέπει την συμπύκνωση του νερού μεταξύ του γυαλιού και της οθόνης. Η αριθμομηχανή, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονικών και της επικοινωνίας, λειτουργεί ως ένας μικρός υπολογιστής με μνήμη και μετάδοση, καθώς ο υδρομετρητής είναι ηλεκτρονικός και είναι δυνατόν να καταχωρίζονται πολλά περισσότερα από την κατανάλωση νερού. Ακόμα, είναι δυνατόν να παρακολουθούνται οι πιθανές κατεστραμμένες σωλήνες του δικτύου, από τυχόν διαρροές ή εκρήξεις(σπάσιμο σωλήνα).

Στο κομμάτι της επικοινωνίας, ο έξυπνος μετρητής MULTICAL 21, έρχεται με την πιο πρόσφατη ασύρματη τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένης της ενσωματωμένης ασύρματης επικοινωνίας δεδομένων για το Wireless M-Bus, για να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς για έξυπνη μέτρηση.

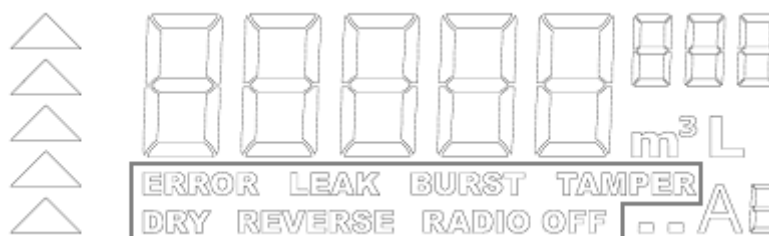
Η ασύρματη ραδιοεπικοινωνία επιτρέπει την απομακρυσμένη ανάγνωση και το ενσωματωμένο ραδιόφωνο, μπορεί να ρυθμιστεί και για τις δύο «drive-by» και την ανάγνωση σε «Σταθερό δίκτυο» - π.χ. Kamstrup radiolink δίκτυο.

Ο μετρητής έχει μια ισχυρή κεραία συχνότητας (915MHz), που μεταδίδει ένα ραδιοφωνικό σήμα υψηλής ισχύος με έξυπνο σύστημα κωδικοποίησης στο δίκτυο, το οποίο παρέχει ένα σήμα μεγάλου βεληνεκούς και μπορεί ως εκ τούτου, να γίνει η ανάγνωση από μεγάλη απόσταση με «drive-by».

Η συνδεσμολογία του μετρητή με το δίκτυο, θα πρέπει σαφέστατα να έχει γίνει με το σωστό τρόπο έτσι ώστε, να εξασφαλίσουμε τη κατάλληλη στεγανοποίηση, γι' αυτό οι φλάντζες θα πρέπει να είναι καινούργιες και ο μετρητής να βρίσκεται σε ευθεία θέση με τις σωλήνες. Αξίζει να σημειωθεί ότι, ο μετρητής μπορεί να τοποθετηθεί σε οριζόντια ή κάθετη θέση πάντα με τη σωστή φορά του βέλους.

Η οθόνη είναι ειδικά σχεδιασμένη με μεγάλη διάρκεια ζωής και έχει έντονη αντίθεση σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών. Στην οθόνη επίσης, αναγράφεται η λήξη χρόνου της μπαταρίας, το μέγεθος μετρητή, η πίεση και προστασία, ο serial number του μετρητή, ο αριθμός έγκρισης τύπου, η ένδειξη ροής και το έτος κατασκευής.

Στη συνέχεια ακολουθεί η παρακάτω εικόνα, στην οποία θα δούμε κάποιες ενδείξεις που αναγράφει:



Εικ. 3.29: Ενδείξεις οθόνης έξυπνου μετρητή

Οι ενδείξεις που αναγράφονται στην οθόνη είναι οι εξής:

ERROR – Η ένδειξη σφάλμα ενεργοποιείται στην οθόνη, όταν υπάρχει κάποιο σφάλμα.

LEAK – Η ένδειξη LEAK ενεργοποιείται στην οθόνη, όταν υπάρχει διαρροή στο δίκτυο. Για παράδειγμα, αν ο μετρητής δεν σταματήσει να μετράει για τουλάχιστον 1 ώρα, τότε σημαίνει πως υπάρχει διαρροή στο δίκτυο.

Υπάρχουν βέβαια, για την επιτήρηση διαρροής, 4 διαφορετικές επιλογές που μπορεί να επιλέξει ο πελάτης κατά την παραγγελία, οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 10: Σταθερή ελάχιστη διαρροή ενεργοποίησης συναγερμού

N = Σταθερή ελάχιστη διαρροή ενεργοποίησης συναγερμού	
0	OFF
1	Συνεχής ροή > 0,5% της Q3 (παροχής)
2	Συνεχής ροή > 1% της Q3 (παροχής)
3	Συνεχής ροή > 2% της Q3 (παροχής)

BURST – Η ένδειξη BURST ενεργοποιείται στην οθόνη, όταν η ροή υπερβεί μια ορισμένη τιμή για συνεχές χρονικό διάστημα 30 λεπτών. Αυτό, μπορεί να είναι ένα σημάδι κάποιου σπασίματος στην εγκατάσταση του δικτύου και απαιτεί άμεση επέμβαση.

Υπάρχουν βέβαια, για την επιτήρηση σπασίματος, 4 διαφορετικές επιλογές που μπορεί να επιλέξει ο πελάτης κατά την παραγγελία, οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 11: Επιτήρηση σπασίματος

P = Επιτήρηση σπασίματος	
0	OFF
1	Ροή > 5% της Q3 για 30 λεπτά
2	Ροή > 10% της Q3 για 30 λεπτά
3	Ροή > 20% της Q3 για 30 λεπτά

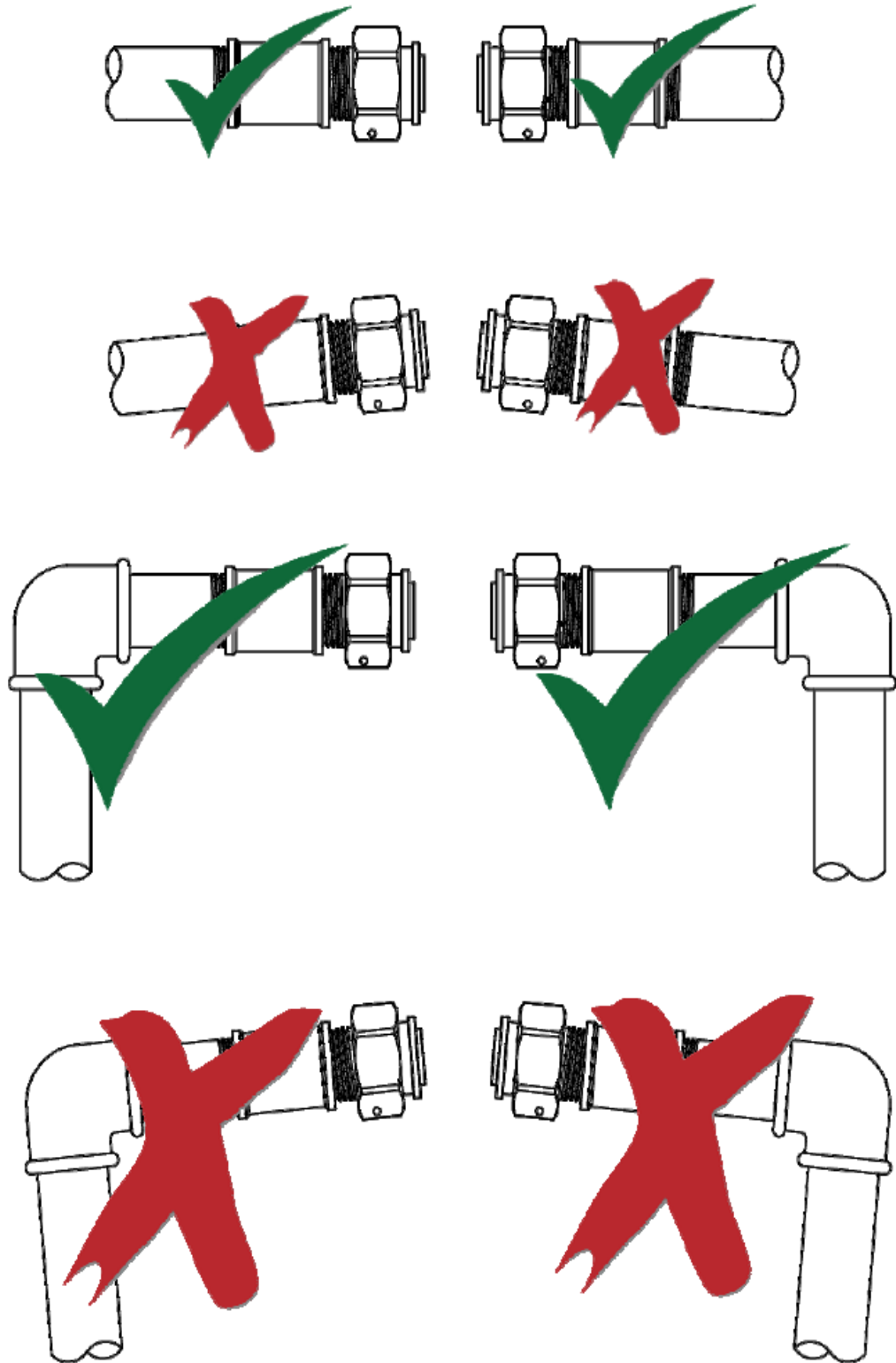
TAMPER – Η ένδειξη TAMPER ενεργοποιείται στην οθόνη, όταν ο μετρητής έχει εκτεθεί σε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, δηλαδή μια προσπάθεια υποκλοπής. Αυτό σημαίνει ότι, ο μετρητής δεν είναι πλέον έγκυρος για τους σκοπούς χρέωσης. Αν λοιπόν, η ένδειξη TAMPER είναι ενεργή, τότε οι πληροφορίες μπορούν να αναγνωσθούν, μέσω του ασύρματου σήματος M-Bus.

DRY – Η ένδειξη DRY ενεργοποιείται στην οθόνη, όταν υπάρχει αέρας στο εσωτερικό του μετρητή. Με λίγα λόγια, όταν υπάρχει αέρας, ο μετρητής δεν μπορεί να μετρήσει. Η συγκεκριμένη ένδειξη ενεργοποιείται, αφού ο μετρητής έχει κάνει 8 διαδοχικές μετρήσεις κ' έχουν δείξει ότι, υπάρχει αέρας στον μετρητή. Η ένδειξη σβήνει από την οθόνη, μετά από μία μέτρηση χωρίς να υπάρχει αέρας στον μετρητή.

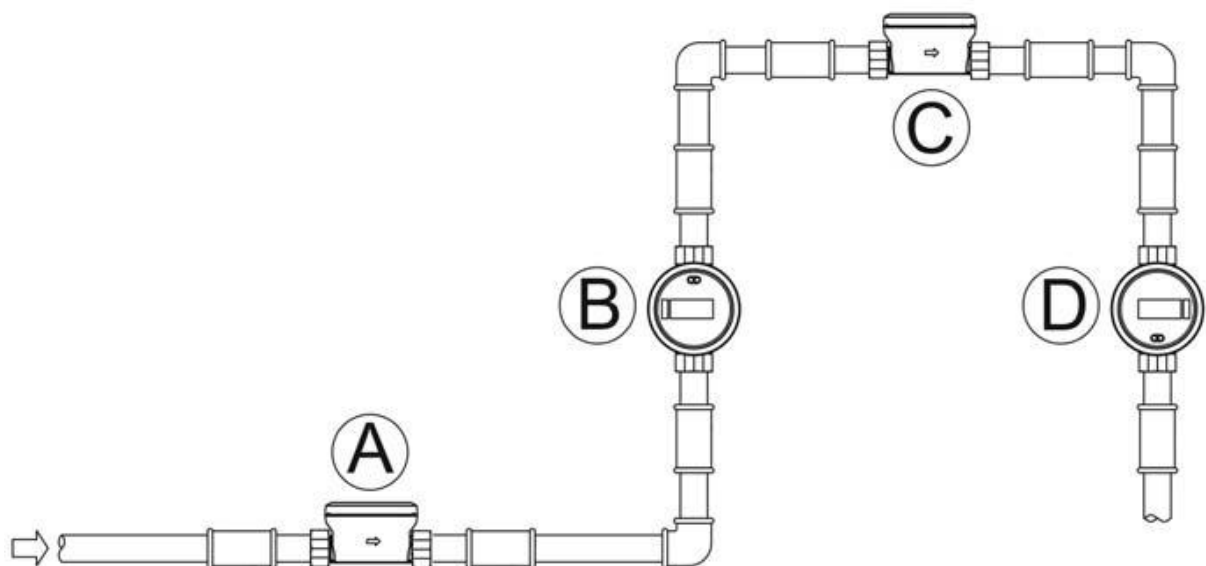
REVERSE – Η ένδειξη REVERSE ενεργοποιείται στην οθόνη, όταν το νερό στον μετρητή ρέει προς την αντίθετη κατεύθυνση, σε μία ροή που υπερβαίνει: $0,01 \times Q3$ για 10 συνεχή λεπτά. Η ένδειξη σβήνει όταν το νερό μέσα στον μετρητή, ρέει προς τη σωστή κατεύθυνση και αφού πρώτα έχουν περάσει 64".

RADIO OFF – Η ένδειξη RADIO OFF ενεργοποιείται στην οθόνη, όταν ο μετρητής είναι ακόμα στη λειτουργία μεταφοράς, και ειδοποιεί πως ο ενσωματωμένος ράδιο-πομπός είναι απενεργοποιημένος.

Παρακάτω ακολουθούν μερικές εικόνες με λεπτομέρειες, συνδεσμολογίας μετρητή:



Εικ. 3.30: Η συγκεκριμένη εικόνα εξηγεί πως, ο μετρητής δεν θα πρέπει να συνδεθεί με κλίση στις σωληνώσεις παρά μόνο να υπάρχει ο κατάλληλος ευθαιασμός



Εικ. 3.31: Υπόδειξη τοποθέτησης μετρητή (Ο μετρητής μπορεί να συνδεθεί στη θέση A,B και D με τη διαφορά ότι, στην D θα φαίνεται ανάποδα. Με την τοποθέτηση στη θέση C, υπάρχει πιθανότητα ο μετρητής να γεμίσει με αέρα με αποτέλεσμα να μη μετράει σωστά.)

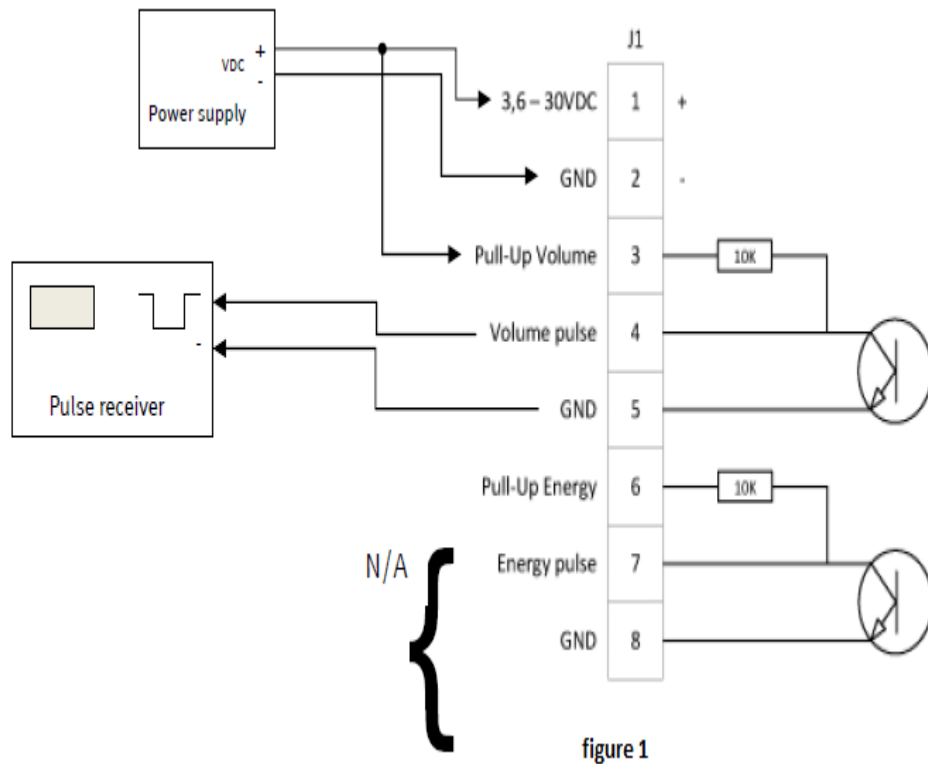


figure 1

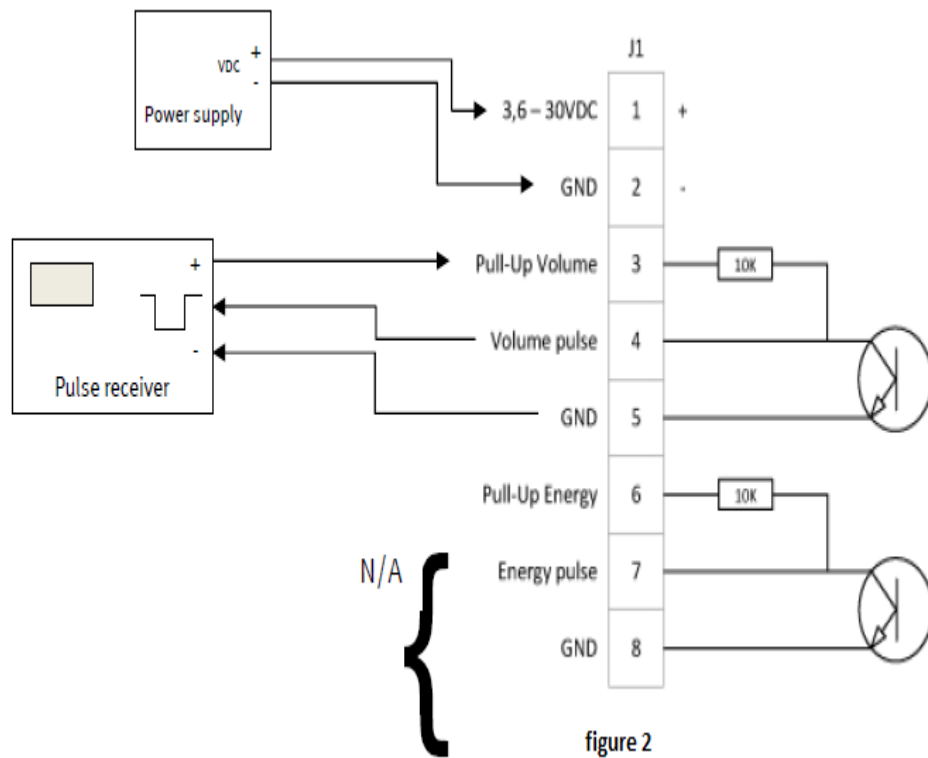


figure 2

Εικ. 3.32: Απεικόνιση συνδεσμολογίας του μετρητή

Ο μετρητής MULTICAL 21, έχει κατασκευαστεί με σκοπό την γρήγορη και απλή εγκατάσταση, καθώς και την μακροχρόνια και αξιόπιστη λειτουργία του. Σε περίπτωση όμως, που εμφανιστεί κάποιο λειτουργικό πρόβλημα-σφάλμα με το μετρητή, ο παρακάτω πίνακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση προβλημάτων.

Πίνακας 12: Πίνακας αντιμετώπισης προβλημάτων

<u>Σφάλμα</u>	<u>Πιθανή αιτία</u>	<u>Επιδιόρθωση/Αποκατάσταση</u>
Η οθόνη είναι σβηστή	Αντικατάσταση μπαταρίας	Στείλτε τον μετρητή στην Kamstrup
Η ένδειξη DRY αναβοσβήνει στην οθόνη	Ο μετρητής δεν είναι γεμάτος νερό	Εξαέρωση μετρητή. Η ένδειξη θα σβήσει από την οθόνη μόλις ο μετρητής γεμίσει με νερό
Η ένδειξη RADIO OFF αναβοσβήνει στην οθόνη	Ο μετρητής είναι ακόμα στη λειτουργία μεταφοράς, με το ενσωματωμένο ράδιο-πομπό απενεργοποιημένο	Η ένδειξη θα σβήσει μόλις ο μετρητής μετρήσει 1 λίτρο νερό
Η ένδειξη REVERSE αναβοσβήνει στην οθόνη	Ο μετρητής είναι τοποθετημένος με την ροή νερού, προς τη λάθος κατεύθυνση	Τοποθετήστε τον μετρητή με την σωστή φορά του βέλους

Απαιτήσεις λογισμικού

- Το ελάχιστο, Windows XP SP3, Vista ή Windows 7 (32 και 64bit) ή νεότερη έκδοση, καθώς και τον Windows Internet Explorer 5.01.
- Pentium 4 ή ισοδύναμο
- 2GB RAM
- 10GB ελεύθερο χώρο σε HD
- Ανάλυση οθόνης 1024 x 768
- USB και CD-ROM

Επίσης, απαιτείται εγκατεστημένος εκτυπωτής.

Το κόστος αγοράς για το συγκεκριμένο υδρομετρητή ανέρχεται, στα 260€ περίπου.

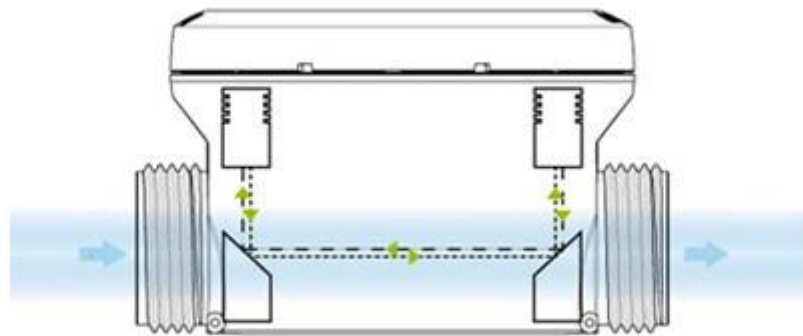
3.7.8. Έξυπνος μετρητής Kamstrup flowIQ 3100

Ο μετρητής flowIQ 3100 της εταιρίας Kamstrup, βασίζεται στη τεχνολογία υπερήχων μέτρησης. Η συγκεκριμένη εταιρεία, έχει πάνω από 20 χρόνια εμπειρίας στη μέτρηση της ροής μετρητών, η οποία έχει αποδειχθεί ότι, είναι η πιο αξιόπιστη και μακροπρόθεσμη και σταθερή τεχνολογία. Δεν υπάρχει άλλη τεχνολογία μέτρησης να επιτυγχάνει την ίδια ακρίβεια.



Εικ. 3.33: Μετρητής flowIQ 3100 της εταιρίας Kamstrup

Όσον αφορά τη λειτουργία του, δύο μετατροπείς υπερήχων χρησιμοποιούνται για την αποστολή σημάτων υπερήχων και κατά τη ροή, αντίστοιχα. Το υπερηχητικό σήμα που τρέχει με τη ροή, φτάνει στον αντίθετο μετατροπέα πριν το σήμα τρέξει προς την αντίθετη κατεύθυνση, και η διαφορά χρόνου μεταξύ της λήψης των δύο σημάτων μετατρέπεται σε ταχύτητα ροής και ως εκ τούτου σε όγκο.



Εικ. 3.34: Απεικόνιση ροής του μετρητή

Το περίβλημα του μετρητή, είναι μία ερμητικά κλειστή σφραγισμένη κατασκευή, η οποία προστατεύει τα ηλεκτρονικά μέρη από την υγρασία και αποτρέπει την συμπύκνωση του νερού μεταξύ του γυαλιού και την μεγάλη οθόνη.

Επιπλέον, ο μετρητής flowIQ, δεν έχει κινητά μέρη γεγονός που καθιστά τον μετρητή, ανθεκτικό στη φθορά και τις ακαθαρσίες από το νερό. Άλλο ένα που πρέπει να αναφερθεί, είναι ότι διατηρεί την ακρίβεια ακόμα και μετά από αρκετά χρόνια χρήσης.

Ο έξυπνος μετρητής νερού τροφοδοτείται από μία εσωτερική μπαταρία λιθίου 3.6 Volt μέγεθος AA, που καλύπτεται από εγγύηση 20 ετών.

Ένας υπερηχητικός μετρητής νερού, αποτελείται από δύο μέρη:

- Ένα μέρος της ροής με υπερήχους πομπούς
- Ένας υπολογιστής που περιέχει όλα τα ηλεκτρονικά και την επικοινωνία

Σε ένα μετρητή flowIQ, τα δύο μέρη κατασκευάζονται μαζί, ώστε να πάρει ένα συμπαγή σχεδιασμό και μια καλή προστασία. Η αριθμομηχανή, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονικών και της επικοινωνίας, λειτουργεί ως ένας μικρός υπολογιστής με μνήμη και μετάδοση, καθώς ο υδρομετρητής είναι ηλεκτρονικός και είναι δυνατόν να καταχωρίζονται πολύ περισσότερα από την κατανάλωση νερού.

Στο κομμάτι της επικοινωνίας, ο έξυπνος μετρητής flowIQ 3100, έρχεται με την πιο πρόσφατη ασύρματη τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένης της ενσωματωμένης ασύρματης επικοινωνίας δεδομένων για το Wireless M-Bus, για να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς για έξυπνη μέτρηση.

Η ασύρματη ραδιοεπικοινωνία επιτρέπει την απομακρυσμένη ανάγνωση και το ενσωματωμένο ραδιόφωνο, μπορεί να ρυθμιστεί και για τις δύο «drive-by» και την ανάγνωση σε «Σταθερό δίκτυο» - π.χ. Kamstrup radiolink δίκτυο.

Ο μετρητής έχει μια ισχυρή κεραία (915MHz), που μεταδίδει ένα ραδιοφωνικό σήμα υψηλής ισχύος με έξυπνο σύστημα κωδικοποίησης στο δίκτυο, το οποίο παρέχει ένα σήμα μεγάλου βεληνεκού και μπορεί ως εκ τούτου, να γίνει η ανάγνωση από μεγάλη απόσταση με «drive-by».

3.7.9. Έξυπνος μετρητής της Sensus Metering Systems^{xxxxv}

Ένα άλλο παράδειγμα έξυπνου υδρομετρητή, είναι ο υδρομετρητής Sensus iPERL της εταιρείας Sensus Metering Systems, η οποία κυριαρχεί στον χώρο των συστημάτων μέτρησης νερού και χαίρει αξιοσημείωτης επιτυχίας σε παγκόσμιο επίπεδο, με τις λύσεις της να έχουν κερδίσει την εμπιστοσύνη πολλών υπηρεσιών ύδρευσης ανά τον κόσμο. Με πάνω από δύο εκατομμύρια εγκατεστημένους έξυπνους μετρητές iPERL, από την ημέρα κυκλοφορίας του προϊόντος στην αγορά, η Sensus αποτελεί πρωτοπόρο στην παροχή αξιόπιστων λύσεων για μετρήσεις και άλλες εφαρμογές διαχείρισης νερού.

Ο υδρομετρητής Sensus iPERL, είναι ένας υψηλής επίδοσης έξυπνος μετρητής χωρίς κινητά μέρη, ο οποίος όταν συνδυαστεί με μία αμφίδρομη επικοινωνία, αποτελεί το θεμέλιο ενός έξυπνου δικτύου νερού (AMI). Ο έξυπνος υδρομετρητής (smart water meter) iPERL της Sensus προσφέρει απaráμιλλη ακρίβεια μέτρησης καθ' όλη την 15ετή διάρκεια ζωής του, χωρίς να χάσει ποτέ τα μετρολογικά του χαρακτηριστικά.

Το iPERL, χρησιμοποιεί προηγμένη τεχνολογία, η οποία προσφέρει απaráμιλλη ακρίβεια σε χαμηλές παροχές και ανθεκτικότητα σε υψηλές. Το iPERL, καθιστά δυνατή την ακριβή καταγραφή του νερού, το οποίο μέχρι πρότινος διερχόταν χωρίς να μετράται από τους κοινούς συμβατικούς μηχανικούς υδρομετρητές. Χάρη στο επίπεδο ακριβείας του, εντοπίζονται διαρροές, αντίστροφη και μηδενική παροχή, αλλοιώσεις λόγω κακόβουλης ή μη παρέμβαση, θραύσεις αγωγών, κατάσταση μπαταρίας και πολλές άλλες παράμετροι. Έτσι, επιτυγχάνεται καλύτερη εξυπηρέτηση και ικανοποίηση των καταναλωτών, ενώ μειώνεται το ατιμολόγητο νερό λόγω της υψηλής του ακριβείας.

Όσον αφορά τη τεχνολογία του iPERL, η χρήση της τεχνολογίας του παραμένουτος μαγνητικού πεδίου που χρησιμοποιεί το iPERL, συνδυασμένη με την μαγνητική μετρητική τεχνολογία, απαιτεί πολύ λιγότερη ενέργεια από τους τυπικούς ηλεκτρομαγνητικούς μετρητές και είναι δυνατόν η μπαταρία να έχει αναμενόμενη διάρκεια ζωής έως και 20 έτη, προσφέροντας πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια, ακόμα και σε διακεκομμένες ή πολύ χαμηλές παροχές.

Η τεχνολογία του παραμένουτος μαγνητικού πεδίου, μεταφέρει έναν παλμό ρεύματος σε ένα πηνίο προκειμένου να μαγνητίσει ένα μικρό τμήμα ενός μαγνητικού υλικού. Το μαγνητικό υλικό διατηρεί την ισχύ του μαγνητικού του πεδίου, χωρίς να απαιτείται συνεχής κατανάλωση της μπαταρίας και διατηρεί

χαμηλό τον ηλεκτρικό θόρυβο, επιτρέποντας έτσι την ακριβή μέτρηση ακόμα των χαμηλότερων παροχών, αφού η μέτρηση είναι συνεχείς και όχι δειγματοληπτική σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

Συγκριτικά με τους πιο προηγμένους μηχανικούς μετρητές, οι υδρομετρητές iPERL, μπορούν να καταγράψουν μέχρι και 20% χαμηλότερη κατανάλωση. Είναι επίσης, κατασκευασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε, να ανταποκρίνονται άριστα σε υψηλές παροχές διατηρώντας ταυτόχρονα την μετρητική τους ακρίβεια, καθιστώντας δυνατή την καταγραφή του 100% του εύρους τιμών παροχής νερού. Οι υδρομετρητές iPERL δεν έχουν κανένα κινητό μέρος, εκμηδενίζοντας την φθορά που μπορεί να υποστούν ή την μείωση της ακρίβειας τους στο πέρασμα του χρόνου.

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του iPERL, εξασφαλίζουν αντοχή και σταθερότητα σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιούν την τυρβώδη ροή κατά την είσοδο του νερού στον μετρητή.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του υδρομετρητή iPERL είναι ότι, δεν επηρεάζει σχεδόν καθόλου την πίεση του νερού, λόγω της ελάχιστης αντίστασης που δημιουργείται μέσα στον μετρητή, με αποτέλεσμα η πτώση πίεσης εντός του μετρητή να είναι μικρότερη κατά 40 με 50% συγκριτικά με τους συνηθισμένους μετρητές.

Εκτός των μετρολογικών χαρακτηριστικών του, ο έξυπνος υδρομετρητής iPERL προσφέρει ενσωματωμένο σύστημα επικοινωνίας για την άμεση ένταξη του σε σύστημα αυτόματης ασύρματης καταμέτρησης υδρομετρητών (AMR), χωρίς να απαιτείται η εγκατάσταση πρόσθετης διάταξης. Το ενσωματωμένο καταγραφικό τιμών με ρολόι πραγματικού χρόνου(RTC), που βρίσκεται εντός του υδρομετρητή μπορεί να καταγράφει και να αποθηκεύει με ακρίβεια τιμές παροχές, αντίστροφης παροχής, διαρροών, θραύσεων, επικοινωνίας, παραβιάσεις, κενού αγωγού κ.α. για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς να απαιτείται η εγκατάσταση καταγραφικού. Η επικοινωνία για την λήψη και τον προγραμματισμό του υδρομετρητή, γίνεται ασύρματα χρησιμοποιώντας ένα φορητό υπολογιστή, χωρίς την χρήση καλωδίων, ή μέσω ενός σταθερού δικτύου επικοινωνίας (fixed network), όταν αυτό είναι διαθέσιμο.

Επιπρόσθετο πλεονέκτημα του υδρομετρητή iPERL, είναι η διατήρηση των μετρολογικών χαρακτηριστικών του και εκκίνηση καταγραφής σε παροχή μικρότερη από 2 λίτρα την ώρα, ακόμα και στις περιπτώσεις αντίστροφης παροχής.

Το συμπέρασμα που βγαίνει είναι ότι, οι υδρομετρητές iPERL της Sensus μπορούν να βοηθήσουν τόσο τις υπηρεσίες ύδρευσης-άρδευσης, όσο και τους καταναλωτές.

Τέλος, το iPERL βελτιώνει την απόδοση του δικτύου ύδρευσης-άρδευσης και την αξιοπιστία του, παρέχει έγκαιρη ενημέρωση και μεγάλο όγκο χρήσιμων πληροφοριών, ενημερώνει για διαρροές ακόμα και σε περιπτώσεις που ο καταναλωτής δεν τις έχει αντιληφθεί και συμβάλλει σε πιο χαμηλή, δίκαιη και αντικειμενική τιμολόγηση των καταναλωτών.

3.7.10. Ensemble μετρητής νερού



Εικ. 3.35: Ensemble μετρητής νερού

Ένας καινοτόμος και χρήσιμος τρόπος γραφικής παρουσίασης της άμεσης κατανάλωσης νερού, ο οποίος δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα της βέλτιστης διαχείρισης. Κατάλληλος για τα περισσότερα οικιακά και βιομηχανικά κτίρια (αναλόγως τον μετρητή νερού). Καταγράφει την κατανάλωση νερού με στρογγυλοποίηση λίτρου, ως και 1 εκ. λίτρα/μήνα. Βοηθάει τους χρήστες να κάνουν παρεμβατικές ενέργειες, με σκοπό τη μείωση των λογαριασμών νερού. Η συσκευή προβολής, με τον μοντέρνο και κομψό σχεδιασμό, προβάλλει άμεσες, δυναμικές και κατανοητές πληροφορίες, οι οποίες μεταδίδονται ασύρματα από τον μετρητή νερού. Με τους περισσότερους μετρητές σε δυσπρόσιτα σημεία, ο μετρητής Ensemble Water είναι ο μοναδικός που μετατρέπει τη μέτρηση της κατανάλωσης νερού σε μια απλή διαδικασία. Οι έγχρωμες ενδείξεις, εκπαιδεύουν τους χρήστες όλων των ηλικιών και τους καθοδηγούν σε μια έξυπνη διαχείριση του νερού που σπαταλάνε.

Τα οφέλη του συγκεκριμένου μετρητή είναι:

- Εμφανίζει τη στιγμιαία και ιστορική κατανάλωση νερού σε λίτρα και κόστος
- Προβάλλει την χρήση σε σχέση με τον προϋπολογισμό, με ένα έγχρωμο ψάρι που υποδεικνύει τη σωστή ή όχι χρήση. Ρυθμίζεται εποχιακά.
- Εμφανίζει ένα προειδοποιητικό μήνυμα αν υπάρχει διαρροή ή πρόβλημα παροχής λόγω περιορισμένης ροής.
- Τα σύμβολα της βρύσης και των σταγόνων δείχνουν την στιγμιαία ροή νερού σε πραγματικό χρόνο.

- Καταγράφει την κατανάλωση ζεστού και κρύου νερού, αν υπάρχουν διαφορετικοί μετρητές.
- Κάνει την μέτρηση της κατανάλωσης νερού ευκολότερη, αφού δεν είναι απαραίτητη η πρόσβαση στο μετρητή νερού.
- Το κουμπί χρονομέτρου, δίνει τη δυνατότητα να υπολογιστεί η κατανάλωση και το κόστος για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Η κατανάλωση νερού εμφανίζεται σε μονάδες κόστους m³ ή λίτρα
- Τα δεδομένα κατανάλωσης περιλαμβάνουν:
 - Κατανάλωση νερού σε πραγματικό χρόνο
 - Παρακολούθηση προκαθορισμένου στόχου
 - Καταγραφή ημερήσιου στόχου εξόδων
- Ιστορικά δεδομένα: ημέρα, βδομάδα, μήνας
- Δυνατότητα τοποθέτησης εταιρικού λογότυπου
- 868MHz (Wireless M-Bus) ασύρματη επικοινωνία που λειτουργεί με μετρητές νερού τύπου Kamstrup
- Οπτική προειδοποίηση θραύσης σωληνώσεων, διαρροής, άδειας σωλήνας ή αντίστροφης ροής
- Τοποθέτηση σε οριζόντια επιφάνεια ή σε τοίχο
- Συσκευασία διαστάσεων letter, για εύκολη αποστολή
- Διαστάσεις: 145 X 75 X 35mm
- Οθόνη: PMVA φωτιζόμενη
- Υλικό οθόνης: πλέξιγκλας ή αντίστοιχο 4 χρωμάτων
- Κατανάλωση < 1,0Watt
- Τροφοδοσία: Υποδοχή DC: 230 Vac ονομαστική 50Hz για πρίζες EU/UK Barrel-type
- Ασύρματη σύνδεση: 868MHz
- Αποθήκευση δεδομένων: 2 μήνες αποθήκευση δεδομένων με βήμα ανάλυσης ανά 15 λεπτά
- Ρυθμός Ανανέωσης: Ελάχιστο 12,5 δευτερόλεπτα
- Προστασία IP: IP 20
- Διάρκεια Ζωής: 10 έτη
- Θερμοκρασία Λειτουργίας: 0 έως +40°C
- Αποθήκευση: -25 έως +50°C

3.7.11. Σύγκριση τεχνολογιών Έξυπνων μετρητών

Παρακάτω, αναφέρονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των τεχνολογιών μέτρησης, που χρησιμοποιούν οι μετρητές υπερήχων, οι μετρητές ταλαντευόμενου πεδίου και οι ηλεκτρομαγνητικοί μετρητές, οι οποίοι μαζί με τους μετρητές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία παραμένουστος μαγνητικού πεδίου, συνιστούν την κατηγορία των έξυπνων μετρητών (smart meters).

Πίνακας 13: Σύγκριση τεχνολογιών Έξυπνων μετρητών

Τύπος μετρητή	Τρόπος λειτουργίας	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Μετρητές υπερήχων	Οι μετρητές υπερήχων χρησιμοποιούν έναν αισθητήρα υπερήχων για να στείλουν ηχητικά κύματα ανοδικά και καθοδικά στην διέλευση του νερού. Η διαφορά του χρόνου	Δεν υπάρχει κάποια διάταξη η οποία να παρεμβάλλεται στο νερό και έτσι δεν μειώνεται η ακρίβεια του οργάνου με το πέρασμα του χρόνου	Οι μετρητές υπερήχων απαιτούν ήχο για να λειτουργήσουν και ο ήχος απαιτεί ενέργεια για να δημιουργηθεί. Η υψηλή συχνότητα δειγματοληψίας που απαιτείται για υψηλή

	εκπομπής/λήψης, προσδιορίζει την ταχύτητα του νερού, η οποία στη συνέχεια μεταφράζεται σε όγκο διερχόμενου νερού		ακρίβεια (σχεδόν συνεχής δειγματοληψία) συνεπάγεται μία μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Για να εξοικονομηθεί ενέργεια και να προστατευτεί η διάρκεια ζωής της μπαταρίας, μπορεί να μειωθεί η συχνότητα δειγματοληψίας και αυτές να υπολογιστούν ως μέσος όρος. Η διαδικασία όμως αυτή, μειώνει την ακρίβεια του μετρητή ειδικά στις χαμηλές παροχές
Μετρητές ταλαντευόμενου πεδίου	Οι μετρητές ταλαντευόμενου πεδίου, μετρούν την συχνότητα με την οποία το νερό το οποίο εισέρχεται στον μετρητή προσάπτεται πρώτα στο ένα από τα δύο αποκλίνοντα πλαϊνά τοιχώματα και έπειτα στο άλλο. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στο φαινόμενο Coanda, δηλαδή της τάσης ενός ρευστού να προσάπτεται σε μια κοντινή επιφάνεια	Καταγράφεται μόνο η παροχή του νερού, οπότε ο υδρομετρητής δεν επηρεάζεται από την παρουσία αέρα στο σύστημα ύδρευσης. Ο υδρομετρητής επίσης δεν φέρει κινητά μέρη για την καταγραφή της παροχής	Οι υδρομετρητές αυτού του τύπου, εμφανίζουν σημαντική υστέρηση στις μετρήσεις χαμηλών παροχών λόγω της ανάγκης ύπαρξης ελάχιστης τιμής παροχής, ανάλογα με την διάμετρο του αγωγού, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί η αρχή λειτουργίας.
Ηλεκτρομαγνητικοί μετρητές	Οι ηλεκτρομαγνητικοί μετρητές βασίζονται στον νόμο της επαγωγής του Faraday. Μια ηλεκτρική τάση δημιουργείται, όταν το αγώγιμο ρευστό διέρχεται μέσα από ένα μαγνητικό πεδίο. Όσο πιο γρήγορα διέρχεται το νερό, τόσο μεγαλύτερη τάση ρεύματος εμφανίζεται και καταμετράται. Η τάση είναι γραμμικά ανάλογη με την ταχύτητα. Όσο	Ο μετρητής δεν φέρει κανένα μηχανικό μετρητικό στοιχείο εντός του θαλάμου διερχόμενης παροχής, έτσι δεν υπάρχει μείωση στην ακρίβεια της μέτρησης με το πέρασμα του χρόνου. Η μετρητική απόδοση παραμένει σταθερά γραμμική για όλο το φάσμα των τιμών της παροχής	Στους τυπικούς ηλεκτρομαγνητικούς μετρητές, για να δημιουργηθεί ένα μαγνητικό πεδίο και να διατηρηθεί το σωστό ηλεκτρομαγνητικό περιβάλλον ώστε να λαμβάνονται ακριβείς ενδείξεις, απαιτείται ένα ελεγχόμενο μαγνητικό πεδίο, επομένως και σημαντική ποσότητα ενέργειας, η οποία μειώνει τον χρόνο ζωής της μπαταρίας

	αυξάνεται η ταχύτητα του νερού, αυξάνεται η τάση και αντιστοίχως αυξάνεται ο μετρούμενος όγκος νερού		
--	--	--	--

Βλέπουμε λοιπόν, πως οι έξυπνοι μετρητές μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της σπατάλης(υπερκατανάλωση). Το θέμα είναι ότι, το αρχικό κόστος για την εγκατάστασή τους, είναι αρκετά υψηλό για να δικαιολογήσει τα χρήματα που εξοικονομήθηκαν από την παλιμοδίτικη(παραδοσιακή) μέθοδο.

4. Η μελέτη περίπτωσης στο Φράγμα Μπραμιανών

4.1. Φράγμα περιοχής Ιεράπετρας - Φράγμα Μπραμιανών

Το νερό ανέκαθεν υπήρξε βασική υποδομή για την ανάπτυξη της ελληνικής γεωργίας αφού είναι το πολυτιμότερο αγαθό. Η διαχείριση των υδατικών πόρων στον αγροτικό τομέα αποτελεί πολυσύνθετη δραστηριότητα που αφορά αφενός μέτρα και πολιτικές που στοχεύουν στη βιώσιμη ανάπτυξη με ορθολογική χρήση των πόρων και αφετέρου μελέτες και έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων, τα οποία αποτελούν βάθρο κάθε επιχειρούμενης αναδιάρθρωσης μεγάλης εμβέλειας. Μια ξηροθερμική περιοχή, όπως είναι αυτή της Ιεράπετρας η οποία έχει ως βασικό εισόδημα τη γεωργία, τα τελευταία χρόνια αντιμετωπίζει προβλήματα λειψυδρίας, μιας και οι βροχοπτώσεις έχουν μειωθεί και το νερό έχει καταλήξει πλέον να είναι υψίστης ζωτικής σημασίας, για τη συγκεκριμένη περιοχή. Το 1986 κατασκευάστηκε η τεχνητή λίμνη Μπραμιανών (ή Φράγμα Μπραμιανών), για να καλύψει τις ανάγκες άρδευσης, των καλλιεργούμενων στρεμμάτων (κυρίως σε θερμοκήπια) της ευρύτερης περιοχής της Ιεράπετρας. Όπως, πολλοί έχουν πει, το Φράγμα είναι έργο ζωής για τον διψασμένο κάμπο της ξηροθερμικής Ιεράπετρας. Να σημειωθεί ότι η Ιεράπετρα έχει χαρακτηριστεί, ως η πόλη του ήλιου καθώς υπάρχει ηλιοφάνεια περίπου 340 μέρες το χρόνο και αυτός είναι ο κύριος λόγος που υπάρχει τόσο μεγάλη ανάπτυξη των θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Η τεχνητή λίμνη βρίσκεται βορειοδυτικά της πόλης της Ιεράπετρας, σε απόσταση 5χλμ στον δρόμο προς το χωριό Καλαμαύκα. Έχει συνολική επιφάνεια 1.050 στρεμμάτων, η χωρητικότητά της σε νερό είναι 16.000.000m³ και βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο των +85m. Το Φράγμα Μπραμιανών “διαθέτει” έξι αντλιοστάσια με συνολική ισχύ ίση με 3.485kW ή 3,485MW. Το σύνολο της έκτασης είναι 1.350 στρέμματα και ανήκει στο Δημόσιο, ενώ η εκμετάλλευση και η διαχείριση του υδάτινου δυναμικού, γίνεται από τον ΤΟΕΒ Ιεράπετρας.^{xxxvi}



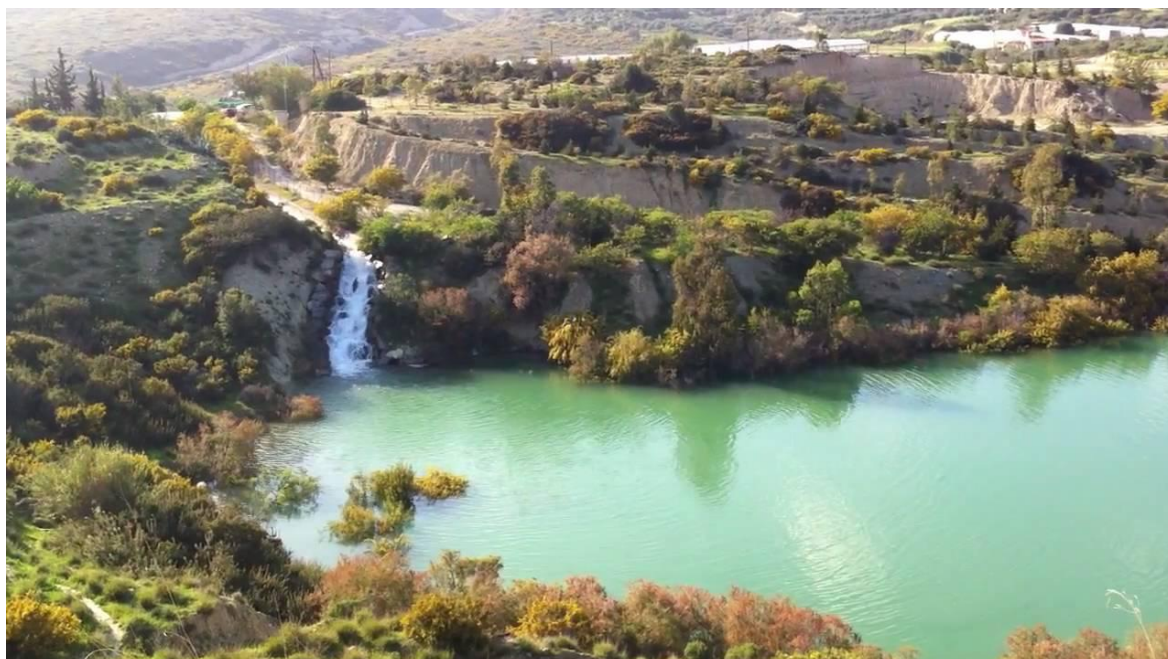
Εικ. 4.1: Φράγμα Μπραμιανών – Στο βάθος η πόλη της Ιεράπετρας^{xxxvii}

Το Φράγμα εμπλουτίζεται, κυρίως από τις πηγές στο Κεφαλοβρύσι Καλαμαύκας, από τον ποταμό Κρυγιό που έρχεται από το Σελάκανο και τις Μάλλες, από τις πηγές της Μαλαύρας Καβουσίου αλλά και από τις πηγές στο Φαράγγι του Κόρακα Μεσελέρων.

Γύρω από τον υγρότοπο υπάρχουν πεύκα, κυπαρίσσια, λεύκες, πλατάνια και αρμυρίκια. Βρίσκεται σε εξαιρετική για τα μεταναστευτικά πουλιά θέση και λειτουργεί ως ένας από τους σημαντικότερους υγρότοπους, στη Νότια Ελλάδα.



Εικ. 4.2: Φράγμα Μπραμιανών – Πανοραμική άποψη

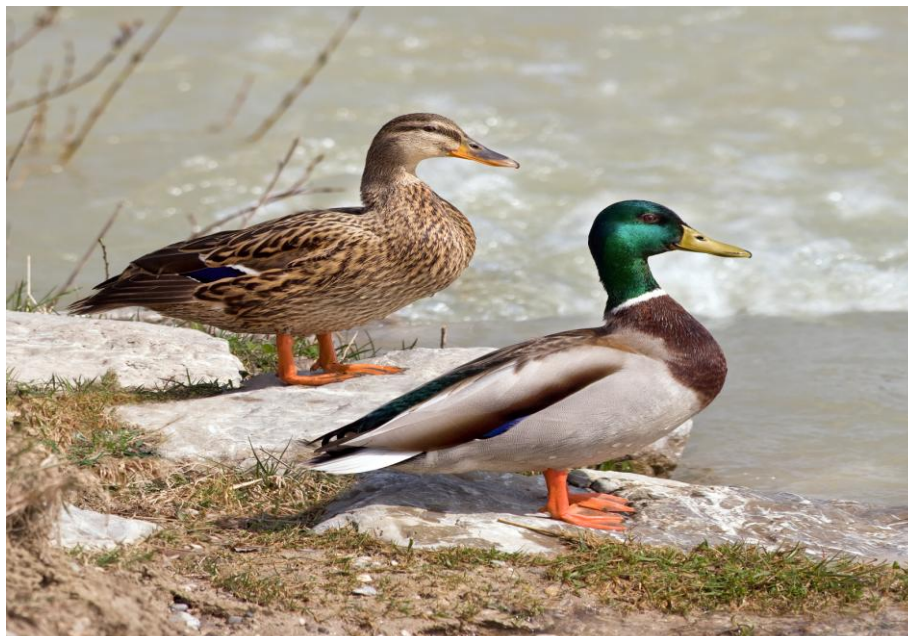


Εικ. 4.3: Εδώ εκβάλλουν οι προσαγωγοί των Μυθών και της Καλαμαύκας



Εικ. 4.4: Δυτική πλευρά του Φράγματος

Η τεχνητή αυτή λίμνη σε μια τόσο "διψασμένη" περιοχή, σύντομα έγινε ένας σπουδαίος υδροβιότοπος και σταθμός μεταναστευτικών πουλιών. Σήμερα, προσελκύει τους μεγαλύτερους πληθυσμούς υδρόβιων πτηνών στην Κρήτη. Σύμφωνα με στοιχεία του Μουσείου φυσικής ιστορίας (2011), πάνω από 218 διαφορετικά είδη πουλιών έχουν καταγραφεί στην περιοχή, αριθμός πολύ μεγάλος για μια τόσο νέα λίμνη. Επίσης, στο φράγμα έχει αρχίσει να φωλιάζει η πρασινοκέφαλη πάπια η οποία είχε εξαφανιστεί από την Κρήτη, ήδη από το 1975 εξαιτίας των παρεμβάσεων στους διάφορους υγροβιότοπους. Όλοι αυτοί οι λόγοι, συνέβαλαν στο χαρακτηρισμό των Μπραμειανών, ως εθνικό δρυμό.



Εικ. 4.5: Πρασινokέφαλη πάπια



Εικ. 4.6: Φοινικόπτερο

Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά Φράγματος Μπραμινών

Τύπος	Χωμάτινο
Έκταση επιφάνειας	1,050 km ² (1.050 στρέμματα)
Ύψος	32 m
Μήκος στέψης	800 m
Όγκος ταμειυτήρα	16.000.000 m ³

4.1.1. ΤΟΕΒ Ιεράπετρας – Λειτουργία – Χαρακτηριστικά του Φράγματος

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τη διαχείριση-λειτουργία-εκμετάλλευση την έχει αναλάβει ο ΤΟΕΒ Ιεράπετρας. Για όσους δεν γνωρίζουν, ο ΤΟΕΒ είναι Τοπικός Οργανισμός Εγγείων Βελτιώσεων,

αυτοχρηματοδοτούμενος, ο οποίος αξίζει να αναφερθεί ότι έχει συμβάλει στα μέγιστα όσον αφορά την περιοχή, αφού εκτός από τη διαχείριση του Φράγματος Μπραμιανών έχει κάνει μία σειρά από εγχειρίσματα και οδικά έργα καθώς, έχει διανοίξει-ασφαλτοστρώσει ένα αρκετά μεγάλο οδικό δίκτυο, βελτιώνοντας την καθημερινότητα των πολιτών της ευρύτερης περιοχής. Σήμερα, ο ΤΟΕΒ Ιεράπετρας εξυπηρετεί πάνω από 13.000 καταναλωτές αφού, αρδεύει μία έκταση πάνω από 50.000 στρέμματα, εκ των οποίων τα 24.000 διοχετεύονται στον κάμπο της Ιεράπετρας και τα 26.000 βρίσκονται εκτός ζώνης. Πιο αναλυτικά, 20.000 στρέμματα περίπου αποτελούν θερμοκηπιακές καλλιέργειες, με τα 18.700 περίπου να είναι κηπευτικά και τα 1.300 ανθοκομικά, ενώ τα υπόλοιπα στρέμματα αποτελούν υπαίθριες καλλιέργειες λαχανικών-οπωροκηπευτικών, ελιές, αμπέλια, βότανα και άλλα εσπεριδοειδή. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η ετήσια ποσότητα νερού που παρέχεται για άρδευση, είναι τα 12.000.000 m³ αφού, εξυπηρετείται σχεδόν όλος ο Δήμος Ιεράπετρας σε άρδευση. Σε αυτό το σημείο, γίνεται μια διαίρεση της κατανάλωσης ενέργειας των αντλιοστασίων το 2013 (που ήταν 7734,17 MWh) με τα στρέμματα που αρδεύει ο ΤΟΕΒ, επομένως παρατηρείται ότι ο δείκτης κατανάλωσης ενέργειας ανά αρδευόμενο στρέμμα είναι 154,7kWh/στρέμμα. Το Φράγμα “λειτουργεί” σε καθημερινή βάση, αφού οι ανάγκες για νερό σε μία τόσο διψασμένη περιοχή, είναι πολλές. Ο κεντρικός αγωγός(ο αγωγός που διοχετεύει με νερό τις υδροληψίες) στο μεγαλύτερο μέρος του έχει διατομή Φ800mm, σε κάποια σημεία Φ500mm και σε κάποια άλλα σημεία έχει μικρότερη διατομή, ανάλογα με τον κλάδο και τον αριθμό των υδροληψιών. Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι, το Φράγμα Μπραμιανών διαθέτει έξι αντλιοστάσια και έντεκα δεξαμενές αποθήκευσης νερού. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, τα αντλιοστάσια Μαλαύρας και Χα είναι τροφοδοτικά(δηλαδή, χρησιμοποιούνται για να εμπλουτίζουν τον ταμιευτήρα). Τα άλλα τέσσερα χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτούν τις υδροληψίες-δίκτυα από τον ταμιευτήρα. Η φιλοσοφία λειτουργίας των αντλιοστασίων εξαρτάται από τις ανάγκες(ζήτηση) σε νερό. Δηλαδή, μόλις η δεξαμενή γεμίσει σταματά η λειτουργία του αντίστοιχου αντλιοστασίου, ενώ όταν πέσει η στάθμη του νερού στη δεξαμενή σε καθορισμένο σημείο, τότε ξεκινά η λειτουργία του αντλιοστασίου προκειμένου να ξαναγεμίσει η δεξαμενή και να καλυφθεί η ζήτηση. Από τη δεξαμενή το νερό καταλήγει στις υδροληψίες(ή παροχές νερού) με φυσική ροή. Το μοναδικό αντλιοστάσιο που μένει εκτός λειτουργίας από το 2008, είναι αυτό της Ψαλίδαινας(Στόμιο), διότι βρίσκεται σε κοντινή θέση με το κεντρικό(η συγκεκριμένη περιοχή καλύπτεται από το κεντρικό) επομένως, μπαίνει σε λειτουργία μόνο σε ώρες αιχμής(αν και από το 2008 δεν έχει ξαναλειτουργήσει μιας και παρατηρήθηκε από τους υπεύθυνους, ότι είναι περιττή η λειτουργία του, με αποτέλεσμα να ζημιώνει κατά κάποιο τρόπο τον Οργανισμό τα προηγούμενα χρόνια).

Οι παροχές της Δ.Ε.Η. για κάθε αντλιοστάσιο, παρουσιάζονται στον Πίνακα 15:

Πίνακας 15: Παροχικά της Δ.Ε.Η.

<u>Αντλιοστάσια</u>	<u>Τροφοδοσία</u>	<u>Συμφωνημένη Ισχύς</u>	<u>Εγκατεστημένη Ισχύς</u>
Κεντρικό	Μ/Σ - 20/0,4kV	1250kVA	1200kW
Κεντρί	Μ/Σ - 20/0,4kV	500kVA	440kW
Φαράγγι Χα	Μ/Σ - 20/0,4kV	630kVA	625kW
Μαλαύρα	Μ/Σ - 20/0,4kV	1250kVA	810kW
Ψαλίδαινα	Παροχή Ν ^ο 7 Αγροτικό τιμολόγιο	250kVA	185kW
Βαϊνιά	Παροχή Ν ^ο 7 Αγροτικό τιμολόγιο	250kVA	225kW

Αξίζει να αναφερθεί ότι, το είδος τιμολογίου για τα αντλιοστάσια Κεντρικό, Κεντρί, Χα και Μαλαύρα, είναι το T33MT.^{xxxviii}

Πίνακας 16: Δεξαμενές αποθήκευσης νερού στο δίκτυο του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας

<u>Δεξαμενές</u>	<u>Χωρητικότητα</u>
Κεντρική (Φράγματος)	1800m ³
Κεντρί	4.500m ³
Βαϊνιά	1500m ³
Στο Αντλ/σιο του Χα	500m ³
Επισκοπή	1000m ³
Καπίστρι (Σταυρός)	110m ³
Καημένη	500m ³
Κεφάλια	300m ³
Πλακούρες	300m ³
Χαλασσά	500m ³
Τραπέζα	500m ³

Επίσης, στην έκταση των 1350 στρεμμάτων περιλαμβάνονται και οι βοηθητικοί χώροι όπως, το συνεργείο, η κεντρική αποθήκη καθώς και το κεντρικό αντλιοστάσιο, το ένα απ' τα έξι συνολικά. Τα υπόλοιπα αντλιοστάσια βρίσκονται στις τοποθεσίες, Ψαλίδαινα(Στόμιο), Κεντρί, Βαϊνιά, Χα στον αναδασμό Παχιάς Άμμου και Μαλαύρα στο Καβούσι.

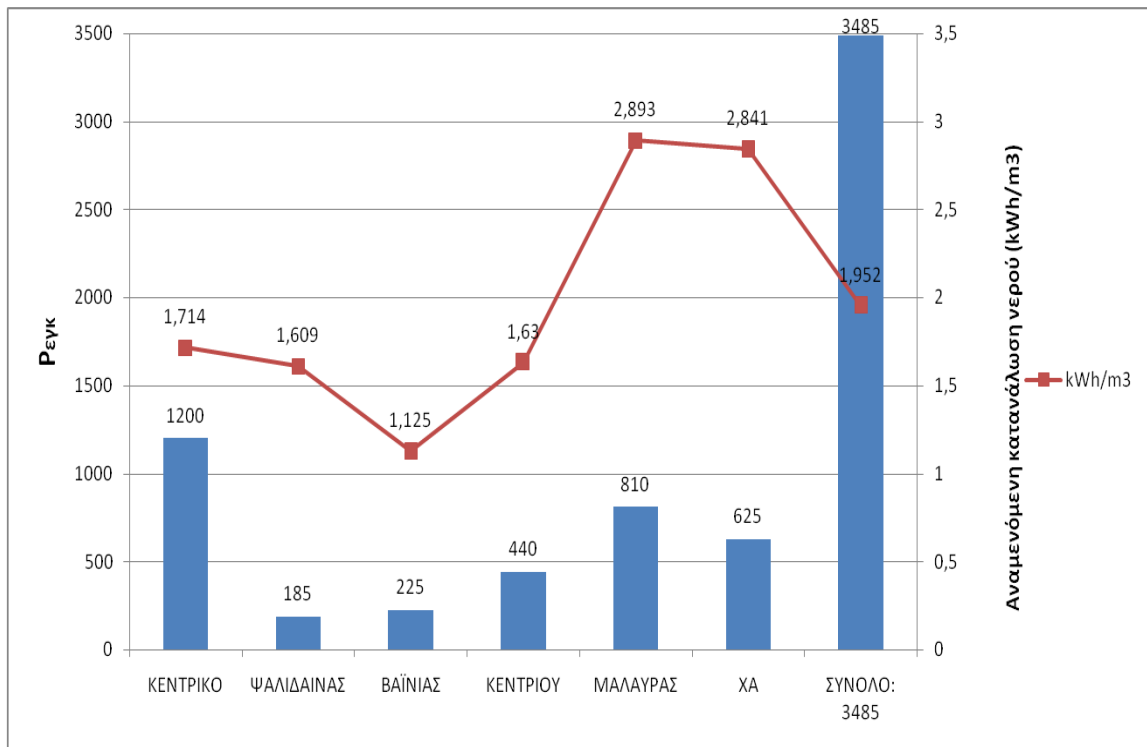
4.1.2. Στοιχεία εγκατεστημένης ισχύος

Στον πίνακα που ακολουθεί εκτός από τα τεχνικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται και η αναμενόμενη κατανάλωση νερού (kWh/m³):

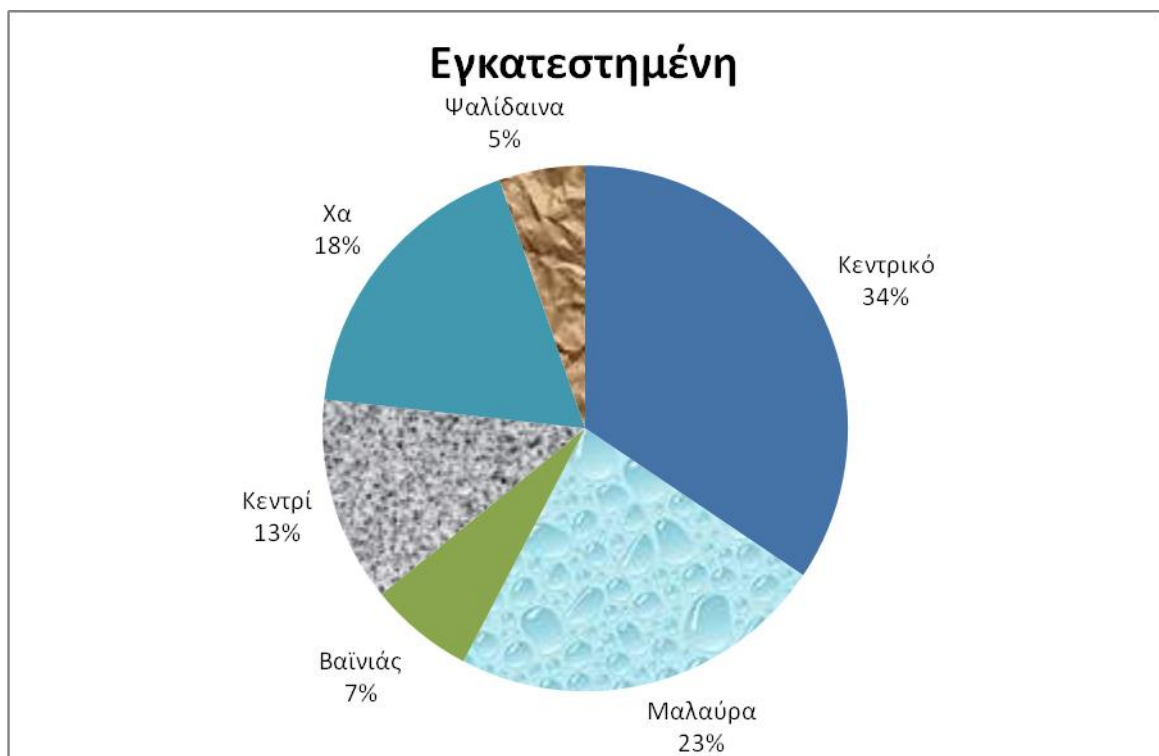
Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά Αντλιοστασίων ΤΟΕΒ Ιεράπετρας

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΕΒ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ						
Α/Α	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ	ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΑΡΟΧΗ/ΩΡΑ (m ³ /h)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ (kWh/m ³)
1	Α0 ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (ΚΕΝΤΡΙΚΟ)	6	200	700	1200	1,714
2	Α1 ΨΑΛΙΔΑΙΝΑΣ (ΣΤΟΜΙΟ)	5	37	115	185	1,609
3	Α2 ΒΑΙΝΙΑ	3	75	200	225	1,125
4	Α3 ΚΕΝΤΡΙ	4	110	270	440	1,63
5	ΜΑΛΛΟΥΡΑΣ	5	162	280	810	2,893
6	ΧΑ	5	125	220	625	2,841
	ΣΥΝΟΛΟ	28	-	1785	3485	1,952

Να σημειωθεί ότι, η μέση ισχύς αντλίας είναι: $3485/28=124,46\text{kW}$.



Εικ. 4.7: Διάγραμμα εγκατεστημένης ισχύος και αναμενόμενη κατανάλωση ανά κυβικό μέτρο νερού ανά αντλιοστάσιο



Εικ. 4.8: Διάγραμμα εγκατεστημένης ισχύος αντλιοστασίων

4.1.3. Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας των Αντλιοστασίων του Τ.Ο.Ε.Β. Ιεράπετρας

Για τα αντλιοστάσια Βαϊνιάς και Ψαλίδαινας, εκτός ότι χρεώνεται διαφορετικό τιμολόγιο για τα δύο αυτά αντλιοστάσια καθώς στο συγκεκριμένο τιμολόγιο δεν χρεώνει αιχμή, υπήρξε κάποιο πρόβλημα με τους λογαριασμούς της Δ.Ε.Η. επομένως, για αυτό το λόγο δεν αναφέρονται στους επόμενους πίνακες.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κάθε αντλιοστασίου αλλά και το σύνολό τους ανά μήνα, φαίνεται στον Πίνακα 18 που ακολουθεί:

Πίνακας 18: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας kWh των αντλιοστασίων ανά μήνα

	Κεντρικό	Μαλαύρα	Κεντρί	Χα	Βαϊνιά	Ψαλίδενα	ΣΥΝΟΛΟ
ΙΑΝ	56000	76500	15600	61200	23625	0	232925
ΦΕΒ	70000	70500	21600	60000	22200	0	244300
ΜΑΡ	128000	78000	44400	60000	45600	0	356000
ΑΠΡ	166000	262500	76800	187200	79275	0	771775
ΜΑΪ	200000	318000	86400	226800	81000	0	912200
ΙΟΥΝ	186000	258000	84000	175200	65850	0	769050
ΙΟΥΛ	164000	315000	84000	210000	63900	0	836900
ΑΥΓ	150000	303000	75600	199200	74925	0	802725
ΣΕΠ	168000	276000	68400	180000	59325	0	751725
ΟΚΤ	174000	289500	66000	189600	58875	12802	790777
ΝΟΕ	138000	263700	44000	213600	46425	3515	709640
ΔΕΚ	80000	247500	32400	166800	30000	0	556700
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	1680	2758,2	699,6	1929,6	651	16,3	7734,7

Απ' τον Πίνακα 18 παρατηρείται ότι, η μεγαλύτερη κατανάλωση ήταν τον μήνα Μάιο με 912200 kWh, αντιπροσωπεύοντας το 9% της ζήτησης του Υ/Σ της Ιεράπετρας. Αυτό συμβαίνει διότι, τον συγκεκριμένο μήνα οι ανάγκες σε νερό αυξάνονται, αφού οι καλλιέργειες στα θερμοκήπια αρδεύονται 2 και 3 φορές ημερησίως (ανάλογα την καλλιέργεια) λόγω υψηλών θερμοκρασιών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την λειτουργία των αντλιοστασίων περισσότερες ώρες, αφού οι ώρες υψηλής ζήτησης κυμαίνονται από 11:00 έως 14:00 και οι ώρες χαμηλής ζήτησης από 23:00 έως 07:00.

Πίνακας 19: Υψηλή Ζήτηση ΗΕ

	Κεντρικό	Μαλαύρα	Κεντρί	Χα	ΣΥΝΟΛΟ
ΙΑΝ	34663	43605	9824	25294	113386
ΦΕΒ	44990	32685	14581	28232	120488
ΜΑΡ	68945	30897	22689	23921	146452
ΑΠΡ	111573	126079	47825	89542	375019
ΜΑΪ	111265	131577	46067	93318	382227
ΙΟΥΝ	109856	109450	47985	73986	341277
ΙΟΥΛ	104081	157925	51047	105205	418258
ΑΥΓ	88098	132238	42859	86502	349697
ΣΕΠ	105928	126897	42610	82491	357926
ΟΚΤ	105319	132240	39354	86117	363030
ΝΟΕ	78114	123762	27079	99445	328400

ΔΕΚ	47672	104439	17671	71654	241436
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	1010,504	1251,794	409,591	865,707	3537,596



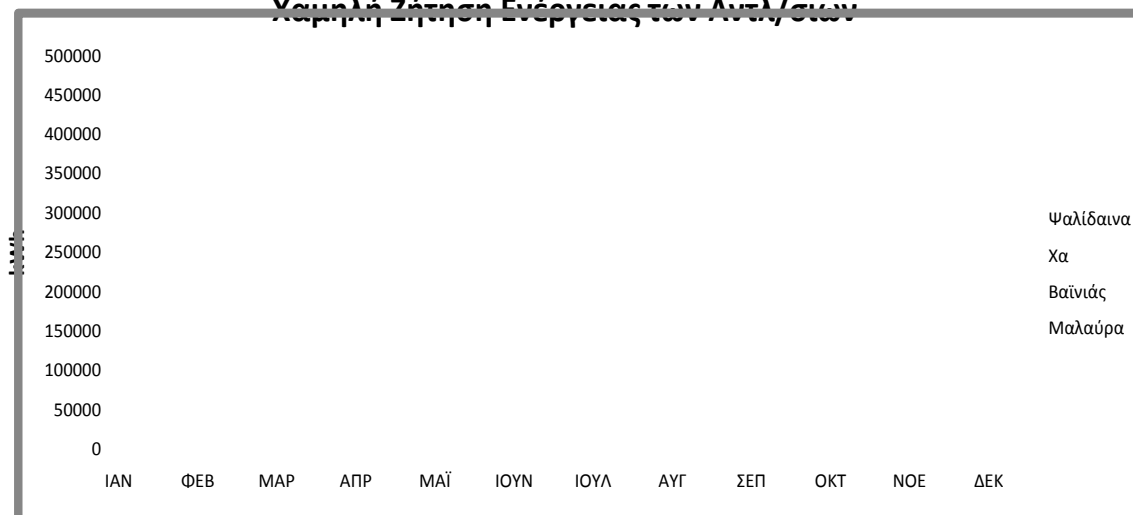
Εικ. 4.9: Υψηλή Ζήτηση ΗΕ

Εύκολα γίνεται αντιληπτό, ότι η λειτουργία των αντλιοστασίων Μαλαύρας και Χα εμφανίζεται περισσότερο στη χαμηλή ζήτηση σε σχέση με την υψηλή.

Πίνακας 20: Χαμηλή Ζήτηση ΗΕ

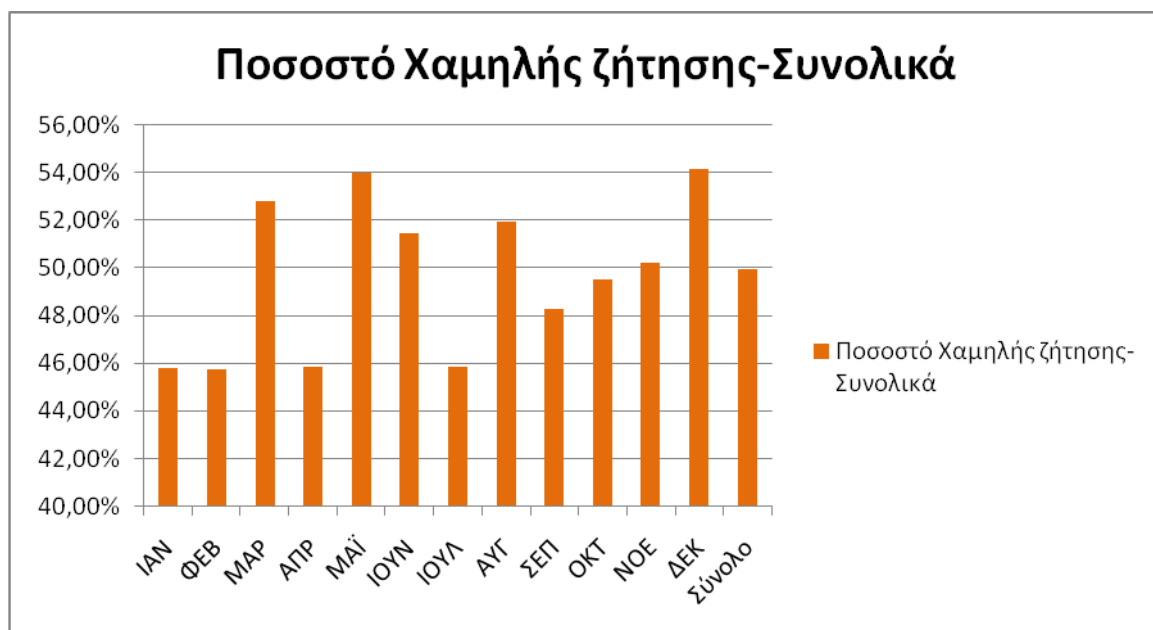
	Κεντρικό	Μαλαύρα	Κεντρί	Χα	ΣΥΝΟΛΟ
ΙΑΝ	21337	32895	5776	35906	95914
ΦΕΒ	25010	37815	7019	31768	101612
ΜΑΡ	59055	47103	21711	36079	163948
ΑΠΡ	54427	136421	28975	97658	317481
ΜΑΪ	88735	186423	40333	133482	448973
ΙΟΥΝ	76144	148550	36015	101214	361923
ΙΟΥΛ	59919	157075	32953	104795	354742
ΑΥΓ	61902	170762	32741	112698	378103
ΣΕΠ	62071	149103	25790	97509	334473
ΟΚΤ	68681	157260	26646	103483	356070
ΝΟΕ	59886	139938	17321	114155	331300
ΔΕΚ	32328	143061	14729	95146	285264
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	669,495	1506,406	290,009	1063,893	3529,803

Χαμηλή Ζήτηση Ενέργειας των Αντλ/σιων



Εικ. 4.10: Χαμηλή Ζήτηση ΗΕ

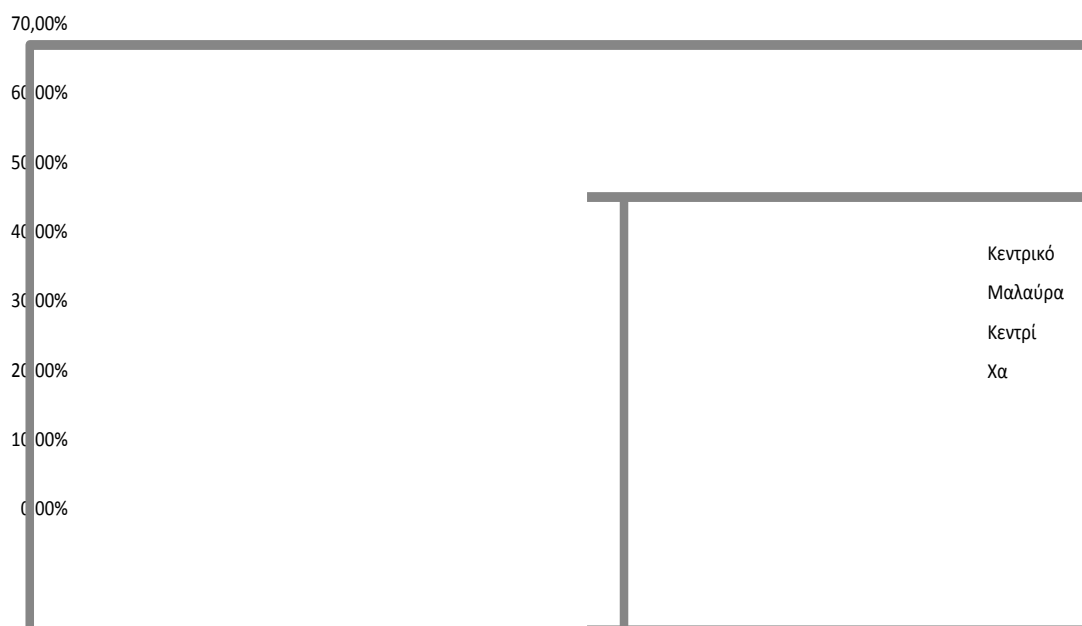
Χαρακτηριστικό είναι ότι, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας των αντλιοστασίων ήταν 7,73 GWh. Δηλαδή, η ζήτηση των αντλιοστασίων του Τ.Ο.Ε.Β. αντιστοιχούσε, στο 6,13% της Ιεράπετρας (126.186,7 MWh) και στο 0,262% της Κρήτης (2954,4 GWh). Στην Εικ. 4.11 απεικονίζεται, το ποσοστό της ζήτησης των αντλιοστασίων κατά τις ώρες χαμηλής ζήτησης-συνολικά, καθώς και στον Πίνακα 21 παρουσιάζονται, τα ποσοστά ανά μήνα των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ με τα ποσοστά της Μαλαούρας και του Χα τον μήνα Μάρτιο να ξεχωρίζουν.



Εικ. 4.11: Ποσοστό ζήτησης αντλιοστασίων κατά τις ώρες Χαμηλής ζήτησης-συνολικά

Πίνακας 21: Ποσοστό ζήτησης κατά τη διάρκεια χαμηλής ζήτησης ανά αντλιοστάσιο

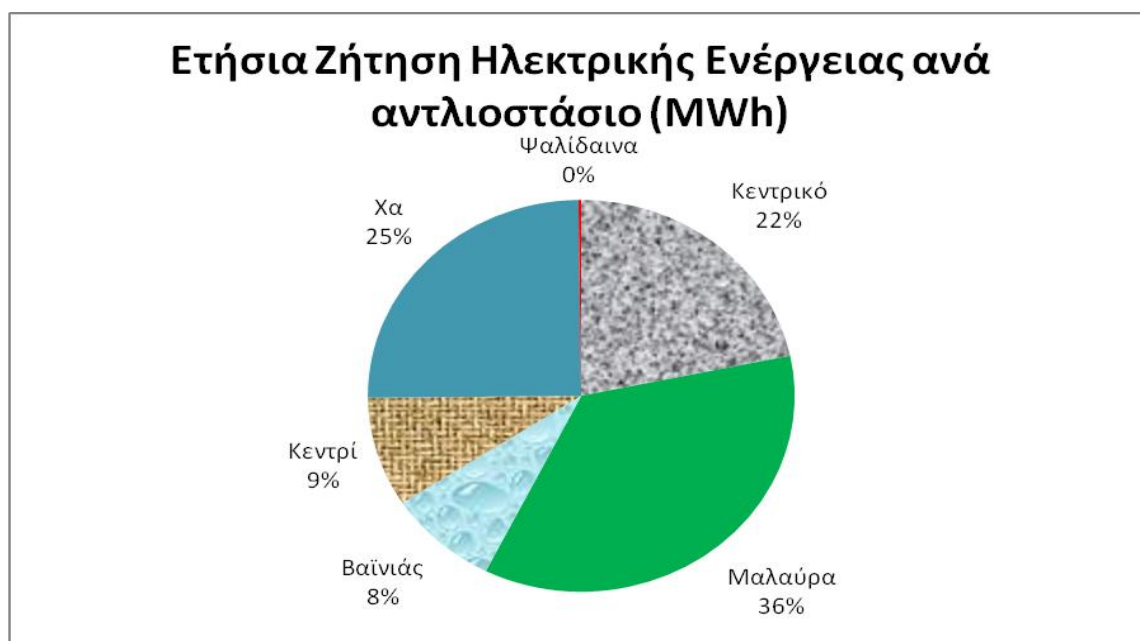
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κεντρικό	0,381018	0,357286	0,461367	0,327873	0,443675	0,409376	0,36536	0,41268	0,369472	0,394718	0,433957	0,4041
Μαλαύρα	0,43	0,536383	0,603885	0,519699	0,586236	0,575775	0,498651	0,563571	0,540228	0,543212	0,528854	0,578024
Κεντρί	0,370256	0,324954	0,488986	0,377279	0,466817	0,42875	0,392298	0,433082	0,377047	0,403727	0,390113	0,454599
Χα	0,586699	0,529467	0,601317	0,521677	0,588545	0,577705	0,499024	0,565753	0,541717	0,545796	0,534434	0,57042



Εικ. 4.12: Ποσοστό ζήτησης στη χαμηλή ζήτηση σε σχέση με τη συνολική ζήτηση

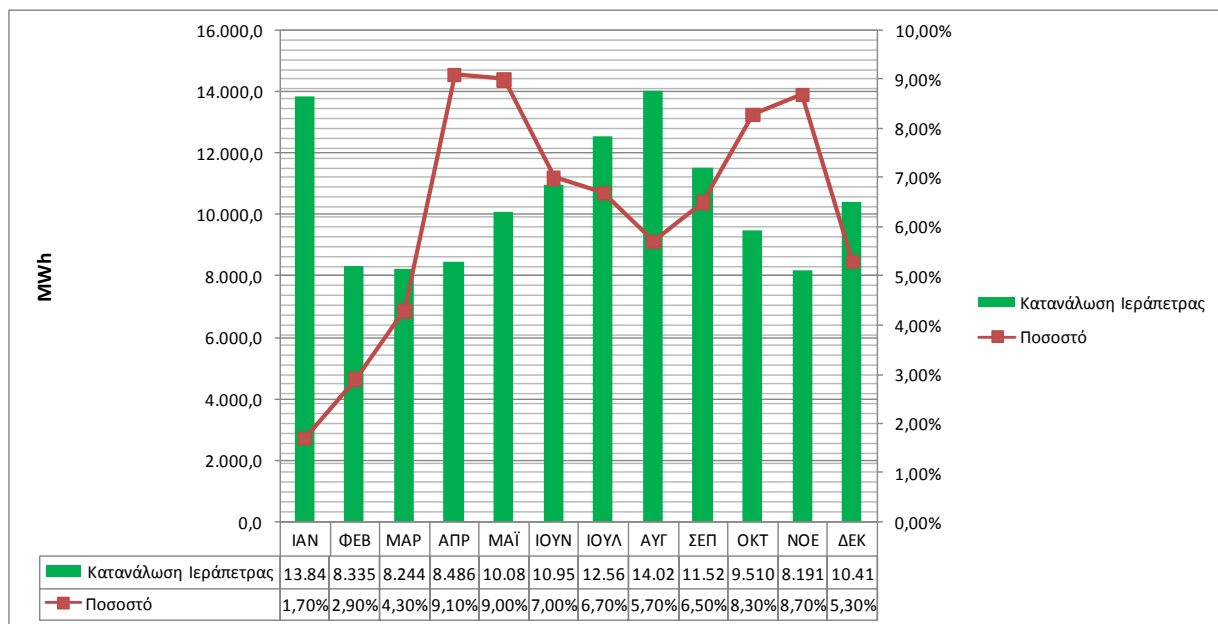
Παρατηρείται ότι, τα αντλιοστάσια της Μαλαύρας και Χα εμφανίζουν πολύ υψηλή συμμετοχή στη χαμηλή ζήτηση. Αυτό συμβαίνει διότι, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, ο κύριος ρόλος λειτουργίας των συγκεκριμένων αντλιοστασίων είναι να εμπλουτίζουν (συμπληρώνουν) τον ταμιευτήρα του Φράγματος Μπραμιανών από τις πηγές της Μαλαύρας. Λειτουργούν δηλαδή, ως τροφοδοτικά αντλιοστάσια. Αξίζει να σημειωθεί ότι, από τα δύο αυτά αντλιοστάσια εξυπηρετείται και ο ΤΟΕΒ Παχιάς Άμμου-Καβουσίου καθώς και οι όμορες τοπικές κοινότητες κατά τη διέλευση του αγωγού, αλλά και κάποια πρόχειρα(επιφανειακά) δίκτυα του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας.

Στη παρακάτω εικόνα, εμφανίζεται η ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας των αντλιοστασίων σε MWh.

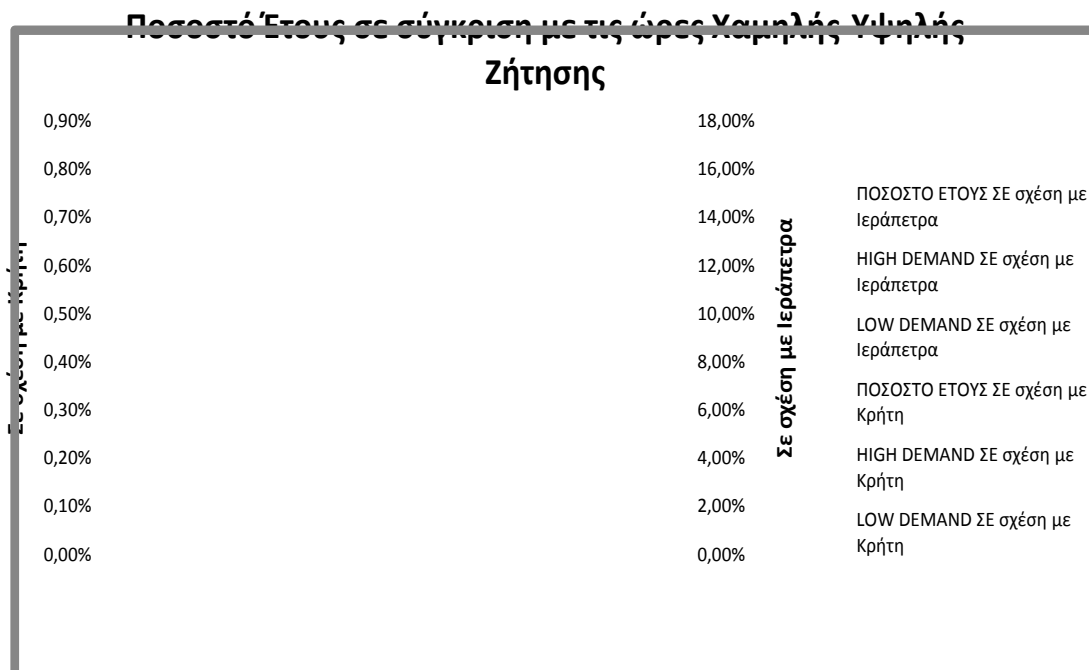


Εικ. 4.13: Κατανομή Ετήσιας Ζήτησης ΗΕ ανά αντλιοστάσιο

Παρατηρούμε ότι, το αντλιοστάσιο με την μεγαλύτερη ζήτηση, ήταν και είναι της Μαλαύρας με 2758,2 MWh αλλά και του Χα με 1929,6 MWh, για το ίδιο ακριβώς λόγο που περιγράψαμε παραπάνω. Στη συνέχεια φτιάχτηκε ένα διάγραμμα, όπου απεικονίζει την κατανάλωση των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας (σε ποσοστό), σε σχέση με την κατανάλωση του Υ/Σ Ιεράπετρας το έτος 2013. Όσον αφορά την συνολική κατανάλωση του Υ/Σ Ιεράπετρας που ήταν 126.186,7 MWh, ο ΤΟΕΒ Ιεράπετρας αποτελεί το ποσοστό του 6.13% της κατανάλωσης αυτής.



Εικ. 4.14: Κατανάλωση ΗΕ αντλ/σίων σε σχέση με την κατανάλωση του Υ/Σ Ιεράπετρας



Εικ. 4.15: Ποσοστό έτους σε σύγκριση με τις ώρες Χαμηλής-Υψηλής ζήτησης

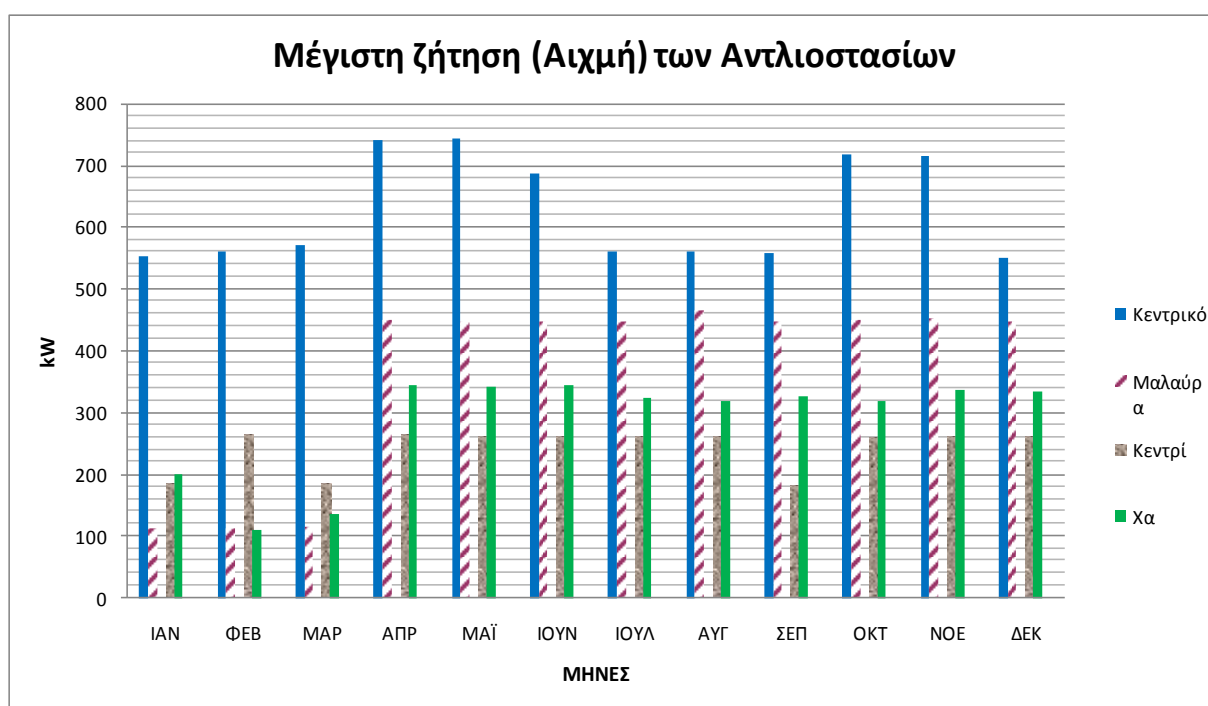
Φαίνεται ξεκάθαρα ότι, τα αντλιοστάσια χρησιμοποιούνται τις ώρες χαμηλής ζήτησης ξεπερνώντας το 11,2% και μάλιστα τον μήνα Μάιο αγγίζει σχεδόν το 17% συγκριτικά με την Ιεράπετρα.

4.1.4. Ζήτηση Αιχμής των αντλιοστασίων

Όσον αφορά την μέγιστη ζήτηση (αιχμή) των αντλιοστασίων, παρακάτω εμφανίζεται ο Πίνακας 22 και η Εικ. 4.16, όπου φαίνεται η αιχμή του κάθε αντλιοστασίου αλλά και πιο μήνα παρουσιάστηκε καθώς και σε περίπτωση που ταυτοχρονιστούν αυτή αγγίζει τα 1800kW.

Πίνακας 22: Αιχμή Αντλιοστασίων ανά μήνα

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κεντρικό	552	562	572	741	743	686	562	561	557	718	714	550
Μαλαύρα	111	111	114	449	447	446	447	464	446	450	453	446
Κεντρί	184	265	184	265	263	263	263	262	181	260	262	263
Χα	201	110	136	344	343	344	325	318	326	320	337	335
Αν ταυτοχ	1048	1048	1006	1799	1796	1739	1597	1605	1510	1748	1766	1594



Εικ. 4.16: Διάγραμμα αιχμής αντλιοστασίων ανά μήνα

Παρακάτω, ακολουθεί ο Πίνακας 23, στον οποίο αναγράφονται οι ΜΖΑ και ΜΖΝ των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ Ιεράπετρας για το έτος 2013, όπου:

- ΜΖΑ (kW): Μέγιστη Ζήτηση σε ώρες Αιχμής (11:00-14:00)
- ΜΖΝ (kW): Μέγιστη Ζήτηση Νύχτας (23:00-07:00)

Πίνακας 23: Μέγιστη αιχμή μέρας-νύχτας

	Κεντρικό		Κεντρί		Μαλαύρα		Χα	
	MZA (kW)	MZN (kW)	MZA (kW)	MZN (kW)	MZA (kW)	MZN (kW)	MZA (kW)	MZN (kW)
ΙΑΝ	446 23/1/2013	378 12/1/2013	184 14/1/2013	183 26/1/2013	110	111	192 7/1/2013	201 6/1/2013
ΦΕΒ	423 28/2/2013	562 23/2/2013	265 2/2/2013	265 2/2/2013	110	111	110 5/2/2013	109 11/2/2013
ΜΑΡ	570 23/3/2013	572 18/3/2013	182 2/3/2013	184 24/3/2013	114	112	129 7/3/2013	131 26/3/2013
ΑΠΡ	697 28/4/2013	738 27/4/2013	261 17/4/2013	265 20/4/2013	446	449	343 17/4/2013	343 18/4/2013
ΜΑΪ	703 1/5/2013	743 3/5/2013	262 16/5/2013	263 25/5/2013	446	447	343 15/5/2013	343 4/5/2013
ΙΟΥΝ	564 17/6/2013	686 1/6/2013	260 12/6/2013	263 17/6/2013	445	446	327 12/6/2013	344 9/6/2013
ΙΟΥΛ	543 20/7/2013	554 6/7/2013	261 3/7/2013	263 2/7/2013	445	447	313 24/7/2013	325 25/7/2013
ΑΥΓ	475 12/8/2013	525 31/8/2013	258 5/8/2013	262 14/8/2013	461 23/8/2013	464 30/8/2013	311 15/8/2013	318 8/8/2013
ΣΕΠ	548 28/9/2013	554 15/9/2013	180 30/9/2013	181 23/9/2013	445 23/9/2013	446 8/9/2013	326 19/9/2013	313 24/9/2013
ΟΚΤ	632 26/10/2013	714 28/10/2013	258 31/10/2013	260 28/10/2013	450 8/10/2013	449 9/10/2013	320 2/10/2013	319 19/10/2013
ΝΟΕ	644 2/11/2013	691 10/11/2013	261 30/11/2013	262 24/11/2013	447	448	337 8/11/2013	334 23/11/2013
ΔΕΚ	550 8/12/2013	550 8/12/2013	262 21/12/2013	263 30/12/2013	444 7/12/2013	446 9/12/2013	335 18/12/2013	334 4/12/2013

4.1.5. Συντελεστής Χρησιμοποίησης (Utilization Factor)

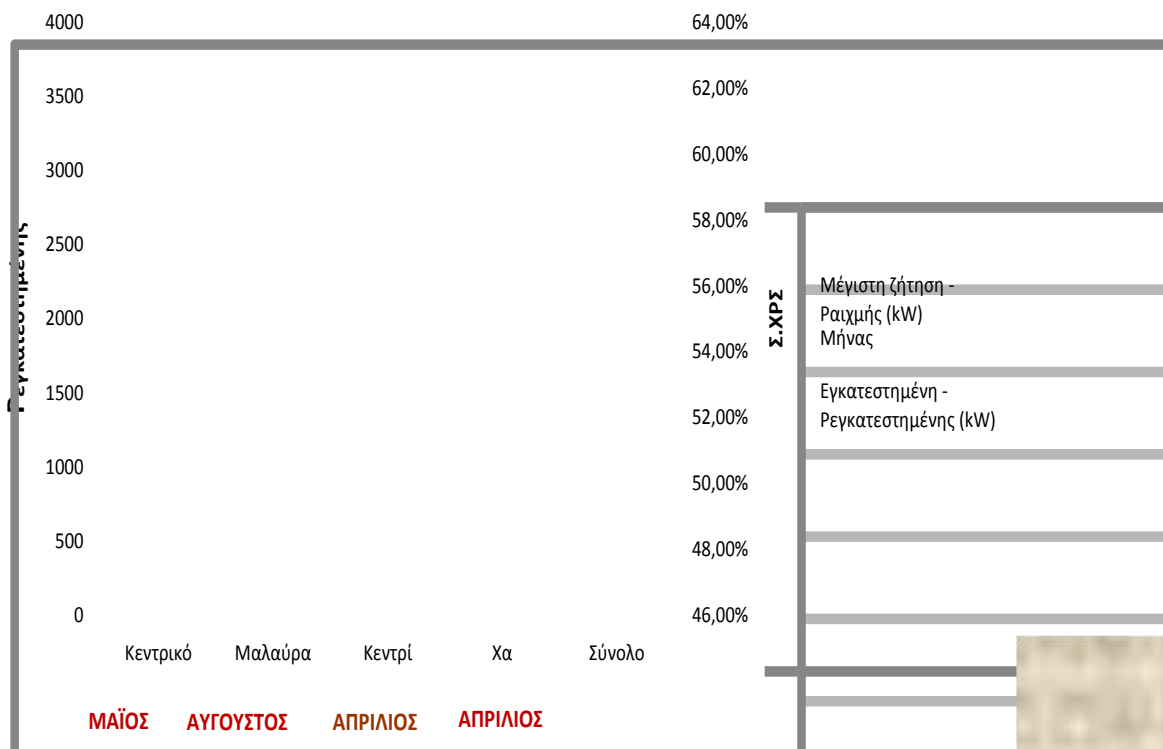
Συντελεστής χρησιμοποίησης (utilization factor) είναι ο λόγος της μέγιστης ζήτησης (αιχμή) P_{max} προς την εγκατεστημένη ισχύ $P_{εγκ}$ του φορτίου και δηλώνει την αποτελεσματική χρήση της ισχύος που απορροφήθηκε από το δίκτυο.

$$u = \frac{P_{max}}{P_{εγκ}}$$

Με τον υπολογισμό του Συντελεστή Χρησιμοποίησης βλέπουμε ότι, τα αντλιοστάσια του ΤΟΕΒ λειτουργούν με Συντελεστή Χρησιμοποίησης: $u = 0,52$. Ο μεγαλύτερος Συντελεστής Χρησιμοποίησης παρουσιάζεται, στο Κεντρικό αντλιοστάσιο $u = 0,62$ τον Μάιο καθώς και στο αντλιοστάσιο του Κεντριού με Συντελεστή Χρησιμοποίησης $u = 0,602$ τον Απρίλιο.

Πίνακας 24: Μέγιστη αιχμή αντλιοστασίων και πιο μήνα εμφανίστηκε

	Κεντρικό	Μαλαύρα	Κεντρί	Χα	Σύνολο
Μέγιστη ζήτηση - Ραιχμής (kW)	743	464	265	344	1816
Μήνας	ΜΑΪ	ΑΥΓ	ΑΠΡ	ΑΠΡ	-
Σ.Χρησ./αντλιοστάσιο	61,92%	57,28%	60,23%	55,04%	52,11%
Εγκατεστημένη - Ρεγκατεστημένης (kW)	1200	810	440	625	3485



Εικ. 4.17: Διάγραμμα αιχμής καθώς και πιο μήνα εμφανίστηκε - συντελεστή χρησιμοποίησης

4.1.6. Συντελεστής Φορτίου(Load Factor)

Συντελεστής φορτίου(load factor) m είναι ο λόγος της καταναλωθείσας ενέργειας E ενός φορτίου προς την μέγιστη καταγραφείσα ζήτηση P_{max} του φορτίου επί τη χρονική περίοδο T του φορτίου. Παρακάτω φαίνεται η σχέση αλλά και ο Πίνακας 25 όπου, υπολογίστηκε ο συντελεστής φορτίου για όλα τα αντλιοστάσια ανά μήνα καθώς και το σύνολο. Επίσης, υπολογίστηκε ο συντελεστής φορτίου για το σενάριο αν ταυτοχρονιστούν τα αντλιοστάσια, τι αποτελέσματα θα είχαμε.

$$m = \frac{P_{\mu}}{P_{\max}} = \frac{E}{P_{\max} * T}$$

Πίνακας 25: Συντελεστές φορτίου αντλιοστασίων ανά μήνα

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝΟΛΟ
Κεντρικό	0,14	0,18	0,3	0,31	0,36	0,38	0,39	0,36	0,42	0,33	0,27	0,2	0,26
Μαλαύρα	0,93	0,94	0,92	0,81	0,96	0,8	0,95	0,88	0,86	0,86	0,81	0,75	0,68
Κεντρί	0,11	0,12	0,32	0,4	0,44	0,44	0,43	0,39	0,52	0,34	0,24	0,17	0,3
Χα	0,41	0,81	0,59	0,76	0,89	0,71	0,87	0,84	0,77	0,8	0,88	0,67	0,64
Αν ταυτοχ	0,27	0,31	0,41	0,53	0,62	0,56	0,65	0,61	0,64	0,55	0,52	0,44	0,44

Από το Πίνακας 25 παρατηρείται ότι, τα αντλιοστάσια που παρουσιάζουν μεγαλύτερο συντελεστή φορτίου, είναι της Μαλαύρας (0.96) τον μήνα Μάιο και του Χα (0,89) τον μήνα Μάιο.

4.2. Στοιχεία λειτουργίας αντλιών

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν τις ώρες λειτουργίας αντλιών(αντλιο-ώρες) στα αντλιοστάσια Βαϊνιάς και Ψαλίδενας, μετά από σχετική μου αίτηση όπου τα παρέλαβα από τον Οργανισμό και αφού επεξεργάστηκαν, παραθέτονται παρακάτω. Η συγκεκριμένη αίτηση έγινε, προκειμένου να βρεθεί η κατανάλωση ενέργειας των συγκεκριμένων αντλιοστασίων αφού, προηγουμένως αναφέρθηκε ότι υπήρξε κάποιο πρόβλημα με τους λογαριασμούς της Δ.Ε.Η, συν του ότι υπάρχει διαφορετικό τιμολόγιο για αυτά τα δύο αντλιοστάσια. Επομένως, μετά από επεξεργασία, αναφέρονται οι ώρες λειτουργίας των αντλιών ανά μήνα, ανά ημέρα καθώς και ο μέσος αριθμός αντλιών ανά ώρα.

Πίνακας 26: Αντλιοστάσιο Βαϊνιάς

Βαϊνιά	Αντλιοώρες μήνα	Μέσος Αριθμός Αντλιών ανά ώρα	Αντλιοώρες ανά ημέρα
ΙΑΝ	315	0,437045	10,48907
ΦΕΒ	296,00	0,51999	12,47976
ΜΑΡ	608,00	0,898571	21,56571
ΑΠΡ	1057,00	1,486113	35,6667
ΜΑΪ	1080,00	1,584819	38,03567
ΙΟΥΝ	878,00	1,538309	36,91942
ΙΟΥΛ	852,00	1,491729	35,80149
ΑΥΓ	999,00	1,645992	39,50382
ΣΕΠ	791,00	0,932833	22,38798
ΟΚΤ	785,00	0,742305	17,81533
ΝΟΕ	619,00	0,503809	12,09141
ΔΕΚ	400,00	0,322825	7,747803
ΣΥΝΟΛΟ	8680	0,990868	23,78082

Πίνακας 27: Αντλιοστάσιο Ψαλίδενας

Ψαλίδενα	Αντλιοώρες μήνα	Μέσος Αριθμός Αντλιών ανά ώρα	Αντλίες ανά ημέρα
ΙΑΝ	0	0	0
ΦΕΒ	0	0	0
ΜΑΡ	0	0	0
ΑΠΡ	0	0	0
ΜΑΪ	0	0	0
ΙΟΥΝ	0	0	0
ΙΟΥΛ	0	0	0
ΑΥΓ	0	0	0
ΣΕΠ	0	0	0
ΟΚΤ	346,00	0,450081	10,80195
ΝΟΕ	95,00	0,120083	2,882002
ΔΕΚ	0,00	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	441	0,050342	1,208219

Πίνακας 28: Συγκέντρωση Συνόλων

	Αντλιοώρες ανά Έτος	Μέσος Αριθμός αντλιών ανά ώρα	Αντλιοώρες ανά ημέρα
Βαϊνιά	8499.03	0.97	23.28
Ψαλίδαινα	441	0,05	1,21
Σύνολο	8940,03	1,02	24,49

5. Το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κρήτης

5.1. Γενική περιγραφή του νησιού

Με συνολική έκταση 8.336 τετραγωνικά χιλιόμετρα και ποσοστό που καλύπτει το 6.3% της συνολικής έκτασης της χώρας, η Κρήτη, είναι το μεγαλύτερο νησί στην Ελλάδα και δεύτερο μεγαλύτερο (μετά την Κύπρο) της Ανατολικής Μεσογείου. Έχει μήκος 260 χιλιόμετρα και ποικίλλει στο πλάτος με ένα μέγιστο 60 χιλιομέτρων σε ένα ελάχιστο 12 χιλιομέτρων, στον ισθμό Ιεράπετρας στην ανατολική Κρήτη. Ο πληθυσμός της Κρήτης, βάση της τελευταίας απογραφής του 2011, ανέρχεται στους 621.340 κατοίκους. Οι περισσότεροι από αυτούς ζουν στις πέντε μεγαλύτερες πόλεις (Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Ιεράπετρα, Άγιος Νικόλαος). Τη διοικητική διάρθρωση του νησιού απάρτιζαν 4 νομαρχιακά διαμερίσματα, ενώ πλέον αποτελεί από μόνη της μια διοικητική περιφέρεια, την Περιφέρεια Κρήτης.

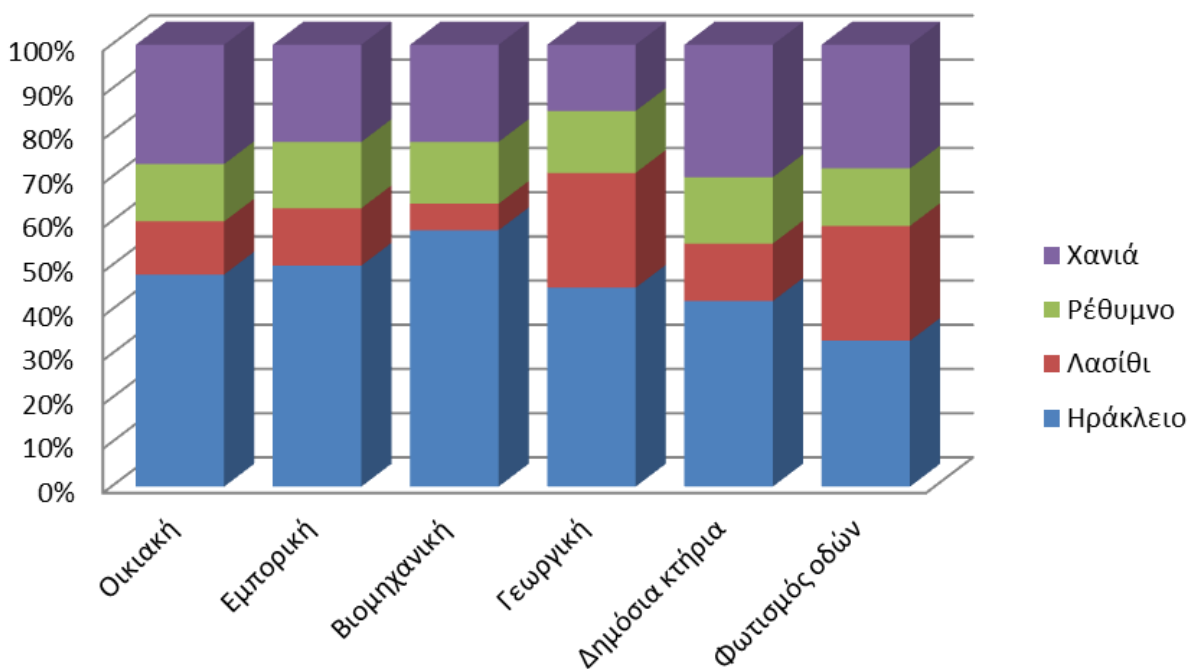
Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι από τους μεγαλύτερους πανελλαδικά, ενώ υπερδιπλασιάζεται κατά τη θερινή περίοδο, λόγω τουριστών και παραθεριστών. Σύμφωνα, με την επεξεργασία αποτελεσμάτων της τελευταίας απογραφής, όλες οι περιφέρειες της Ελληνικής επικράτειας, παρουσίασαν μείωση ή σταθερότητα, με εξαίρεση την Κρήτη και το Νότιο Αιγαίο, όπου καταγράφηκε αξιοσημείωτη αύξηση. Η Κρήτη επίσης, είναι ένα νησί όπου 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, πάνω από δύο εκατομμύρια τουρίστες επισκέφθηκαν την 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%.

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, να βρίσκεται στην δεύτερη θέση στον γεωργικό τομέα, ως αποτέλεσμα των πολλών γεωτρήσεων που υπάρχουν στον νομό ενώ, σε ποσοστό ανέρχεται στο 25% όταν, όλη η Κρήτη κατέχει μόλις 8% στον συγκεκριμένο τομέα. Αξίζει να αναφερθεί ότι, 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, κατανάλωσης στην Κρήτη διαθέτει το Ρέθυμνο, καθώς είναι και αυτός με τη σειρά του μικρός νομός.

Η Κατανομή της ζήτησης σε τελικές χρήσης ανά νομό παρουσιάζεται στην *Εικ. 5.1*.

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

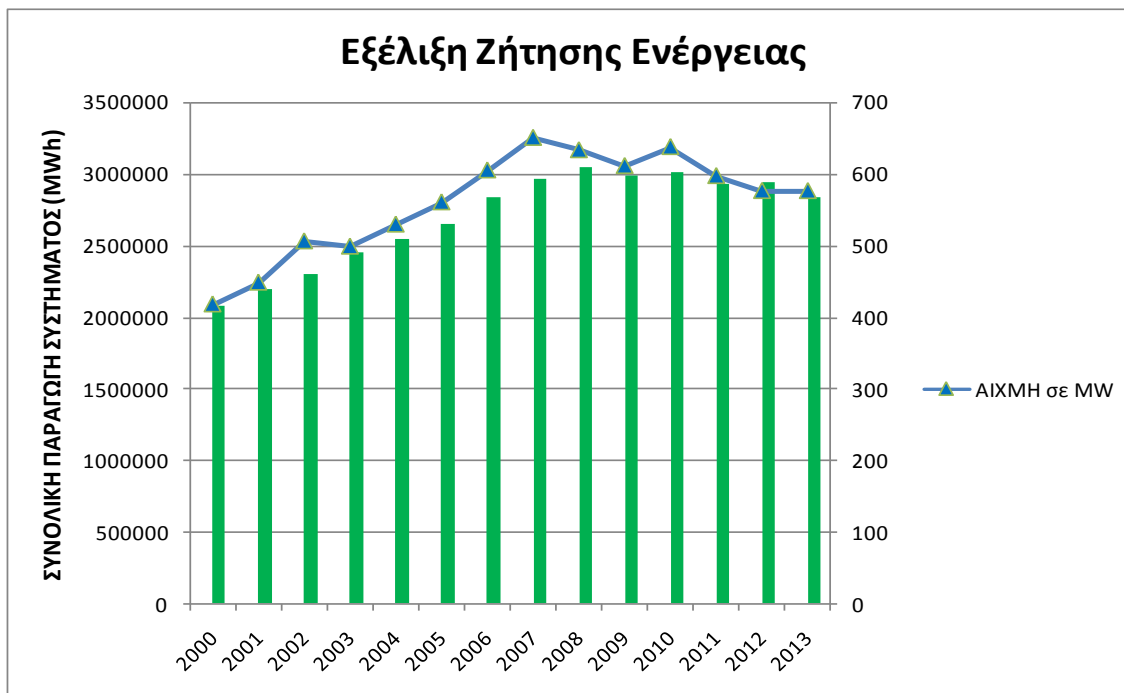
λειτουργεί ως πολλαπλασιαστικός παράγοντας της ζήτησης. Αύξηση του πληθυσμού συνεπάγεται αύξηση της κατανάλωσης του νερού, επομένως και αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Ο δεύτερος παράγοντας, είναι η οικονομική κατάσταση μίας περιοχής καθώς είναι γεγονός ότι, η ενεργειακή ζήτηση ακολουθεί την εκάστοτε οικονομική εξέλιξη. Τέλος, να σημειωθεί ότι, ένα από τα σημαντικότερα φορτία του νησιού αποτελούν τα αντλητικά συστήματα, τα οποία βρίσκουν εφαρμογές στην ύδρευση, άρδευση, αποχέτευση, γεωτρήσεις κλπ.



Εικ. 5.1: Ποσοστό κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Περιφέρεια Κρήτης

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 ενέργειας 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%.



Εικ. 5.2: Εξέλιξη Ζήτησης Ενέργειας

Πίνακας 29: Μεταβολή Ζήτησης ανά τριετία^{xxxix}

Διάστημα	Συνολική Παραγωγή Συστήματος (MWh)	Αιχμή σε MW
Τριετία (2000-2003)	5,56%	6,06%
Τριετία (2003-2006)	5,03%	6,67%
Τριετία (2006-2009)	1,72%	0,33%
Τετραετία (2009-2013)	-1,22%	-1,95%

Επομένως, 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.

5.2. Γενικά για αυτόνομα Σ.Η.Ε.

Στα αυτόνομα συστήματα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να καλύπτει κάθε στιγμή την ολόενα αυξανόμενη ζήτηση. Παρόλα αυτά όμως, παρουσιάζονται μια σειρά από ενεργειακά προβλήματα στο αυτόνομο Σ.Η.Ε. της Κρήτης αλλά και σε πολλά άλλα μικρότερα αυτόνομα νησιωτικά συστήματα της χώρας. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

- Η μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από το πετρέλαιο (ντίζελ, μαζούτ), σε σχέση με την ηπειρωτική Ελλάδα (υψηλό κόστος μεταφοράς).
- Οι υψηλοί ρυθμοί αύξησης ενεργειακής ζήτησης, που οφείλονται στην αλματώδη ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου και του τουρισμού (ο ετήσιος ρυθμός αύξησης ενεργειακής ζήτησης, μέχρι πριν λίγα χρόνια ανερχόταν σε ποσοστό έως και 8 %).
- Το υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω της υπερλειτουργίας ορισμένων συμβατικών μονάδων παραγωγής με υψηλό κόστος λειτουργίας.

Σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση των προαναφερθέντων προβλημάτων, καλούνται να παίξουν οι μονάδες παραγωγής Α.Π.Ε. οι οποίες, γι' αυτό το λόγο μάλιστα αποτελούν υψηλή προτεραιότητα για το

νησί. Η Κρήτη, λόγω της γεωγραφικής της θέσης, διαθέτει εξαιρετικά ευνοϊκές συνθήκες για εκμετάλλευση παραγωγής μονάδων Α.Π.Ε. καθώς διαθέτει πλούσιο αιολικό και ηλιακό δυναμικό.

Οι μονάδες παραγωγής από Φ/Β και Αιολικούς σταθμούς, μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά με τις αντίστοιχες διαθέσιμες μονάδες συμβατικής παραγωγής, συμβάλλοντας έτσι:

- Στην αυξανόμενη κατεύθυνση του δυναμικού ηλεκτροπαραγωγής του νησιού
- Στην εξοικονόμηση μεγάλου μέρους της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων
- Και τελικά, στη μείωση του υψηλού κόστους λειτουργίας παραγωγής των υφιστάμενων συμβατικών μονάδων παραγωγής.

5.3. Γενικά χαρακτηριστικά για το Σ.Η.Ε. Κρήτης

Το ΣΗΕ Κρήτης, αποτελεί το μεγαλύτερο αυτόνομο νησιωτικό σύστημα στη Ελλάδα, 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).



Εικ. 5.3: Χάρτης του Σ.Η.Ε. Κρήτης

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

- Περιλαμβάνει τρεις Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς (Α.Η.Σ.) Παραγωγής.
- Διαθέτει συνολικά 27 εγκατεστημένες συμβατικές μονάδες.
- Δίκτυα γραμμών μεταφοράς Υ.Τ. (150 kV και 66 kV) και Μ.Τ. (20 kV).
- 19 Υποσταθμούς Υ.Τ.

- Κέντρο κατανομής Φορτίου (στον Υποσταθμό, Ηράκλειο II) που χρησιμοποιεί σύστημα τηλεμετρήσεων S.C.A.D.A. Η λειτουργία του, παρέχει συνεχή επιτήρηση πραγματικού χρόνου (real time) του ηλεκτρικού δικτύου και της παραγόμενης ενέργειας των Αιολικών Πάρκων καθώς και τους απαιτούμενους τηλεχειρισμούς.
- Δύο μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς (Μ.ΥΗ.Σ.).
- Αιολικά Πάρκα με σημαντικό βαθμό διείσδυσης στο σύστημα.
- Μεγάλο αριθμό Φ/Β Σταθμών (καθώς αρκετοί έχουν αδειοδοτηθεί και οι μισοί περίπου έχουν εγκατασταθεί).

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.

5.3.1. Συγκεντρωτικά στοιχεία θερμικών μονάδων παραγωγής

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των θερμικών μονάδων του νησιού, καθώς χρίζονται απαραίτητα στοιχεία για τις ανάγκες της προσομοίωσης που εκτελέστηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Αρχικά, παρατίθενται οι Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί Παραγωγής (Α.Η.Σ.) του νησιού, έπειτα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, τα στοιχεία που αφορούν την ικανότητα παραγωγής και τους τεχνικούς περιορισμούς λειτουργίας των θερμικών μονάδων του συστήματος, ενώ στη συνέχεια δείχνονται τα βασικά χαρακτηριστικά των παραμέτρων κόστους λειτουργίας τους.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το Σ.Η.Ε. της Κρήτης διαθέτει τρεις Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς Παραγωγής που διαχειρίζεται αποκλειστικά η Δ.Ε.Η. και βρίσκονται:

- Στα Λινοπεράματα του Νομού Ηρακλείου, 6 χιλιόμετρα Δυτικά της πόλης του Ηρακλείου, με συνολική εγκατεστημένη ισχύς 279,1MW.
- Στη Ξυλοκαμάρα του Νομού Χανίων, 6 χιλιόμετρα Ανατολικά της πόλης των Χανίων, με συνολική εγκατεστημένη ισχύς 334,5MW.
- Στον Αθρινολακκο του Νομού Λασιθίου, περίπου 25 χιλιόμετρα Νότια από την πόλη της Σητείας, με συνολική εγκατεστημένη ισχύς 211,2MW.

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)
- Τεχνικοί περιορισμοί και ικανότητα παραγωγής

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:

- Την ονομαστική τους ισχύ (ικανότητα παραγωγής)
- Την καθαρή τους ισχύ
- Την ισχύ σε υψηλές θερμοκρασίες (ισχύς θέρους)
- 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 συντήρησής τους.

Επίσης, κάθε μονάδα μπορεί να λειτουργήσει είτε αυτόνομα (ανοιχτού κύκλου), είτε σε συνδυασμό με κάποια άλλη (συνδυασμένου κύκλου). Για παράδειγμα στον Α.Η.Σ. Χανίων χρησιμοποιείται μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου αποτελούμενη από δύο αεριοστρόβιλους και έναν ατμοστρόβιλο (ΑΕΡ 6 Σ.Κ., ΑΕΡ 7 Σ.Κ. και ΑΤΜ 1 ΧΑΝ). Τέλος, αναφέρεται ότι, 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 Πίνακα 30 παρουσιάζονται, συγκεντρωτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά των θερμικών μονάδων παραγωγής του Σ.Η.Ε. της Κρήτης, κατά το έτος 2013.

Πίνακας 30: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμικών μονάδων παραγωγής του Σ.Η.Ε. Κρήτης

	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΟΥΣ (MW)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟ (MW)	ΚΑΥΣΙΜΟ
Α.Η.Σ. ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ					
ΑΤΜ1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	6	6	6	4	Μαζούτ
ΑΤΜ2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	14	13	8	Μαζούτ
ΑΤΜ3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	14	13	8	Μαζούτ
ΑΤΜ4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18	Μαζούτ
ΑΤΜ5 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18	Μαζούτ
ΑΤΜ6 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3	Μαζούτ
ΔΙΕΣΕΛ4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3	Μαζούτ
ΑΕΡ1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	15	15	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	15	15	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	43	43	41	5	Ντίζελ
ΑΕΡ4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	14	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ5 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	28	28	25	5	Ντίζελ
Α.Η.Σ ΧΑΝΙΩΝ					
ΣΥΝΔΙΑΣΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΟΥ	132	126	112	35	Ντίζελ
ΑΕΡ1 ΧΑΝΙΩΝ	16	14	11	3	Ντίζελ
ΑΕΡ4 ΧΑΝΙΩΝ	24	20	19	3	Ντίζελ

ΑΕΡ5 ΧΑΝΙΩΝ	30	28	27	5	Ντίζελ
ΑΕΡ11 ΧΑΝΙΩΝ	59	58	54	10	Ντίζελ
ΑΕΡ12 ΧΑΝΙΩΝ	59	58	54	10	Ντίζελ
ΑΕΡ13 ΧΑΝΙΩΝ	28	28	25	5	Ντίζελ
A.H.C. ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ					
DIESEL1 ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	51	50	50	35	Μαζούτ
DIESEL2 ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	51	50	50	35	Μαζούτ
ATM1 ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	44	43	44	22	Μαζούτ
ATM2 ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	44	43	44	22	Μαζούτ
ΣΥΝΟΛΟ	803	783	740		

Τα στοιχεία που αφορούν τα χαρακτηριστικά παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων παραγωγής του συστήματος, είναι απαραίτητα στοιχεία της κύριας υπό-ρουτίνας του εφαρμοζόμενου αλγορίθμου. Τα περιεχόμενα του Πίνακα 31 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^{xl}.

Πίνακας 31: Συγκεντρωτικός πίνακας παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων του συστήματος

Συμβολισμός	cubcoeffi (Kg/MWh ³)	sqcoeffi (Kg/MWh ²)	lincoeffi (Kg/MWh)	const coeffi (Kg-It)	Κόστος εκκίνησης €
ATM 1 LIN	17,377	-167,2	727,6	0,001	1.489
ATM 2 LIN	0,476	-11,824	378,937	0,001	1.489
ATM 3 LIN	0,476	-11,824	378,937	0,001	1.489
ATM 4 LIN	0,18	-8,053	355,088	0	2.600
ATM 5 LIN	0,092	-4,166	300,58	0	1.547
ATM 6 LIN	0,092	-4,166	300,58	0	1.547
DIESEL1 LIN	0,421	-8,378	230,368	0	192
DIESEL2 LIN	0,421	-8,378	230,369	0	192
DIESEL3 LIN	0,421	-8,378	230,368	0	139,27
DIESEL4 LIN	0,421	-8,378	230,369	0,01	139,27
ΑΕΡ 1 LIN	2,48	-5,87	881,5	1,2	179,1
ΑΕΡ 2 LIN	2,48	-5,87	881,5	1,2	179,1
ΑΕΡ 3 LIN	0,0001	0,001	319	0	15
ΑΕΡ 4 LIN	0,0001	0,001	403	0	11
ΑΕΡ 5 LIN	0,0001	0,001	308	0	14
ΑΕΡ 6 Σ.Κ	0,001	0,01	145,54	5120	192,01

ΑΕΡ 7Σ.Κ	0,001	0,01	145,64	5120	230,41
ΑΕΡ 1 ΧΑΝ	0	0,01	267	2170	38,4
ΑΕΡ 4 ΧΑΝ	0	0,01	219	2865	460,83
ΑΕΡ 5 ΧΑΝ	0	0,01	275	3757	307,22
ΑΕΡ 11 ΧΑΝ	0,001	0,01	227	5000	0,1
ΑΕΡ 12 ΧΑΝ	0,001	0,01	227	5000	0,1
ΑΕΡ 13 ΧΑΝ	0,0001	0,001	387	0	15
DIESEL1 ΑΘΕΡ	0,017	-1,3	222,6	0,27	270
DIESEL2 ΑΘΕΡ	0,017	-1,3	222,6	0,27	270
ΑΤΜ 1 ΑΘΕΡ	-0,003	-0,958	282,91	0,8	350
ΑΤΜ 2 ΑΘΕΡ	-0,003	-0,958	282,91	0,8	350

5.3.2. Διαθεσιμότητα και κόστος καυσίμου

Παρακάτω, παρουσιάζονται συγκριτικά οι πίνακες με τις μέσες τιμές καυσίμων, για τα έτη 2013 και 2016 αντίστοιχα.

Πίνακας 32: Μέση τιμή καυσίμων το 2013

Μέση τιμή Μαζούτ Λινοπεραμάτων	539,17 €/tn
Μέση τιμή Μαζούτ Αθερινόλακκου	614,41 €/tn
Μέση τιμή Diesel Λινοπεραμάτων	1091,92 €/klt
Μέση τιμή Diesel Χανίων	1090,36 €/klt
Μέση τιμή Diesel Αθερινόλακκου	1093,63 €/klt
Μέση τιμή Αιολικής Ενέργειας 2013	99,45 €/MWh

Η συμβολή των καυσίμων στο κόστος κάθε kWh που διατέθηκε στους ζυγούς Μέσης Τάσεως των Υ/Σ, ανήλθε στα 79,02 €/MWh με μέση σταθμική τιμή καυσίμων:

Πίνακας 33: Μέση τιμή καυσίμων το 2016

Μέση τιμή Μαζούτ Λινοπεραμάτων	273,58 €/tn
Μέση τιμή Μαζούτ Αθερινόλακκου	267,70 €/tn
Μέση τιμή Diesel Λινοπεραμάτων	677,84 €/klt
Μέση τιμή Diesel Χανίων	677,84 €/klt
Μέση τιμή Diesel Αθερινόλακκου	677,84 €/klt
Μέση τιμή Αιολικής Ενέργειας 2014	99,45 €/MWh

Στην ουσία η Διαθεσιμότητα, μας δείχνει ποιες μονάδες ήταν διαθέσιμες προς λειτουργία.

Πίνακας 34: Τυπική Διαθεσιμότητα Μονάδων στην Κρήτη

Μήνες	Μονάδες
ΙΑΝ	Μισός Συνδυασμένος, Μικρή ΑΤΜΟ-Μονάδα
ΦΕΒ	Ατμ Συνδ. Κύκλου, Αεροστρόβιλος Συνδ, Μικρή Diesel
ΜΑΡ	Μικρή, ΑΤΜ 1 Αθερ, Μισός Συνδυασμένος
ΑΠΡ	ΑΤΜ 4, Diesel Μικρή, Μισός Συνδυασμένος
ΜΑΪ	ΑΤΜ 6μ Μισός Συνδυασμένος, ΑΕΡ 5Λ, ΑΕΡ 13Χ
ΙΟΥΝ	ΑΕΡ 5Λ, ΑΕΡ 13Χ
ΙΟΥΛ	ΑΕΡ 5Λ, ΑΕΡ 13Χ
ΑΥΓ	ΑΕΡ 5Λ, ΑΕΡ 13Χ
ΣΕΠ	ΑΕΡ 5Λ, ΑΕΡ 13Χ, Diesel μικρή
ΟΚΤ	ΑΕΡ 5Λ, ΑΕΡ 13Χ, ΑΤΜ 5Λ, 1 μικρή Diesel
ΝΟΕ	ΑΕΡ 5Λ, ΑΕΡ 13Χ, ΑΤΜ 4 και 5Λ, Diesel 2 Αθερ, Μισός Συνδυασμένος
ΔΕΚ	ΑΕΡ 5Λ, ΑΕΡ 13Χ, ΑΕΡ 11Χ, Μισός Συνδυασμένος, Diesel Αθερ.

5.3.3. Στοιχεία για τις μονάδες ΑΠΕ

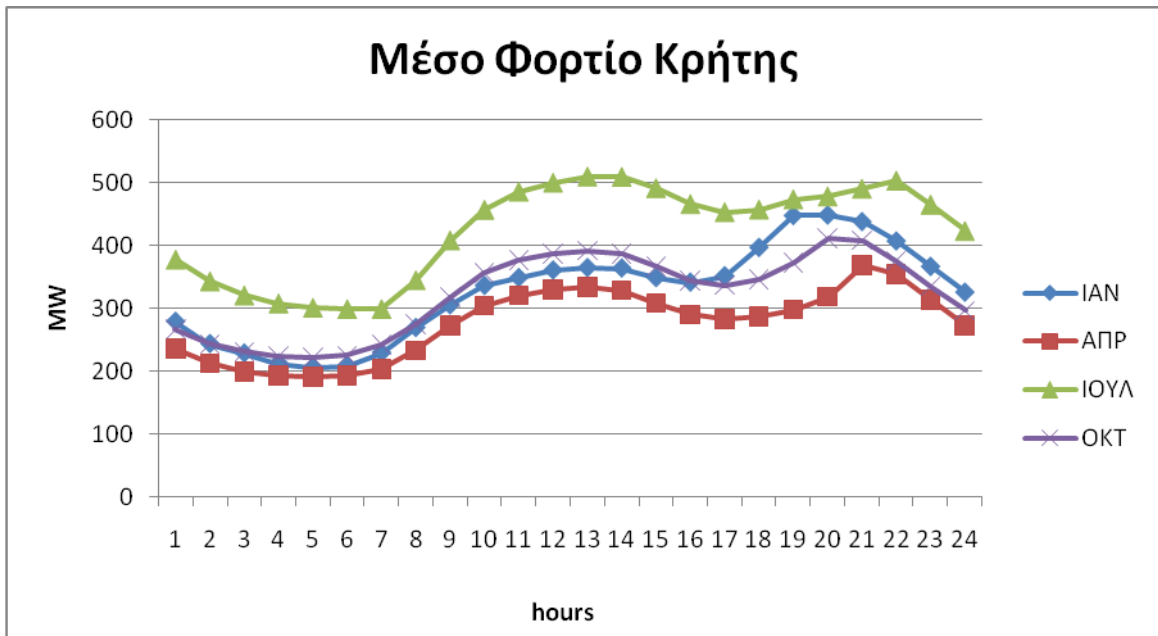
Σημαντικά είναι τα ποσοστά της εγκατεστημένης παραγωγής, από μονάδες Α.Π.Ε. στη Κρήτη. Το πλούσιο ηλιακό και αιολικό δυναμικό που διαθέτει το νησί, δίνει σημαντικά κίνητρα στους παραγωγούς που θέλουν να επενδύσουν σε εγκαταστάσεις Φ/Β και Αιολικών πάρκων. Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται συνοπτικά 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 2013 και το 2017.

Πίνακας 35: Σύνοψη μονάδων ΑΠΕ στο ΣΗΕ κρήτης^{xii}

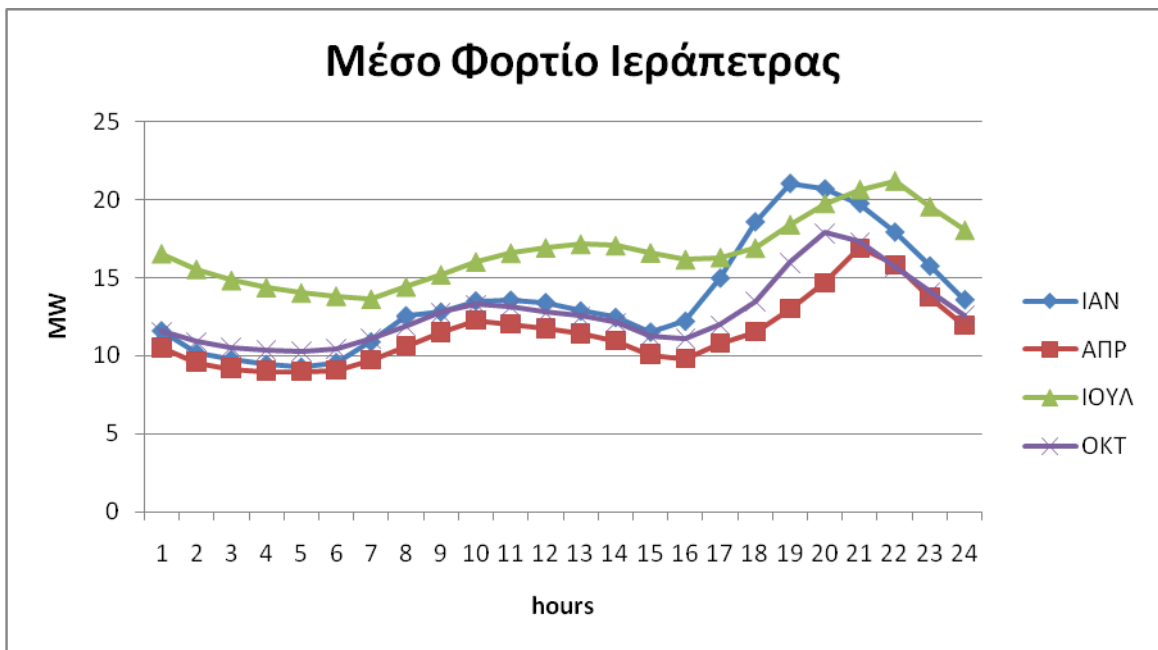
	Αιολικά (MW)	Μικρά Υδροηλεκτρικά (MW)	Βιοαέριο- Βιομάζα (MW)	Φ/Β (MW)	Φ/Β Στέγης (MW)	Φ/Β Net metering (MW)	Σύνολο (MW)
<u>2013</u>	185,96	0,3	0,4	78,30	20,15	-	299,45
<u>2017</u>	200,31	0,3	0,5	78,29	18,51	7,00	304,91

5.4. Χαρακτηριστικά Ζήτησης

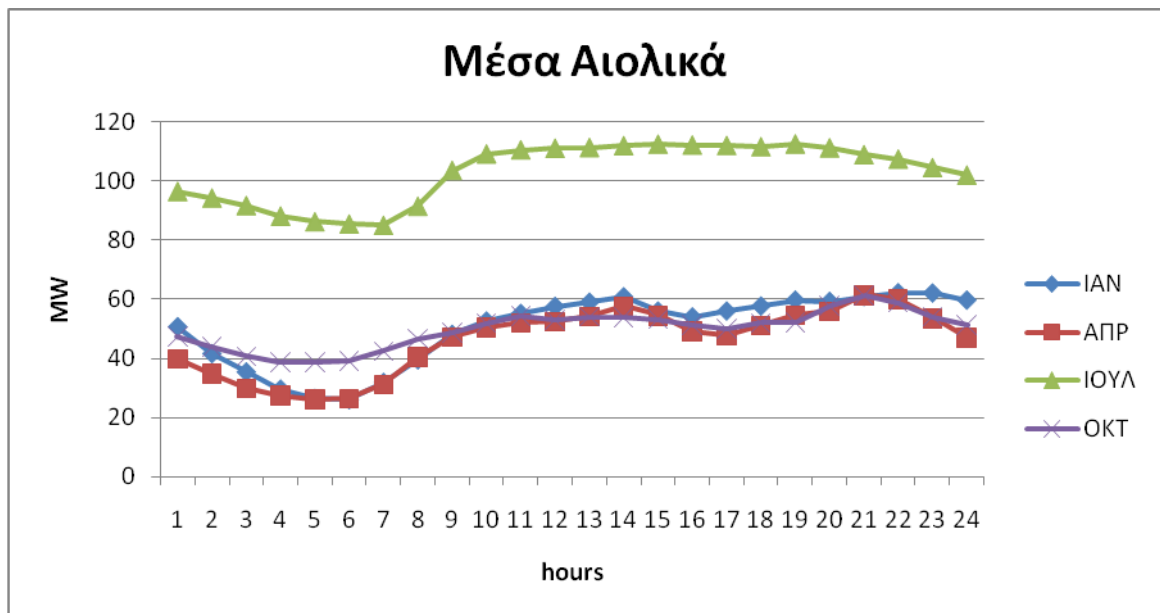
Σε αυτό το σημείο, εμφανίζονται οι μέσες τιμές των φορτίων Κρήτης, Ιεράπετρας καθώς και οι μέσες τιμές των Αιολικών και Φωτοβολταϊκών, για ένα μήνα ανά εποχή.



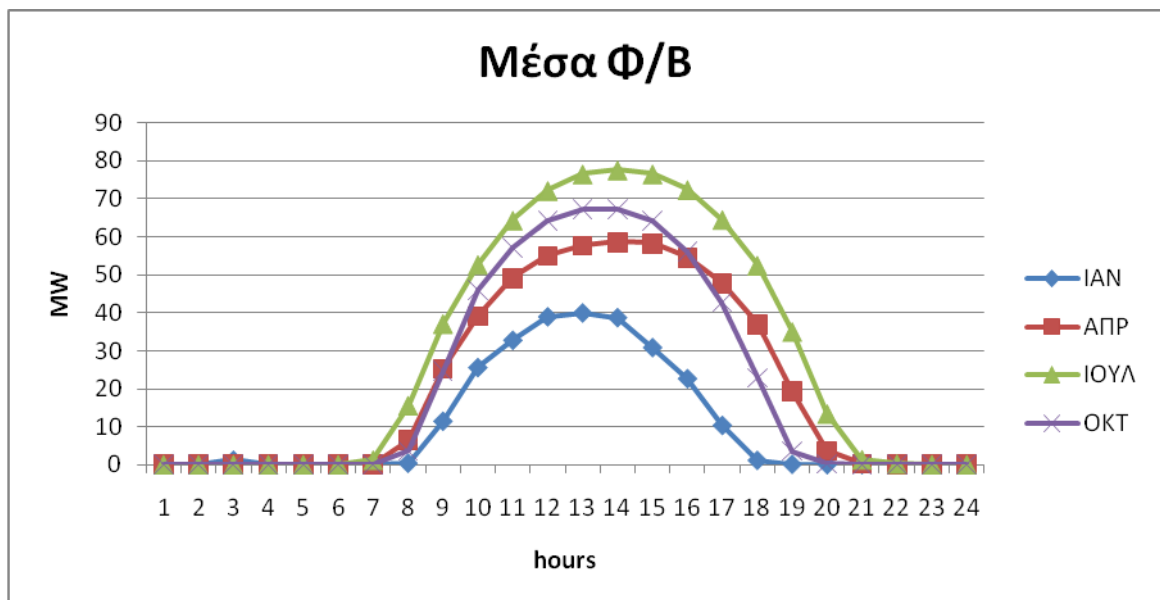
Εικ. 5.4: Τυπικές χρονοσειρές Φορτίου Κρήτης



Εικ. 5.5: Τυπικές χρονοσειρές Φορτίου Ιεράπετρας



Εικ. 5.6: Τυπικές χρονοσειρές Αιολικών Παρκών



Εικ. 5.7: Τυπικές χρονοσειρές Φ/Β

5.5. Χαρακτηριστικά Ζήτησης Ιεράπετρας^{xlii}

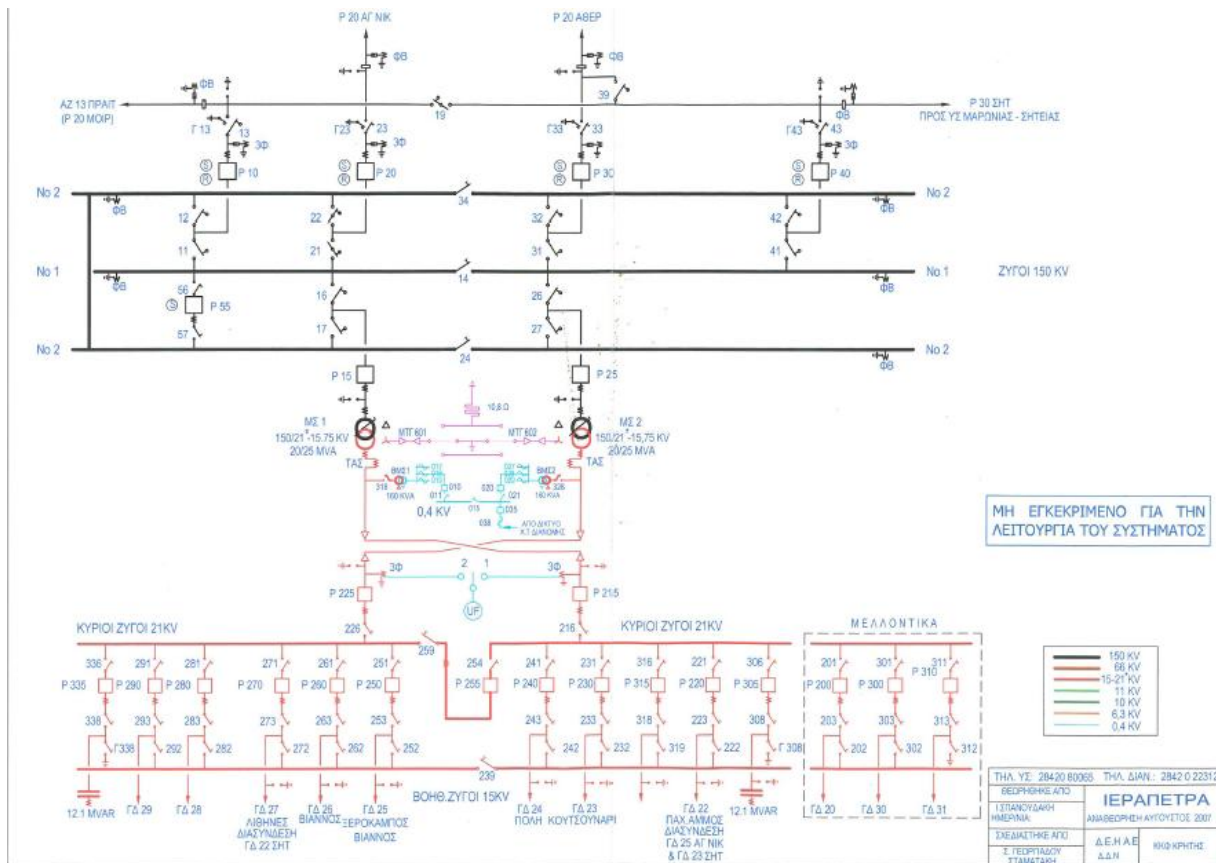
Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, το Σ.Η.Ε. Κρήτης διαθέτει 19 υποσταθμούς. Ο υποσταθμός της Ιεράπετρας εξυπηρετεί το νότιο μέρος του Νομού Λασιθίου. Εκτός απ' τη πόλη, τροφοδοτεί ανατολικά και δυτικά τα παράλια του Νομού Λασιθίου και προς βορρά, μέχρι την Παχιά Άμμο. Ο μόνιμος πληθυσμός που εξυπηρετεί, είναι περίπου 30.000 με σημαντικό αριθμό αγροτικών εκμεταλλεύσεων και σημαντική τουριστική κίνηση, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

5.5.1. Εισαγωγή - Δίκτυο της Ιεράπετρας

Το δίκτυο της Ιεράπετρας αποτελείται, από τον υποσταθμό ΥΤ/ΜΤ, τις γραμμές μεταφοράς, τα διάφορα δίκτυα και τους μετασχηματιστές ΜΤ/ΧΤ, που χρησιμοποιούνται για την μετατροπή της τάσης στα 400V/230V, καθώς τα περισσότερα φορτία, είναι φορτία που λειτουργούν σε αυτή τη τάση.

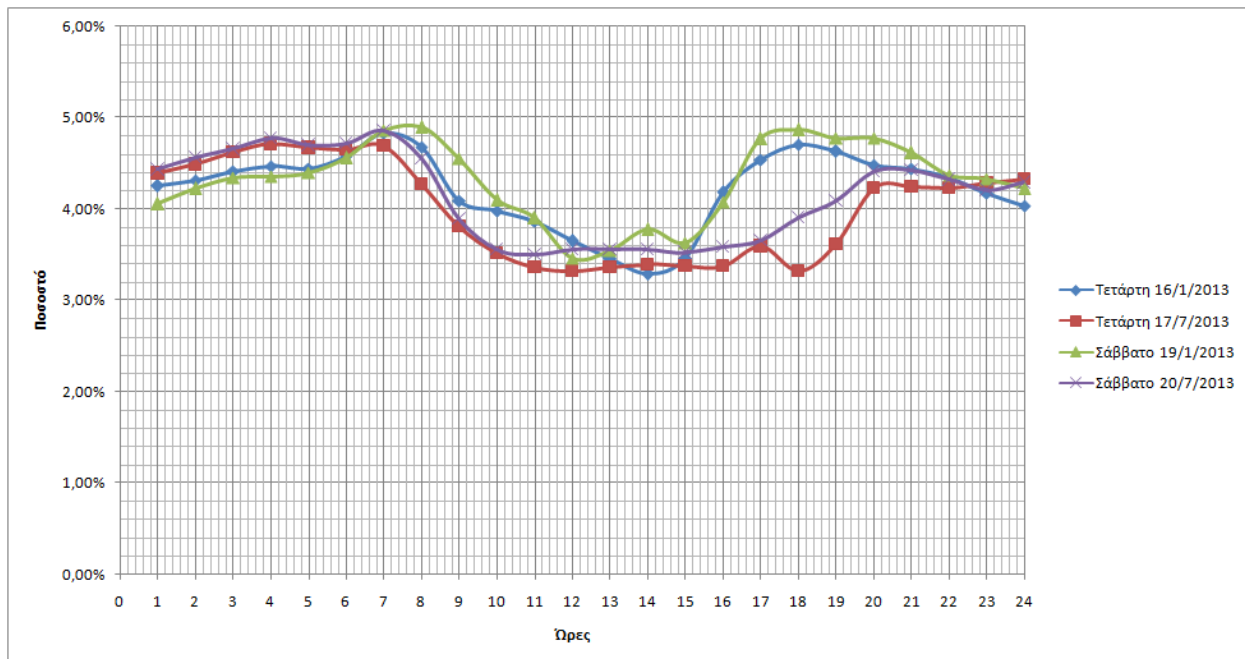
5.5.2. Υποσταθμός ΥΤ/ΜΤ

Ο υποσταθμός της Ιεράπετρας διαθέτει, 2 Μ/Σ 150/20 kV ισχύος 20/25 MVA. Οι μετασχηματιστές αυτοί, τροφοδοτούν έξι γραμμές μέσης τάσης. Στον υποσταθμό, υπάρχουν διακόπτες για περιπτώσεις εφεδρείας και συντήρησης. Επίσης, στον υποσταθμό υπάρχουν, πυκνωτές αντιστάθμισης που χρησιμεύουν στη διατήρηση του συντελεστή ισχύος, στα επιτρεπτά όρια. Στην *Εικ. 5.8* απεικονίζεται, το μονογραμμικό διάγραμμα του υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ της Ιεράπετρας.

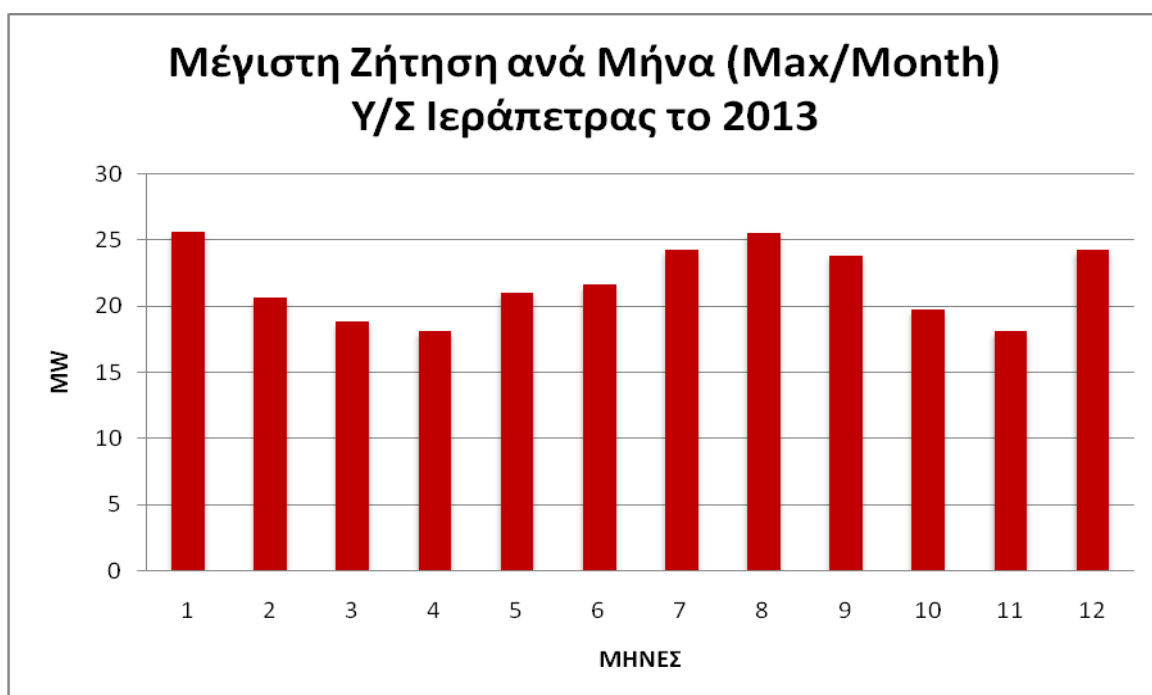


Εικ. 5.8: Μονογραμμικό διάγραμμα του υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ της Ιεράπετρας

Η ετήσια ζήτηση του υποσταθμού της Ιεράπετρας, αντιστοιχεί σε 160,28 GWh ενώ, η ετήσια ζήτηση του φορτίου της Κρήτης, αντιστοιχεί σε 3003 GWh. Η μέγιστη ωριαία ζήτηση του Υ/Σ της Ιεράπετρας αντιστοιχεί σε 35.397 MW, ενώ την ίδια ώρα η ζήτηση του φορτίου της Κρήτης, είναι 636,6 MW δηλαδή, η ζήτηση του υποσταθμού αντιστοιχεί στο 5,56% της ζήτησης του φορτίου της Κρήτης, εκείνη την ώρα. Ο συντελεστής φορτίου (load factor) του υποσταθμού, είναι 0,515 και ελάχιστη ωριαία ζήτηση, αντιστοιχεί σε 7,83 MW. Στην *Εικ. 5.9* εμφανίζεται, η Μέση Ωριαία Ζήτηση του Σ.Η.Ε. Κρήτης, σε σύγκριση με τον Υ/Σ της Ιεράπετρας, μεταξύ καθημερινής-σαββατοκύριακου, καθώς και χειμώνα-καλοκαίρι, τις ίδιες ακριβώς ημέρες.



Εικ. 5.9: Μέση Ωριαία Ζήτηση του Σ.Η.Ε. Κρήτης σε σχέση με τον Υ/Σ της Ιεράπετρας



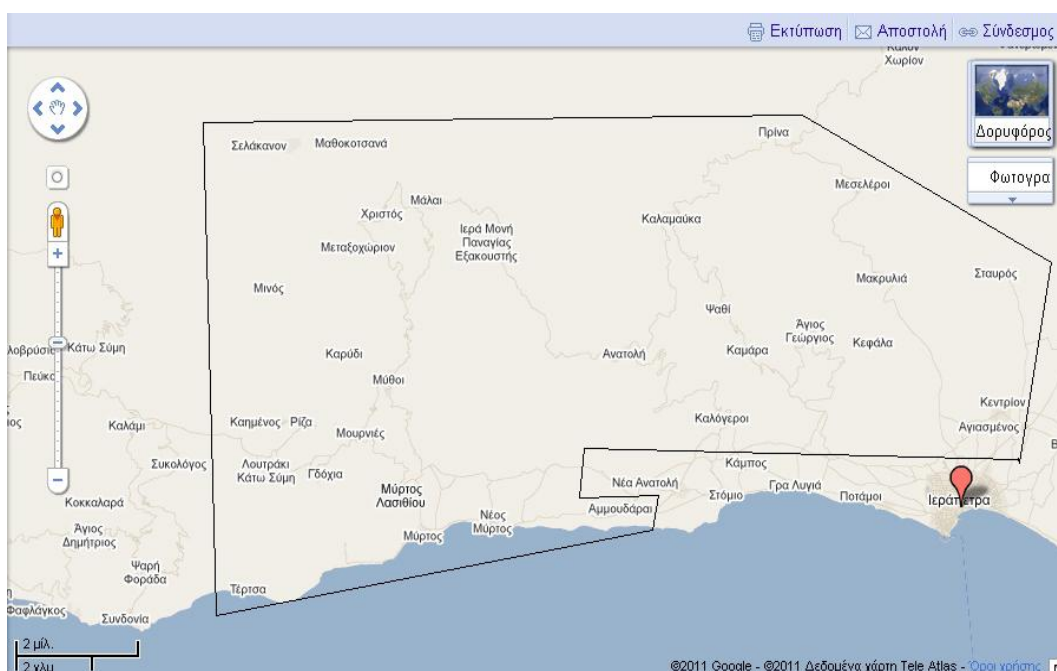
Εικ. 5.10: Μέγιστη ζήτηση ανά μήνα Υποσταθμού Ιεράπετρας το έτος 2013

5.5.3. Στοιχεία γραμμών δικτύου Ιεράπετρας

Σημαντικό είναι να αναφερθεί, ότι οι κύριες γραμμές που αναχωρούν από τον υποσταθμό, αντιστοιχούν στις γραμμές 22,23,24,25,26 και 27.

Η γραμμή διανομής ΓΔ22, εξυπηρετεί καταναλωτές στις περιοχές της Βαϊνιάς, του Κάτω Χωριού, της Βασιλικής, του Καβουσίου και της Παχιάς Άμμου. Επομένως, τα αντλιοστάσια Βαϊνιάς, Χα και Μαλαούρας τροφοδοτούνται από τη γραμμή ΓΔ22. Δίπλα απ' τα αντλιοστάσια Χα και Μαλαούρας υπάρχει Μ/Σ Χ/Τ 20/0,4kV ονομαστικής ισχύος 1250kVA και 630kVA αντίστοιχα. Το αντλιοστάσιο Βαϊνιάς καθώς και της Ψαλίδενας προαναφέρθηκε ότι έχουν διαφορετικό τιμολόγιο παροχής.

Η γραμμή διανομής ΓΔ26, εξυπηρετεί τις περιοχές Κεντρί, Σταυρό, Μακρυλιά, Μεσελέρι, Καλαμαύκα, Ανατολή, Μύρτος, Μάλλες, Σελάκανο, Γδόχεια, Ρίζα και Βιάννο και είναι κυρίως τύπου 3x95 Cu και ένα μικρό κομμάτι της γραμμής, είναι τύπου 3x95 ACSR και 3X35 Cu. Αξίζει να αναφερθεί ότι, το κεντρικό αντλιοστάσιο του Φράγματος Μπραμιανών, καθώς και του Κεντριού τροφοδοτούνται από την γραμμή διανομής ΓΔ26. Δίπλα απ' τα αντλιοστάσια υπάρχει Μ/Σ Χ/Τ 20/0,4kV ονομαστικής ισχύος 1250kVA και 500kVA αντίστοιχα, όπου γίνεται η τροφοδοσία των αντλιοστασίων.



Εικ. 5.11: Περιοχές που τροφοδοτούνται από τη γραμμή διανομής ΓΔ 26

5.6. Γεωτρήσεις και επίπτωση στην Κρήτη

5.6.1. 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, κάνει το πρόβλημα εντονότερο.



Εικ. 5.12: Τα γεωφυσικά στοιχεία της Κρήτης

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, ένα σημαντικό ποσοστό ενέργειας να καταναλώνεται από τις αντλίες ύδρευσης και άρδευσης. Φόρτια 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 Ηρακλείου με στοιχεία του 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

6. Οικονομική Αξιολόγηση από την σκοπιά του ΤΟΕΒ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση στα Τιμολόγια Μέσης Τάσης της Δ.Ε.Η. καθώς και σε αυτά που χρεώνονται τα αντλιοστάσια του ΤΟΕΒ. Πιο συγκεκριμένα, οι τύποι τιμολογίων όπου χρεώνονται τα αντλιοστάσια του ΤΟΕΒ, είναι το Αγροτικό Τιμολόγιο Χαμηλής Τάσης και το Αγροτικό Τιμολόγιο Μέσης Τάσης - T33A(ΒΑΓ). Στην συνέχεια, γίνεται ένας υπολογισμός με 10% μείωση της κατανάλωσης των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ, για να δούμε τι θα αλλάξει και πόσο. Αν δηλαδή για παράδειγμα προκύψει κάποιο όφελος ή όχι.

6.1. Τιμολόγια Μέσης Τάσης της Δ.Ε.Η.

Στο σημείο αυτό γίνεται μια παρουσίαση των τιμολογίων Μέσης Τάσης της Δ.Ε.Η. καθώς και σε ποιους καταναλωτές απευθύνεται το κάθε τιμολόγιο.

Πίνακας 36: Παρουσίαση τιμολογίων ΜΤ της Δ.Ε.Η.

Τιμολόγιο ΒΑΓ	Απευθύνεται σε αγρότες, πελάτες ΜΤ
Τιμολόγιο ΒΓ	Απευθύνεται σε εμπορικούς & βιομηχανικούς πελάτες ΜΤ
Τιμολόγιο ΒΧ	Απευθύνεται σε εμπορικούς & βιομηχανικούς πελάτες ΜΤ με Χαμηλό Σ. Χρησιμοποίησης
Τιμολόγιο ΒΥ	Απευθύνεται σε εμπορικούς & βιομηχανικούς πελάτες ΜΤ με Υψηλό Σ. Χρησιμοποίησης

6.1.1. Επεξήγηση Λογαριασμού Μέσης Τάσης

Στον πίνακα που ακολουθεί, γίνεται μία επεξήγηση στοιχείων ενός τυπικού Λογαριασμού Ρεύματος.

Πίνακας 37: Επεξήγηση Στοιχείων Λογαριασμού Μ.Τ.

Α/Α	Αύξων αριθμός λογαριασμού
Ημ. Έκδοσης	Ημερομηνία που εκδόθηκε ο λογαριασμός

Επωνυμία Επιχείρησης και Διεύθυνση εγκατάστασης	
Α.Φ.Μ.	Αριθμός Φορολογικού Μητρώου πελάτη
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	Η χρονική περίοδος κατανάλωσης του λογαριασμού
ΗΜΕΡΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	Οι ημέρες κατανάλωσης θεωρώντας ότι ο μήνας είναι 30 ημερών (εμπορικός μήνας)
ΤΙΜ.	Το τιμολόγιο που έχει επιλέξει ο πελάτης δηλ. Β1,Β2, Β1β, Β2β.
ΠΡΟΚΑΤΑΒΟΛΗ	Η προκαταβολή έναντι κατανάλωσης που έχει καταβληθεί από τον πελάτη
ΣΥΜΦ. ΙΣΧΥΣ	Η Συμφωνημένη Ισχύς με τον πελάτη
ΕΓΚ. ΙΣΧΥΣ	Η εγκατεστημένη ισχύς του πελάτη, που σε άλλες περιπτώσεις είναι η συνολική ισχύς των Μ/Σ και σε άλλες η εγκατεστημένη ισχύς της εγκατάστασης που αναγράφεται στην Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη (ΥΔΕ)
ΧΜΖ 12μηνου	Η μέγιστη ΧΖ του προηγούμενου δωδεκάμηνου: ΧΖ=Ζ.ΗΜ*Σ.ΠΡΣ
ΠΑΡΟΥΣΑ	Η παρούσα ένδειξη των μετρητών ενεργού και αέργου ενέργειας
ΠΡΟΗΓΟΥΜ.	Η προηγούμενη ένδειξη των μετρητών ενεργού και αέργου ενέργειας
ΔΙΑΦΟΡΑ	Η διαφορά μεταξύ παρούσας και προηγούμενης ένδειξης
ΣΥΝ/ΣΤΗΣ	Το γινόμενο των λόγων μετασχηματισμού των Μ/Σ τάσεως και εντάσεως της μετρητικής διάταξης
ΚΑΤΑΝΑΛ.	Η πραγματοποιηθείσα κατανάλωση στη χρονική περίοδο του λογαριασμού, δηλαδή το γινόμενο της ΔΙΑΦΟΡΑΣ επί τον ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ
ΠΡΟΣ./ΑΦΑΙΡ.	Πρόσθετη / Αφαιρετέα κατανάλωση ενεργού ή/ και αέργου ενέργειας σε ειδικές περιπτώσεις
ΣΥΝ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	Η συνολική κατανάλωση αφού ληφθεί υπόψη και η πρόσθετη ή αφαιρετέα κατανάλωση
ΖΗΤΗΣΗ ΗΜΕΡΑΣ (ΧΒ)	Η μέγιστη ζήτηση του πελάτη στην περίοδο κατανάλωσης. Σε πελάτες που με έγγραφη αίτησή τους έχουν ζητήσει απαλλαγή της ζήτησης σε ολόκληρο το 24ωρο των Κυριακών, καθώς και τις νυχτερινές ώρες όπως αυτές ορίζονται κάθε φορά από τη ΔΕΗ Α.Ε., δεν λαμβάνεται υπόψη η ζήτηση στις περιόδους αυτές
ΖΗΤΗΣΗ ΑΙΧΜΗΣ (ΧΒ)	Η ζήτηση του πελάτη κατά τις ώρες αιχμής του συστήματος, όπως ορίζονται κάθε φορά από τη ΔΕΗ Α.Ε (11:00-14:00)
ΖΗΤΗΣΗ ΝΥΧΤΑΣ (ΧΒ)	Σε πελάτες που με έγγραφη αίτησή τους έχουν ζητήσει απαλλαγή της ζήτησης σε ολόκληρο το 24ωρο των Κυριακών καθώς και τις νυχτερινές ώρες όπως αυτές ορίζονται κάθε φορά από τη ΔΕΗ Α.Ε., αναγράφεται η μέγιστη ζήτηση στις περιόδους αυτές κατά τη χρονική περίοδο κατανάλωσης
ΚΜΖ	Καταγραφείσα μέγιστη ζήτηση, λαμβάνεται η ΖΗΤΗΣΗ ΗΜΕΡΑΣ
ΕΦΑΠΤ	Εφαπτομένη της διαφοράς φάσεως φ, μεταξύ τάσεως και εντάσεως εφφ=ΑΕΡΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ / ΕΝΕΡΓΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΣΥΝ.	Συντελεστής ισχύος (συνφ). Προκύπτει από την εφφ δηλαδή $\text{συν}\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon\varphi^2}}$
Σ. ΠΡΣ	Συντελεστής προσαρμογής για την ανεύρεση της Χρεωστέας Μεγίστης Ζήτησης

	(ΧΜΖ) Σ.ΠΡΣ= 0,80/συνφ αν συνφ<0,80 ή Σ.ΠΡΣ= 1 αν 0,80≤συνφ ≤0,85 και Σ.ΠΡΣ= 0,85/συνφ αν συνφ >0,85
A	Συντελεστής Αναλογικής Χρέωσης = ΗΜ/30
ΧΜΖ	Χρεωστέα Μέγιστη Ζήτηση. Η Ζήτηση βάσει της οποίας γίνεται η χρέωση ισχύος. ΧΜΖ= ΖΗΤΗΣΗ ΗΜΕΡΑΣ * Σ.ΠΡΣ * Α
Σ.ΧΡΣ	Συντελεστής Χρησιμοποίησης. Ορίζεται (επί τοις εκατό) ως Σ.ΧΡΣ=10024*ΣΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ·ΗΜ**ΜΖΣΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ·ΠΕΡΙΟΔΟ·ΣΤΗΝ·ΕΝΕΡΓΕΙΑ όπου Μ.Ζ (Μεγίστη ΜΖ=max(ΖΗΤΗΣΗ ΗΜΕΡΑΣ, ΖΗΤΗΣΗ ΝΥΧΤΑΣ)
ΕΙΔΙΚΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ ΔΕΗ	(χρεώσεις για διάφορες εργασίες, ποσό συμμετοχής, ποσό προκαταβολής, τόκοι, κλπ). Η συγκεκριμένη ένδειξη δεν εμφανίζεται εάν δεν υπάρχουν ειδικές χρεώσεις
ΑΞΙΑ ΙΣΧΥΟΣ	Χρέωση Ισχύος = ΧΜΖ * (τιμή ισχύος τιμολογίου)
ΠΟΣΟ ΕΚΠΤΩΣΗΣ	Η έκπτωση στη χρέωση ισχύος που δικαιούται ο πελάτης και ισούται με ΑΞΙΑ ΙΣΧΥΟΣ * ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΠΤΩΣΗΣ. ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΠΤΩΣΗΣ: Είναι η επί τοις εκατό έκπτωση που δικαιούται στη χρέωση ισχύος ο πελάτης εφόσον Σ.ΧΡΣ≥ 30%. Ορίζεται ως: ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΚΠΤΩΣΗΣ=[50-50*Ζ.ΑΧ/Κ.Μ.Ζ.] %
ΕΠΙΒΑΡ. ΣΥΜΦΩΝ. ΙΣΧΥΟΣ (Ε.Σ.Ι)*	Επιβάρυνση Συμφωνημένης Ισχύος. Ορίζεται ΧΖ=Ζ.ΗΜ*Σ.ΠΡΣ. Σε περίπτωση που η ΧΖ σε κάποιο μήνα υπερβεί τα 8.000 KW , το μέγεθος (ΧΖ-8000) KW θεωρείται ως “Συμφωνημένη Ισχύς” και σε οποιοδήποτε μήνα δεν μπορεί να είναι μικρότερη από εκείνη που υπολογίστηκε για κάθε μήνα στο αμέσως προηγούμενο δωδεκάμηνο. Οπότε διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις: α) παρούσα ΧΖ ≥ ΧΖ προηγ. 12μηνου > 8.000 KW, ο πελάτης χρεώνεται μόνο με την παρούσα ΧΜΖ και δεν υπάρχει Ε.Σ.Ι. β) 8.000 KW ≤ Παρούσα ΧΖ< ΧΖ προηγ. 12μηνου, ο πελάτης πέραν της χρέωσής του με την παρούσα ΧΜΖ χρεώνεται και με Ε.Σ.Ι. = (ΧΖ προηγ. 12μηνου –παρούσα ΧΖ) *Α* (τιμή ισχύος τιμολογίου) γ) παρούσα ΧΖ < 8000 KW < ΧΖ προηγ. 12μηνου, ο πελάτης πέραν της χρέωσής του με την παρούσα ΧΜΖ χρεώνεται και με Ε.Σ.Ι. = (ΧΜΖ προηγ. 12 μήνου – 8000) * Α*(τιμή ισχύος τιμολογίου) * Ο τιμολογιακός όρος Ε.Σ.Ι. έχει καταργηθεί από τον Αύγουστο του 2005
ΣΥΝΟΛΟ (ΙΣΧΥΟΣ)	Το ποσό που πληρώνει για τη ζήτησή του (ΙΣΧΥΣ) ο πελάτης. ΣΥΝΟΛΟ ΑΞΙΑΣ (ΙΣΧΥΟΣ)=ΑΞΙΑ - ΠΟΣΟ ΕΚΠΤΩΣΗΣ + (ΕΠΙΒΑΡ.ΣΥΜΦΩΝ.ΙΣΧΥΟΣ)
ΑΞΙΑ ΚΛ.	Αξία Κλιμακίου Χρέωσης Για τα τιμολόγια Β2 και Β2β υπάρχει ένα μόνο Κλιμάκιο Χρέωσης για όλες τις καταναλωθείσες ΚWh δηλαδή: ΑΞΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ = ΣΥΝ ΚΑΤΑΝΑΛ * ΤΙΜΗ ΚWh ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ Για τα τιμολόγια Β1 και Β1β υπάρχουν δύο Κλιμάκια Χρέωσης. Με το Κλιμάκιο Χρέωσης 1 χρεώνονται οι πρώτες (400 * Μ.Ζ. * Α) ΚWh,

	<p>όπου $M.Z = \max (Z.HM, NYK)$ ενώ οι υπόλοιπες καταναλωθείσες KWh, εφόσον υπάρχουν, χρεώνονται με το Κλιμάκιο Χρέωσης 2 δηλαδή:</p> <p>$ΑΞΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ = (400 * M.Z.* A* ΤΙΜΗ ΚWh ΚΛΙΜΑΚΙΟΥ 1 ΤΙΜΟΛ) + \{ (ΣΥΝ. ΚΑΤΑΝΑΛ. - 400 * M.Z * A) * ΤΙΜΗ ΚWh ΚΛΙΜΑΚΙΟΥ 2 ΤΙΜΟΛ\}$</p>
ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	Το ποσό που πληρώνει για την ενέργειά του ο πελάτης
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ	Η συνολική αξία ρεύματος από την υπόψη χρονική περίοδο
ΔΤ	Χρέωση Δημοτικών Τελών για λογαριασμό του Δήμου
ΔΦ	Χρέωση Δημοτικού Φόρου για λογαριασμό του Δήμου
ΤΑΠ	Χρέωση Τέλους Ακίνητης Περιουσίας για λογαριασμό του Δήμου
ΠΡΟΗΓ. ΣΤΡΟΓΓ.	Το ποσό που προστέθηκε ή αφαιρέθηκε για τη στρογγυλοποίηση του προηγούμενου λογαριασμού στο 1€
ΠΑΡΟΥΣ. ΣΤΡΟΓΓ.	Το ποσό που προστέθηκε ή αφαιρέθηκε για τη στρογγυλοποίηση του λογαριασμού στο 1€
ΕΚΔΟΣΗ	Ημερομηνία που εκδόθηκε ο λογαριασμός
ΕΠΟΜ. ΜΕΤΡΗΣΗ	Ημερομηνία επόμενης καταμέτρησης
ΛΗΞΗ ΠΡΟΘ. ΠΛΗΡΩΜΗΣ	Ημερομηνία λήξης προθεσμίας εξόφλησης του λογαριασμού. Μετά την ημερομηνία αυτή ο πελάτης χρεώνεται με τόκο υπερημερίας για το ποσό που αφορά τη ΔΕΗ Α.Ε. πλέον ΦΠΑ
ΠΟΣΟ ΠΛΗΡΩΜΗΣ	Το ποσό πληρωμής μετά τη στρογγυλοποίηση στο 1€. Το ποσό στρογγυλοποίησης θα προστεθεί ή θα αφαιρεθεί αναλόγως στον επόμενο λογαριασμό
ΚΩΔΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΠΛΗΡΩΜΗΣ	Κωδικός για την εξόφληση του λογαριασμού μέσω ATM των συνεργαζόμενων τραπεζών
Επωνυμία Επιχείρησης και Διεύθυνση Επίδοσης λογαριασμού	
ΣΥΝΟΛΟ ΦΠΑ	Συνολικός Φόρος Προστιθέμενης Αξίας
ΕΡΤ	<p>Χρέωση για λογαριασμό της Ελληνικής Ραδιοφωνίας Τηλεόρασης (ΕΡΤ).</p> <p>Σε περιπτώσεις ηλεκτροδότησης ομάδας καταναλωτών από μια παροχή με ενδιάμεσους μετρητές εμφανίζεται η ένδειξη ΕΡΤ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ, δηλαδή η χρέωση για λογαριασμό της ΕΡΤ των τελικών καταναλωτών</p>
<p>* Σε περιπτώσεις ηλεκτροδότησης ομάδας καταναλωτών από μια παροχή με ενδιάμεσους μετρητές εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση ενέργειας των ενδιαμέσων μετρητών με την ένδειξη ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗ.</p> <p>Σε περιπτώσεις ύπαρξης και βασικού πελάτη εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση ενέργειας των ενδιαμέσων μετρητών (πλην του βασικού πελάτη) με την ένδειξη ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗ και με την ένδειξη ΒΑΣΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ εμφανίζεται η κατανάλωση ενέργειας του βασικού πελάτη (ΒΑΣΙΚΗ ΜΕΤΡΗΣΗ = ΣΥΝ. ΚΑΤΑΝΑΛ. – ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗ)</p>	
** ΕΚΠΤΩΣΗ ΓΕΩΡΓ. ΜΕΤΡΩΝ	Η έκπτωση που δικαιούνται οι πελάτες που εμπίπτουν στα γεωργικά μέτρα
*** ΑΞΙΑ ΕΝΔΙΑΜ.	Το σύνολο της αξίας ρεύματος των τελικών καταναλωτών σε περιπτώσεις ηλεκτροδότησης ομάδας καταναλωτών από μια παροχή, με ενδιάμεσους

ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	μετρητές
ΑΞΙΑ ΒΑΣΙΚΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	Το σύνολο της αξίας ρεύματος του βασικού πελάτη σε περιπτώσεις ηλεκτροδότησης ομάδας καταναλωτών από μια παροχή, με βασικό πελάτη και ενδιάμεσους μετρητές. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει βασικός πελάτης η ένδειξη είναι 0
**** ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΞΙΑ	Η ελάχιστη χρέωση του πελάτη σύμφωνα με το τιμολόγιο που έχει, εφόσον είναι μεγαλύτερη της ΑΞΙΑΣ ΙΣΧΥΟΣ + ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
***** Χρέωση/Πίστωση τυχόν προηγούμενων ΔΤ, ΔΦ ή Τ.Α.Π. για λογαριασμό του Δήμου	
***** Εμφανίζονται τυχόν καθυστερούμενα ή/και πληρωμές/πιστώσεις	

6.1.2. Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις Τιμολογίων Μέσης Τάσης

Οι Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις εγκρίνονται από την Πολιτεία και εφαρμόζονται σε όλους τους πελάτες που κάνουν χρήση του Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος, ανεξαρτήτως του προμηθευτή που έχουν επιλέξει. Αναφέρονται, στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 38: Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις Τιμολογίων ΜΤ

ΕΙΔΟΣ ΤΙΜ.	ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ						
		Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής				
ΒΑΓ		Χρέωση Ισχύος (€/kW/μήνα)	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση) (€/kW/μήνα)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση) (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)	ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	ΥΚΩ (€/kWh)
			0,000	0,000	0,000	0,00007	0,00971
ΒΓ		Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής				
		Χρέωση Ισχύος (€/kW/μήνα)	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση) (€/kW/μήνα)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση) (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)	ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	ΥΚΩ (€/kWh)
	Εμπορικό	1,329	1,179	0,0029	0,00007	0,00976	0,01790
	Βιομηχανικό	1,329	1,179	0,0029	0,00007	0,00976	0,00691
ΒΥ		Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής				
		Χρέωση Ισχύος (€/kW/μήνα)	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)	ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	ΥΚΩ (€/kWh)

			(€/kW/μήνα)	(€/kWh)				
	Εμπορικό	1,329	1,179	0,0029	0,00007	0,00976	0,01790	
	Βιομηχανικό	1,329	1,179	0,0029	0,00007	0,00976	0,00691	
BX		Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής					
		Χρέωση Ισχύος (€/kW/μήνα)	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση) (€/kW/μήνα)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση) (€/kWh)	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)	ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	ΥΚΩ (€/kWh)	
		Εμπορικό	1,329	1,179	0,0029	0,00007	0,00976	0,01790
		Βιομηχανικό	1,329	1,179	0,0029	0,00007	0,00976	0,00691

6.1.3. Τιμολόγιο Αγροτικής Χρήσης - Άρδευσης T-33/XT

Το Αγροτικό Τιμολόγιο-Διακοπτόμενο χορηγείται αποκλειστικά σε περιπτώσεις αγροτικών εκμεταλλεύσεων που χρησιμεύουν και συντελούν με οποιονδήποτε τρόπο στην παραγωγή προϊόντων πρωτογενούς φυτικής και ζωικής παραγωγής, σύμφωνα με όσα ορίζονται στην ΚΥΑ 142196/10-11-87 περί "Μέτρων Αγροτικού Εξηλεκτρισμού". Οι πελάτες που θα συνάψουν σύμβαση για το συγκεκριμένο τιμολόγιο, έχουν υποχρέωση να διακόπτουν τις ώρες που τους ζητείται από τη ΔΕΗ. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης, όλη η ενέργεια της περιόδου τιμολόγησης θα τιμολογείται με ένα από τα Επαγγελματικά Τιμολόγια. Επίσης, είναι το τιμολόγιο που χρεώνονται τα αντλιοστάσια Χαμηλής Τάσης του ΤΟΕΒ Βαϊνιάς και Ψαλίδενας, με τύπο παροχής Νο7.

Χρέωση Προμήθειας (με ισχύ από 1.1.2013)

Περιλαμβάνει το κόστος και τις λοιπές δαπάνες της ΔΕΗ για την παραγωγή και την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας στους πελάτες.

Πίνακας 39: Χρέωση Προμήθειας

Ζώνη	Ενέργεια (€/kWh)	Πάγιο (€/μήνα)
Όλο το έτος	0,06412	0,53

Ελάχιστη Χρέωση: 4,20 €/μήνα

Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις

Οι Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις εγκρίνονται από την Πολιτεία και εφαρμόζονται σε όλους τους πελάτες που κάνουν χρήση του Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος, ανεξαρτήτως του προμηθευτή που έχουν επιλέξει.

Πίνακας 40: Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις

Σύστημα Μεταφοράς	Δίκτυο Διανομής	Λοιπές	ΕΤΜΕΑΡ	ΥΚΩ
-------------------	-----------------	--------	--------	-----

Ισχύς (ΜΠΧ) €/kVA*ΣΙ/έτος	Ενέργεια (ΜΜΧ) €/kWh	Ισχύς (ΜΠΧ) €/kVA*ΣΙ/έτος	Ενέργεια (ΜΜΧ) €/kWh	Χρεώσεις (€/kWh)	(€/kWh)	(€/kWh)
0,00	0,00000	0,00	0,0000	0,00007	0,01047	0,00707

6.1.4. Ιδιαίτερη ανάλυση Τιμολογίου ΒΑΓ (Τ33Α) /ΜΤ

Απευθύνεται σε πελάτες Μέσης Τάσης για αγροτική χρήση και είναι το τιμολόγιο που χρεώνεται ο ΤΟΕΒ για τα αντλιοστάσια Κεντρικό, Κεντρί, Χα και Μαλαύρα.

Χρέωση Προμήθειας (με ισχύ από 1.11.2013)

Περιλαμβάνει το κόστος και τις λοιπές δαπάνες της ΔΕΗ για την παραγωγή και την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας στους πελάτες.

Πίνακας 41: Χρέωση Προμήθειας

Ζώνη	Χρέωση Ενέργειας (€/kWh)
Όλο το έτος	0,05933

Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις (με ισχύ από 1.1.2017)*

Οι Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις εγκρίνονται από την Πολιτεία και εφαρμόζονται σε όλους τους πελάτες που κάνουν χρήση του Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος, ανεξαρτήτως του προμηθευτή που έχουν επιλέξει.

Πίνακας 42: Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις

Δίκτυο Διανομής		Σύστημα Μεταφοράς	Λοιπές Χρεώσεις (€/kWh)	ΕΤΜΕΑΡ (€/kWh)	ΥΚΩ (€/kWh)
Χρέωση Ισχύος (ΜΠΧ) €/kW/μήνα	Χρέωση Ενέργειας (ΜΜΧ) €/kWh	Χρέωση Ισχύος €/kW/μήνα			
0,00	0,00	0,0000	0,00007	0,00971	0,00546

Χορηγείται στους αγρότες που συνάπτουν σύμβαση με υποχρέωση να διακόπτουν τις ώρες που τους ζητείται από τη ΔΕΗ. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης, όλη η ενέργεια της περιόδου τιμολόγησης θα κοστολογείται με ένα από τα τιμολόγια Μέσης Τάσης. Στις παραπάνω χρεώσεις προστίθεται χρέωση CO2 (€/kWh) ίση με 0,00356.

6.1.5. Υπολογισμός οφέλους εξοικονόμησης κατά 1 kWh

Στην συνέχεια, με βάση τους πίνακες των ρυθμιζόμενων χρεώσεων και των δύο τιμολογίων υπολογίστηκε η τιμή της kWh για την αξία εξοικονόμησης. Στον Πίνακα 43 παρουσιάζονται οι τιμές kWh για τα δύο τιμολόγια του ΤΟΕΒ.

Πίνακας 43: Υπολογισμός τιμής kWh

<u>Ρυθμιζομ. Χρεώσεις</u>	<u>ΑΓΡΟΤΙΚΟ</u>	<u>ΒΑΓ - ΑΓΡΟΤΙΚΟ</u>
	<u>Χ.Τ.</u> (€/kWh)	<u>Μ.Τ.</u> (€/kWh)
Χρέωση Προμήθειας	0,06412	0,05933
Δίκτυο Διανομής	0,01047	0
Λοιπές Χρεώσεις	0,00007	0,00007
ΕΤΜΕΑΡ	0,01047	0,00971
ΥΚΩ	0,00707	0,00546
Ρήτρα CO2	0	0,00356
ΕΦΚ	0,0022	0
Ειδικό Τέλος	0,000074025	0,000063875
Σύνολο - Αξίας ανά kWh	0,094474025 (€/kWh)	0,078193875 (€/kWh)

6.2. Υπολογισμός αξίας εξοικονόμησης

Σε αυτό το σημείο, εξετάστηκε η επίδραση της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας με 10% εξοικονόμηση, για να δούμε πόσα χρήματα θα εξοικονομήσει ο ΤΟΕΒ μετά από μία τέτοια ενέργεια. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται η Υψηλή, Χαμηλή και η Συνολική Ζήτηση όλων των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ για το έτος 2013.

Πίνακας 44: Υψηλή Ζήτηση των Αντλιοστασίων το 2013

ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ	<u>Κεντρικό</u>	<u>Μαλαύρα</u>	<u>Κεντρί</u>	<u>Χα</u>	<u>Βαϊνιά</u>	<u>Ψαλίδαινα</u>	ΟΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ
ΙΑΝ	34663	43605	9824	25294	12798,59	0	126184,59
ΦΕΒ	44990	32685	14581	28232	12043,38	0	132531,37
ΜΑΡ	68945	30897	22689	23921	21514,86	0	167966,86
ΑΠΡ	111573	126079	47825	89542	42930,88	0	417949,87
ΜΑΪ	111265	131577	46067	93318	37247,82	0	419474,82
ΙΟΥΝ	109856	109450	47985	73986	31958,32	0	373235,32
ΙΟΥΛ	104081	157925	51047	105205	34575,27	0	452833,27
ΑΥΓ	88098	132238	42859	86502	36000,34	0	385697,34
ΣΕΠ	105928	126897	42610	82491	30667,23	0	388593,23
ΟΚΤ	105319	132240	39354	86117	29722,42	6462,95	399215,37
ΝΟΕ	78114	123762	27079	99445	23110,46	1749,77	353260,23
ΔΕΚ	47672	104439	17671	71654	13751,81	0	255187,81
ΣΥΝΟΛΟ (kWh)	1.010,5	1.251,8	409.591	865.707	326321,4	8212,73	3872130,095

Πίνακας 45: Χαμηλή Ζήτηση των Αντλιοστασίων το 2013

ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ	<u>Κεντρικό</u>	<u>Μαλαύρα</u>	<u>Κεντρί</u>	<u>Χα</u>	<u>Βαϊνιά</u>	<u>Ψαλίδαινα</u>	ΟΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ
ΙΑΝ	21337	32895	5776	35906	10826,41	0	106740,41
ΦΕΒ	25010	37815	7019	31768	10156,62	0	111768,62

ΜΑΡ	59055	47103	21711	36079	24085,14	0	188033,14
ΑΠΡ	54427	136421	28975	97658	36344,12	0	353825,12
ΜΑΪ	88735	186423	40333	133482	43752,18	0	492725,18
ΙΟΥΝ	76144	148550	36015	101214	33891,68	0	395814,68
ΙΟΥΛ	59919	157075	32953	104795	29324,73	0	384066,73
ΑΥΓ	61902	170762	32741	112698	38924,66	0	417027,66
ΣΕΠ	62071	149103	25790	97509	28657,77	0	363130,77
ΟΚΤ	68681	157260	26646	103483	29152,58	0	385222,58
ΝΟΕ	59886	139938	17321	114155	23314,54	6339,05	360953,59
ΔΕΚ	32328	143061	14729	95146	16248,19	1765,23	303277,41
ΣΥΝΟΛΟ (kWh)	669.495	1.506,4	290.009	1.063,89	324678,6	8104,27	3862585,905

Πίνακας 46: Συνολική Ζήτηση των Αντλιοστασίων το 2013

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ	<u>Κεντρικό</u>	<u>Μαλαύρα</u>	<u>Κεντρί</u>	<u>Χα</u>	<u>Βαϊνιά</u>	<u>Ψαλίδενα</u>	ΣΥΝΟΛΟ
ΙΑΝ	56000	76500	15600	61200	23625	0	232925
ΦΕΒ	70000	70500	21600	60000	22200	0	244300
ΜΑΡ	128000	78000	44400	60000	45600	0	356000
ΑΠΡ	166000	262500	76800	187200	79275	0	771775
ΜΑΪ	200000	318000	86400	226800	81000	0	912200
ΙΟΥΝ	186000	258000	84000	175200	65850	0	769050
ΙΟΥΛ	164000	315000	84000	210000	63900	0	836900
ΑΥΓ	150000	303000	75600	199200	74925	0	802725
ΣΕΠ	168000	276000	68400	180000	59325	0	751725
ΟΚΤ	174000	289500	66000	189600	58875	12802	790777
ΝΟΕ	138000	263700	44000	213600	46425	3515	709640
ΔΕΚ	80000	247500	32400	166800	30000	0	556700
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	1680	2758,2	699,6	1929,6	651	16,3	7734,7

Στο σημείο αυτό, χρησιμοποίησα τον πίνακα με την συνολική ζήτηση των αντλιοστασίων. Επομένως, με 10% μείωση κατανάλωσης προκύπτουν τα εξής:

Πίνακας 47: Επίδραση με 10% μείωση κατανάλωσης

10%	<u>Κεντρικό</u>	<u>Μαλαύρα</u>	<u>Κεντρί</u>	<u>Χα</u>	<u>Βαϊνιά</u>	<u>Ψαλίδενα</u>	ΣΥΝΟΛΟ
ΙΑΝ	5600	7650	1560	6120	2362,5	0	23292,5
ΦΕΒ	7000	7050	2160	6000	2220	0	24430
ΜΑΡ	12800	7800	4440	6000	4560	0	35600
ΑΠΡ	16600	26250	7680	18720	7927,5	0	77177,5
ΜΑΪ	20000	31800	8640	22680	8100	0	91220
ΙΟΥΝ	18600	25800	8400	17520	6585	0	76905

ΙΟΥΛ	16400	31500	8400	21000	6390	0	83690
ΑΥΓ	15000	30300	7560	19920	7492,5	0	80272,5
ΣΕΠ	16800	27600	6840	18000	5932,5	0	75172,5
ΟΚΤ	17400	28950	6600	18960	5887,5	1280,2	79077,7
ΝΟΕ	13800	26370	4400	21360	4642,5	351,5	70964
ΔΕΚ	8000	24750	3240	16680	3000	0	55670
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	168	275,82	69,96	192,96	65,1	1,63	773,47

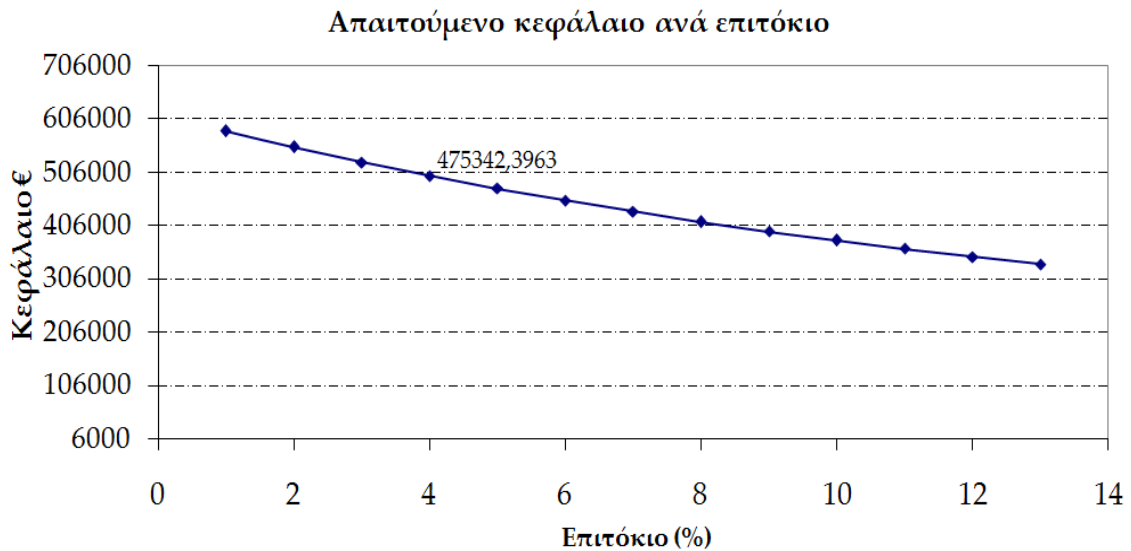
Σύμφωνα με τον Πίνακα 47 και αφού υπολογίστηκαν οι τιμές της kWh και για τα δύο είδη τιμολογίων (Πίνακας 43), τα αποτελέσματα για τον υπολογισμό της αξίας εξοικονόμησης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 48.

Πίνακας 48: Υπολογισμός Αξίας Εξοικονόμησης

Αντλιοστάσια	ΑΓΡΟΤΙΚΟ Χ.Τ.		ΒΑΓ - ΑΓΡΟΤΙΚΟ Μ.Τ.			
	Βαϊνιά	Ψαλίδενα	Κεντρικό	Μαλαύρα	Κεντρί	Χα
ΙΑΝ	223,1145	0	437,864	598,1535	121,9764	478,5228
ΦΕΒ	209,6568	0	547,33	551,2395	168,8904	469,14
ΜΑΡ	430,6464	0	1000,832	609,882	347,1636	469,14
ΑΠΡ	748,6731	0	1297,954	2052,488	600,4992	1463,717
ΜΑΪ	764,964	0	1563,8	2486,442	675,5616	1773,349
ΙΟΥΝ	621,8874	0	1454,334	2017,302	656,796	1369,889
ΙΟΥΛ	603,4716	0	1282,316	2462,985	656,796	1641,99
ΑΥΓ	707,5917	0	1172,85	2369,157	591,1164	1557,545
ΣΕΠ	560,2653	0	1313,592	2158,044	534,8196	1407,42
ΟΚΤ	556,0155	120,90209	1360,506	2263,601	516,054	1482,482
ΝΟΕ	438,4377	33,19566	1079,022	2061,87	344,036	1670,138
ΔΕΚ	283,32	0	625,52	1935,203	253,3356	1304,209
Σύνολο	6148,044	154,09775	13135,92	21566,37	5467,0448	15087,54
ΣΥΝΟΛΟ ΜΤ & ΧΤ	6302,141748 €		55256,873 €			

Ως αποτέλεσμα, προκύπτει ότι με 10% μείωση της συγκεκριμένης κατανάλωσης, ο ΤΟΕΒ μπορεί να εξοικονομήσει 61.559,015€/έτος, στα έξι αντλιοστάσια που διαθέτει.

Επομένως, για καθαρή ταμειακή ροή κάθε έτους ίση με 61.559,015 €, με επιτόκιο αναγωγής ίσο με 5% επειδή είναι Δημόσιος Φορέας και οικονομικό κύκλο ζωής της επένδυσης ίσο με 10 έτη, το απαιτούμενο κεφάλαιο το οποίο θα πρέπει να διαθέσει ο ΤΟΕΒ για να επιτύχει εξοικονόμηση ενέργειας 10% στα αντλιοστάσιά του, πρέπει να είναι ίσο με 475.342,4 €.



Εικ. 6.1: Οικονομικός κύκλος ζωής επένδυσης

7. Εκτίμηση επίπτωσης στην οικονομική λειτουργία

7.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται ο αλγόριθμος και η διαδικασία που έγινε για την εκτίμηση επίπτωσης στην οικονομική λειτουργία.

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 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.

7.2. Περιγραφή Αλγορίθμου

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, προκειμένου να επιλυθεί το πρόβλημα της οικονομικής λειτουργίας του Σ.Η.Ε Κρήτης πριν και μετά τις δράσεις εξοικονόμησης, και εν συνεχεία να εξαχθούν τα απαραίτητα αποτελέσματα, περιγράφεται συνοπτικά εδώ.

Ο αλγόριθμος ο οποίος χρησιμοποιήθηκε ούτως ώστε να λάβουν χώρα οι απαραίτητες προσομοιώσεις, αναπτύχθηκε στο λογισμικό MATLAB. Για να γίνει χρήση του αλγορίθμου και να μπορέσουμε να φέρουμε εις πέρας όλες τις απαραίτητες προσομοιώσεις, οι οποίες ήταν απαραίτητες για την περάτωση αυτής της εργασίας, πρέπει να έχουμε στην κατοχή μας τα παρακάτω στοιχεία τα οποία μας παραχωρήθηκαν από την υπηρεσία του ΔΕΔΔΗΕ. Τα στοιχεία αυτά είναι:

1. Τυπική Χρονοσειρά ζήτησης φορτίου για το έτος αναφοράς (2013)^{5,4}
2. Τυπική Χρονοσειρά παραγωγής ενέργειας από Αιολικά Συστήματα (2013)^{Εικ. 5.6}

3. Τυπική Χρονοσειρά παραγωγής ενέργειας από Φ/Β Συστήματα (2013)^{Εικ. 5.7}
4. Γνώση του αριθμού και των χαρακτηριστικών των θερμικών μονάδων του ΣΗΕ Κρήτης. Τα κυριότερα από αυτά είναι:
 - Το τεχνικό ελάχιστο της κάθε μονάδας
 - Το τεχνικό μέγιστο της κάθε μονάδας
 - Ρυθμός μέγιστης επιτρεπόμενης αύξησης-μείωσης φορτίου ανά ώρα
 - Στοιχεία των παραμέτρων κόστους(εξίσωση κατανάλωσης καυσίμου) της κάθε μονάδας του Σ.Η.Ε Κρήτης
 - Η τυπική διαθεσιμότητα των μονάδων των υπό εξέταση Σ.Η.Ε για το έτος αναφοράς της εργασίας, δηλαδή το 2013^{Πίνακας 34}

Έχοντας λοιπόν γνώση των παραπάνω, ο αλγόριθμος επίλυσης του προβλήματος ένταξης μονάδων(unit commitment) και του προβλήματος οικονομικής κατανομής(economic dispatch), μπορεί να καθορίσει, ποιες είναι οι συμβατικές μονάδες που θα ενταχθούν στο σύστημα κάθε χρονική στιγμή, λαμβάνοντας υπ' όψιν κάποιους περιορισμούς οι οποίοι θα αναλυθούν παρακάτω, αλλά και ποιο θα είναι το σημείο λειτουργίας της κάθε συμβατικής μονάδας. Επίσης μπορεί να καθορίσει και ποιο θα είναι το ποσό της ενέργειας η οποία παράγεται από Αιολικά Συστήματα, η οποία θα διεισδύσει στο Σύστημα. Όλα τα παραπάνω υπολογίζονται με βασικά κριτήρια την επίτευξη του δυνατότερου χαμηλού κόστους αλλά και την ασφαλή λειτουργία του συστήματος.

Στην παρούσα εργασία με χρήση του αλγορίθμου αυτού, έγινε προσομοίωση για τυπικές ημέρες κάθε μήνα του έτους 2013, πριν και μετά την προτεινόμενη δράση εξοικονόμησης. Κάθε μήνας του έτους εξετάσθηκε χωριστά, προς διευκόλυνση του χρήστη αλλά και ενδιαφερόμενων αναγνωστών. Έτσι, ο χρήστης από πλευράς του μπορούσε ευκολότερα να διαχειριστεί τις εισόδους του αλγορίθμου, αλλά και να συμπεράνει, να διαχειριστεί και να παρουσιάσει τα αποτελέσματα του αλγορίθμου και τις αλλαγές στην συμπεριφορά του Σ.Η.Ε Κρήτης.

7.3. Επεξήγηση της πορείας επίλυσης του προβλήματος Οικονομικής Λειτουργίας

Σε αυτήν την υποενότητα παρουσιάζονται και αναλύονται τα βήματα τα οποία ακολουθεί ο αλγόριθμος για την επίλυση του προβλήματος οικονομικής λειτουργίας. Τα βήματα αυτά είναι τα παρακάτω:

1. Είσοδος των δεδομένων του αλγορίθμου
2. Αρχικοποίηση των μεταβλητών και αποσφαλμάτωση των αρχείων εισόδου
3. Καθορισμός του φορτίου του ΣΗΕ Κρήτης
4. Καθορισμός των αναγκών στρεφόμενης εφεδρείας του συστήματος και ορίων μεταβολής παραγωγής των μονάδων ΑΠΕ
5. Καθορισμός του φορτίου $P(t)$ που οι συμβατικές μονάδες πρέπει να μπορούν να ικανοποιήσουν, σύμφωνα με τα όσα προηγήθηκαν στο προηγούμενο βήμα
6. Καθορισμός των μονάδων που πρέπει να ενταχθούν(unit commitment)
7. Οικονομική κατανομή μονάδων(economic dispatch), δηλαδή καθορισμός του σημείου λειτουργίας της κάθε μονάδας που εντάχθηκε στο βήμα 6.

8. Υπολογισμός και εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

7.3.1. Είσοδος των δεδομένων του αλγορίθμου

Η υπορουτίνα του κώδικα, η οποία είναι υπεύθυνη για την ανάγνωση των αρχείων με τα δεδομένα εισόδου, αλλά και να δημιουργήσει τα αρχεία εξόδου με τα αποτελέσματα, είναι η *gk_ecdis3_097_bins*. Τα αρχεία τα οποία φορτώνονται σαν είσοδοι του αλγορίθμου είναι τα παρακάτω:

1. Το αρχείο *indat.txt* το οποίο περιλαμβάνει τεχνικά χαρακτηριστικά για τις συμβατικές μονάδες. Ο χρήστης μπορεί αν επιθυμεί να αλλάξει τα στοιχεία αυτά ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε προσομοίωσης π.χ ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των μονάδων. Τα σημαντικότερα από αυτά τα χαρακτηριστικά παρουσιάστηκαν στους πίνακες των τεχνικών περιορισμών των μονάδων των υπό εξέταση Σ.Η.Ε στα κεφάλαια 5.3.1 και 5.3.2. Τα στοιχεία τα οποία περιλαμβάνονται στο αρχείο *indat.txt* είναι τα παρακάτω:
 - Pg_i^{\min} : Τεχνικό ελάχιστο σε MW της κάθε μονάδας.
 - Pg_i^{\max} : Τεχνικό μέγιστο σε MW της κάθε μονάδας.
 - *cubcoeff*: Κυβικός όρος της εξίσωσης κατανάλωσης καυσίμου της μονάδας (σε kg/MWh³).
 - *sqcoeff*: Τετραγωνικός όρος της εξίσωσης κατανάλωσης καυσίμου της μονάδας (σε kg/MWh²).
 - *lincoeff* : Γραμμικός όρος της εξίσωσης κατανάλωσης καυσίμου της μονάδας (σε kg/MWh).
 - *constcoe*: Σταθερός όρος της εξίσωσης κατανάλωσης καυσίμου της μονάδας (σε kg).
 - *fuelcost_i*: Κόστος καυσίμου για κάθε τύπο μονάδας(μαζούτ-ντίζελ σε €/kg-lt).
 - *startups_i*: Κόστος εκκίνησης της μονάδας (σε €).
 - *Περιθώριο Ισχύος*: Περιθώριο ώστε όταν κάποια μονάδα βρίσκεται σε λειτουργία να μην μπορεί να τερματίσει πλήρως την ισχύ της, έτσι ώστε να υπάρχει ένα μικρό ποσό εφεδρείας (σε MW/h), και να μην υπάρχει μεγάλη καταπόνηση των μονάδων.
 - *Down_rate*: Ο μέγιστος ρυθμός μείωσης ισχύος μιας μονάδας (σε MW/h).
 - *Up_rate*: Ο μέγιστος ρυθμός αύξησης ισχύος μιας μονάδας (σε MW/h).
 - *Διαθεσιμότητα μονάδος*: Αναλόγως το αν είναι ή όχι διαθέσιμη προς χρήση μία μονάδα κάποια χρονική στιγμή, έχουμε τους συμβολισμούς 0 ή 1 αντίστοιχα σύμφωνα και με το υποκεφάλαιο 5.3.2.
 - *Τύπος μονάδας*: Οι μονάδες χωρίζονται ανά τύπο(βάση ομοιοτήτων στα χαρακτηριστικά τους) και ανά σταθμό παραγωγής .
 - *Αύξων αριθμός*: Για να γνωρίζουμε των αριθμό των συμβατικών μονάδων ανάλογα με το υπό εξέταση σύστημα, καθώς και το σε ποια μονάδα αντιστοιχούν τα αποτελέσματα τα οποία εξάγονται με το πέρας της επίλυσης του προβλήματος.

2. Το αρχείο με το μέσο φορτίο ανά ώρα και μήνα του υπό εξέταση συστήματος
3. Το αρχείο με την θεωρούμενη μέση ωριαία παραγωγή των αιολικών ανά μήνα
4. Τα αρχεία με την κατανομή σφάλματος για το φορτίο, την αιολική και Φ/Β παραγωγή
5. Το αρχείο PUMPs.txt περιέχει την μεταβολή της κατανάλωσης των αντλιών για κάθε βήμα της προσομοίωσης
6. Το αρχείο PV_production.txt περιέχει την συνολική Φωτοβολταϊκή παραγωγή του ΣΗΕ Κρήτης για κάθε βήμα της προσομοίωσης

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η μορφή ενός αρχείου indat.txt.

indat genaris - Σημειωματάριο													
Αρχείο	Επεξεργασία	Μορφή	Προβολή	Βοήθεια									
4	6.3	17.377	-167.2	727.6	0.001	0.4148	464.24	0	4	5	1	1	1
7.2	15	0.476	-11.824	378.937	0.001	0.4149	2500	0.01	8	7	0	1	2
7.2	15	0.476	-11.824	378.937	0.001	0.4149	2500	0.01	8	7	0	1	3
13	25	0.18	-8.053	355.088	0	0.4149	4000	0.01	13	11	1	1	4
14	25	0.092	-4.166	300.58	0	0.4149	4000	0.01	14	11	0	1	5
14	25	0.092	-4.166	300.58	0	0.4149	4000	0.07	14	11	0	1	6
3	11.8	0.421	-8.378	230.368	0	0.4149	220	0.03	11	12	1	2	7
3	11.8	0.421	-8.378	230.369	0	0.4148	220	0.03	11	12	1	2	8
4.5	11.8	0.421	-8.378	230.368	0	0.4149	219	0.03	11	12	0	2	9
3	11.8	0.421	-8.378	230.369	0.01	0.4148	220	0.03	11	12	0	2	10
3	15	0.3195	-6.777	280.49	1622.8	0.6982	500	0.03	11	15	1	3	11
3	15	0.3195	-6.777	280.49	1622.8	0.6982	500	0.03	15	16	0	3	12
7	41	0.0001	0.2533	197.65	2418	0.6982	1413	0.01	41	42	0	4	13
3	13	0.0001	0.7913	234.95	1093.8	0.6982	858	0.01	13	13	0	4	14
5	27.5	0.001	0.3605	196.29	1675.8	0.6982	350	0.01	26	28	0	4	15
11	61.5	0.001	0.01	145.54	5120	0.6962	440.01	0.02	25	39	0	5	16
11	61.5	0.001	0.01	145.64	5120	0.6962	440.41	0.02	24	47	0	5	17
3	14	0	0.01	267	2170	0.6962	99	0.1	14	14	0	6	18
3	18.8	0	0.01	219	2865	0.6962	1300	0.005	18	19	1	6	19
5	28.1	0	0.01	275	3757	0.6962	400	0	23	29	0	6	20
2.51	58	0.001	0.01	227	5000	0.6962	0.1	0.011	46	58	0	7	21
2.41	58	0.001	0.01	227	5000	0.6962	0.1	0.021	46	58	0	7	22
5	27.9	0.001	0.3605	196.29	1675.8	0.6962	858	0.01	27	29	0	7	23
25	50	0.017	-1.3	222.6	0.27	0.3919	270	0.01	50	50	0	8	24
25	50	0.017	-1.3	222.6	0.27	0.3919	270	0.01	50	50	0	8	25
22	43.4	-0.003	-0.958	282.91	0.8	0.3919	350	0.005	45	50	0	9	26
22	43.4	-0.003	-0.958	282.91	0.8	0.3919	350	0.005	45	50	0	9	27
3.2128	8.032	0.0001	4.383	131.5	308.4	0.4149	192	0.01	8.032	8.032	0	10	28
3.2128	8.032	0.0001	4.383	131.5	308.3	0.4149	192	0.01	8.032	8.032	0	10	29
1.64	4.1	0.0001	4.832	182.2	67.06	0.4149	192	0.01	4.1	4.1	1	11	30
1.64	4.1	0.0001	4.832	182.2	67.06	0.4149	192	0.01	4.1	4.1	0	11	31
1.64	4.1	0.0001	4.832	182.2	67.06	0.4149	192	0.01	4.1	4.1	0	11	32
2.6056	6.514	0.0001	2.403	169.8	152.6	0.4149	192	0.01	6.514	6.514	1	12	33
0.8	1.6	0	0	256	0.05	0.6962	11	0.01	1.6	1.6	0	13	34
1.35	2.7	0.0001	6.753	183.5	61.76	0.6962	14	0.01	2.7	2.7	0	13	35
1.05	2.1	0.0001	15.08	150.4	91.28	0.6962	17	0.01	2.1	2.1	0	13	36
0.875	1.75	0.0001	19.99	175.1	51.75	0.6962	20	0.01	1.75	1.75	1	13	37
0.55	1.1	0	29.66	161	44	0.6962	10	0.01	1.1	1.1	1	14	38
0.55	1.1	0	29.66	161	44	0.6962	10	0.01	1.1	1.1	1	15	39
0.55	1.1	0	29.66	161	44	0.6962	10	0.01	1.1	1.1	1	15	40
0.55	1.1	0	29.66	161	44	0.6962	10	0.01	1.1	1.1	1	15	41
0.55	1.1	0	29.66	161	44	0.6962	10	0.01	1.1	1.1	1	15	42
0.55	1.1	0	29.66	161	44	0.6962	10	0.01	1.1	1.1	1	15	43
0.55	1.1	0	29.66	161	44	0.6962	10	0.01	1.1	1.1	1	15	44
0.55	1.1	0	29.66	161	44	0.6962	10	0.01	1.1	1.1	1	15	45

Εικ. 7.1: Η μορφή ενός αρχείου εισόδου του αλγορίθμου indat.txt

7.3.2. Αρχικοποίηση μεταβλητών και αποσφαλμάτωση αρχείων

Αφού ολοκληρωθεί το πρώτο βήμα, γίνεται η αρχικοποίηση των μεταβλητών. Δηλαδή δίδονται αρχικές τιμές στις μεταβλητές οι οποίες είναι απαραίτητες για να πραγματοποιηθούν οι περαιτέρω υπολογισμοί. Ορισμένες από τις μεταβλητές παίρνουν αρχική τιμή μηδέν. Αυτές είναι οι **cost**, **fuel_mazout**, **fuel_diesel**, **act_gen_cap**. Αυτές κατά σειρά αντιπροσωπεύουν, το κόστος καυσίμου, τα κιλά καυσίμου μαζούτ, τα κιλά καυσίμου diesel, την συνολική μέγιστη ισχύ των γεννητριών που είναι ενταγμένες κάθε χρονική στιγμή. Η μεταβλητή **set** ορίζεται από τις τιμές δύο άλλων μεταβλητών. Τις **st1** και **st2**. Η ισότητα **set=st2-st1+1** μας δίνει τις ώρες του κάθε μήνα, για τις οποίες ο αλγόριθμος καλείται να δώσει λύση στο πρόβλημα της οικονομικής λειτουργίας. Επόμενη μεταβλητή είναι η **gen_max_num** στην οποία ορίζουμε τον αριθμό των θερμικών μονάδων τις οποίες διαθέτει το υπό εξέταση Σ.Η.Ε. Στο Σ.Η.Ε Κρήτης είναι 27.

Αφού όλες οι μεταβλητές αρχικοποιηθούν, ο αλγόριθμος προχωράει σε αποσφαλμάτωση.

Την ίδια ακριβώς διαδικασία αποσφαλμάτωσης, ακολουθεί ο αλγόριθμος στην περίπτωση που κάποια ώρα έχουμε αρνητική αιολική παραγωγή ή Φ/Β παραγωγή σε νυχτερινές ώρες. Για τα αιολικά πάρα ως θεωρούμενη τιμή, ορίζεται η τιμή της προηγούμενης ώρας. Αν τυχόν γίνει αντιληπτή η Φ/Β κατά τις νυχτερινές ώρες, αυτή μηδενίζεται.

7.3.3. Καθορισμός φορτίου του συστήματος

Το πρώτο σημαντικό βήμα για τον προγραμματισμό της λειτουργίας ενός Σ.Η.Ε είναι η εκτίμηση, του προς ικανοποίηση φορτίου. Εάν το Σ.Η.Ε που εξετάζουμε δεν διαθέτει μονάδες ΑΠΕ, τότε το φορτίο που πρέπει να ικανοποιηθεί ισούται με τη ζήτηση του συστήματος, ειδάλλως ανάλογα με την πολιτική απορρόφησης της παραγωγής από μονάδες ΑΠΕ η οποία ακολουθείται στην χώρα που εδράζεται το εκάστοτε Σ.Η.Ε, πρέπει να καθοριστεί το φορτίο το οποίο θα κατανεμηθεί στις θερμικές μονάδες του συστήματος. Έτσι το φορτίο του συστήματος καθορίζεται από:^{xliii}

- Την ζήτηση από τους συνδεδεμένους καταναλωτές
- Την πρόβλεψη της παραγωγής των μονάδων ΑΠΕ

Έτσι το φορτίο του συστήματος αν εφαρμόζεται το FIM, μοντέλο απορρόφησης παραγωγής από ΑΠΕ, θα είναι για κάθε διάστημα t:

$$PI(t)=Pd(t)-RES_prod(t) \quad \text{Σχέση 7-1}$$

Όπου:

$PI(t)$ =το φορτίο προς ικανοποίηση από τις μονάδες του συστήματος

$RES_prod(t)$ =η παραγόμενη ισχύς από μονάδες ΑΠΕ

$Pd(t)$ =είναι η συνολική αρχική ζήτηση του συστήματος

Αν δεν εφαρμόζεται αυτό το μοντέλο αγοράς για τις ΑΠΕ, τότε το αντίστοιχο φορτίο προς ικανοποίηση από τις μονάδες θα είναι :

$$PI(t)=Pd(t) \quad \text{Σχέση 7-2}$$

ενώ η πρόβλεψη των ΑΠΕ, χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της αναμενόμενης μέγιστης παραγωγής των μονάδων ΑΠΕ στον οικονομικό προγραμματισμό του συστήματος.

7.3.4. Το πρόβλημα του καθορισμού της εφεδρείας του συστήματος

Αφού έχει καθοριστεί το φορτίο προς ικανοποίηση από τις μονάδες παραγωγής $PI(t)$, θα πρέπει να καθοριστεί και η επιπλέον ισχύς που θα πρέπει οι μονάδες που θα ενταχθούν με βάση το πρόγραμμα ένταξης μονάδων, να είναι σε θέση ανά πάσα στιγμή να ικανοποιήσουν. Θα πρέπει λοιπόν στο πρόγραμμα ένταξης μονάδων να έχουμε με κάποια μορφή, ποσοτικοποιήσει τις σημαντικότερες από τις αβεβαιότητες που υπάρχουν, πριν αποφασίσουμε ποιες από τις μονάδες πρόκειται να ενταχθούν. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επιδρούν στην αβεβαιότητα σε ένα αυτόνομο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας είναι:

1. Η αρχική εκτίμηση του φορτίου και το σφάλμα της
2. Η πρόβλεψη της παραγωγής από μονάδες ΑΠΕ

3. Σφάλμα κάποιας μονάδας από εκείνες που πρόκειται να ενταχθούν βάση του προγράμματος ένταξης μονάδων ή κάποιας διασυνδετικής με μονάδες ΑΠΕ είτε με κάποιο άλλο σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αβεβαιότητα έχει σημαντικά μεγαλύτερη επίδραση σε αυτόνομα συστήματα, όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα ανταλλαγής ηλεκτρικής ενέργειας από όμορο σύστημα η οποία αμβλύνει τέτοιου είδους προβλήματα.

Σε περίπτωση υποεκτίμησης του φορτίου ή υπερεκτίμησης της παραγωγής από ΑΠΕ μπορεί να οδηγηθούμε σε προσωρινή διακοπή τροφοδοσίας κάποιων καταναλωτών, σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να οδηγηθούμε σε απόρριψη παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ, ειδικά σε συστήματα με υψηλή διεύθυνση παραγωγής από ΑΠΕ όπως το ΣΗΕ Κρήτης. Και στις δύο περιπτώσεις θα οδηγηθούμε σε αντικοινωνική λειτουργία του συστήματος, λόγω της ανάγκης για άμεση λήψη μέτρων για τον περιορισμό του προβλήματος.

Για να αντιμετωπιστούν οι αβεβαιότητες σε ένα Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας, οι χειριστές των συστημάτων φροντίζουν να υπάρχει επαρκής στρεφόμενη εφεδρεία στο σύστημα, ώστε να περιορισθεί το ενδεχόμενο διακοπής καταναλωτών.

Οι μέθοδοι καθορισμού της στρεφόμενης εφεδρείας είναι δύο:^{xliv}

1. Η ντετερμινιστικά καθοριζόμενη στρεφόμενη εφεδρεία.
2. Η πιθανή καθοριζόμενη στρεφόμενη εφεδρεία.

Στη συγκεκριμένη εργασία το σχήμα εφεδρείας που περιγράφηκε είναι όμοιο με εκείνο της εργασίας^{xlv}, αξιοποιώντας την αβεβαιότητα της πρόβλεψης φορτίου και αιολικής παραγωγής και με την προσθήκη ποσοστό 50% της Φ/Β Παραγωγής ως αβέβαιης. Έτσι, καταλήξαμε στις παρακάτω σχέσεις για κάθε ώρα προσομοίωσης.

$$UCload_1(t) = perc(q, lw_e(t)) + load(t) - WP(t) - PV(t) + 0.5 * PV(t)$$

Σχέση 7-3

Επίσης, στις προσομοιώσεις λάβαμε και το ενδεχόμενο να χαθεί η μεγαλύτερη μονάδα παραγωγής του συστήματος σε κάθε βήμα της προσομοίωσης t την προηγούμενη ώρα.

$$UCload_3(t) = load(t) - WP(t) - PV(t)$$

$$\text{Εάν } t > 1, UCload_3(t) = UCload_3(t) + \max(Pg_i(t-1))$$

Σχέση 7-4

Όπου: $\max(Pg_i(t-1))$ η μεγαλύτερη μονάδα του συστήματος την προηγούμενη ώρα.

7.3.5. Καθορισμός του φορτίου που οι συμβατικές μονάδες πρέπει να μπορούν να ικανοποιήσουν

Στις προσομοιώσεις υπολογίζονται το φορτίο που πρέπει να ικανές οι μονάδες να ικανοποιήσουν μαζί με την ποσότητα στρεφόμενης εφεδρείας που συνυπολογίζεται, και το φορτίο σε περίπτωση που χαθεί η μεγαλύτερη μονάδα του συστήματος την επόμενη ώρα. Έτσι το φορτίο που οι συμβατικές μονάδες πρέπει να μπορούν να ικανοποιούν παρουσιάζεται στην σχέση 7-8.

$$Ld2Units(t) = \max\{ UCload_1(t), UCload_3(t) \}$$

Σχέση 7-5

Το φορτίο $Ld2Units(t)$ που πρέπει να ικανοποιούν οι συμβατικές μονάδες, είναι το μέγιστο ανάμεσα στο φορτίο $UCload_1(t)$ μαζί με τη στρεφόμενη εφεδρεία που υπολογίστηκε και στο φορτίο $UCload_3(t)$ που συμπεριλαμβάνει και το ενδεχόμενο να χαθεί η μεγαλύτερη συμβατική μονάδα του συστήματος που λειτουργούσε, μέχρι εκείνη τη στιγμή.

7.3.6. Καθορισμός των μονάδων που πρέπει να ενταχθούν (unit commitment)

Αφού έχει καθοριστεί το φορτίο και η εφεδρεία για το εξεταζόμενο δίκτυο, το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός των θερμικών ή και των μονάδων ΑΠΕ οι οποίες πρέπει να λειτουργήσουν σε κάθε υποδιάστημα t της εξεταζόμενης περιόδου βελτιστοποίησης T .

Πρέπει να λυθεί το πρόβλημα του καθορισμού της ένταξης των μονάδων παραγωγής στο εξεταζόμενο δίκτυο, ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος παραγωγής του, ικανοποιώντας συνάμα τους περιορισμούς τόσο των μονάδων όσο και της λειτουργίας του δικτύου για δεδομένο επίπεδο ασφάλειας δικτύου.

Το παραπάνω πρόβλημα είναι γνωστό, ως πρόβλημα ένταξης μονάδων και στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ως Unit Commitment (UC) ^{xlvi}.

Οι μέθοδοι επίλυσης του προβλήματος της ένταξης μονάδων είναι με Ευρετικούς Αλγόριθμους, με Λίστα Προτεραιότητας, με μέθοδο Πολλαπλασιαστών Lagrange, με μεθόδους τεχνητής Νοημοσύνης και μέθοδο Ant colony. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στη προκειμένη περίπτωση είναι με Λίστα Προτεραιότητας (priority list Method) και αναλύεται στο υποκεφάλαιο 7.3.7.

Η μαθηματική διατύπωση του προβλήματος της ένταξης μονάδων έχει ως εξής :

Για την περίοδο T διαστημάτων και για τις N μονάδες του δικτύου-Θερμικές και μη στην περίπτωση που δεν εφαρμόζεται το μοντέλο FIM να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος λειτουργίας του συστήματος , δηλαδή $\text{Min}(TC)$, όπου:



Σχέση 7-6

όπου:

$u_{i,t}$: Μεταβλητή που αναπαριστά την κατάσταση της μονάδας i για το διάστημα t λαμβάνοντας την τιμή 1 αν η μονάδα είναι εκτός ή 0 αν είναι εντός.

$FC(Pg_i(t))$: η συνάρτηση κόστους παραγωγής της συγκεκριμένης μονάδας i για το διάστημα t , το οποίο μπορεί να αντικατοπτρίζει το κόστος παραγωγής της μονάδας ή το κόστος προσφοράς από τη μονάδα i για τη χρονική στιγμή t σε περίπτωση εφαρμογής συστήματος προσφορών. Γενικά είναι συνάρτηση της παραγωγής της μονάδας , $Pg_i(t)$.

$SUC(i,t)$: το κόστος εκκίνησης της μονάδας το οποίο πρέπει να καταβληθεί εάν η μονάδα i εκκινήσει στο διάστημα t .

$SDC(i,t)$: το κόστος σβέσης της μονάδας το οποίο πρέπει να καταβληθεί εάν η μονάδα i υποχρεωθεί να σταματήσει στο διάστημα t .

Η λύση του προβλήματος θα καθορίσει αν η μονάδα i θα λειτουργήσει το διάστημα t , δηλαδή την τιμή της μεταβλητής $u_{i,t}$

Για κάθε διάστημα λειτουργίας ορίζουμε την συνάρτηση Interval Operating Cost (IOC) , για την διευκόλυνση της διατύπωσης του κόστους για συγκεκριμένο διάστημα.



Σχέση 7-7

Οι περιορισμοί του προβλήματος και οι μαθηματικές του διατυπώσεις είναι οι εξής :

1. Η ικανοποίηση του φορτίου PI και της στρεφόμενης εφεδρείας



Σχέση 7-8

όπου: $PI^{MAX}(t)$, το μέγιστο της μονάδας i για το διάστημα t .

2. Ικανοποίηση του αθροίσματος των τεχνικών ελαχίστων των μονάδων.

$$P_i^{min}(t) \leq P_i(t) \leq P_i^{max}(t)$$

Σχέση 7-9

όπου: $P_i^{min}(t)$ το ελάχιστο της μονάδας i για το διάστημα t .

Εάν παραβιάζεται αυτός ο περιορισμός, τότε πρέπει να αποκοπεί ισχύς από Αιολικά η οποία θα είναι $RES_{rej}(t)$, προκειμένου ακόμη και στην περίπτωση αύξησης παραγωγής από Αιολικά ή μείωσης φορτίου, να μπορούν οι μονάδες που πρέπει να ενταχθούν να ικανοποιούν τους υπόλοιπους περιορισμούς για να μην παραβιάζουν τα τεχνικά τους ελάχιστα.

$$P_i^{min}(t) \leq P_i(t) \leq P_i^{max}(t)$$

Σχέση 7-10

3. Τα όρια φόρτισης των μονάδων, δηλαδή το μέγιστο και το ελάχιστο της κάθε μονάδας για το διάστημα t .

$$P_i^{min}(t) \leq P_i(t) \leq P_i^{max}(t)$$

Σχέση 7-11

4. Περιορισμοί για τις μονάδες οι οποίες πάντα πρέπει να είναι ενταγμένες (Must run) ή μονάδες που πρέπει να είναι εκτός, πιθανόν λόγω συντήρησης (Must out). Τότε η τιμή της μεταβλητής $u_{i,t}$ λαμβάνει τις τιμές 1 ή 0 αντίστοιχα .
5. Η ικανοποίηση περιορισμών όπως ο ρυθμός μεταβολής φορτίου .

Δηλαδή πόσο μπορεί να μεταβάλλει η κάθε μονάδα τη φόρτιση της σε σχέση με το προηγούμενο διάστημα. Για να λάβουμε υπ όψιν τον περιορισμό καθορίζουμε το μέγιστο της μονάδας για το τρέχον διάστημα ως :

$$P_i^{max}(t) \leq P_i(t) \leq P_i^{max}(t)$$

Σχέση 7-12

όπου : $P_i^{CAP}(t)$ η εγκατεστημένη ισχύς της μονάδας i την ώρα t ,

$UR(i,t)$ ο ρυθμός ανάληψης φορτίου της μονάδας εκφραζόμενος σε μονάδα ισχύος/χρονική μονάδα π.χ kW/min

$P_i^{FCR}(t)$ η προβλεπόμενη παραγωγή της μονάδας εάν πρόκειται για μονάδα ΑΠΕ σε μοντέλο ανοικτής αγοράς. Σε διαφορετική περίπτωση ισούται με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας.

ενώ,



όπου: $P_i^{LIM}(t)$ το τεχνικό ελάχιστο της μονάδας i την ώρα t ,

$DR(i,t)$ ο ρυθμός μείωσης φορτίου της μονάδας εκφραζόμενος σε μονάδα ισχύος/χρονική μονάδα για τον τρέχον διάστημα t .

Για την περίπτωση του FIM και με τις μονάδες που συνήθως διαθέτουν τα υπό μελέτη συστήματα δηλαδή σχετικά γρήγορης ταχύτητας απόκρισης, αναμένονται τα μέγιστα και τα ελάχιστα των συμβατικών μονάδων να συμπίπτουν με τα $P_i^{CAP}(t)$ και $P_i^{LIM}(t)$ αντίστοιχα.^{xlvii}

Η μέθοδος επίλυσης του προβλήματος της ένταξης μονάδων που χρησιμοποιήθηκε, όπως έχουμε προαναφέρει είναι με Λίστα Προτεραιότητας, με ορισμένες παραδοχές που έχουμε ορίσει και παρουσιάζονται στο παρακάτω υποκεφάλαιο.

7.3.7. Μέθοδος Λίστας Προτεραιότητας (Priority List Method)

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται πολλά χρόνια από τις Ηλεκτρικές Εταιρίες. Επίσης, οι περισσότερες μακροπρόθεσμες μελέτες αλλά και οι μελέτες με μεθόδους της πιθανοτικής ανάλυσης χρησιμοποιούν αυτήν την μέθοδο ένταξης μονάδων.

Οι μονάδες κατατάσσονται σε μία λίστα προτεραιότητας ανάλογα με κάποια παράμετρο, συνήθως το λειτουργικό κόστος, και επιλέγονται με τη σειρά όσες απαιτούνται για την ικανοποίηση του φορτίου αλλά και των περιορισμών.

Τα βήματα για τον αλγόριθμο συνοψίζονται στα εξής:

1. Υπολογισμός της τιμής του κριτηρίου σύγκρισης για κάθε μία μονάδα. Το κριτήριο σύγκρισης μπορεί να διαφέρει από εφαρμογή σε εφαρμογή. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται το κόστος καυσίμου της μονάδας υπολογισμένο σε κάποιο ποσοστό εξόδου της μονάδας ή στην πλήρη ισχύ της κάθε μονάδας.

Επίσης, οι μονάδες βάσης οι οποίες θέλουμε να χρησιμοποιούνται για όλη την διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου π.χ ατμοστρόβιλοι, προμοδοτούνται στην λίστα προτεραιότητας, λαμβάνουν δηλαδή έναν συντελεστή μείωσης του κόστους ώστε να εντάσσονται συνεχώς και να επιλέγονται σε σχέση με τις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης, όπου είναι εξίσου φθηνές μονάδες. Με παρόμοιο τρόπο, προμοδοτούνται μονάδες οι οποίες επιλέχθηκαν να λειτουργήσουν το προηγούμενο χρονικό διάστημα κι επιθυμούμε να λειτουργήσουν και το επόμενο.

2. Ταξινόμηση των μονάδων σε αύξουσα σειρά βασιζόμενη στις παραπάνω υπολογιζόμενες τιμές. Επειδή η τιμή του κριτηρίου είναι ανεξάρτητη του χρόνου τότε η ταξινόμηση αυτή πραγματοποιείται πριν την εκτέλεση του αλγορίθμου της βελτιστοποίησης, οπότε για κάθε ύψος φορτίου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί συγκεκριμένος αριθμός και τύπος μονάδων.
3. Σταδιακή ένταξη των μονάδων ώστε να ικανοποιείται τόσο το φορτίο όσο και η απαίτηση της στρεφόμενης εφεδρείας. Δηλαδή το φορτίο που καθορίζει η μεταβλητή $Ld2Units(t)$.

Μετά την ένταξη κάποιας μονάδας, το μέγιστο φορτίο προς ικανοποίηση από τις υπόλοιπες μονάδες είναι η διαφορά του ελάχιστου αναμενόμενου φορτίου για την τρέχουσα χρονική στιγμή μείον το άθροισμα των τεχνικών ελαχίστων των μονάδων που εντάχθηκαν. Πιο συγκεκριμένα σε κάθε χρονική στιγμή θα πρέπει να ελέγχεται αν έχοντας ενταχθεί k μονάδες επαληθεύεται η παρακάτω συνθήκη πριν από την ένταξη της $k+1$ -οστής μονάδας.

Αν επαληθεύεται αυτή η συνθήκη, τότε η συγκεκριμένη $k+1$ μονάδα δεν μπορεί να επιλεγεί ως η επόμενη προς ένταξη μονάδα διότι παραβιάζεται κάποιο από τα τεχνικά ελάχιστα των μονάδων, άρα θα πρέπει να επιλεγεί κάποια μονάδα με μικρότερο τεχνικό ελάχιστο με την οποία να μην ικανοποιείται η συνθήκη, διαφορετικά θα πρέπει αν είναι εφικτό, να αποκοπεί παραγωγή από αιολικά.

Γενικά στις προσομοιώσεις, ορίζει ο χρήστης τον αριθμό των μονάδων βάσης οι οποίες θα πρέπει να ενταχθούν στο σύστημα. Επίσης, οι μονάδες βάσης που πρέπει να ενταχθούν στο σύστημα ανάλογα με τη διαθεσιμότητα τους προμοδοτούνται με ένα συντελεστή βάρους στην λίστα προτεραιότητας. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουμε, ότι όλες οι μονάδες βάσης που είναι διαθέσιμες θα προηγηθούν στη λίστα. Συγκεκριμένα, οι μονάδες βάσης που προμοδοτούνται στην λίστα προτεραιότητας είναι όλες οι Ατμομονάδες και οι μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου του συστήματος το οποίο εξετάζεται, αν υπάρχουν.

7.3.8. Οικονομική κατανομή μονάδων (economic dispatch)

Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να καθοριστεί το σημείο λειτουργίας κάθε μίας από τις k μονάδες οι οποίες εντάχθηκαν μετά από την επίλυση του προβλήματος το οποίο διατυπώθηκε στο υποκεφάλαιο 7.3.6 με ταυτόχρονη ικανοποίηση κάποιων των τεχνικών περιορισμών των μονάδων και λειτουργικών περιορισμών του δικτύου.

Το σύνολο των μονάδων αυτών ορίζεται ως:

Το πρόβλημα αυτό της οικονομικής κατανομής, είναι γνωστό στη διεθνή βιβλιογραφία με τον όρο Economic Dispatch. Ο στόχος είναι να βρεθεί εκείνο το ύψος παραγωγής της κάθε μονάδας το οποίο ελαχιστοποιεί το κόστος παραγωγής του συστήματος σύμφωνα με τους περιορισμούς του συστήματος. Οι μέθοδοι επίλυσης αυτού του προβλήματος βελτιστοποίησης είναι με Ευρετικές μεθόδους, Μαθηματικές μέθοδοι-γραμμικός και τετραγωνικός προγραμματισμός και μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης.^{xlviii}

Ο αλγόριθμος επίλυσης που χρησιμοποιήθηκε στη προκειμένη περίπτωση είναι με Σειριακό Τετραγωνικό Προγραμματισμό (Sequential Quadratic Programming), όπου εγγυάται το βέλτιστο σημείο λειτουργίας για κυρτές συναρτήσεις.^{xlix}

Η μαθηματική του διατύπωση έχει ως εξής :

Να ελαχιστοποιηθεί το λειτουργικό κόστος του δικτύου για κάθε χρονικό διάστημα t από τα συνολικά T για τα οποία υπάρχει πρόγραμμα ένταξης μονάδων. Δηλαδή $\text{Min}(OC)$,

όπου:

όπου μία τυπική καμπύλη κόστους για μία θερμική μονάδα δίνεται από την παρακάτω σχέση:



Σχέση 7-16

όπου οι συντελεστές a_j, b_j και c_j είναι κατάλληλα ορισμένοι συντελεστές ώστε να δίνουν το κόστος παραγωγής σε χρηματικές μονάδες /ανά χρονικό διάστημα.

Οι τεχνικοί και λειτουργικοί περιορισμοί είναι οι παρακάτω :

1. Το ισοζύγιο ενεργού ισχύος στο δίκτυο, η οποία περιλαμβάνει και το τυχόν αποκοπτόμενο φορτίο.



Σχέση 7-17

2. Τα όρια φόρτισης των μονάδων, δηλαδή το τεχνικό μέγιστο και το τεχνικό ελάχιστο της κάθε μονάδας.



Σχέση 7-18

3. Η ικανοποίηση περιορισμών όπως ο ρυθμός ανάληψης φορτίου με βάση τις σχέσεις 7-15 και 7-16.

Το σημείο λειτουργίας των αιολικών θα είναι μετά από αυτήν την διαδικασία εφ' όσον χρησιμοποιούμε FIM ως εξής :

$$RES_prod(t) = RES_prod(t) - RES_rej(t)$$

Σχέση 7-19

Εάν οι μονάδες ΑΠΕ δεν θεωρούνται μονίμως ενταγμένες, τότε η παραγωγή τους θα προκύπτει από την επίλυση του προβλήματος της ένταξης μονάδων και της οικονομικής κατανομής. Εναλλακτική μέθοδος επίλυσης, είναι μέθοδοι βασιζόμενες σε τεχνικές τεχνητής Νοημοσύνης.⁶

7.3.9. Υπολογισμός Καμπύλης Μείωσης και εξαγωγή αποτελεσμάτων

Στο τέλος κάθε εκτέλεσης του αλγορίθμου υπολογίζονται τα αποτελέσματα εξόδου. Τα αποτελέσματα αυτά αποθηκεύονται και εξάγονται σε αρχεία τύπου .txt και έτσι έχουμε την δυνατότητα για ευκολότερη επεξεργασία και ανάλυση αυτών. Τα αποτελέσματα που υπολογίστηκαν και αποθηκεύτηκαν παρουσιάζονται στην 7.4.2. Αρχικά λοιπόν, τρέξαμε το πρόγραμμα δύο φορές και βάλαμε σαν εισόδους: Χρονοσειρά Μείωσης Κατανάλωσης αντλιοστασίων, Μέσες Τιμές Χρονοσειρών ανά Μήνα από: Φορτίο, Αιολικά και Φ/Β, την Διαθεσιμότητα και τα Δεδομένα των Μονάδων, καθώς επίσης και το Κόστος Καυσίμου με δύο τιμές(Υψηλές-Χαμηλές). Στην συνέχεια υπολογίστηκαν:

1. Το συνολικό κόστος καυσίμου που χρησιμοποιήθηκε για την λειτουργία των θερμικών μονάδων.
2. Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel σε kg και lt αντίστοιχα(κάθε καύσιμο υπολογίζεται ξεχωριστά)

3. Η ωριαία παραγωγή κάθε μίας θερμικής μονάδας
4. Η μηνιαία παραγωγή των θερμικών μονάδων ανά σταθμό παραγωγής σε MWh
5. Η μηνιαία παραγωγή των θερμικών μονάδων ανά τύπο μονάδας π.χ Σ.Κ Χανίων, Ατμοστρόβιλοι Αθρινόλακκου, Ντίζελ Λινοπεραμάτων και λοιπά, σε MWh.
6. Η παραγωγή των Αιολικών σε MWh.
7. Η συνολική παραγωγή (μαζί με την παραγωγή των Αιολικών) σε MWh.
8. Η ωριαία αποκοπή Αιολικής Παραγωγής σε MW
9. Η ωριαία εφεδρεία στο σύστημα σε MW

7.4. Υπολογισμός Χρονοσειράς Εξοικονόμησης

Σε αυτό το σημείο γίνεται μια περιγραφή για το πώς βγήκε η χρονοσειρά μείωσης της κατανάλωσης των αντλιοστασίων.

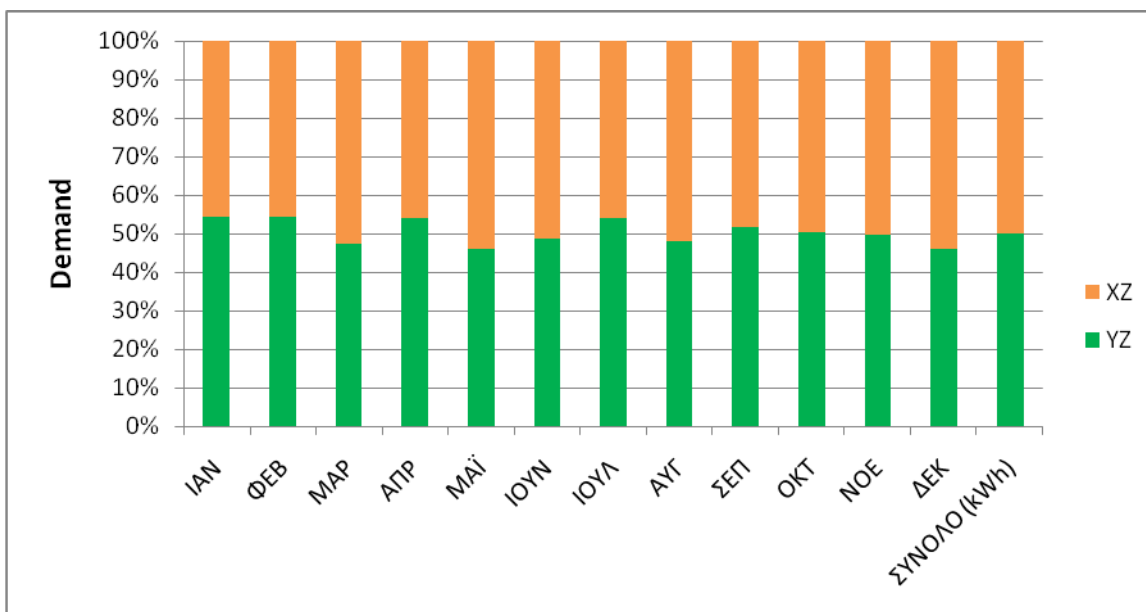
7.4.1. Υπολογισμός τυπικής Χρονοσειράς Αντλιοστασίων

Για τα αντλιοστάσια στα οποία δεν είχαμε κατανάλωση υψηλής ή χαμηλής ζήτησης, πήραμε δεδομένα από τη μέση κατανομή των υπολοίπων. Από εκεί και πέρα θεωρήσαμε, ίδιο ποσοστό μοιρασιάς μεταξύ ημέρας και νύχτας και για τα έξι αντλιοστάσια. Με αυτό τον τρόπο βγάλαμε και την Υψηλή και την Χαμηλή ζήτηση των αντλιοστασίων Βαϊνιάς και Ψαλίδενας, αφού δεν είχαμε άλλα στοιχεία ώστε να ξέρουμε την κατανάλωσή τους. Επομένως, στη συνέχεια τα στοιχεία αυτά προσθέτονται στους Πίνακες 44, Πίνακας 45 με τα αντλιοστάσια της Μέσης Τάσης. Στον Πίνακα 49 παρουσιάζεται το σύνολο των αντλιοστασίων Μέσης Τάσης καθώς και το ποσοστό που αντιπροσωπεύει η Χαμηλή και Υψηλή Ζήτηση ανά Μήνα:

Πίνακας 49: Ποσοστό που αντιπροσωπεύει την Υψηλή και Χαμηλή Ζήτηση των Αντλ/σίων Μέσης Τάσης ανά Μήνα

	Υψηλή Ζήτηση	Χαμηλή Ζήτηση	%
ΙΑΝ	113386	95914	54,17%
ΦΕΒ	120488	101612	54,25%
ΜΑΡ	146452	163948	47,18%
ΑΠΡ	375019	317481	54,15%
ΜΑΪ	382227	448973	45,98%
ΙΟΥΝ	341277	361923	48,53%
ΙΟΥΛ	418258	354742	54,11%
ΑΥΓ	349697	378103	48,05%
ΣΕΠ	357926	334473	51,69%
ΟΚΤ	363030	356070	50,48%
ΝΟΕ	328400	331300	49,78%
ΔΕΚ	241436	285264	45,84%
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	3537,596	3529,803	50,06%

Από τον Πίνακα 49 παρατηρείται, ότι τα αντλιοστάσια Μαλαύρας και Χα είναι σε λειτουργία περισσότερο στη Χαμηλή Ζήτηση από ότι στην Υψηλή. Στο διάγραμμα που ακολουθεί γίνεται περισσότερο εμφανές.

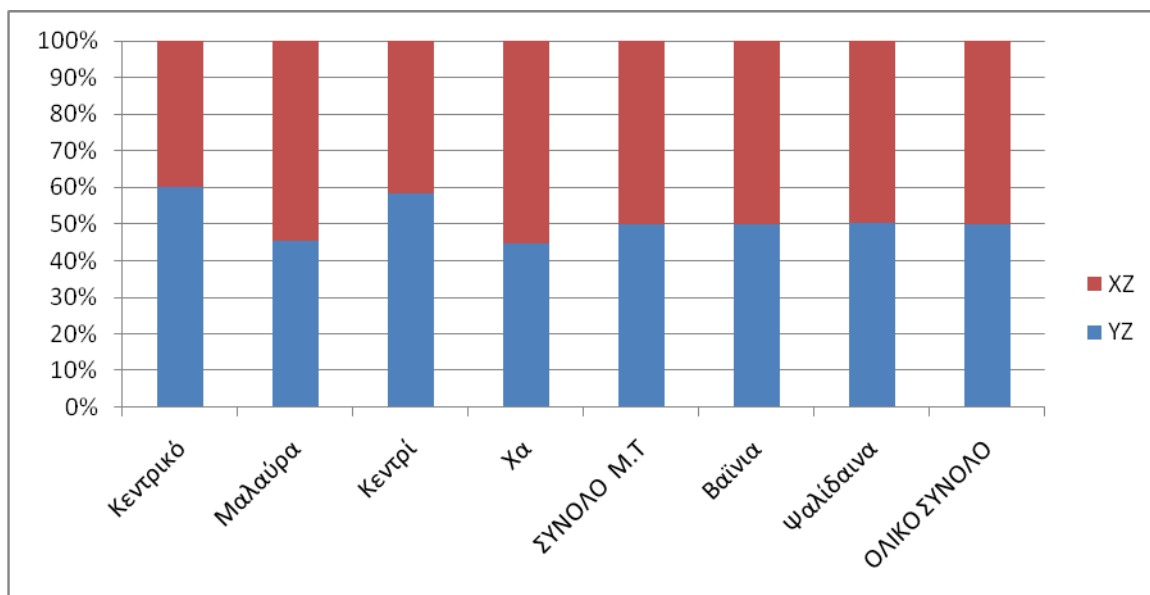


Εικ. 7.2: Κατανομή Ζήτησης των αντλιοστασίων Μέσης Τάσης

Στον Πίνακα 50 φαίνεται, πως έσπασε η ζήτηση σε Χαμηλή και Υψηλή τόσο για τα αντλιοστάσια της Μέσης Τάσης, όσο και για το Ολικό Σύνολο(περιλαμβάνει όλα τα αντλιοστάσια ΜΤ και ΧΤ).

Πίνακας 50: Κατανομή Ζήτησης όλων των αντλιοστασίων ανά Μήνα σε kWh

	ΑΝΤΛ/ΣΙΑ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ - ΥΖ	ΑΝΤΛ/ΣΙΑ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ - ΧΖ	ΟΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ	ΟΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ
ΙΑΝ	113386	95914	126184,59	106740,41
ΦΕΒ	120488	101612	132531,37	111768,62
ΜΑΡ	146452	163948	167966,86	188033,14
ΑΠΡ	375019	317481	417949,87	353825,12
ΜΑΪ	382227	448973	419474,82	492725,18
ΙΟΥΝ	341277	361923	373235,32	395814,68
ΙΟΥΛ	418258	354742	452833,27	384066,73
ΑΥΓ	349697	378103	385697,34	417027,66
ΣΕΠ	357926	334473	388593,23	363130,77
ΟΚΤ	363030	356070	399215,37	385222,58
ΝΟΕ	328400	331300	353260,23	360953,59
ΔΕΚ	241436	285264	255187,81	303277,41
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	3537,596	3529,803	3872,13	3862,586



Εικ. 7.3: Ετήσια ποσοστιαία κατανομή Υψηλής-Χαμηλής Ζήτησης

Σε αυτό το σημείο υπολογίστηκε, σύμφωνα με τον παρακάτω μαθηματικό τύπο, ο Μέσος Αριθμός αντλιών ανά Ώρα για όλα τα αντλιοστάσια της Μέσης Τάσης, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 51.

➤ Για Υψηλή Ζήτηση ο μαθηματικός τύπος είναι: $\frac{[(\text{Μηνιαία Ζήτηση Αντλ/σίου (kWh)} / (\text{Ημέρες μήνα} * \text{Ζώνη Ώρας (h)})) / \text{Ισχύς Αντλίας Αντλ/σίου (kW)}]$

➤ Για Χαμηλή Ζήτηση ο μαθηματικός τύπος είναι: $\frac{[(\text{Μηνιαία Ζήτηση Αντλ/σίου (kWh)} / (\text{Ημέρες μήνα} * \text{Ζώνη Ώρας (h)})) / \text{Ισχύς Αντλίας Αντλ/σίου (kW)}]$

Στην διάρκεια της Υψηλής Ζήτησης (ημέρα) έχουμε 16 ώρες και στην διάρκεια της Χαμηλής Ζήτησης (νύχτα) έχουμε 8 ώρες. Επομένως, η Ζώνη Ώρας είναι 2/3 για την Υψηλή και 1/3 για τη Χαμηλή.

Πίνακας 51: Μέσος Αριθμός αντλιών ανά Ώρα και Αντλιοστάσιο - Μέσης Τάσης

Υ.Ζ.	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κεντρικό	0,349	0,502	0,695	1,162	1,122	1,144	1,049	0,888	1,103	1,062	0,814	0,481
Μαλαύρα	0,543	0,450	0,384	1,621	1,637	1,407	1,965	1,646	1,632	1,646	1,592	1,299
Κεντρί	0,180	0,296	0,416	0,906	0,844	0,909	0,936	0,785	0,807	0,721	0,513	0,324
ΧΑ	0,408	0,504	0,386	1,492	1,505	1,233	1,697	1,395	1,375	1,389	1,657	1,156
Χ.Ζ.	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κεντρικό	0,43	0,558	1,19	1,134	1,789	1,586	1,208	1,248	1,293	1,385	1,247	0,652
Μαλαύρα	0,819	1,042	1,172	3,508	4,64	3,821	3,909	4,25	3,835	3,914	3,599	3,561
Κεντρί	0,212	0,285	0,796	1,097	1,478	1,364	1,208	1,2	0,977	0,977	0,656	0,534
ΧΑ	1,158	1,135	1,164	3,255	4,306	3,374	3,38	3,635	3,25	3,338	3,805	3,069

Ο Πίνακας 52 και ο Πίνακας 53 παρουσιάζουν, τη Μέση ισχύ σε kW και προκύπτουν, από τα στοιχεία του Μέσου Αριθμού αντλιών (Πίνακας 51) πολλαπλασιασμένα με την ισχύ της κάθε αντλίας (Πίνακας 17) για το αντίστοιχο αντλιοστάσιο.

Πίνακας 52: Μέση ωριαία Ζήτηση κατά την περίοδο Υψηλής Ζήτησης Αντλιοστασίων Μέσης Τάσης σε kW

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κεντρικό	69,8	100,4	139	232,4	224,4	228,8	209,8	177,6	220,6	212,4	162,8	96
Μαλαύρα	87,97	72,9	62,21	262,60	265,19	227,93	318,33	266,65	264,38	266,65	257,90	210,44
Κεντρί	19,8	32,56	45,76	99,66	92,84	99,99	102,85	86,35	88,77	79,31	56,43	35,64
ΧΑ	51	63	48,25	186,5	188,12	154,12	212,12	174,37	171,87	173,62	207,12	144,5

ΣΥΝΟΛΟ (MW)	0,229	0,269	0,295	0,781	0,771	0,711	0,843	0,705	0,745	0,732	0,684	0,487
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Πίνακας 53: Μέση ωριαία Ζήτηση κατά την περίοδο Χαμηλής Ζήτησης Αντλιοστασίων Μέσης Τάσης σε kW

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Κεντρικό	86	111,6	238	226,8	357,8	317,2	241,6	249,6	258,6	277	249,4	130,4
Μαλαύρα	132,68	168,8	189,86	568,3	751,68	619	633,26	688,5	621,27	634,07	583,04	576,88
Κεντρί	23,32	31,35	87,56	120,67	162,58	150,04	132,88	132	107,47	107,47	72,16	58,74
ΧΑ	144,75	141,87	145,5	406,87	538,25	421,75	422,5	454,37	406,25	417,25	475,63	383,63
ΣΥΝΟΛΟ (MW)	0,387	0,454	0,661	1,323	1,81	1,508	1,43	1,524	1,394	1,436	1,38	1,150

Στον Πίνακα 54 εμφανίζονται, τα αποτελέσματα από τη ζήτηση των αντλιοστασίων Χαμηλής Τάσης που αυτά προέκυψαν.

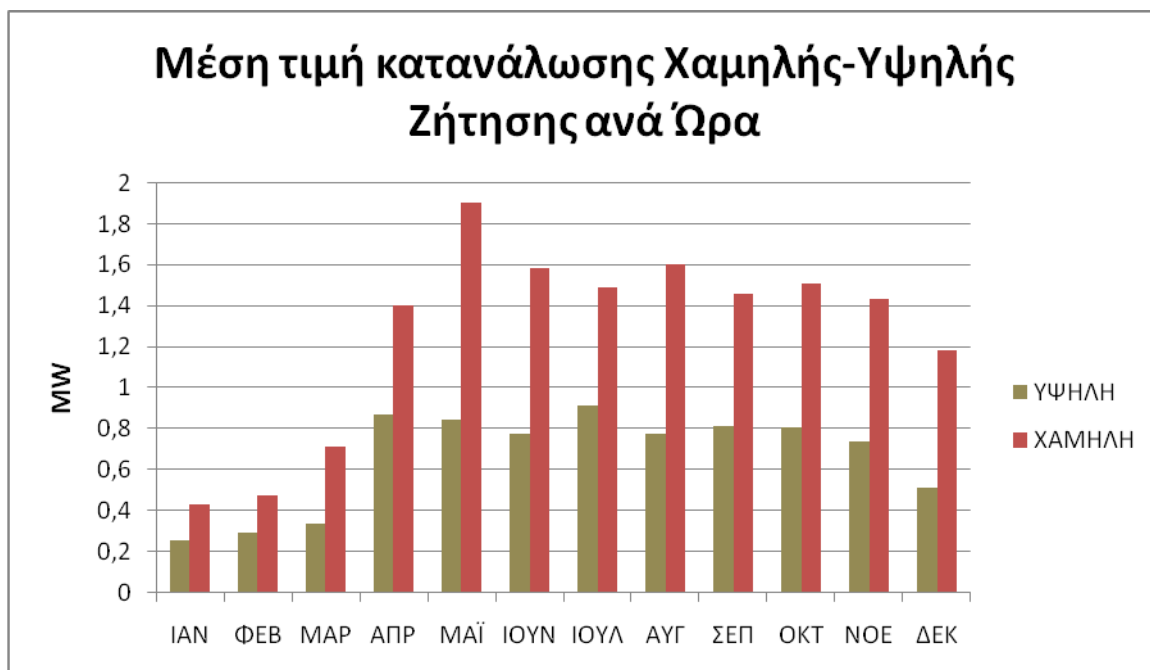
Πίνακας 54: Ζήτηση Αντλιοστασίων Χαμηλής Τάσης σε kW

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Βαϊνιά ΥΖ	25,8	26,88	43,38	89,44	75,1	66,58	69,71	72,58	63,89	59,92	48,15	27,72
Βαϊνιά ΧΖ	43,65	22,67	48,56	75,72	88,21	70,61	59,12	78,48	59,7	58,78	48,57	32,76
Ψαλίδενα ΥΖ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,03	3,64	0
Ψαλίδενα ΧΖ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,78	3,68	0

Ο Πίνακας 55 προκύπτει από το άθροισμα Ζήτησης των αντλιοστασίων Μέσης και Χαμηλής Τάσης όπου και είναι η Τελική Συνολική Μέση Τιμή Ζήτησης ανά Ώρα για τα αντλιοστάσια του ΤΟΕΒ.

Πίνακας 55: Τελική Συνολική Μέση Τιμή Ζήτησης ανά Ώρα σε MW

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
<u>ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ</u>	0,254	0,296	0,339	0,87	0,846	0,777	0,913	0,777	0,809	0,805	0,736	0,514
<u>ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ</u>	0,43	0,476	0,709	1,398	1,898	1,578	1,489	1,603	1,453	1,507	1,432	1,182



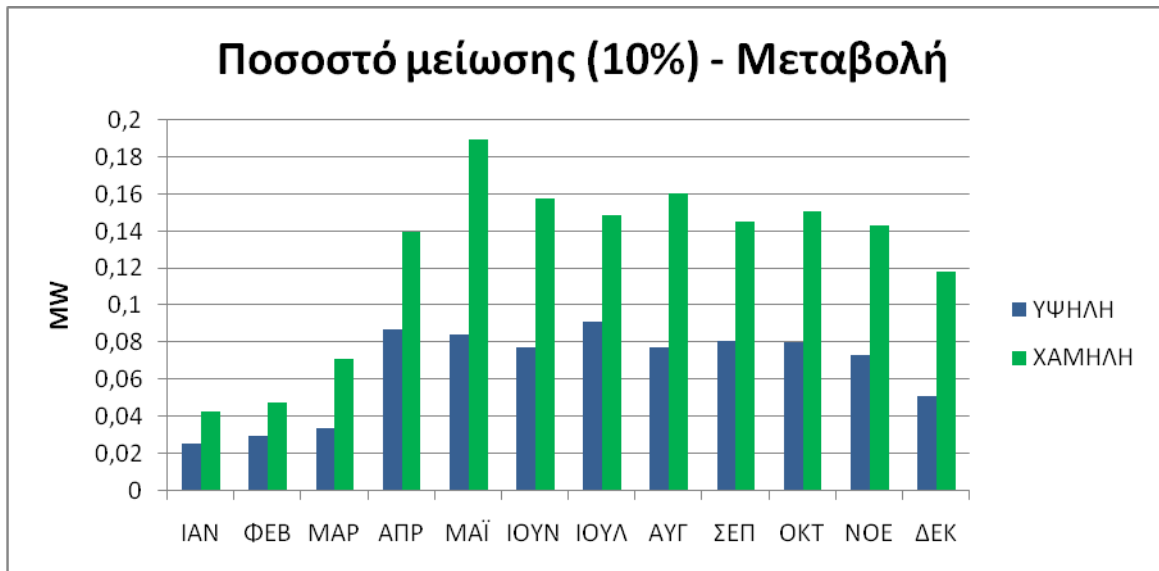
Εικ. 7.4: Μέση Τιμή Χαμηλής-Υψηλής Ζήτησης ανά περίοδο ζήτησης

7.4.2. Μείωση Κατανάλωσης

Το σενάριο μας ήταν, να αντικαταστήσουμε αρκετά από τα υδρόμετρα του ΤΟΕΒ και να επιτύχουμε ένα σχετικά συντηρητικό ποσοστό εξοικονόμησης. Υπολογίστηκε λοιπόν, ότι η μείωση του Πίνακας 55, με 10% εξοικονόμηση παρουσιάζει τα αποτελέσματα που ακολουθούν στον Πίνακας 56.

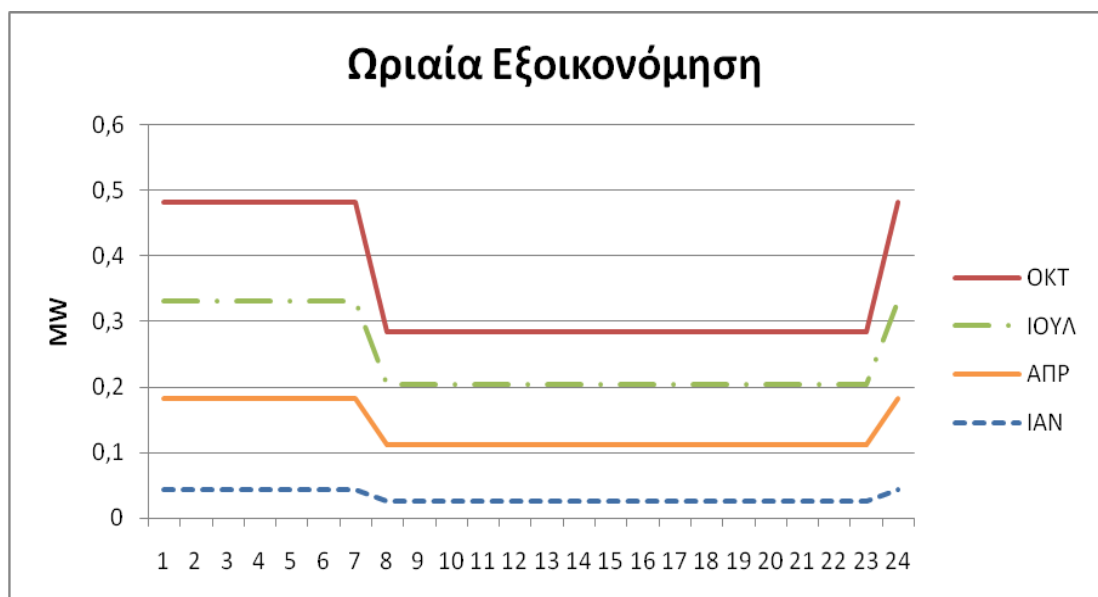
Πίνακας 56: Μέση τιμή εξοικονόμησης ανά ώρα για κάθε περίοδο ζήτησης σε MW

<u>10%</u>	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΥΨΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ	0,0254	0,0296	0,0339	0,087	0,0846	0,0777	0,0913	0,0777	0,0809	0,0805	0,0736	0,0514
ΧΑΜΗΛΗ ΖΗΤΗΣΗ	0,043	0,0476	0,070	0,140	0,190	0,158	0,149	0,160	0,145	0,151	0,143	0,118



Εικ. 7.5: Μέση ωριαία Μείωση Κατανάλωσης θεωρώντας 10% εξοικονόμηση ενέργειας

Εδώ λοιπόν, παρουσιάζεται η Χρονοσειρά Μείωσης κατανάλωσης αντλιοστασίων που προκύπτει απ' όλα τα παραπάνω και εμφανίζει πόσο αλλάζει η Ζήτηση ανά Ώρα και Μήνα.



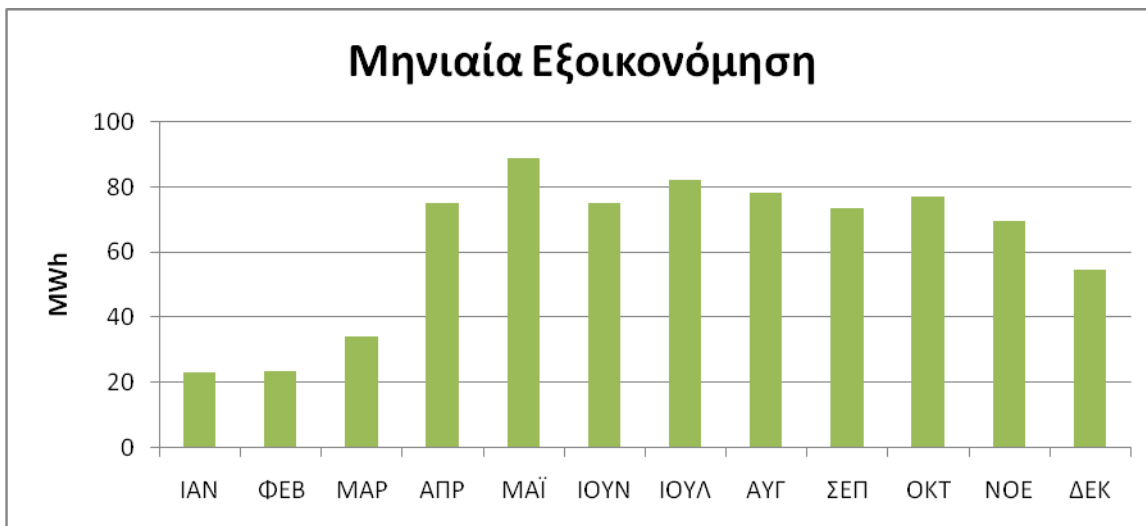
Εικ. 7.6: Ωριαία Εξοικονόμηση για διάφορες περιόδους του έτους

Η μηνιαία εξοικονόμηση παρουσιάζεται στον Πίνακας 57.

Πίνακας 57: Μηνιαία Εξοικονόμηση σε MWh

	Μηνιαία Εξοικονόμηση (MWh)
ΙΑΝ	23,292
ΦΕΒ	23,756
ΜΑΡ	34,396
ΑΠΡ	75,163

ΜΑΪ	89,032
ΙΟΥΝ	75,053
ΙΟΥΛ	82,224
ΑΥΓ	78,326
ΣΕΠ	73,594
ΟΚΤ	77,303
ΝΟΕ	69,589
ΔΕΚ	54,858
ΣΥΝΟΛΟ (MWh)	756,587



Εικ. 7.7: Απεικόνιση Μηνιαίας Εξοικονόμησης

Άρα λοιπόν, το σύνολο της ετήσιας εξοικονόμησης είναι 756,587 MWh.

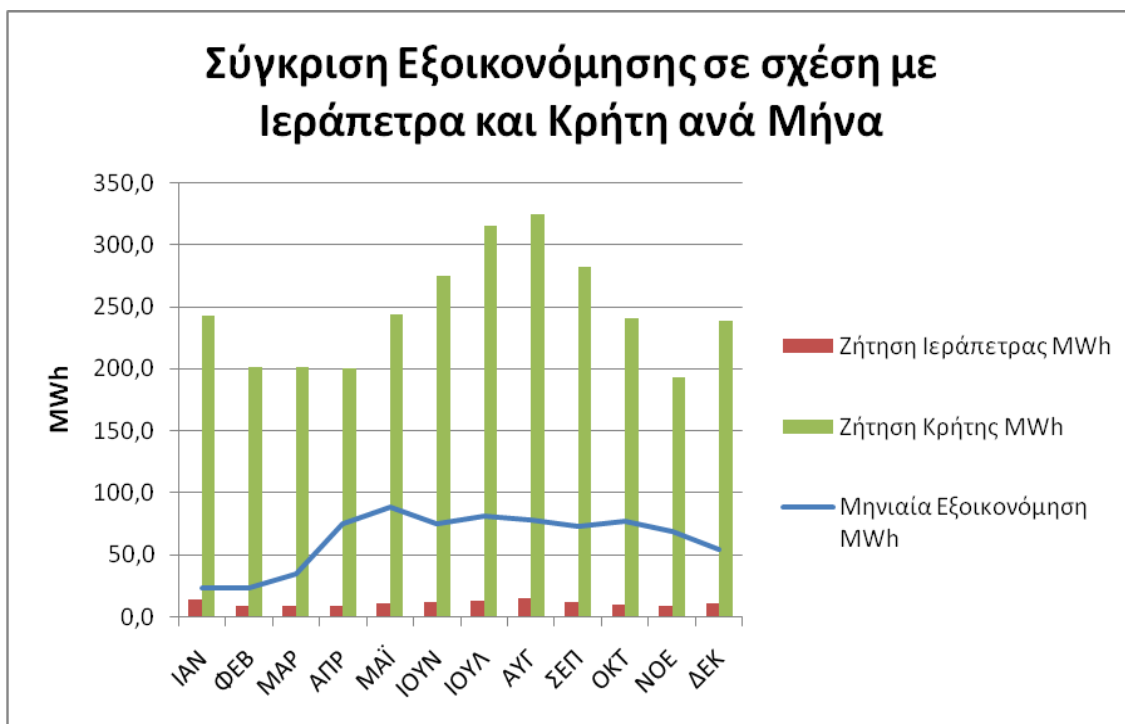
7.4.3. Σύγκριση εξοικονόμησης σε σχέση με το δίκτυο της περιοχής και της Κρήτης

Στο σημείο αυτό, γίνεται σύγκριση της ετήσιας εξοικονόμησης, σε σχέση με το δίκτυο της Ιεράπετρας αλλά και με αυτό της Κρήτης. Επομένως, διαιρώντας την ετήσια εξοικονόμηση με τη ζήτηση του Υ/Σ της Ιεράπετρας που ήταν 126.186,7MWh και τη ζήτηση της Κρήτης που ήταν 2954,4GWh, προκύπτουν ότι το ποσοστό εξοικονόμησης σε σχέση με την Ιεράπετρα είναι 0,60% και 0,00026% σε σχέση με τη Κρήτη.



Εικ. 7.8: Ποσοστό εξοικονόμησης σε σύγκριση με Ιεράπετρα και Κρήτη

Στο επόμενο διάγραμμα, παρουσιάζεται η σύγκριση εξοικονόμησης σε σχέση με Ιεράπετρα και Κρήτη. Εύκολα λοιπόν παρατηρεί κάποιος, ότι η μεγαλύτερη επίπτωση εμφανίζεται τον μήνα Μάιο.



Εικ. 7.9: Σύγκριση εξοικονόμησης σε σχέση με τη ζήτηση Ιεράπετρας και Κρήτης

7.5. Οικονομική και λειτουργική επίπτωση στο ΣΗΕ Κρήτης

Σε αυτό το σημείο, εξετάστηκε η οικονομική και λειτουργική επίδραση μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας. Με τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στην Παράγραφο 7, εκτιμήθηκε η μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου και κόστους καθώς και η αξία της εξοικονομούμενης kWh. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

7.5.1. Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου, μαζούτ και ντίζελ σε kg και lt αντίστοιχα

Στους Πίνακες 58 και Πίνακας 60 παρουσιάζεται η μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου, μαζούτ και diesel για την παραγωγή των μονάδων.

Πίνακας 58: Μεταβολή Κατανάλωσης καυσίμου με υψηλές τιμές

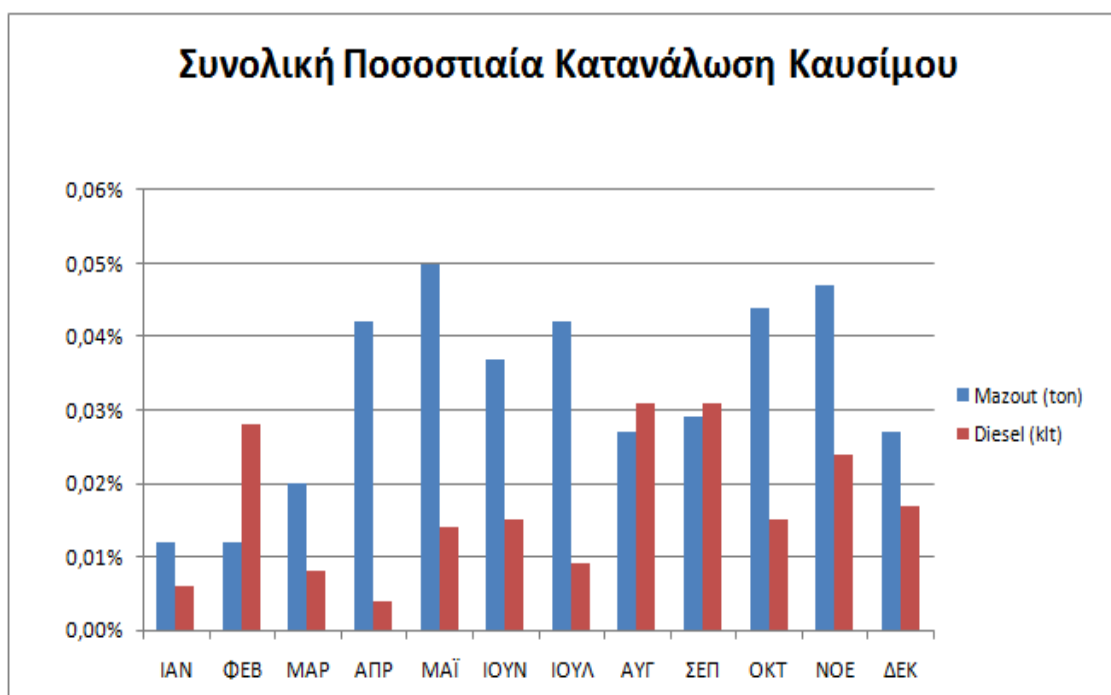
	Mazout (kg)	Diesel (lt)
ΙΑΝ	4904,2	484,22
ΦΕΒ	4382	502,964
ΜΑΡ	6173,65	560,79
ΑΠΡ	13164	251,4
ΜΑΪ	20432,1	1236,59
ΙΟΥΝ	15207	2069,1
ΙΟΥΛ	17366,2	1287,74
ΑΥΓ	12942,5	5400,2
ΣΕΠ	12429	4848,9
ΟΚΤ	15394,6	2097,15
ΝΟΕ	13677,9	2017,8

ΔΕΚ	10825,2	1658,19
ΣΥΝΟΛΟ	146898,35	22415,044

Πίνακας 59: Ποσοστιαία Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου με υψηλές τιμές

	<u>Mazout (kg)</u>	<u>Diesel (lt)</u>
ΙΑΝ	0,012%	0,006%
ΦΕΒ	0,012%	0,028%
ΜΑΡ	0,02%	0,008%
ΑΠΡ	0,042%	0,004%
ΜΑΪ	0,05%	0,014%
ΙΟΥΝ	0,037%	0,015%
ΙΟΥΛ	0,042%	0,009%
ΑΥΓ	0,027%	0,031%
ΣΕΠ	0,029%	0,031%
ΟΚΤ	0,044%	0,015%
ΝΟΕ	0,047%	0,024%
ΔΕΚ	0,027%	0,017%
ΣΥΝΟΛΟ	0,032%	0,018%

Από τους Πίνακας 58 και Πίνακας 59 παρατηρείται, ότι η εξοικονόμηση όσον αφορά το μαζούτ είναι 147 τόνοι (0,032%) και στο ντίζελ 22,4 klt (0,018%) για υψηλές τιμές.



Εικ. 7.10: Συνολική Ποσοστιαία Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου-Υψηλές τιμές

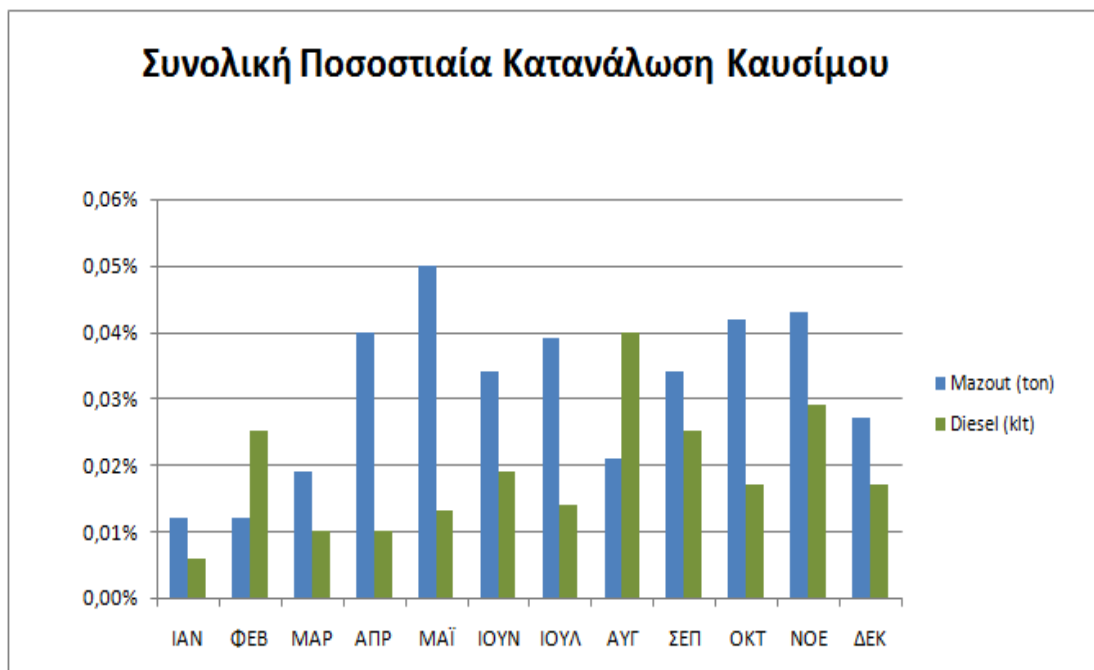
Πίνακας 60: Μεταβολή Κατανάλωσης καυσίμου με χαμηλές τιμές

	Mazout (kg)	Diesel (lt)
ΙΑΝ	5015,8	483,91
ΦΕΒ	4331,6	502,992
ΜΑΡ	5851,87	743,69
ΑΠΡ	12486	689,7
ΜΑΪ	20652,2	1089,03
ΙΟΥΝ	14028	2738,7
ΙΟΥΛ	16157,2	1973,46
ΑΥΓ	9867,3	6902,46
ΣΕΠ	14664	3834,6
ΟΚΤ	14604,1	2440,63
ΝΟΕ	12540,9	2476,5
ΔΕΚ	10797,3	1656,95
ΣΥΝΟΛΟ	140996,27	25532,622

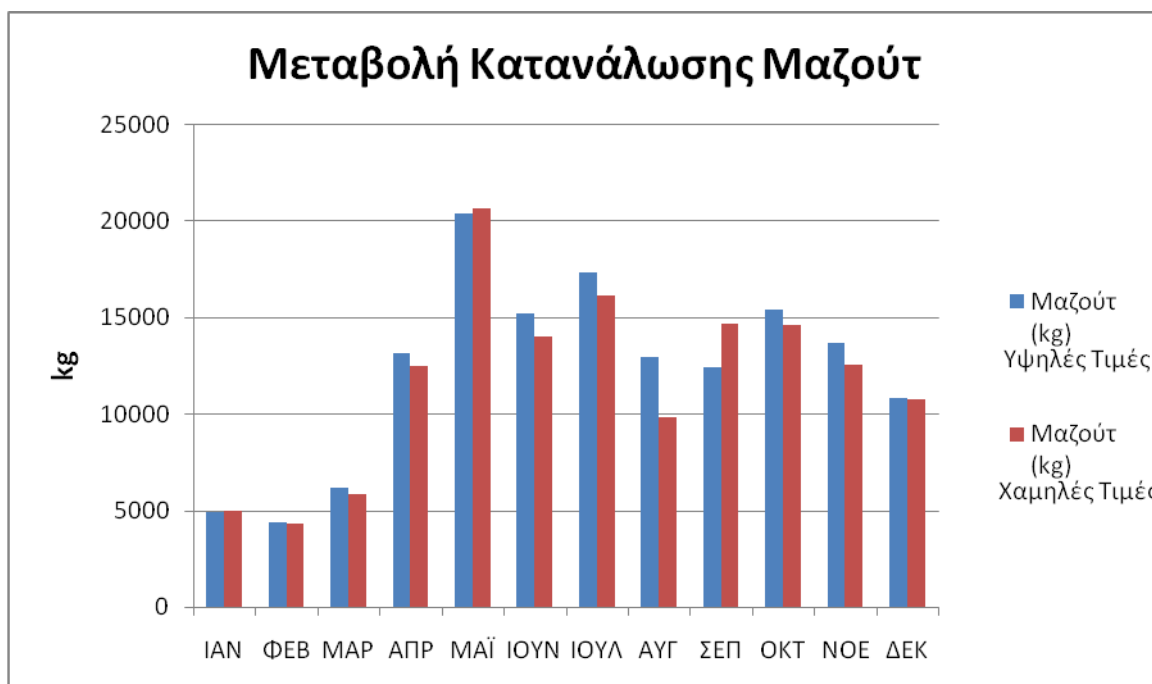
Πίνακας 61: Ποσοστιαία Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου με χαμηλές τιμές

	Mazout (kg)	Diesel (lt)
ΙΑΝ	0,012%	0,006%
ΦΕΒ	0,012%	0,025%
ΜΑΡ	0,019%	0,01%
ΑΠΡ	0,04%	0,01%
ΜΑΪ	0,05%	0,013%
ΙΟΥΝ	0,034%	0,019%
ΙΟΥΛ	0,039%	0,014%
ΑΥΓ	0,021%	0,04%
ΣΕΠ	0,034%	0,025%
ΟΚΤ	0,042%	0,017%
ΝΟΕ	0,043%	0,029%
ΔΕΚ	0,027%	0,017%
ΣΥΝΟΛΟ	0,031%	0,02%

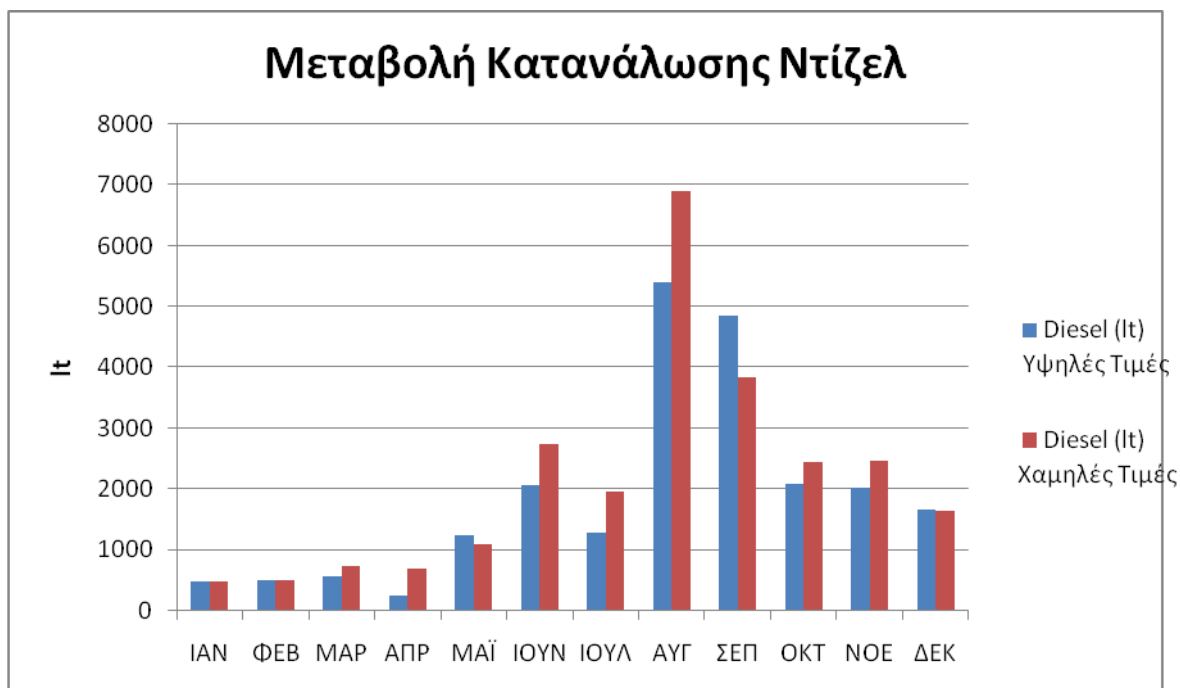
Από τους Πίνακας 60 και Πίνακας 61 παρατηρείται, ότι η εξοικονόμηση όσον αφορά το μαζούτ είναι 141 τόνοι (0,031%) και στο ντίζελ 25,5 klt (0,02%) για χαμηλές τιμές.



Εικ. 7.11: Συνολική Ποσοστιαία Μεταβολή Κατανάλωσης Καυσίμου-Χαμηλές τιμές



Εικ. 7.12: Συνολική Μεταβολή Κατανάλωσης Μαζούτ σε kg



Εικ. 7.13: Συνολική Μεταβολή Κατανάλωσης Ντίζελ σε lt

7.5.2. Συνολικό Κόστος Καυσίμου

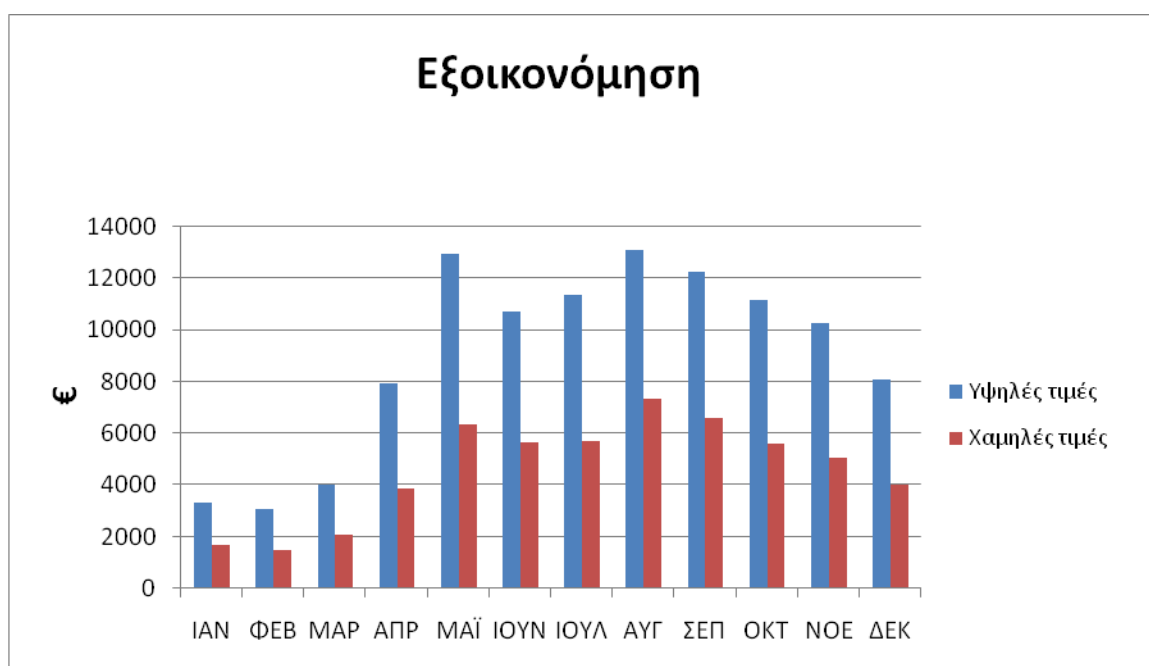
Το συνολικό κόστος καυσίμου που εξοικονομήθηκε λόγω της προτεινόμενης εξοικονόμησης παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες για υψηλές και χαμηλές τιμές αντίστοιχα.

Πίνακας 62: Μεταβολή κόστους καυσίμου για υψηλές τιμές

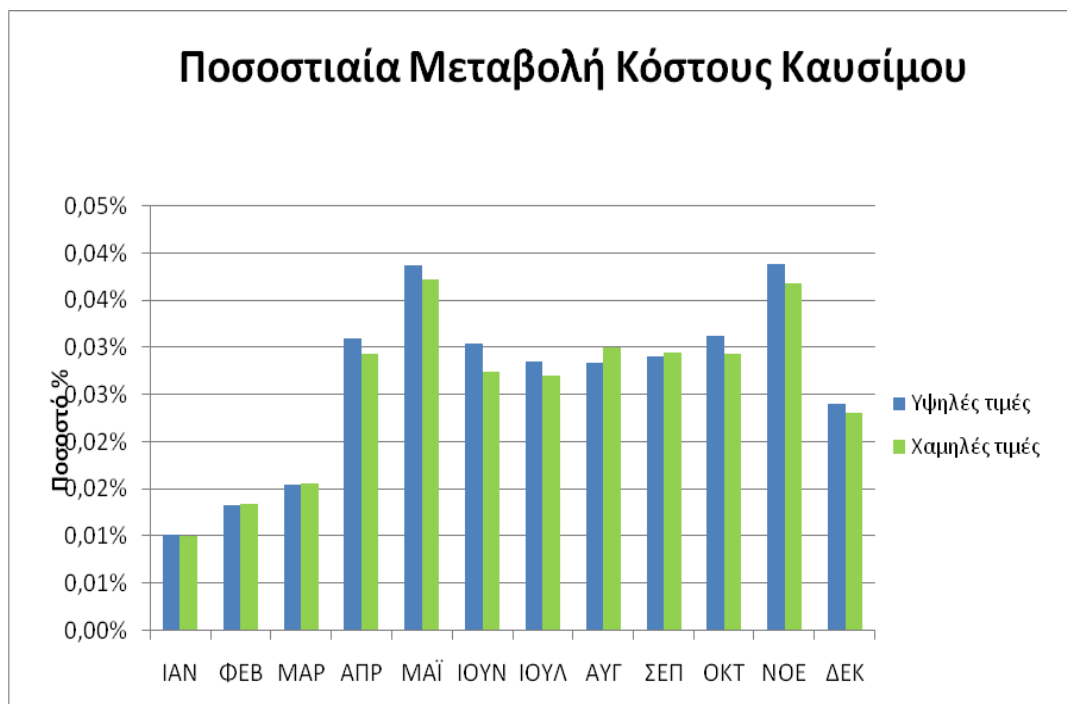
	Κόστος	Ποσοστό
ΙΑΝ	3344,9	0,010%
ΦΕΒ	3087,28	0,013%
ΜΑΡ	4017,91	0,016%
ΑΠΡ	7955,7	0,031%
ΜΑΪ	12936,3	0,039%
ΙΟΥΝ	10707	0,031%
ΙΟΥΛ	11367,7	0,029%
ΑΥΓ	13109,9	0,028%
ΣΕΠ	12267	0,029%
ΟΚΤ	11191	0,031%
ΝΟΕ	10254	0,039%
ΔΕΚ	8084,8	0,024%
ΣΥΝΟΛΟ	108323,49	0,027%

Πίνακας 63: Μεταβολή κόστους καυσίμου για χαμηλές τιμές

	<u>Κόστος</u>	<u>Ποσοστό</u>
ΙΑΝ	1693,22	0,010%
ΦΕΒ	1510,88	0,013%
ΜΑΡ	2102,42	0,016%
ΑΠΡ	3853,5	0,03%
ΜΑΪ	6345,7	0,037%
ΙΟΥΝ	5668,2	0,027%
ΙΟΥΛ	5732,83	0,027%
ΑΥΓ	7365,91	0,03%
ΣΕΠ	6597,9	0,029%
ΟΚΤ	5605,11	0,029%
ΝΟΕ	5053,2	0,037%
ΔΕΚ	4042,09	0,023%
ΣΥΝΟΛΟ	55570,96	0,026%



Εικ. 7.14: Μεταβολή κόστους καυσίμου ανά μήνα



Εικ. 7.15: Μεταβολή κόστους καυσίμου σε ποσοστό

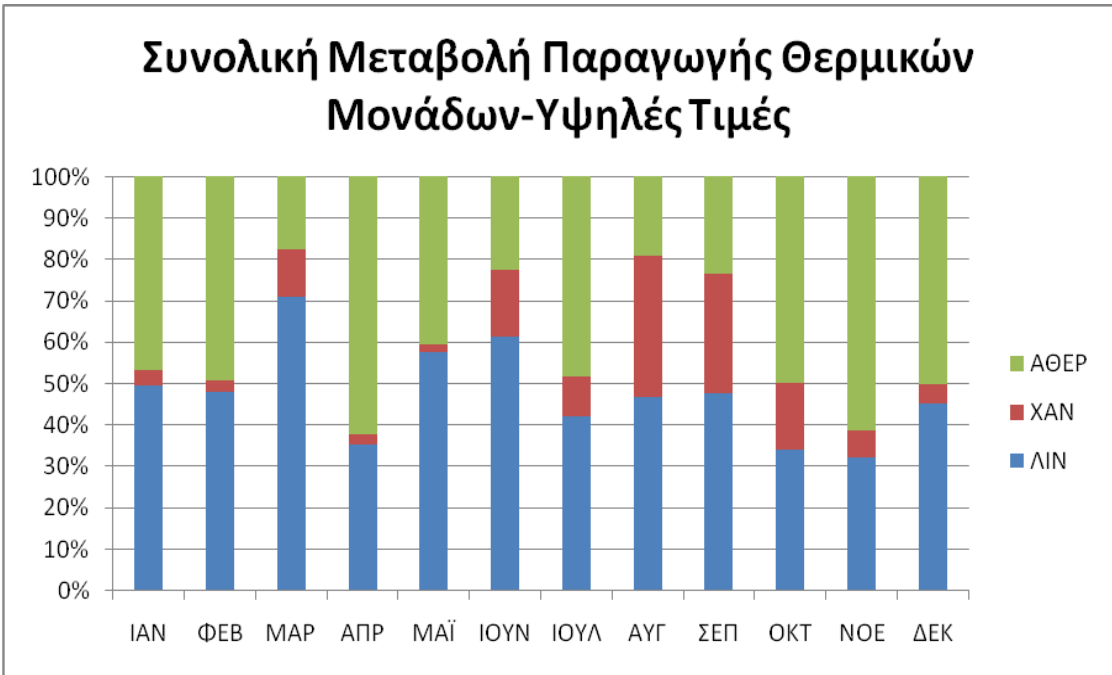
Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρείται, ότι τα χρήματα που εξοικονομούνται από την επέμβαση αυτή, είναι 108323,49€ (0,027%) για υψηλές τιμές καυσίμου και 55570,96€ (0,026%) για χαμηλές τιμές καυσίμου.

7.5.3. Μεταβολή Παραγωγής Θερμικών Μονάδων ανά Σταθμό

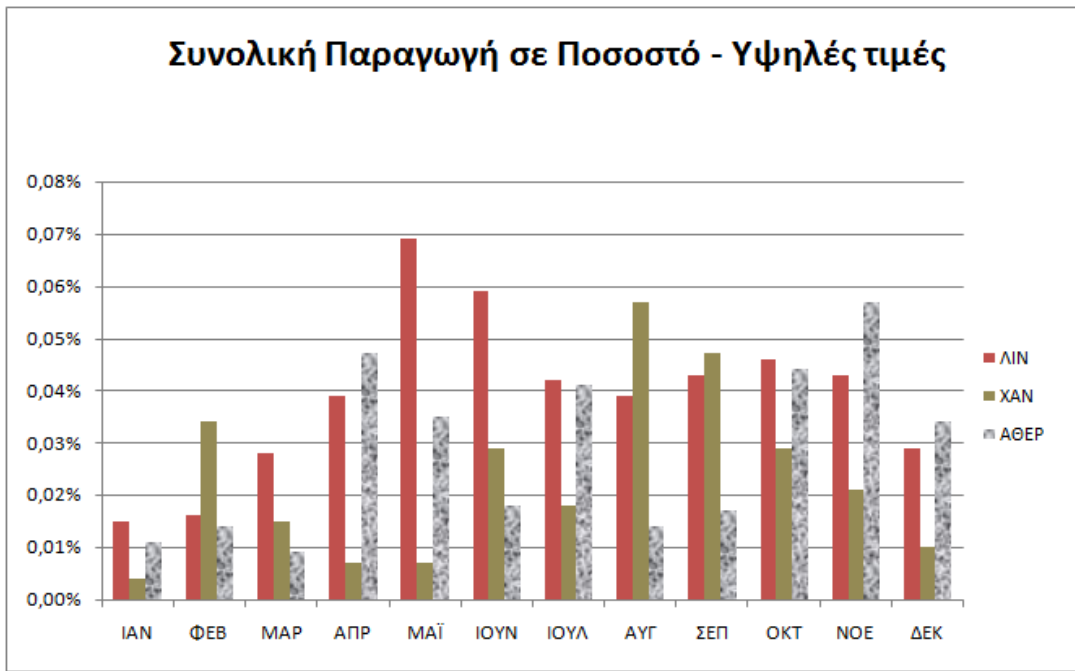
Στον Πίνακα 64 παρουσιάζεται, η μεταβολή μηνιαίας παραγωγής των μονάδων ανά Σταθμό παραγωγής με την παραγωγή το μήνα Αύγουστο να ξεχωρίζει.

Πίνακας 64: Μεταβολή Μηνιαίας Παραγωγής Θερμικών Μονάδων ανά Σταθμό Παραγωγής σε MWh

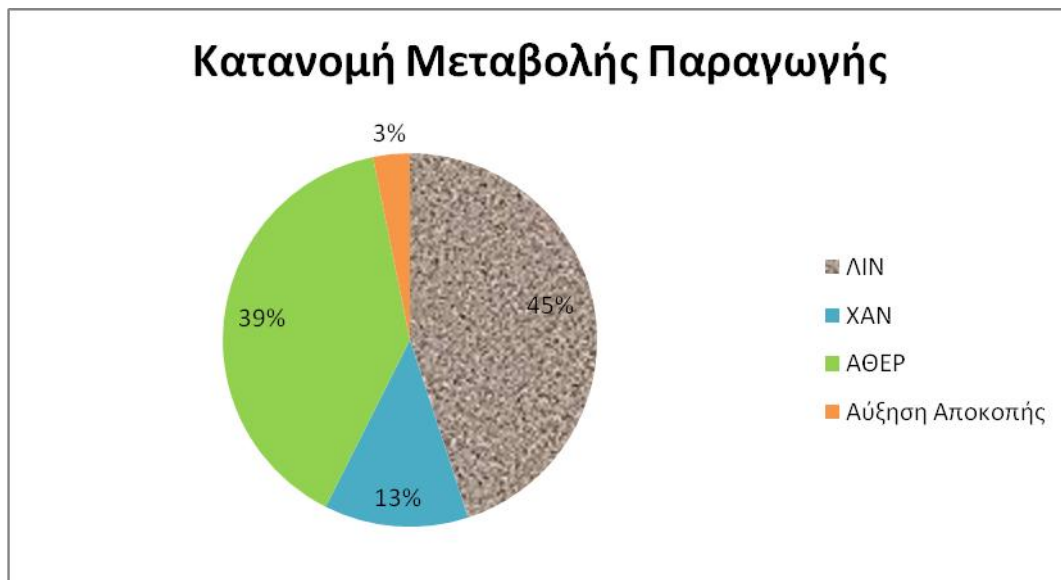
	Υψηλές Τιμές			Χαμηλές Τιμές		
	ΛΙΝ	ΧΑΝ	ΑΘΕΡ	ΛΙΝ	ΧΑΝ	ΑΘΕΡ
ΙΑΝ	11,5165	0,8804	10,8965	15,1156	0,87637	7,3036
ΦΕΒ	11,4016	0,68354	11,6732	9,6544	0,76112	13,3392
ΜΑΡ	20,4445	3,32165	5,115	20,6956	4,29939	3,8874
ΑΠΡ	20,859	1,5021	36,849	28,584	4,1883	26,439
ΜΑΪ	51,2554	1,6151	36,1615	50,3719	0,67146	37,9905
ΙΟΥΝ	45,912	12,072	17,067	34,761	16,437	23,856
ΙΟΥΛ	33,5885	7,7159	38,44	43,4713	12,0652	24,211
ΑΥΓ	36,7009	26,4771	15,1466	30,5288	35,7461	12,0528
ΣΕΠ	35,085	21,117	17,391	44,346	14,712	14,535
ΟΚΤ	26,3128	12,3814	38,6074	24,9116	14,6537	37,7394
ΝΟΕ	22,374	4,5708	42,642	16,554	7,3374	45,696
ΔΕΚ	24,8465	2,42916	27,5838	22,9462	2,41056	29,5027
ΣΥΝΟΛΟ	340,2967	94,7661	297,573	341,940	114,158	276,553



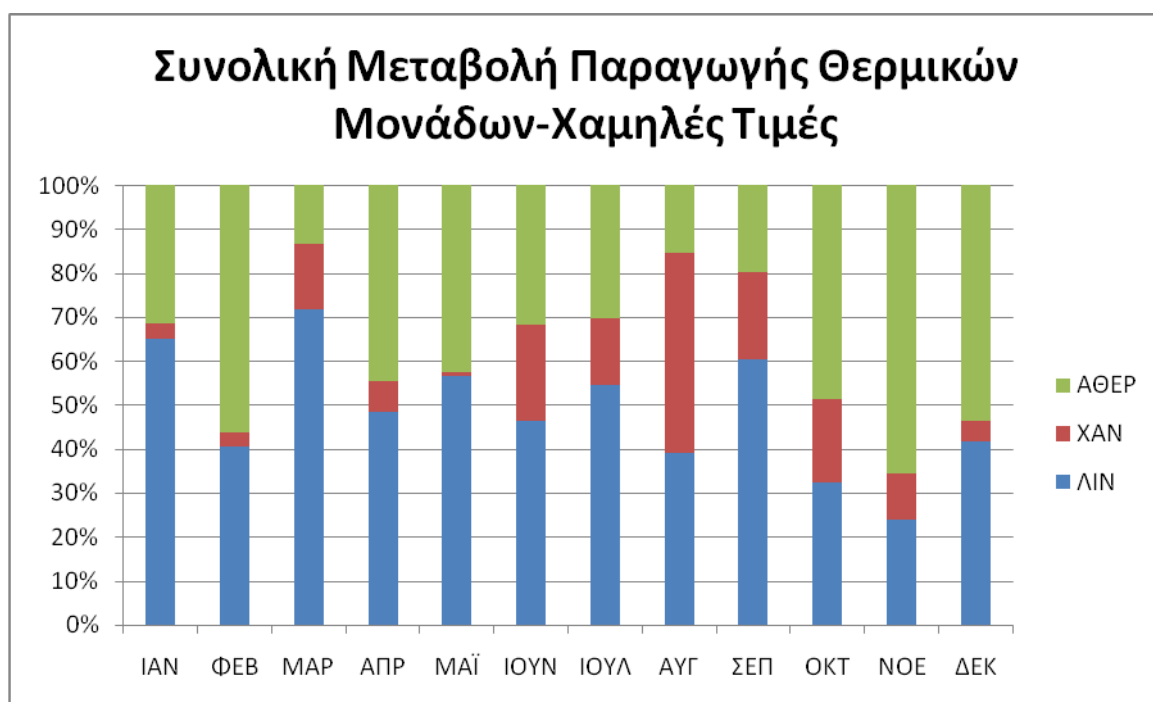
Εικ. 7.16: Συνολική Μεταβολή Παραγωγής Θερμικών Μονάδων – Υψηλές Τιμές



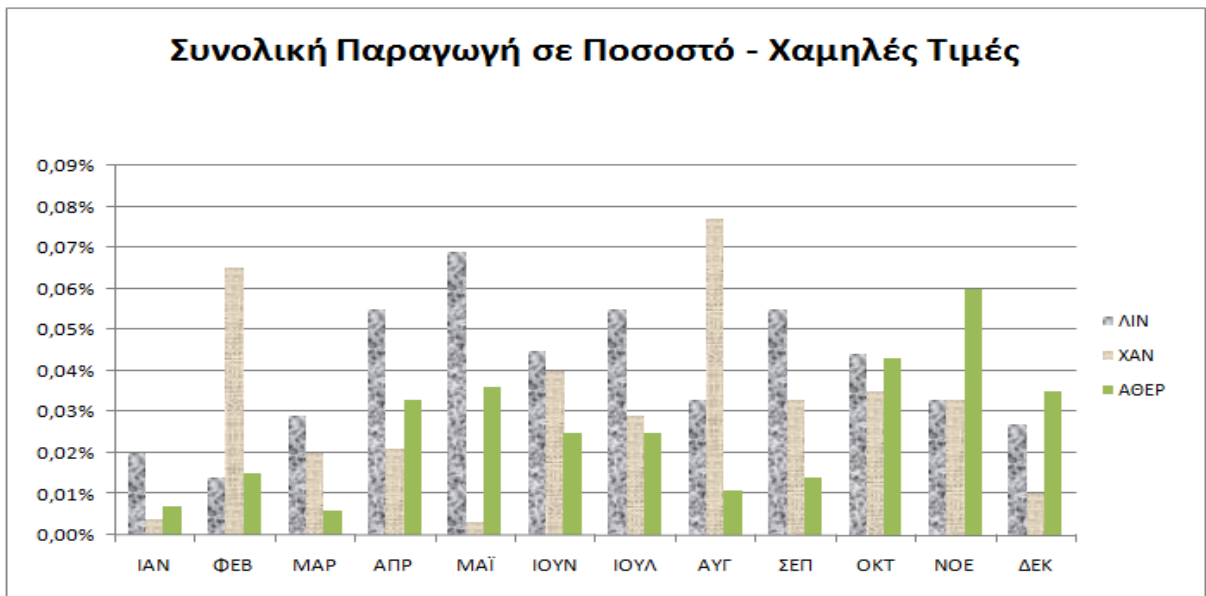
Εικ. 7.17: Συνολική Μεταβολή Παραγωγής ανά Σταθμό σε Ποσοστό – Υψηλές Τιμές



Εικ. 7.18: Κατανομή Μεταβολής Παραγωγής – Υψηλές Τιμές

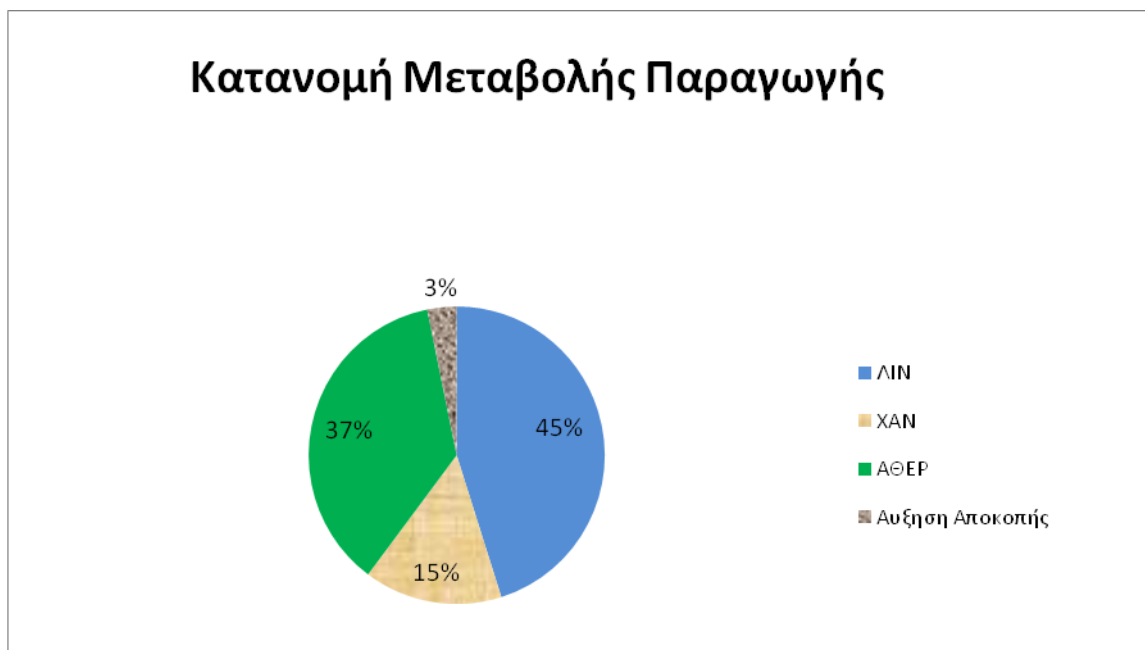


Εικ. 7.19: Συνολική Μεταβολή Παραγωγής Θερμικών Μονάδων – Χαμηλές Τιμές



Εικ. 7.20: Συνολική Μεταβολή Παραγωγής ανά Σταθμό σε Ποσοστό – Χαμηλές Τιμές

Όπως φαίνεται και στην Εικ. 7.20, παρατηρείται μια μείωση της παραγωγής στους μήνες του Χειμώνα. Αυτό συμβαίνει διότι, μειώνεται ένα μέρος των καταναλώσεων, όπως είναι οι ξενοδοχειακές μονάδες λόγω του ότι έχει τελειώσει η τουριστική περίοδος αλλά και η χρήση των αντλιοστασίων μιας και οι αρδεύσεις των καλλιεργειών είναι μειωμένες τη συγκεκριμένη περίοδο.



Εικ. 7.21: Κατανομή Μεταβολής Παραγωγής – Χαμηλές Τιμές

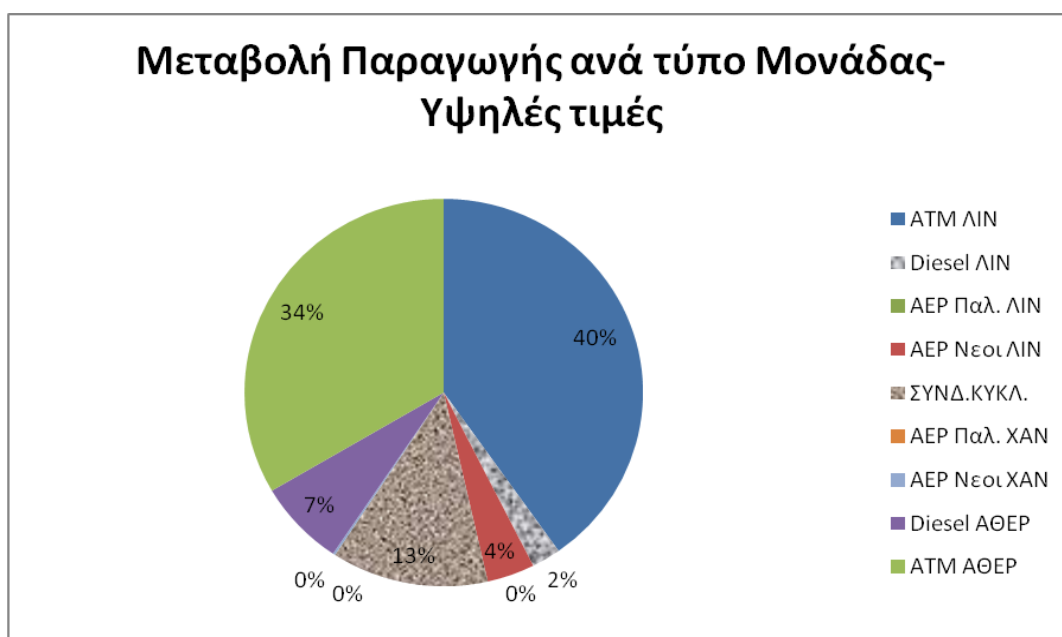
7.5.4. Μεταβολή Μηνιαίας Παραγωγής των Θερμικών Μονάδων ανά τύπο Μονάδας σε MWh

Στους Πίνακας 65 και Πίνακας 66 παρουσιάζεται, η μεταβολή μηνιαίας παραγωγής των μονάδων ανά τύπο μονάδας.

Πίνακας 65: Μηνιαία Παραγωγή ανά τύπο Μονάδας – Υψηλές Τιμές

	ATM ΛΙΝ	Diesel ΛΙΝ	ΑΕΡ Νεοι ΛΙΝ	ΣΥΝΔ.ΚΥ ΚΛ.	ΑΕΡ Νεοι ΧΑΝ	Diesel ΑΘΕΡ	ATM ΑΘΕΡ
ΙΑΝ	10,032	0	1,485	0,165	0,716	1,910	8,987
ΦΕΒ	2,836	6,786	1,780	0	0,684	4,029	7,641
ΜΑΡ	17,989	2,456	0	3,322	0	2,443	2,672
ΑΠΡ	19,92	0,937	0	1,502	0	6,359	30,489
ΜΑΪ	46,686	0	4,568	1,615	0	3,633	32,528
ΙΟΥΝ	38,769	7,145	0	12,072	0	8,079	8,988
ΙΟΥΛ	33,588	0	0	7,716	0	8,274	30,166
ΑΥΓ	32,978	0	3,724	26,477	0	5,915	9,235
ΣΕΠ	29,64	0	5,446	21,117	0	2,4	14,991
ΟΚΤ	26,313	0	0	12,381	0	8,401	30,206
ΝΟΕ	16,602	0	5,774	4,571	0	0,513	42,129
ΔΕΚ	19,301	0	5,546	2,429	0	0,597	26,986
ΣΥΝΟΛΟ	294,654	17,323	28,323	93,367	1,399	52,553	245,018

Στον Πίνακα 65 μπορεί να διακρίνει κάποιος τις μονάδες που επηρεάζονται περισσότερο. Παρατηρείται λοιπόν, ότι οι μονάδες που επηρεάζονται περισσότερο είναι κυρίως οι Ατμομονάδες και αυτό συμβαίνει διότι, λειτουργούν το βράδυ οι Μονάδες αυτές.



Εικ. 7.22: Μεταβολή Παραγωγής ανά τύπο Μονάδας – Υψηλές τιμές

Και στον Πίνακα 66 αυτό που παρατηρείται, είναι ότι οι μονάδες που επηρεάζονται περισσότερο είναι οι Ατμομονάδες καθώς και η μονάδα του Συνδυασμένου Κύκλου, κυρίως τον μήνα Αύγουστο.

Πίνακας 66: Μηνιαία Παραγωγή ανά τύπο Μονάδας – Χαμηλές Τιμές

	ATM ΛΙΝ	Diesel ΛΙΝ	ΑΕΡ Νεοι ΛΙΝ	ΣΥΝΔ.ΚΥΚΛ. Λ.	ΑΕΡ Νεοι ΧΑΝ	Diesel ΑΘΕΡ	ATM ΑΘΕΡ
--	---------	------------	--------------	---------------	--------------	-------------	----------

ΙΑΝ	13,042	0,585	1,489	0,156	0,720	2,061	5,236
ΦΕΒ	0,8204	7,132	1,702	0	0,761	5,244	8,098
ΜΑΡ	17,400	3,296	0	4,299	0	1,618	2,269
ΑΠΡ	27,168	1,415	0	4,188	0	4,015	22,425
ΜΑΪ	45,802	0	4,572	0,671	0	1,848	36,140
ΙΟΥΝ	38,769	7,145	0	12,072	0	8,079	8,988
ΙΟΥΛ	39,026	4,444	0	12,065	0	2,709	21,502
ΑΥΓ	26,812	0	3,716	35,746	0	2,936	9,114
ΣΕΠ	38,73	0	5,616	14,712	0	3,09	11,448
ΟΚΤ	21,505	3,407	0	14,654	0	4,637	33,102
ΝΟΕ	10,789	0	5,767	7,337	0	0,575	45,123
ΔΕΚ	17,382	0	5,564	2,411	0	1,974	27,528
ΣΥΝΟΛΟ	297,245	27,422	28,426	108,312	1,481	38,786	230,972



Εικ. 7.23: Μεταβολή Παραγωγής ανά τύπο Μονάδας – Χαμηλές τιμές

Μεγάλη εντύπωση προκαλούν και στις δύο τιμές οι μεταβολές των Ατμομονάδων, Λινοπεραμάτων και Αθερινόλακκου.

7.5.5. Παραγωγή των Αιολικών σε MWh

Σε αυτό το σημείο παρουσιάζεται η παραγωγή των Αιολικών. Ουσιαστικά δεν υπήρξε κάποια μεταβολή στην Αιολική Παραγωγή όπως φαίνεται και στον Πίνακα 67, είχαμε όμως μεταβολή στην αποκοπή όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 68.

Πίνακας 67: Παραγωγή Αιολικών σε MWh

	WIND
ΙΑΝ	37341,17

ΦΕΒ	30974,22
ΜΑΡ	37274,89
ΑΠΡ	33186,67
ΜΑΪ	26463,09
ΙΟΥΝ	40694,72
ΙΟΥΛ	76665,91
ΑΥΓ	54319,35
ΣΕΠ	35043
ΟΚΤ	37134,1
ΝΟΕ	34044,01
ΔΕΚ	38532,9
ΣΥΝΟΛΟ	481674

Πίνακας 68: Αναμενόμενη επιπλέον Ωριαία Αποκοπή Αιολικής Παραγωγής(MWh)

	<u>Υψηλές Τιμές</u>	<u>Χαμηλές Τιμές</u>
ΙΑΝ	0	0
ΦΕΒ	0	0
ΜΑΡ	0,178	0,178
ΑΠΡ	0,532	0,532
ΜΑΪ	0	0
ΙΟΥΝ	0	0
ΙΟΥΛ	0,080	0,080
ΑΥΓ	0	0
ΣΕΠ	0	0
ΟΚΤ	0	0
ΝΟΕ	0	0
ΔΕΚ	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	0,790	0,790

7.5.6. Αξία Εξοικονόμησης

Τα οικονομικά στοιχεία που παρουσιάζονται είναι εξίσου ενθαρρυντικά για την Κρήτη, καθώς το εξοικονομούμενο κόστος για καύσιμα ανέρχεται, σε 75,85€/MWh στην χαμηλή ζήτηση και 147,85€/MWh στην υψηλή. Όλο αυτό επιτεύχθηκε με την μείωση της κατανάλωσης των αντλιοστασίων με 10%.

Πίνακας 69: Αξία Εξοικονόμησης στις υψηλές τιμές

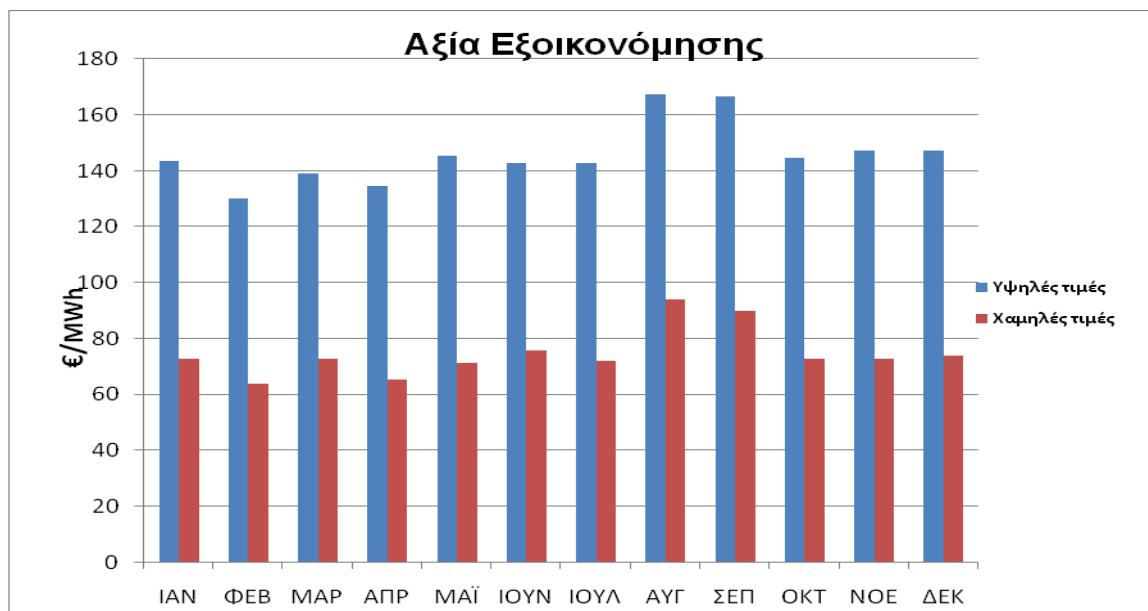
	<u>Αύξηση Αποκοπής</u>	<u>ΛΙΝ</u>	<u>ΧΑΝ</u>	<u>ΑΘΕΡ</u>	<u>Μαζούτ</u>	<u>Ντίζελ</u>	<u>Κόστος</u>
Αξία Εξοικονόμησης/έτος	0,790 MWh	340,3 MWh	94,77 MWh	297,57 MWh	147 tn	22,4 klt	108.323,49 €

Πίνακας 70: Αξία Εξοικονόμησης στις χαμηλές τιμές

	<u>Αύξηση Αποκοπής</u>	<u>ΛΙΝ</u>	<u>ΧΑΝ</u>	<u>ΑΘΕΡ</u>	<u>Μαζούτ</u>	<u>Ντίζελ</u>	<u>Κόστος</u>
Αξία Εξοικονόμησης/έτος	0,790 MWh	341,94 MWh	114,16 MWh	276,55 MWh	141 tn	25,5 klt	55.570,96 €

Πίνακας 71: Αξία Εξοικονομούμενης MWh

	<u>Μηνιαίο Όφελος (€/MWh)</u> Υψηλές τιμές	<u>Μηνιαίο Όφελος (€/MWh)</u> Χαμηλές τιμές
ΙΑΝ	143,599	72,684
ΦΕΒ	129,945	63,603
ΜΑΡ	139,119	72,792
ΑΠΡ	134,364	65,080
ΜΑΪ	145,299	71,273
ΙΟΥΝ	142,663	75,522
ΙΟΥΛ	142,552	71,887
ΑΥΓ	167,379	94,040
ΣΕΠ	166,687	89,654
ΟΚΤ	144,771	72,507
ΝΟΕ	147,356	72,617
ΔΕΚ	147,373	73,681
ΣΥΝΟΛΟ	147,854	75,849



Εικ. 7.24: Αξία Εξοικονομούμενης MWh

8. Συμπεράσματα

Στο σημείο αυτό, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκπόνηση της εργασίας αλλά και προτάσεις προς τους εμπλεκόμενους φορείς.

Στο **Κεφάλαιο 1** περιγράφηκε, η συσχέτιση της αγροτικής παραγωγής με το νερό η οποία όπως περιγράφηκε, είναι μεγάλη αφού χωρίς την ύπαρξη νερού δεν μπορεί να υπάρξει αγροτική παραγωγή. Πιο συγκεκριμένα, αναλύθηκε το πόσο σημαντική είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, επομένως και νερού καθώς και με ότι άλλο αυτό συνεπάγεται.

Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάστηκε, το κομμάτι των αντλητικών συγκροτημάτων καθότι έχουν σημαντικό μερίδιο, όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας. 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. Μεγαλύτερη βαρύτητα δόθηκε στις μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας των αντλητικών συγκροτημάτων, καθώς και στον έλεγχο, αφού όπως αναφέρθηκε στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, μια μέθοδος για εξοικονόμηση ενέργειας είναι η τοποθέτηση των έξυπνων μετρητών νερού^{2.5} αφού όπως αναφέρθηκε πολλάκις, η εξοικονόμηση νερού “φέρνει” την εξοικονόμηση ενέργειας, επομένως όλου του συστήματος. Κλείνοντας το κεφάλαιο παρουσιάστηκαν, διάφορες πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας και νερού, αλλά και μια μικρή παρουσίαση των καταναλώσεων των εταιριών ύδρευσης-άρδευσης-εμφιάλωσης στην Ελλάδα.

Στο **Κεφάλαιο 3** περιγράφηκαν οι έξυπνοι μετρητές και πιο συγκεκριμένα στην Ενότητα 3.7.3, όπου είδαμε τα οφέλη των έξυπνων μετρητών νερού και πόσα χρήματα μπορούν να εξοικονομηθούν από μια πιθανή εγκατάστασή τους. Παρακάτω, γίνεται υπενθύμιση σε κάποια από τα οφέλη έξυπνων μετρητών νερού:

- Δυνατότητα παροχής απομακρυσμένου ελέγχου και χειρισμών σε επίπεδο μετρητή πλέον
- Βοήθεια στον εντοπισμό διαρροών ή βλαβών στα υδραυλικά του δικτύου, καθώς ο έξυπνος μετρητής δείχνει την κατανάλωση νερού στην οθόνη του καταναλωτή σε πραγματικό χρόνο

- Προσδιορισμός του σημείου και της έκτασης της βλάβης σε ένα κεντρικό αγωγό νερού
- Ο ταχύτερος εντοπισμός βλαβών συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης νερού και κατά συνέπεια, στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, μειώνοντας το λειτουργικό κόστος των εταιρειών ύδρευσης, επομένως και το κόστος για τους καταναλωτές
- Πιο έγκαιρος εντοπισμός των απαραίτητων έργων επέκτασης δικτύων καθώς είναι περισσότερο εφικτή η πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών σε επίπεδο αιχμής ζήτησης κατανάλωσης νερού.
- Έλεγχος της συμμόρφωσης με τους τοπικούς περιορισμούς νερού
- Απομακρυσμένη διακοπή ή περιορισμός της παροχής νερού σε περιοχές όπου αυτό επιτρέπεται
- Ο έλεγχος της ένδειξης του έξυπνου μετρητή από τον ίδιο τον καταναλωτή
- Απομακρυσμένος έλεγχος κλοπής νερού
- Με τη χρησιμοποίηση έξυπνων μετρητών, οι λογαριασμοί νερού πλέον βασίζονται στις πραγματικές ενδείξεις του μετρητή και όχι σε εκτιμήσεις της εταιρείας ύδρευσης. Έτσι, μειώνονται οι κλήσεις προς το κέντρο επικοινωνίας και βελτιώνεται η ικανοποίηση του πελάτη.
- Περιβάλλον: Η χαμηλότερη κατανάλωση και οι μειωμένες διαρροές, επιτρέπουν μειωμένο λογαριασμό. Αυτό με τη σειρά του μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις διαδικασίες επεξεργασίας και διανομής νερού.
- Καλύτερη αξιοποίηση του νερού
- Παροχή αναφοράς στο προσωπικό της εταιρείας ύδρευσης για την αποτελεσματικότητα των διαφόρων προγραμμάτων εξοικονόμησης νερού και δυνατότητα πραγματοποίησης αλλαγών από την εταιρεία.
- Η οθόνη που είναι συνδεδεμένη με τον έξυπνο μετρητή, τοποθετημένη σε περίοπτη θέση, μπορεί να λειτουργήσει σαν έναν συνεχή υπενθυμιτή της ανάγκης για εξοικονόμηση νερού. Επίσης μπορούν να βοηθήσουν τους γονείς να δημιουργήσουν παιχνίδια για τα παιδιά, γύρω από τις ενδείξεις της οθόνης, τα οποία αποσκοπούν στην δημιουργία συνείδησης για εξοικονόμηση νερού και ενέργειας.
- Αποτελεσματικός έλεγχος ποιότητας νερού
- Έρευνες έχουν δείξει ότι οι καταναλωτές που χρησιμοποιούν έξυπνους μετρητές νερού, είναι πιο πιθανό να καταναλώνουν λιγότερο νερό
- Υψηλό ποσοστό δειγματοληψίας, με χαμηλή κατανάλωση μπαταρίας.
- Καλύτερη αντιμετώπιση ευπαθών ομάδων
- Ευκολότερη σύγκριση της αγοράς και αλλαγή πάροχου

Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάστηκαν κάποια πράγματα όσον αφορά το Φράγμα Μπραμινών και πιο συγκεκριμένα στοιχεία που σχετίζονται με τον ΤΟΕΒ, όπως χαρακτηριστικά εγκατεστημένης ισχύος αντλιοστασίων, τρόπος λειτουργίας των αντλιοστασίων καθώς και σε ποια ζώνη λειτουργούν περισσότερο ή λιγότερο τα αντλιοστάσια.

Οι δείκτες κατανάλωσης που αντιπροσωπεύουν τον ΤΟΕΒ οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακας 72 είναι:

- Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ που είναι ίση με **3485kW**
- Η συνολική παροχή νερού ανά ώρα που είναι ίση με **1785m³/h**
- Η ετήσια ζήτηση νερού όπου εξυπηρετείται όλος ο Δήμος Ιεράπετρας όσον αφορά την άρδευση και είναι ίση με **12.000.000m³**
- Η έκταση που αρδεύει ο ΤΟΕΒ και είναι ίση με **50.000στρέμματα**
- Η συνολική ζήτηση των αντλιοστασίων το 2013 που είναι ίση με **7734,7MWh**

Πίνακας 72: Δείκτες κατανάλωσης του ΤΟΕΒ

Ονομαστική κατανάλωση kWh/m ³	m ³ /στρέμμα	kWh/στρέμμα
3485(kWh)/1785(m ³ /h)= 1,952	12.000.000m ³ /50.000στρ.= 240	7.734.717kWh/50.000στρ.= 154,7

Φαίνεται ξεκάθαρα ότι, τα αντλιοστάσια χρησιμοποιούνται τις ώρες χαμηλής ζήτησης ξεπερνώντας το 11,31% και μάλιστα τον μήνα Μάιο αγγίζει σχεδόν το 17% συγκριτικά με την Ιεράπετρα ενώ σε σχέση με τη Κρήτη είναι ίσο με 0,51% με τον μήνα Μάιο να αγγίζει το 0,77%. Επομένως, μια λύση εξοικονόμησης για τον ΤΟΕΒ θα ήταν να αντικατασταθούν οι συμβατικοί υδρομετρητές, με έξυπνους μετρητές νερού, καθώς με την εφαρμογή αυτού του μέτρου τα οφέλη που θα είχαμε τόσο για τον Οργανισμό όσο και για τη Ηλεκτρική Εταιρία, θα ήταν άκρως ενθαρρυντικά.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάστηκε συνοπτικά το ΣΗΕ Κρήτης, καθώς και τα χαρακτηριστικά του, όπως ποιά ήταν η διαθεσιμότητα των μονάδων, τιμές καυσίμου για 2013 & 2017 και τα χαρακτηριστικά της ζήτησης. Επίσης, σε συνδυασμό με την παρουσίαση των χαρακτηριστικών ζήτησης του Υ/Σ της Ιεράπετρας έγινε μια συσχέτιση με τη κατανάλωση των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ με την κατανάλωση του Υ/Σ Ιεράπετρας. Έγινε επίσης αναφορά στις γεωτρήσεις, καθώς οι επιπτώσεις που προκαλούν, όχι μόνο σε τοπικό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο Κρήτης, είναι σοβαρές.

Στο **Κεφάλαιο 6** αυτά που προκύπτουν από το όφελος της εξοικονόμησης, είναι αρκετά ενθαρρυντικά, αφού τα αποτελέσματα για τον υπολογισμό της αξίας εξοικονόμησης είναι:

Πίνακας 73: Υπολογισμός Αξίας ανά kWh

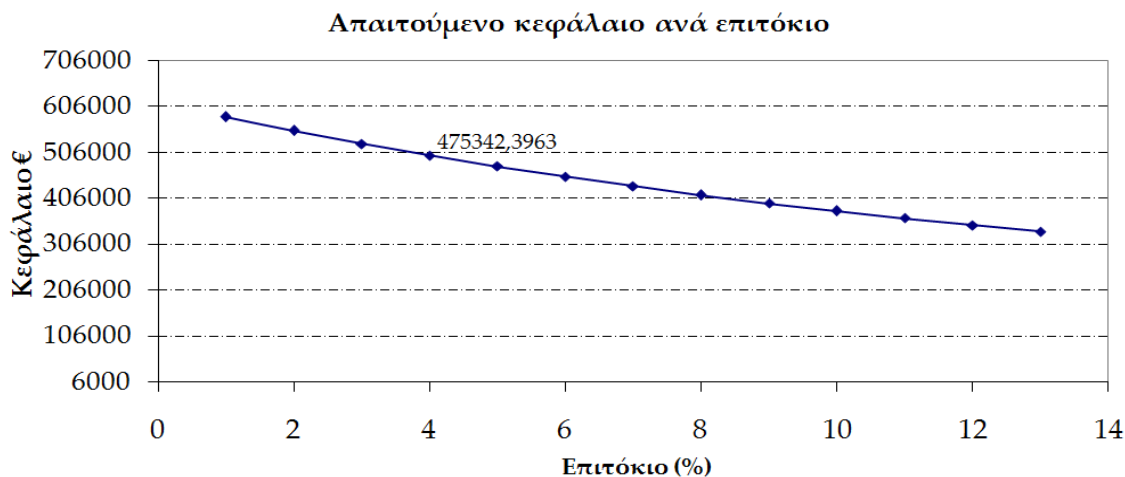
	ΑΓΡΟΤΙΚΟ Χ.Τ. (€/kWh)	ΒΑΓ - ΑΓΡΟΤΙΚΟ Μ.Τ. (€/kWh)
Σύνολο - Αξίας ανά kWh (€/kWh)	0,094474025 (€/kWh)	0,078193875 (€/kWh)

Πίνακας 74: Υπολογισμός Αξίας Εξοικονόμησης

	ΑΓΡΟΤΙΚΟ Χ.Τ.		ΒΑΓ - ΑΓΡΟΤΙΚΟ Μ.Τ.			
Αντλιοστάσια	Βαϊνιά	Ψαλίδενα	Κεντρικό	Μαλαύρα	Κεντρί	Χα
Σύνολο Αντλ/σιων	6148,044	154,09775	13135,92	21566,37	5467,0448	15087,54
ΣΥΝΟΛΟ (€) ΜΤ & ΧΤ	6302,141748 €		55256,873 €			

Ως αποτέλεσμα λοιπόν, προκύπτει ότι με 10% μείωση της συγκεκριμένης κατανάλωσης, ο ΤΟΕΒ μπορεί να αποκομίσει 61.559,015€/έτος, στα έξι αντλιοστάσια που διαθέτει.

Η αποπληρωμή της επένδυσης για εξοικονόμηση ενέργειας στα αντλιοστάσια του ΤΟΕΒ, είναι τα 10 έτη με το απαιτούμενο κεφάλαιο να είναι ίσο, με 475.342,4 €. Βέβαια, όπως μπορούμε να δούμε στην *Εικ. 8.1*, για διαφορετικές τιμές επιτοκίων μεταβάλλεται το απαιτούμενο κεφάλαιο. Δηλαδή, με 3% επιτόκιο το απαιτούμενο κεφάλαιο ανέρχεται στις 525.111 € για 10 έτη ή όταν το επιτόκιο είναι 8% το απαιτούμενο κεφάλαιο ανέρχεται στις 413.066 € για 10 έτη.



Εικ. 8.1: Οικονομικός κύκλος ζωής επένδυσης

Στο **Κεφάλαιο 7** εξετάστηκε η επίπτωση που τυχόν θα είχε μία τέτοια δράση στο ΣΗΕ Κρήτης, ώστε να βρεθεί η αξία της εν λόγω εξοικονόμησης. Τα οικονομικά στοιχεία που προέκυψαν, είναι εξίσου ενθαρρυντικά, καθώς σε περιόδους αιχμής για την Κρήτη (Αύγουστος), το εξοικονομούμενο κόστος για καύσιμα ανέρχεται σε 94 €/MWh στις χαμηλές τιμές και 167 €/MWh στις υψηλές. Όλα αυτά σε καθημερινή βάση, την περίοδο που το νησί φτάνει στην μέγιστη ζήτηση.

Ενδιαφέροντα στοιχεία παρουσιάζονται και στο 7.5 όπου, αξίζει να αναφερθεί και η εξάρτηση της εξοικονόμησης από το είδος καυσίμου. Το μαζούτ για παράδειγμα που είναι φθηνότερο καύσιμο από το ντίζελ, μεταβάλλεται αρκετά και στις χαμηλές τιμές αλλά και στις υψηλές. Συγκεκριμένα, 141 τόνοι στις χαμηλές τιμές και 147 τόνοι στις υψηλές. Το ντίζελ μειώνεται στα 22,5 klt στις χαμηλές και 22,4 klt στις υψηλές τιμές. Τέλος, η μείωση κόστους σε € και για τα δυο καύσιμα, ανέρχεται σε 55570,96 € για τις χαμηλές και 108323,49 € για τις υψηλές τιμές και σε μορφή ποσοστού 0,03% και στις δύο τιμές. Οι τιμές ασφαλώς και είναι ενδεικτικές, καθώς αφορούν τη μέση τιμή, αλλά θα μπορούσαν να καταδείξουν κάποια πράγματα.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, το ετήσιο κέρδος στις χαμηλές τιμές ανέρχεται σε 55570,96€, ενώ στις υψηλές το κέρδος ανέρχεται σε 108323,49€. Υπάρχει όμως πλήρης εξάρτηση από τις τιμές καυσίμου, καθώς μια πιθανή αύξηση στην τιμή του θα μείωνε το κέρδος. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι δεν προέκυψε μεγάλη μεταβολή όσον αφορά το ντίζελ που είναι και το ακριβό καύσιμο, έναντι του μαζούτ. Αυτό σημαίνει ότι, δεν είναι θεαματικό το όφελος αλλά είναι μεγαλύτερο απ' ό τι του ΤΟΕΒ και αυτό διότι ο ΤΟΕΒ χρεώνεται με σχετικά χαμηλό τιμολόγιο.

Γενικά, όσον αφορά την αξία εξοικονόμησης, ο ΤΟΕΒ θα αποκομίσει περισσότερο όταν είναι χαμηλές οι τιμές καυσίμου, αν όμως αυξηθούν συμφέρει την Ηλεκτρική Εταιρία. Άρα λοιπόν, την εξοικονόμηση που θέλει κάνει ο ΤΟΕΒ, συμφέρει και την Ηλεκτρική Εταιρία, αφού θα είναι φθηνότερο το “ρεύμα” για τους υπόλοιπους καταναλωτές. Επομένως, μια αύξηση της τιμής του ντίζελ θα προκαλούσε σημαντικές μεταβολές, καθώς όπως ειπώθηκε προηγουμένως, το ντίζελ είναι αυτό που προσφέρει μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης. Ως γνωστόν, τα τελευταία χρόνια πραγματοποιεί αλματώδη αύξηση. Κάτι τέτοιο φυσικά αφήνει ανεπηρεάστες τις αλλαγές που αναλύονται. Πιθανή αύξηση, ανεβάζει και την αξία των αλλαγών, και κατά συνέπεια της εξοικονόμησης. Όλα αυτά τα νούμερα είναι αρκετά σημαντικά και πολύτιμα, για την οικονομική λειτουργία του ΣΗΕ Κρήτης και κατ'επέκταση της ηλεκτρικής εταιρίας.

Επίσης, η κατανομή παραγωγής που προέκυψε από τους τρεις ΑΗΣ του νησιού μετά τη μείωση κατανάλωσης λόγω των έξυπνων μετρητών παρουσιάζονται, στις Εικ. 7.18 και Εικ. 7.21. Πιο συγκεκριμένα, στην χαμηλή ζήτηση ο σταθμός Λινοπεραμάτων μειώνει τη παραγωγή 45%, τα Χανιά 13% και ο Αθερινόλλακος 39%. Αντίστροφα στην υψηλή ζήτηση, τα Λινοπεράματα μειώνουν την παραγωγή τους 45%, τα Χανιά 15% και ο Αθερινόλλακος 37%. Παρατηρείται λοιπόν, ότι δεν άλλαξε ο τρόπος λειτουργίας των μονάδων και αυτό διότι ήταν πολύ μικρή η ζήτηση.

Το συμπέρασμα που προκύπτει όσον αφορά τη ΔΕΗ, είναι ότι κυρίως επηρεάζονται οι Ατμομονάδες διότι είναι μονάδες βάσης και λειτουργούν το βράδυ οι μονάδες αυτές. Και κάτι ακόμη που πρέπει να τονιστεί, είναι ότι το μεγαλύτερο όφελος για τη ΔΕΗ, εμφανίζεται τον μήνα Αύγουστο διότι λόγω της μέγιστης ζήτησης την περίοδο εκείνη(θερινή περίοδος), δουλεύουν κυρίως οι Αεροστρόβιλοι καθ' ότι είναι μονάδες αιχμής. Έτσι, τα χρήματα που εξοικονομεί το ΣΗΕ Κρήτης τον μήνα Αύγουστο ανέρχεται, στα 7365,9 € για τις χαμηλές τιμές και 13.110 € για τις υψηλές και σε μορφή ποσοστού 0,03%.

8.1. 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 αλλά και άρδευσης, μέσω της τεχνολογίας των έξυπνων μετρητών, οδηγεί στη μείωση ζήτησης του νερού, στη μείωση των διαρροών.
- 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 να εμπλέκονται ενεργά στον τομέα.
- Πέρα λοιπόν, από ένα κεντρικό μήνυμα θα πρέπει να συνταχθούν οδηγίες 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 που αναλύθηκαν στη παρούσα εργασία.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία που αναλύθηκαν και δοκιμάστηκαν σε διάφορες προσομοιώσεις, οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι επιβάλλονται άμεσοι τρόποι δράσης, καθώς οτιδήποτε έχει σχέση με το νερό, μπορεί να επιτευχθεί τόσο η εξοικονόμηση νερού όσο και η εξοικονόμηση ενέργειας, επομένως και του κόστους. Έχει φτάσει λοιπόν, η ώρα για ένα νέο τρόπο σκέψης σχετικά με την αποτελεσματική χρήση του νερού, αλλά 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 επειγόντως αναγκαία. Πάνω απ' όλα όμως, είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητό σε όλους, η τόσο μεγάλη σημασία του δημόσιου αυτού αγαθού ώστε να μην αφανιστεί.

9. Πηγές

- ⁱ <http://www.bio.auth.gr/river/river/theory/unit4/chapter3.htm#3.1.2>
- ⁱⁱ <http://web.cut.ac.cy/eeeo/wp-content/uploads/sites/14/2013/07/xartzoulakis.pdf>
- ⁱⁱⁱ http://www.medsos.gr/medsos/files/LIFE-PURE/FYLLA-PLIROFORION/FP_4.pdf
- ^{iv} <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2012>
- ^v <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-008-0191-z>
- ^{vi} Αγροτική Ανάπτυξη και Πρακτικές Εξοικονόμησης Νερού στη Γεωργία-ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων-Διαχείριση Υδατικών Πόρων»
- ^{vii} http://www.ethnos.gr/periballon/arthro/terasties_apoleies_nerou_apo_ta_trypia_metra_diaxeirisis-2724845/
- ^{viii} <http://www.agrotypos.gr/index.asp?mod=articles&id=53903>
- ^{ix} Περιοδικό «ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΑ» (Ιανουάριος-Φεβρουάριος 2011, σ. 31-35.)
- ^x www.econews.gr
- ^{xi} Παρουσίαση: “Συστήματα εξοικονόμησης & ανακύκλωσης νερού”-“ree_trofit”-Training on renewable energy solutions and energy efficiency in retrofitting
- ^{xii} “Agricultural pumping efficiency in India: the role of standards”-Girish Sant and Shantanu Dixit-Energy Group
- ^{xiii} “Benefits and costs of improving pumping efficiency”-Blaine R. Hanson
- ^{xiv} “Energy saving of adjustable speed pump stations in Egypt”-Khaled M. Fetyan, M. A. Younes, M. A. Helal and Mohab M. Hallouda
- ^{xv} www.eydap.gr
- ^{xvi} www.deyax.org.gr
- ^{xvii} “Σύστημα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων Δ.Ε.Υ.Α.Χ.” - Δουβίκα Ευγενά, Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Κρήτης, Παράρτημα Χανίων
- ^{xviii} <http://www.eyath.gr/index.jsp?extLang=>
- ^{xix} “Αποτύπωση των ευέλικτων φορτίων του Σ.Η.Ε. Κρήτης” - Πτυχιακή εργασία, Στέφανος Σαριδάκης-Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Κρήτης
- ^{xx} http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_meter
- ^{xxi} <http://www.utilityweek.co.uk/news/a-smart-move-for-water/975152>
- ^{xxii} http://vivliothmyy.ee.auth.gr/1014/3/Smart_Meters_Thalassinou_M.pdf
- ^{xxiii} http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2014-0108/DT2014-0108.pdf
- ^{xxiv} Βουγιούκας Θεόδωρος, Μάγγος Βασίλειος, “Εξυπνοι Μετρητές”, Πτυχιακή Εργασία, ΤΕΙ Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε., ΑΙΓΑΛΕΩ, Μάρτιος 2011
- ^{xxv} Αθανάσιος Σακκάς, “Εξοικονόμηση ενέργειας και τεχνικές παρακολούθησης λειτουργίας σε αντλιοστάσια . Δυνατότητα λειτουργίας τους ως ευέλικτα φορτία.”, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, Χανιά, Οκτώβριος 2012
- ^{xxvi} Ηλεκτρικές Μετρήσεις και Αισθητήρες, Κώστας Καλαϊτζάκης – Ευτύχης Κουτρούλης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- ^{xxvii} Μπουντάκης Εμμανουήλ, “Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας σε κινητήρια συστήματα και πιθανή συνεισφορά τους ως ευέλικτα φορτία.”, Πτυχιακή Εργασία, ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε., Ηράκλειο 2012
- ^{xxviii} <http://www.wired.com/2015/06/smart-water-meters-let-cities-spot-drought-defiers/>
- ^{xxix} <http://www.latimes.com/local/california/la-me-smart-meter-explainer-20150505-story.html>
- ^{xxx} “Smart water meters take hold in California”-
<http://green.blogs.nytimes.com/2010/03/23/smart-water-meters-take-hold-in-california/>
- ^{xxxi} Smart Metering for Water Utilities September 2009 – Oracle
- ^{xxxii} www.deyaan.gr
- ^{xxxiii} <http://static1.1.sqspcdn.com/static/f/425696/5698772/1305251330417/Maddalena+REED+SWITCH.pdf?token=ChEGiWvUbSu2gU%2FUqreixU%2FtlYg%3D>
- ^{xxxiv} <https://www.kamstrup.com/en-us>
- ^{xxxv} <http://sensus.com/products/?utility=water>
- ^{xxxvi} <http://wfd.ypeka.gr/images/userfiles/sd-kritis-parartima-III.pdf>
- ^{xxxvii} http://www.ethnos.gr/notio_aigaio/arthro/ierapetra_naila_kai_dixtya-63910225/
- ^{xxxviii} <https://www.dei.gr/el/epaggelmaties30802/megales-epixeiriseis/timologia-me-isxu-01102015>
- ^{xxxix} Ετήσια Έκθεση Κρήτης 2013
- ^{xl} Μπρέλλας Κων/νος “Μοντελοποίηση Οικονομικής Λειτουργίας Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Συνδυασμένου Κύκλου Χανίων και επίπτωση στην Οικονομική λειτουργία του ΣΗΕ Κρήτης”, Σχολή ΗΜΜΥ, Πολυτεχνείο Κρήτης, Δεκέμβριος 2014
- ^{xli}
- <http://www.deddie.gr/Documents2/MDN/PLIROFORIAKA%20DELTAIA%202016/%CE%A0%CE%9B%CE%97%CE%A1%CE%9F%CE%A6%CE%9F%CE%A1%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%9F%20%CE%94%CE%95%CE%9B%CE%A4%CE%99%CE%9F%20->

-
- %202016%20%CE%99%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%85%CE%AC%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%82%2002.02.2016.pdf
- ^{xlii} Λαποκωνσταντάκης Νικόλαος, «Επίδραση σημαντικής εγκατεστημένης ισχύος φωτοβολταϊκών, σε υποσταθμό υψηλής/μέσης τάσης», Χανιά, Ιούλιος 2011, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης
- ^{xliii} Τσικαλάκης Αντώνιος Σημειώσεις του Μαθήματος Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας <<Σημειώσεις για την οικονομική λειτουργία των Σ.Η.Ε.>>
- ^{xliv} Εμμ.Καραπιδάκης,Ι.Καρναβάς,Α. Τσικαλάκης «Διερεύνηση βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων ωφελειών και επιπτώσεων της ενδεχόμενης ευρείας συμμετοχής ΑΠΕ στο ΣΗΕ Κρήτης», Ηράκλειο 2010
- ^{xlv} Lignos, C., & Tsikalakis, A. G. (2016). Impact of Thera and Crete interconnection on their economic operation. IET Generation, Transmission & Distribution, 10(2), 291-298.
- ^{xlvi} Natayanna P.Padhly, “Unit Commitment- A Bibliographical Survey”, IEEE Trans. on Power Systems, Vol 19, No2, May 2004, pp1196-1205.
- ^{xlvii} Αντώνιος Γ. Τσικαλάκης, Διδακτορική διατριβή «Συμβολή στον Προγραμματισμό Λειτουργίας Δικτύων Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας με Μεγάλη Διείσδυση Διεσπαρμένης και Ανανεώσιμης Παραγωγής και Συσκευών Αποθήκευσης», Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Αθήνα Ιούλιος 2008. Τριμελής Συμβουλευτική επιτροπή: Καθ. Ν.Χατζηαργυρίου, καθ. Κων.Βουρνάς, Καθ. Ευ. Διαλυνάς.
- ^{xlviii} I.G. Damousis, A.G. Bakirtzis, P.S. Dokopoulos, “A Solution for the Network-Constrained Economic Dispatch Problem using Real-coded Genetic Algorithm”, MEDPOWER
- ^{xlix} Rao SS. Engineering Optimization: Theory and Practice, 3rd Ed.. John Willey & sons, 1996.