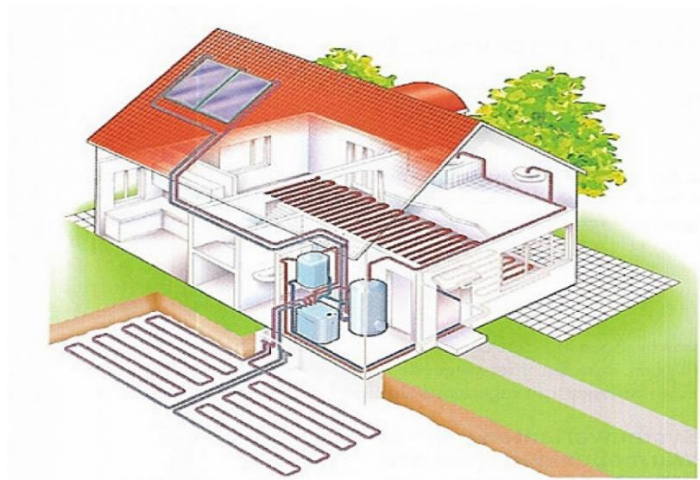


ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΣΕ
ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ
ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

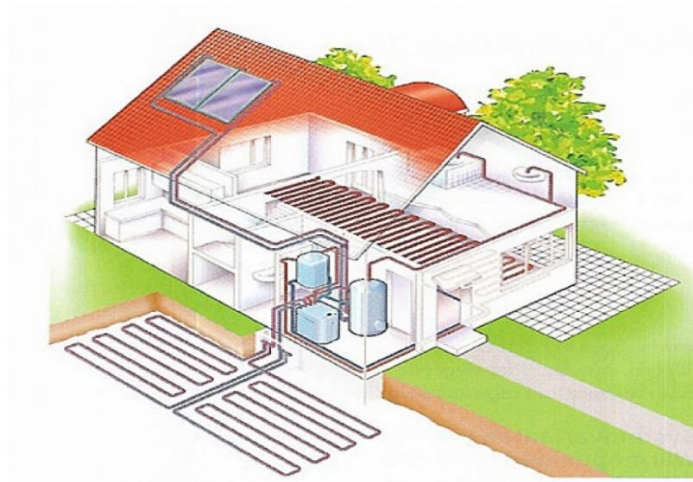
ΚΟΚΚΙΝΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

A.M. 4029

Επιβλέπων:
ΤΣΙΚΑΛΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING

SOFTWARE-AIDED DIMENSIONING AND
SAVINGS IN PUMPING SYSTEMS OF SMALL
BUILDINGS



THESIS

KOKKINAKIS MANOLIS

R.N. 4029

Supervisor :
TSIKALAKIS ANTONIOS

HERAKLION
MAY 2019

(αυτή η σελίδα αφέθηκε σκοπίμως κενή)

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία βασικό αντικείμενο μελέτης είναι η ανάλυση των αντλητικών συγκροτημάτων σε οικιακό επίπεδο.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται τα είδη των αντλιών και οι βασικές τους έννοιες. Κάποια από αυτά ήταν οι εμβολοφόρες αντλίες, οι ακτινικές εμβολοφόρες αντλίες, οι αξονικές εμβολοφόρες αντλίες, οι περιστροφικές αντλίες, οι φυγόκεντρες αντλίες και οι αντλίες διαγώνιας ροής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η περιγραφή των αντλιών ανάλογα με το σημείο χρήσης τους. Περιγράφονται οι οικιακές αντλίες, οι αντλίες ύδρευσης, οι ροτοδυναμικές αντλίες, οι αντλίες άρδευσης, οι αντλίες νερού επιφανείας, οι υποβρύχιες αντλίες νερού, οι αντλίες θερμότητας. Στο τέλος του κεφαλαίου αναλύονται όλα τα είδη των αντλιών θερμότητας.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας στα αντλητικά οικιακά συστήματα. Κάποιοι από αυτούς είναι η επιλογή της κατάλληλης αντλίας, ο έλεγχος ροής μέσω της ταχύτητας, ο έλεγχος με P-Constant, εξοικονόμηση με παράλληλη σύνδεση αντλιών, με εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου, με εξάλειψη της γραμμής παράκαμψης ελέγχου, με ενσωμάτωση ελέγχου start/stop και μείωση της λειτουργίας της φτερωτής και τέλος εξοικονόμηση με αντλίες θερμότητας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται οι τα βασικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται ένα οικιακό αντλητικό σύστημα. Αυτά είναι η παροχή νερού, τα οικιακά λύματα, η υπόγεια εισροή νερού, τα υπόγεια ύδατα, ο κλιματισμός και η ψύξη καθώς και η λειτουργία του ζεστού νερού και η κυκλοφορία του νερού χρήσης. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στο φαινόμενο της σπηλαίωσης και των τρόπων αποφυγής.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο δίνεται ένα παράδειγμα μαθηματικής ανάλυσης με χρήση ρευστοδυναμικών εξισώσεων για την μοντελοποίηση ενός οικιακού αντλητικού συστήματος. Επιπλέον, με την χρήση των δεδομένων υπολογισμού της κατάλληλης αντλίας γίνεται η επιλογή αντλίας μέσω διαδικτυακού προγράμματος και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

Λέξεις κλειδιά: οικιακές αντλίες, αντλίες λυμάτων λογισμικό, οικιακό σύστημα, παροχή, διαστασιολόγηση

Abstract

In this thesis, the main subject of the study is the analysis of pumping units at the domestic level.

In the first chapter we analyze the types of pumps and their basic concepts. Some of these were piston pumps, radial piston pumps, axial piston pumps, rotary pumps, centrifugal pumps and diagonal flow pumps.

The second chapter describes the pumps according to their point of use. Described are home pumps, water pumps, rotodynamic pumps, irrigation pumps, surface water pumps, submersible water pumps, heat pumps. At the end of the chapter we analyze all kinds of heat pumps.

In the third chapter we analyze the ways of saving energy in pumping residential systems. Some of them are the choice of a suitable pump, flow control via speed, P-Constant control, parallel pump saving, eliminating the control flow valve, eliminating the bypass line, incorporating a start / stop control and reducing the operation of the impeller and finally saving with heat pumps.

The fourth chapter describes the basic an element of which is domestic pumping system. These are water supply, domestic sewage, underground water, groundwater, air conditioning and cooling as well as hot water and water circulation. In addition, reference is made to the phenomenon of cavitation and avoidance.

In the fifth and final chapter we give an example of a mathematical analysis using fluid-dynamic equations for the modeling of a domestic pumping system. In addition, using the calculation data of the appropriate pump, it is possible to select a pump via internet program and to draw conclusions.

Keywords: Pumping Systems, Sewage pumps, centrifugal pumps, domestic pumps, Dimensioning software

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου σε όλους όσους με βοήθησαν κατά την εκπόνησή της.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Τσικαλάκη Αντόνιο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου την παρούσα εργασία, καθώς και για την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησής της.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη δύναμη, και την συνεχή υποστήριξή, τόσο υλική όσο και ηθική, που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και την εμπιστοσύνη που έδειξε στις επιλογές μου.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους και συναδέλφους μου για την αμέριστη συμπαράσταση και προσφορά τους στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της διαδρομής.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
Εισαγωγή:	11
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	11
1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ	12
1.3 ΕΙΔΗ ΑΝΤΛΙΩΝ	13
1.3.1 Εμβολοφόρες αντλίες.....	13
1.3.2 Ακτινικές Εμβολοφόρες Αντλίες.....	14
1.3.3 Αξονικές εμβολοφόρες αντλίες	15
1.3.4 Περιστροφικές αντλίες	17
1.3.5 Φυγόκεντρες αντλίες	18
1.3.6 Αντλίες διαγώνιας ροής.....	20
1.4 Σκοπός της εργασίας	23
1.4.1 Δομή της εργασίας.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	24
Εφαρμογές Αντλιών:	24
2.1 Οικιακές αντλίες	24
2.2 Αντλίες ύδρευσης	25
2.2.1 Ροτοδυναμικές αντλίες.....	26
2.3 Αντλίες άρδευσης.....	27
2.3.1 Αντλίες νερού επιφάνειας	29
2.3.2 Υποβρύχιες αντλίες νερού	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	32
Εξοικονόμηση και Έλεγχος:	32
3.1 Τρόποι εξοικονόμησης	32
3.1.1 Απώλειες ηλεκτρικών κινητήρων	34
3.2 Επιλογή κατάλληλης αντλίας.....	37
Εικόνα 17: Επίπτωση κακής επιλογής αντλίας στο κόστος. (α) Επιφανειακή αντλία (β) Υποβρύχια αντλία.....	38
3.4 Έλεγχος ροής μέσω της ταχύτητας	41

3.5 Έλεγχος με P-Constant.....	41
3.6 Εξοικονόμηση με παράλληλη σύνδεση αντλιών	42
3.7 Εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου	43
3.8 Εξάλειψη γραμμής παράκαμψης ελέγχου.....	44
3.9 Ενσωμάτωση ελέγχου start/stop και μείωση της λειτουργίας της φτερωτής.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	46
Βασικά Στοιχεία Αντλητικού Συστήματος Μικρών Κτιρίων :	46
4.1.Οικιακό αντλητικό Σύστημα.....	46
4.1.1 Παροχή Νερού.....	47
4.1.2 Οικιακά Λύματα.....	49
4.1.3 Υπόγεια Εισροή Νερού	52
4.1.4 Όμβρια Νερά.....	54
4.1.5 Ζεστό νερό και κυκλοφορία νερού χρήσης.....	54
4.2.Τρόποι σύνδεσης της εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης	57
4.2.1 Άμεση σύνδεση	57
4.2.2 Έμμεση σύνδεση	57
4.3.3 Μέρη του συστήματος.....	58
4.3.4 Ατομικό πιεστικό συγκρότημα	59
4.3.Σηλαίωση-Συνθήκες αποφυγής σηλαίωσης	60
4.4 Βασικοί παράμετροι καθορισμού αντλητικού συστήματος	63
Απαιτούμενη ποσότητα νερού.....	63
Ταυτοχρονισμός της κατανάλωσης νερού.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	65
Μοντελοποίηση-Λογισμικό Διαστασιολόγηση Αντλίας :	65
5.1.Παράδειγμα υπολογισμού κατάλληλης αντλίας οικιακού αντλητικού συστήματος (θεωρητικής μεθόδου).....	65
5.1. 1 Βασική θεώρηση χώρου	65
5.1. 2 Υπολογισμός απαιτούμενου όγκου νερού	65
5.1. 3 Δεδομένα εγκατάστασης.....	66
5.1. 4 Υπολογισμός απαιτούμενης πίεσης.....	67
5.1. 5 Υπολογισμός όγκου ωφέλιμων μεγεθών.....	68
5.1. 6 Υπολογισμός ισχύος αντλίας και ηλεκτρικού κινητήρα.....	69
5.2. Παράδειγμα υπολογισμού κατάλληλης αντλίας οικιακού αντλητικού συστήματος μέσω διαδικτυακού προγράμματος (xylem)	69
5.2. 1 Σκοπός του προγράμματος	70
5.2. 2 Λειτουργία του προγράμματος.....	73
5.2. 3 Παροχική αντλία	73

5.2. 4 Αντλία λυμάτων	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	76
Συμπεράσματα:	76
6.1.Συμπεράσματα	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	78
Βιβλιογραφία	78
Παράρτημα	80
Παράρτημα I (ΑΝΤΛΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ).....	80
Παράρτημα II (ΑΝΤΛΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ)	82

Κατάλογος Σχημάτων

Εικόνα 1: Εμβολοφόρες αντλίες

Εικόνα 2: Στοιχείο ακτινικής εμβολοφόρου αντλίας

Εικόνα 3: Αξονική εμβολοφόρα αντλία

Εικόνα 4:Περιστροφική αντλία

Εικόνα 5:Φυγόκεντρη αντλία

Εικόνα 6: Διαγώνια αντλία με περιφερειακή έξοδο του ρευστού χωρίς οδηγό πτερύγωση

Εικόνα 7: Διαγώνια αντλία με ελικοειδές στροφείο

Εικόνα 8: Διαγώνια αντλία με αξονική έξοδο του ρευστού και οδηγό πτερύγωση

Εικόνα 9: Σύστημα άρδευσης

Εικόνα 10:Σύστημα άρδευσης διαχείρισης βρόχινου νερού

Εικόνα 11: (α) υποβρύχια ηλεκτροκίνητη πολυβάθμια αντλία γεωτρήσεων και (β) εγκατάσταση υποβρύχιας αντλίας σε γεώτρηση.

Εικόνα 12: Μεθοδολογία εξοικονόμησης

Εικόνα 13: Πίτα με τα ποσοστά απωλειών του κινητήρα

Εικόνα 14: Πλήθος απωλειών συνοδεύουν την λειτουργία ενός κινητήρα

Εικόνα 15: Σημεία απωλειών ηλεκτρικών κινητήρων

- Εικόνα 16: Οι απώλειες του κινητήρα πιο αναλυτικά
- Εικόνα 17: Επίπτωση κακής επιλογής αντλίας στο κόστος. (α) Επιφανειακή αντλία (β) Υποβρύχια αντλία
- Εικόνα 18: Απόδοση σε σχέση με την ισχύ εξόδου ανά κατηγορία κινητήρων
- Εικόνα 19: Αντλία με έλεγχο P-CONSTANT
- Εικόνα 20: Συγκριτικό διάγραμμα ροής - μανομετρικού ύψους
- Εικόνα 21: Παράλληλη σύνδεση δύο αντλιών
- Εικόνα 22: Διάγραμμα ρυθμού ροής – μανομετρικό ύψος
- Εικόνα 23: Βαλβίδα ροής ελέγχου
- Εικόνα 24: Κύκλωμα με βαλβίδα ελέγχου όπου (α) αντλία και (β) βαλβίδα ροής ελέγχου
- Εικόνα 25: Κύκλωμα με γραμμή παράκαμψης όπου (α) αντλία και (β) γραμμή παράκαμψης
- Εικόνα 26: Οικιακό αντλητικό σύστημα
- Εικόνα 27: Κύκλος παροχής νερού
- Εικόνα 28: Αντλία λυμάτων
- Εικόνα 29: Άντληση υπόγειου ύδατος
- Εικόνα 30: Πιεστικό συγκρότημα
- Εικόνα 31: Δοχεία διαστολής
- Εικόνα 32: Ατομικά πιεστικά συγκροτήματα
- Εικόνα 33: Τομή πτερυγίου έλικας – φαινόμενο σπηλαιώσης
- Εικόνα 34: Φαινόμενο σπηλαιώσης
- Εικόνα 35: Αρχική σελίδα ιντερνετικού προγράμματος
- Εικόνα 36: Δεδομένα Εισαγωγής Προγράμματος
- Εικόνα 37: Δεδομένα Εισαγωγής Προγράμματος
- Εικόνα 38: Πλαίσιο εισαγωγής δεδομένων για ενεργειακό κόστος
- Εικόνα 39: Αποτελέσματα για ενεργειακό κόστος
- Εικόνα 40: Αποτελέσματα παροχικής αντλίας
- Εικόνα 41: Αποτελέσματα αντλίας λυμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή:

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι πρώτες αναφορές για αντλίες νερού έχουν γίνει το 3000 π.Χ. από τους Μεσοποτάμιους όπου η παροχή ενέργειας γινόταν με την μετακίνηση τροχών μέσω των ζώων. Χρησιμοποίησαν ένα ξύλινο μοχλό δίπλα στην όχθη του νερού, με ένα αντίβαρο στη μια πλευρά και έναν κουβά από την άλλη. Όταν το καλάμι ωθούνταν προς τα κάτω, το αντίβαρο ανέβαζε το κουβά και το νερό άδειαζε σε μια γούρνα. Όμως οι σύγχρονες αντλίες επινοήθηκαν πριν από τις κινητήριες μηχανές. Τα βασικά εξαρτήματα των αντλιών αυτών ήταν δοχεία, τα οποία βυθίζονταν μέσα στο νερό και μετά ανυψώνονταν με τη βοήθεια απλών μηχανών.

Η επινόηση του ανυψωτικού τροχού πρέπει να θεωρηθεί σαν ένα σημαντικό βήμα προόδου στην άντληση του νερού για άρδευση. Στην περιφέρεια ενός μεγάλου τροχού ήταν τοποθετημένα δοχεία, που βυθίζονταν στο νερό, γέμιζαν και καθώς ο τροχός περιστρεφόταν, ανερχόταν και άδειαζαν στο αυλάκι αρδεύσεως. Ως ενέργεια για την περιστροφή του τροχού χρησιμοποιήθηκε η ανθρώπινη ή ζωική δύναμη και η δύναμη του ανέμου. Αργότερα ο ανυψωτικός τροχός μετατράπηκε σε αυτοκινούμενο με την

προσθήκη πτερυγίων στην περιφέρειά του. Καθώς το νερό των ποταμών έρεε, ωθούσε τα πτερύγια και ο τροχός περιστρεφόταν για την ανύψωση των δοχείων. Άλλες διατάξεις για άντληση του νερού ήταν ο κοχλίας, η αλυσίδα με βύσματα και η χειροκίνητη παλινδρομική αντλία (τουλούμπα).

Εφευρέτης της φυγοκέντρου αντλίας θεωρείται ο Γάλλος Denis Papin, που το 1687 περιέγραψε ένα τύπο αντλίας, της οποίας η αρχή λειτουργίας ήταν η ίδια με τις σημερινές φυγόκεντρος αντλίες. Το 1705 κατασκεύασε ο ίδιος την πρώτη φυγόκεντρο αντλία για άντληση νερού. Αργότερα κατασκευάστηκαν και άλλες φυγόκεντρες αντλίες με μικρές βελτιώσεις, αλλά ο βαθμός αποδόσεως τους ήταν πολύ μικρός. Το 1875 ο Osborne Reynolds κατασκεύασε την πρώτη στροβιλαντλία (turbine pump), που είχε σημαντικά αυξημένη απόδοση.

Από το 1840 άρχισαν να χρησιμοποιούνται οι ατμομηχανές για την κίνηση των αντλιών όταν ο H. Worthington κατασκεύασε μια παλινδρομική αντλία, της οποίας το έμβολο ήταν συνδεδεμένο απευθείας με το έμβολο της ατμομηχανής. Νέα ώθηση στην εξέλιξη των αντλιών και την επινοήση νέων τύπων έδωσε η εμφάνιση των κινητήρων εσωτερικής καύσεως. Επίσης οι αεριοστρόβιλοι (steam turbines) και οι ηλεκτροκινητήρες, που δίνουν μεγάλο αριθμό στροφών και σταθερή ροπή, συντέλεσαν στην ταχεία εξέλιξη των φυγοκεντρικών αντλιών και την εκτόπιση των παλινδρομικών, εκτός από τις περιπτώσεις όπου επιζητείται υψηλή πίεση και μικρή παροχή. Παράλληλα αναπτύχθηκαν οι περιστροφικές αντλίες για μικρές παροχές με μέση πίεση ιδίως για υγρά με μεγάλο ιξώδες.

Ωστόσο, η ανάπτυξη των αντλιών θερμότητας άργησε να επέλθει. Πρώτος ο νεαρός μηχανικός Willis Carrier το 1902 σχεδίασε, δοκίμασε και εγκατέστησε την πρώτη βιομηχανική εγκατάσταση κλιματισμού σε μεγάλο τυπογραφείο μέσω αντλιών θερμότητας. Έπειτα, μεταξύ του 1920 έως το 1945 οι αντλίες αυτές γνώρισαν μεγάλη ανάπτυξη με την εμφάνιση των πρώτων οικιακών ψυγείων και κλιματισμών καθώς επίσης και την βιομηχανική παραγωγή αυτών.

1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

Η αντλία ονομάζονται τα μηχανικά μέσα που χρησιμοποιούνται για την μετακίνηση υγρών. Οι αντλίες γενικά επιτυγχάνουν κίνηση του υγρού μέσω μηχανικής δράσης από τον κινητήρα. Η μετάδοση ενέργειας στα υγρά μέσω της αντλίας σκοπό έχει συνήθως την ανύψωση αυτών από μία στάθμη σε άλλη που έχει μεγαλύτερο ύψος. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου οι αντλίες χρησιμοποιούνται για την μεταφορά υγρών από υψηλότερη στάθμη σε χαμηλότερη, όταν ο σωλήνας μεταφοράς είναι μεγάλου μήκους ή όταν η υδραυλική αντίσταση μέσα στο σωλήνα είναι πολύ μεγάλη. Οι αντλίες τοποθετούνται πάντοτε μεταξύ των σημείων παραλαβής και αποστολής του υγρού και η μεταφορά του οφείλεται στη δημιουργία πιέσεων στις δυο πλευρές του κινούμενου στοιχείου της αντλίας (περιστρεφόμενος δρομέας ή έμβολο). Για την λειτουργία των αντλιών χρησιμοποιούνται μηχανήματα, που την κινούν και ονομάζονται κινητήρια μηχανήματα της αντλίας. Αυτά μπορεί να είναι ατμομηχανές, ατμοστρόβιλοι, μηχανές diesel κλπ.

Όταν μια αντλία κινείται από ανεξάρτητο μηχάνημα ονομάζεται ανεξάρτητη. Όταν όμως κινείται από κινητό μέρος της κύριας μηχανής μέσω οδοντωτών τροχών, μάντα, διατάξεως έκκεντρου και διωστήρα ή ζυγού τότε καλείται εξαρτημένη.

Χωρίς την ύπαρξη της αντλίας, η ροή του υγρού είναι αδύνατη ακόμα και όταν οι δύο χώροι έχουν το ίδιο υψόμετρο και πίεση (ίση ενεργειακή στάθμη). Η αντλία παρεμβάλλεται στη σωλήνωση και αναρροφά ρευστό από τη μια πλευρά, καταθλίβοντας το στην άλλη. Η διαδικασία αυτή καλείται άντληση του υγρού. Το σύστημα που διαμορφώνεται καλείται σύστημα αντλήσεως. Το σύστημα αντλήσεως συνήθως είναι ανοικτό, δηλαδή το ρευστό οδηγείται από ένα χώρο σε άλλον. Υπάρχουν βέβαια και συστήματα αντλήσεως όπου το υγρό κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα, όπως για παράδειγμα σένα κύκλωμα ψύξεως.

Ένα σύστημα αντλήσεως αποτελείται επομένως από τρία τμήματα:

- το *σωλήνα αναρρόφησης* που μεταφέρει το υγρό στην εισαγωγή της αντλίας (αναρρόφηση της αντλίας).
- την *αντλία*, ή το αντλητικό συγκρότημα (σύνολο αντλιών που συνεργάζονται για την άντληση του υγρού).
- το *σωλήνα καταθλίψεως* στον οποίο η αντλία διοχετεύει το υγρό αφού του προσέδωσε ενέργεια και μέσω του οποίου το υγρό συνεχίζει τη ροή του.

Βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία που προσδιορίζουν τις ικανότητες μιας αντλίας είναι:

- Τα διάφορα ύψη της αντλίας
- Η παροχή της
- Οι διάφοροι βαθμοί αποδόσεως και το έργο της
- Η ισχύς ή *υποδύναμη* που απαιτείται για την κίνησή της

1.3 ΕΙΔΗ ΑΝΤΛΙΩΝ

Οι αντλίες διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς του υγρού από τον σωλήνα αναρρόφησης στο σωλήνα καταθλίψεως.

- *Αντλίες θετικής εκτοπίσεως ή αντλίες μετατοπίσεως.* Σ' αυτές το υγρό μετακινείται από την αναρρόφηση προς τη κατάθλιψη με μηχανική μεταβολή του όγκου ενός ή περισσοτέρων θαλάμων. Κατά τη λειτουργία τους μετατοπίζουν θετικά το υγρό και η παροχή του δεν επηρεάζεται κατά την κίνηση του υγρού μέσα στους σωλήνες μεταφοράς. Οι αντλίες αυτές υποδιαιρούνται σε εμβολοφόρες και περιστροφικές.
- *Αντλίες δυναμικές ή αντλίες κινητικού τύπου.* Σ' αυτές το υγρό μετακινείται με την κεντρόφυγα δύναμη, η οποία μεταδίδεται σ' αυτό από κατάλληλο περιστρεφόμενο στροφείο ή στροφεία, μέσω των οποίων το υγρό ρέει από την αναρρόφηση στην κατάθλιψη. Δύο τύποι των δυναμικών αντλιών είναι οι φυγόκεντρες ή κεντρόφυγες και διαγώνιας ροής.

1.3.1 Εμβολοφόρες αντλίες

Οι υδραυλικές εμβολοφόρες αντλίες μπορούν να χειριστούν μεγάλες ροές σε υψηλές υδραυλικές πιέσεις. Τυπικές εφαρμογές είναι κινητός και κατασκευαστικός

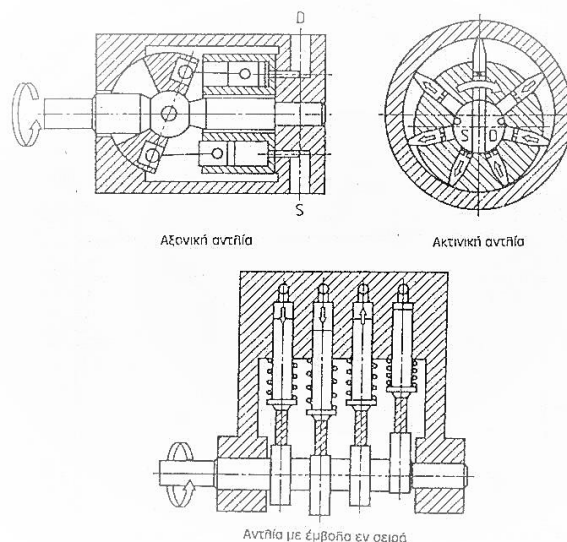
εξοπλισμός, θαλάσσια βοηθητική δύναμη, μορφοποίησης μετάλλου και σφράγιση, εργαλειομηχανές και εξοπλισμός στον τομέα του πετρελαίου.

Σε αυτές τις αντλίες, τα έμβολα με ακρίβεια ολισθαίνουν προς τα πίσω και προς τα εμπρός μέσα σε κυλίνδρους που αποτελούν μέρος της υδραυλικής αντλίας. Οι ιδιότητες στεγανοποίησης των εμβόλων είναι εξαιρετικές.

Βασικά χαρακτηριστικά υδραυλικών εμβολοφόρων αντλιών:

- Συμπαγές μέγεθος
- Υψηλή ισχύος πυκνότητα
- Η βέλτιστη απόδοση και αξιοπιστία
- Υψηλή ταχύτητα και ροπή
- Οι υψηλές πιέσεις λειτουργίας

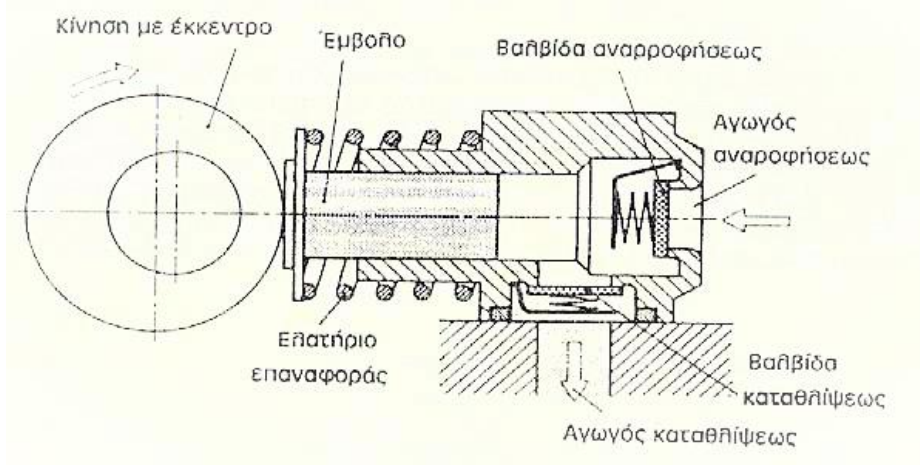
Οι υδραυλικές εμβολοφόρες αντλίες λειτουργούν σε πολύ υψηλά επίπεδα ογκομετρικής απόδοσης λόγω της χαμηλής διαρροής ρευστού. Τα έμβολα μπορούν να αποτελούνται από βαλβίδες στις θύρες αναρρόφηση και πίεσης ή στα κανάλια εισόδου και εξόδου. Οι εμβολοφόρες αντλίες με βαλβίδες στις θύρες ταιριάζουν καλύτερα για να λειτουργούν σε υψηλότερες πιέσεις λόγω των καλύτερων χαρακτηριστικών σφράγισης.



Εικόνα 1: Εμβολοφόρες αντλίες

1.3.2 Ακτινικές Εμβολοφόρες Αντλίες

Ο τύπος αυτός είναι εν γένει μια σταθερή αντλία. Το όνομα της οφείλεται στην ακτινική διάταξη των εμβόλων, τα οποία "δείχνουν" προς το κέντρο του περιβλήματος. Τα στοιχεία της αντλίας με τα έμβολα και τις βαλβίδες αναρρόφησης και καταθλίψεως είναι βιδωμένα στο περίβλημα και σχηματίζουν μια λειτουργική εμβολοφόρο αντλία (Εικόνα 2). Τα έμβολα βρίσκονται στα στοιχεία της αντλίας και πιέζονται με ελατήρια στα έκκεντρα του άξονα.



Εικόνα 2: Στοιχείο ακτινικής εμβολοφόρου αντλίας

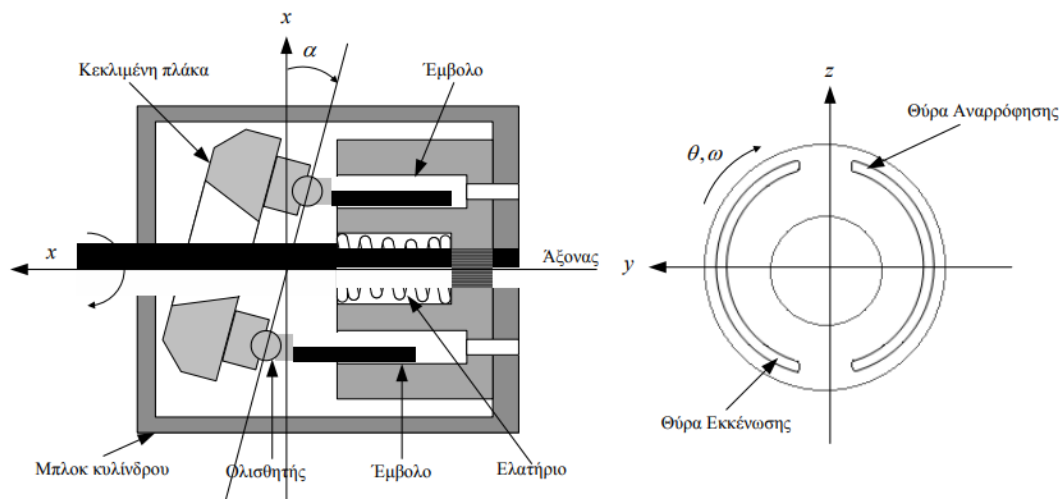
Η βαλβίδα αναρροφήσεως αποτελείται από ένα πλακίδιο, το οποίο στεγανοποιείται με τις ακμές. Η βαλβίδα καταθλίψεως αποτελείται από μια σφαίρα, η οποία πιέζεται από ένα ελατήριο σε μια αντίστοιχη ακμή για στεγανοποίηση. Ανάλογα με την εσωτερική διάμετρο του κυλίνδρου πραγματοποιούνται πιέσεις από 250 bar έως 630 bar. Το μήκος εμβολισμού αντιστοιχεί προς το διπλάσιο της εκκεντρότητας. Αν μπορεί να μεταβληθεί η εκκεντρότητα, θα μεταβληθεί και η παροχή και κατά περίπτωση μπορεί να πάρει την τιμή 0 έως μια μέγιστη.

Επειδή στις ακτινικές αντλίες ο βαθμός εκμεταλλεύσεως του χώρου δεν είναι καλός, σε νεότερες κατασκευές, κάθε έμβολο σε μια περιστροφή του άξονα πραγματοποιεί περισσότερους εμβολισμούς. Το έμβολο ενεργοποιείται από καμπύλες, οι οποίες είναι έτσι διαμορφωμένες, ώστε η ταχύτητα του εμβόλου κατά την διάρκεια μιας στροφής να παραμένει σταθερή. Έτσι παίρνει κανείς το μεγαλύτερο βαθμό μιας ομαλής λειτουργίας. Σ' αυτές τις συσκευές πολλαπλού εμβολισμού, δεν μπορεί να μεταβληθεί η παροχή κατά την λειτουργία, με αλλαγή της διαδρομής του εμβόλου.

Ανάλογα με τον τρόπο επενέργειας, διακρίνουμε εμβολοφόρες αντλίες απλής και διπλής ενέργειας. Η αντλία απλής ενεργείας, σε κάθε διαδρομή του εμβόλου, μπορεί να κάνει αναρρόφηση ή κατάθλιψη. Η αντλία διπλής ενεργείας αναρροφά και καταθλίβει ταυτόχρονα σε κάθε διαδρομή.

1.3.3 Αξονικές εμβολοφόρες αντλίες

Πολλές από τις αξονικές εμβολοφόρες αντλίες είναι σχεδιασμένες προκειμένου να διαθέτουν μηχανισμό μεταβλητής μετατόπισης ο οποίος επιτρέπει στη ροή εξόδου να ποικίλει για τον αυτόματο έλεγχο της πίεσης. Οι πιέσεις λειτουργία τους είναι πάνω από 350bar, είναι μεταβλητής μετατόπισης και χρησιμοποιούνται ευρέως σε υδραυλικά συστήματα για την παροχή πίεσης και ροής για διάφορα μηχανήματα στη βιομηχανία.



Εικόνα 3: Αξονική εμβολοφόρα αντλία

Η αξονική εμβολοφόρα αντλία χρησιμοποιεί έμβολα, τα οποία περιστρέφονται. Το υγρό εισέρχεται κατά το ήμισυ μίας πλήρους περιστροφής και κατά το άλλο ήμισυ της περιστροφής, το υγρό πιέζεται και οδηγείται στην έξοδο. Ο σχεδιασμός της μονάδας της αξονικής εμβολοφόρας αντλίας, στηρίζεται σε δύο σημαντικές αρχές:

- Της κεκλιμένης στρεφόμενης πλάκας και της ταλαντευόμενης πλάκας: Κεκλιμένης στρεφόμενης πλάκας, είναι ο πιο συνηθισμένος σχεδιασμός αξονικής εμβολοφόρας αντλίας, είναι πιο εύκολες και οικονομικές στην κατασκευή τους, όμως είναι πιο ευαίσθητες σε μόλυνση από λάδι. Τα περιστρεφόμενα έμβολα στηρίζονται από τις κεκλιμένες στρεφόμενες πλάκες και η γωνία της πλάκας αυτής καθορίζει τη μέγιστη μετατόπιση των εμβόλων. Μία αξονική εμβολοφόρα υδραυλική αντλία κεκλιμένης πλάκας αποτελείται συνήθως από διάφορα έμβολα εντός ενός κοινού κυλινδρικού μπλοκ. Τα έμβολα βρίσκονται σε κυκλική διάταξη εντός του μπλοκ σε ίσα διαστήματα γύρω από τον άξονα του στελέχους. Ο μπλοκ κύλινδρος κρατιέται γερά από μια πλάκα με τη δύναμη του συμπιεσμένου κυλίνδρου-μπλοκ ελατηρίου και μία λιγότερο προφανή δύναμη πίεσης εντός του ίδιου του κυλινδρικού μπλοκ. Μια άρθρωση συνδέει τη βάση του κάθε εμβόλου με έναν ολισθητή. Οι ίδιοι οι ολισθητές διατηρούνται σε επαφή με την κεκλιμένη πλάκα και η γωνία της πλάκας αυτής ελέγχεται από ένα σερβομηχανισμό ο οποίος στηρίζεται στις απαιτήσεις της απαλλαγής πίεσης και/ή του ρυθμού ροής εκκένωσης. Σε πραγματικά συστήματα, τα φορτία σε οποιοδήποτε υδραυλικό ενεργοποιητή μπορούν να αλλάξουν, με αποτέλεσμα να απαιτείται από την υδραυλική αντλία να μπορεί να παρέχει μία διαφορετική πίεση λειτουργίας.

Με μια σταθερή ταχύτητα περιστροφής του άξονα, ο ρυθμούς ροής εκκένωσης μπορεί να μεταβληθεί με τη ρύθμιση της γωνίας της κεκλιμένης πλάκας της αντλίας, και κατ' αυτόν τον τρόπο να ελεγχθεί και η πίεση εκκένωσης της.

Ιδανικά, η πίεση αυτή πρέπει να είναι ικανή να ανιχνεύει ένα επιθυμητό προφίλ πίεσεως βάση της αλλαγής της πίεσης φορτίου του συστήματος.

- Εάν οι παράμετροι του υδραυλικού συστήματος θα χρησιμοποιηθούν για ανοιχτό ή κλειστό βρόχου κύκλωμα. Στα κυκλώματα κλειστού βρόχου η γραμμή

αναρρόφησης της αντλίας είναι υπό πίεση. Είναι απαραίτητη η λειτουργία μεταβλητής μετατόπισης του όγκου της υδραυλικής αντλίας. Σε μεταβλητής μετατόπισης διαμόρφωσης όγκου, η μονάδα του αξονικού εμβόλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο ως αντλία όσο και ως κινητήρας.

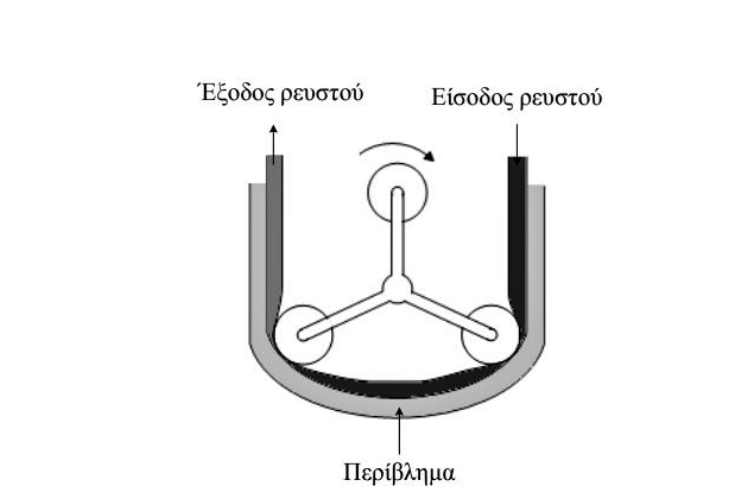
1.3.4 Περιστροφικές αντλίες

Οι περιστροφικές αντλίες εκτοπίσεως ονομάζονται και αντλίες ογκομετρικού τύπου ή και ογκομετρικές αντλίες, εκτοπίζουν το υγρό και το αναγκάζουν να ρέει υπό πίεση. Η λειτουργία τους είναι ίδια με των εμβολοφόρων αντλιών με τη διαφορά ότι στις εμβολοφόρους το κινητό μέρος εκτελεί παλινδρομική κίνηση, ενώ στις περιστροφικές περιστροφική.

Αποτελούνται κατά κανόνα από ένα κέλυφος, εντός του οποίου περιστρέφονται τα κινητά μέρη της αντλίας με πολύ μικρά διάκενα μεταξύ αυτών και του περιβλήματος. Έτσι το υγρό παγιδεύεται εντός μικρών περιστρεφόμενων ή περιφερόμενων χώρων, που σχηματίζονται μεταξύ κελύφους και στροφείου, και συμπιεζόμενο οδηγείται υπό πίεση στην κατάθλιψη. Το στροφείο μπορεί να αποτελείται από ζεύγος οδοντωτών, κοχλιών, πτερυγίων, λοβών.

Τα γενικά χαρακτηριστικά τους είναι :

- Το εκτόπισμα της αντλίας: είναι ο όγκος του υγρού το οποίο εκτοπίζουν τα στρεφόμενα μέρη της αντλίας μετά από κάθε στροφή του άξονα. Ο όγκος αυτός αποτελεί τρόπον τινά τη θεωρητική παροχή της αντλίας, υπό την προϋπόθεση ότι όλοι οι χώροι της αντλίας έχουν πληρωθεί τελείως και δεν υπάρχουν απώλειες.
- Η ολίσθηση: αντιπροσωπεύει την ποσότητα του υγρού, η οποία βραχυκυκλώνεται ή αλλιώς επιστρέφει από την κατάθλιψη στην αναρρόφηση μέσω των διακένων της αντλίας. Αυξάνεται με την πίεση κατάθλιψης και μειώνεται με το ιξώδες του υγρού.
- Η παροχή: είναι ίση με τη διαφορά των δύο προηγούμενων και από αυτή υπολογίζεται ο καλούμενος ογκομετρικός βαθμός απόδοσης ως πηλίκο της πραγματικής δια τη θεωρητική παροχή. Οι συνθήκες υπό τις οποίες πραγματοποιείται η αναρρόφηση και η κατάθλιψη επιδρούν απολύτως επί της παροχής της αντλίας. Το ιξώδες του υγρού, η τάση των δημιουργούμενων ατμών στην αναρρόφηση, η ποσότητα του αέρα, το υπερβολικό ολικό ύψος, είναι παράγοντες που προκαλούν την μείωση της παροχής.



Εικόνα 4:Περιστροφική αντλία

Ανάλογα με τον τύπο του στροφείου τους οι περιστροφικές αντλίες διακρίνονται ως εξής :

- Οδοντωτοί τροχοί με παράλληλους ή ελικοειδείς οδόντες
- Κοχλιοειδείς
- Περιστρεφόμενων εμβόλων ή λοβών
- Πτερυγιοφόροι
- Με υγρά έμβολα
- Με έμβολα μεταβλητής διαδρομής αξονικώς ή ακτινικώς κινούμενα

Οι χρήσεις των περιστροφικών αντλιών είναι πολλές. Χρησιμοποιούνται ως αντλίες πετρελαίου λεβήτων, μετάγγισης πετρελαίου, αποστραγγίσεως δεξαμενών, μετάγγισης βενζίνης και πολλές άλλες χρήσεις. Είναι κατά κανόνα ηλεκτροκίνητες, αλλά μπορεί να είναι πετρελαιοκίνητες ή ατμοστροβιλοκίνητες. Εξοπλίζονται συνήθως με ρυθμιστή σταθερού αριθμού στροφών και ρυθμιστή υπερτάχυνσης ή ορίου ταχύτητας.

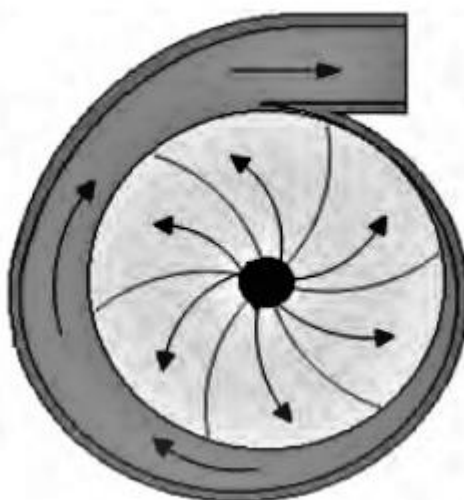
Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται οι περιστροφικές αντλίες είναι κατά το πλείστον και αναλόγως του προορισμού της αντλίας τα εξής:

- Το κέλυφος από χυτοσίδηρο, χυτοχάλυβα ή ορείχαλκο
- Το στροφείο από χυτοχάλυβα, σφυρήλατο χάλυβα, ορείχαλκο και σε ειδικές περιπτώσεις από συνθετικό ελαστικό
- Οι βαλβίδες από χυτοχάλυβα, φωσφορούχο ορείχαλκο και ανοξείδωτο χάλυβα.

Όλες οι αντλίες που περιγράφονται παρακάτω συναντώνται ευρύτατα, ενώ υπάρχουν και άλλοι τύποι οι οποίοι δεν διαφέρουν ουσιαστικά από τους περιγραφόμενους ως προς τις αρχές κατασκευής και λειτουργίας.

1.3.5 Φυγόκεντρες αντλίες

Στις φυγόκεντρες αντλίες υγρό εισέρχεται στο σημείο που περιστρέφεται ένα στροφείο, το οποίο δημιουργεί αύξηση της πίεσης λόγω μεταφοράς μηχανικής ενέργειας από τον κινητήρα στο υγρό. Η ενέργεια αυτή οδηγεί στην απελευθέρωση του υγρού από τα πτερύγια του στροφείου και την κατευθύνει του προς την έξοδο. Στο σημείο αυτό η ταχύτητα του υγρού είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα που διέθετε κατά την είσοδο του στην αντλία. Καθώς το υγρό εξέρχεται από τα πτερύγια, η πίεση στο στροφείο μειώνεται και δημιουργείτε χώρος για είσοδο νέας ποσότητας υγρού στην αντλία. Πριν την έξοδο του υγρού από την αντλία, το υγρό μεταφέρετε στο περίβλημα της όπου η ταχύτητα του μετατρέπεται σε πίεση.



Εικόνα 5:Φυγόκεντρη αντλία

Οι αντλίες φυγόκεντρου τύπου είναι υψηλής ταχύτητας και απόδοσης, καθώς και πολύ ευέλικτες. Η απόδοση τους μπορεί να μεταβληθεί με την αλλαγή της διαμέτρου του στροφείου καθώς και της ταχύτητας περιστροφής του. Ο σχεδιασμός του στροφείου εξαρτάται από την απαιτούμενη πίεση, την ροή και τις εφαρμογές στις οποίες θα χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη αντλία.

Ο κύριος παράγοντας για την αύξηση της πίεσης και της ροής είναι αν το υγρό θα κινηθεί ακτινικά ή αξονικά διαμέσου του στροφείου. Σε ακτινικά στροφεία, η φυγόκεντρος δύναμη προκαλεί υψηλή πίεση και χαμηλή ροή, ενώ, τα αξονικά στροφεία παράγουν σχετικά χαμηλές πιέσεις και υψηλή ροή. Τα στροφεία συνήθως κινούνται από ένα ηλεκτρικό μοτέρ και το πλήθος των πτερυγίων τους εξαρτάται από την επιθυμητή απόδοση, τον θόρυβο, καθώς και από την ποσότητα και το μέγεθος των στερεών σωματιδίων στο υγρό. Ένας άλλος τρόπος αύξησης της πίεσης της αντλίας είναι η σύνδεση σε σειρά περισσοτέρων στροφείων, όπου το υγρό θα μεταφέρεται από τον ένα στροφέα στον άλλο πριν την έξοδο του από την αντλία.

Οι φυγόκεντρες αντλίες σύμφωνα με τις εφαρμογές στις οποίες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- Στις αντλίες κυκλοφορίας, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά νερού σε κλειστά συστήματα, όπως θέρμανσης, ψύξης, κλιματιστικά συστήματα καθώς και

σε οικιακά συστήματα θέρμανσης νερού. Στην περίπτωση του οικιακού συστήματος, το νερό κυκλοφορεί διαρκώς εντός των σωληνώσεων, αποτρέποντας κατ' αυτόν τον τρόπο την μακρά αναμονή ζεστού νερού μόλις ανοιχτεί η βρύση.

- Σε αντλίες αύξησης πίεσης, όπου χρησιμοποιούνται για την αύξηση της πίεσης κρύου νερού και ως αντλίες συμπύκνωσης ατμού. Οι αντλίες αυτές σχεδιάζονται συνήθως για να διαχειρίζονται ρευστά με μικρά σωματίδια όπως άμμο.
- Βιομηχανικές αντλίες, οι οποίες χειρίζονται ομοιογενή και ανομοιογενή υγρά. Οι απαιτήσεις των αντλιών αυτών είναι πολλές, αφού χειρίζονται διαβρωτικά, τοξικά ή και εκρηκτικά υγρά.
- Αντλίες λυμάτων, όπου χρησιμοποιούνται για την άντληση αστικών και βιομηχανικών λυμάτων. Οι αντλίες αυτές κατασκευάζονται ώστε να καθίσταται δυνατή η άντληση ρευστών με υψηλή περιεκτικότητα στερεών σωματιδίων.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι απαιτήσεις του συστήματος καθορίζουν και τον τύπο της αντλίας που αυτός απαιτείται για την βέλτιστη λειτουργία του.

Στην περίπτωση ενός δικτύου σωληνώσεων όπου το σύστημα απαιτεί σταθερή πίεση για διάφορους ρυθμούς ροής (τέτοιο σύστημα είναι το δημοτικό νερό), τότε μία φυγόκεντρη αντλία είναι η κατάλληλη επιλογή.

Οι αγωγοί όμως μεταφέρουν προϊόντα με διαφορετικό ιξώδες και πιέσεις. Αν το προϊόν ψυχθεί, η πίεση και το ιξώδες του θα αυξηθούν. Το γεγονός αυτό όμως μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στην περίπτωση που ο αγωγός κλείσει προσωρινά και μετά επανεκκινηθεί. Στην περίπτωση αυτή μία φυγόκεντρη αντλία μπορεί να μην μπορέσει να παράγει την απαιτούμενη πίεση προκειμένου να 'καθαρίσει' η γραμμή. Μια αντλία θετικής μετατόπισης ωστόσο θα μπορέσει να παράγει την απαιτούμενη πίεση προκειμένου να ξεκινήσει η ροή.

Συστήματα διανομής καυσίμου απαιτούν σταθερή ροή καυσίμου για τον έλεγχο της τουρμπίνας ή του λέβητα. Η πίεση ωστόσο μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το αν τα ακροφύσια είναι φραγμένα ή εντελώς ανοιχτά, παρόλο που η ροή θα πρέπει να παραμένει σταθερή. Στην περίπτωση αυτή οι αντλίες θετικής μετατόπισης μπορούν να προσφέρουν μία σταθερή πηγή ενέργειας, ενώ οι φυγόκεντρες αντλίες θα απαιτούν την επανακυκλοφορία του καυσίμου ώστε να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις.

1.3.6 Αντλίες διαγώνιας ροής

Στις δυναμικές αυτές αντλίες η είσοδος του ρευστού στο στροφέιο γίνεται κατά την αξονική διεύθυνση, όπως και στις φυγόκεντρικές. Η πορεία, όμως, του ρευστού μέσα στο στροφέιο γίνεται, συγχρόνως, κατά την αξονική αλλά και κατά την ακτινική διεύθυνση (μικτή ή διαγώνια ροή). Οι αντλίες διαγώνιας ροής συνδυάζουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των αξονικών και των ακτινικών μηχανών. Δηλαδή, αναπτύσσονται στο ρευστό από τη δράση της πτερύγωσης φυγόκεντρες αλλά και ωστικές δυνάμεις. Η παροχή μηχανικής ενέργειας από το στροφέιο στο ρευστό στοχεύει, όπως και σε όλες τις δυναμικές αντλίες, στην αύξηση της στατικής πίεσης στην έξοδο του ρευστού από το στροφέιο. Τα στροφέια αντλιών με διαγώνιο σχεδιασμό των πτερυγίων επιτυγχάνουν μεγαλύτερη αύξηση της πίεσης από τα στροφέια αξονικού σχεδιασμού και,

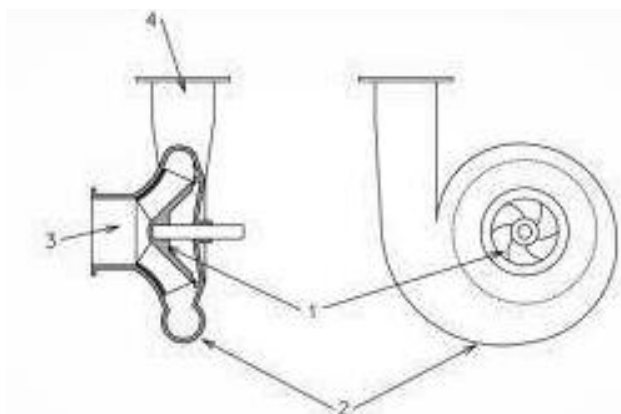
συνεπώς, μεγαλύτερα μανομετρικά ύψη. Μπορούν, επίσης, να δώσουν μεγαλύτερη παροχή ρευστού από τα αντίστοιχα στροφεία ακτινικού σχεδιασμού.

Στις εφαρμογές χρησιμοποιούνται δύο τύποι διαγώνιων αντλιών. Στον ένα τύπο η έξοδος του ρευστού από την περωτή γίνεται περιφερειακά, χωρίς οδηγό περύγωση, και το ρευστό οδηγείται σε σπειροειδές περίβλημα, όπως και στις αντλίες ακτινικής ροής. Στον άλλο τύπο το ρευστό, μετά την έξοδό του από την περωτή, οδηγούμενο από ακίνητη περύγωση, εγκαταλείπει την αντλία κατά την αξονική διεύθυνση.

Οι διαγώνιες αντλίες με περιφερειακή έξοδο του ρευστού χωρίς οδηγό περύγωση (Εικόνα 6 όπου 1-στροφείο, 2-περίβλημα, 3-είσοδος ρευστού, 4-έξοδος ρευστού) έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Διαθέτουν σπειροειδές κέλυφος
- Έχουν περωτή (στροφείο) ανοικτού (συνήθως) ή ημίκλειστου τύπου. Τα περύγια σχεδιάζονται με χωρική καμπυλότητα
- Μπορούν να πετύχουν μεγάλο εύρος παροχών και μικρό σχετικά μανομετρικό ύψος (μέχρι 20m).

Αυτό σημαίνει ότι ο ειδικός αριθμός στροφών για τις αντλίες αυτές είναι μεγάλος (80-150)



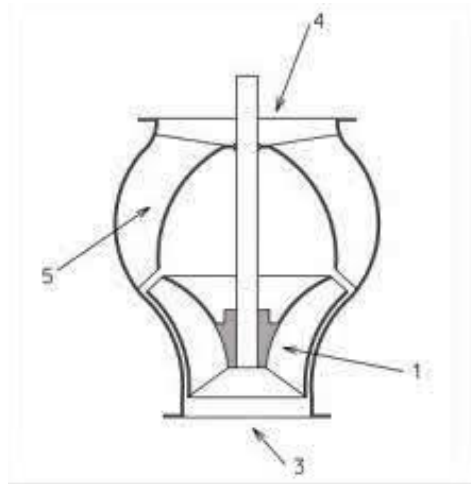
Εικόνα 6: Διαγώνια αντλία με περιφερειακή έξοδο του ρευστού χωρίς οδηγό περύγωση

Στην κατηγορία αυτή των διαγώνιων αντλιών κατατάσσονται και οι αντλίες με ελικοειδές στροφείο (Εικόνα 7) στο οποίο το ρευστό εισέρχεται αξονικά και εξέρχεται περιφερειακά, περνώντας από βαθμίδα σε βαθμίδα της έλικας.



Εικόνα 7: Διαγώνια αντλία με ελικοειδές στροφείο

Οι διαγώνιες αντλίες με αξονική έξοδο του ρευστού και οδηγό πετερύγωση (Εικόνα 8 όπου 1-στροφείο, 2-περίβλημα, 3-είσοδος ρευστού, 4-έξοδος ρευστού, 5-οδηγός πετερύγωση) παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:



Εικόνα 8: Διαγώνια αντλία με αξονική έξοδο του ρευστού και οδηγό πετερύγωση

- Δεν έχουν σπειροειδές κέλυφος αλλά στο κέλυφός τους ενσωματώνονται σταθερά οδηγητικά πετερύγια, που μεταβάλλουν τη ροή στην έξοδο σε αξονική. Το ρευστό, δηλαδή, εισέρχεται αξονικά στην πετερωτή, στη συνέχεια αποκλίνει διαγωνίως προς την ακτινική διεύθυνση και επανέρχεται στην αξονική ροή, καθοδηγούμενο από τα ακίνητα πετερύγια, στην έξοδο από την αντλία.
- Έχουν πετερωτή (στροφείο) κλειστού ή ημίκλειστου τύπου και πετερύγια με χωρική καμπυλότητα στις κατασκευές ημίκλειστου τύπου. Οι πετερωτές των διαγώνιων αντλιών με αξονική έξοδο και οδηγά πετερύγια υπολογίζονται όπως και αυτά των φυγοκεντρικών αντλιών.
- Το γεγονός ότι η ροή στην είσοδο και στην έξοδο της αντλίας είναι κατά την ίδια διεύθυνση (αξονική) δίνει τη δυνατότητα κατασκευής αντλιών με σχετικά μικρή συνολική εξωτερική διάμετρο. Η διάμετρος του κελύφους είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από τη διάμετρο της πετερωτής.
- Επιτυγχάνουν υψηλή παροχή ρευστού και μέτριο μανομετρικό ύψος το οποίο, όμως, μπορεί να αυξηθεί αν κατασκευασθεί πολυβάθμια αντλία, δηλαδή, οι πετερωτές να συνδεθούν σε σειρά στον ίδιο άξονα. Τέτοιοι κατακόρυφοι σχηματισμοί πολυβάθμιων αντλιών, παρουσιάζουν μια σωληνωτή μορφή με μικρή σχετικά διάμετρο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άντληση νερού από μεγάλο βάθος. Η πολυβάθμια αντλία βυθίζεται στην οπή της γεώτρησης και καταλήγει μέσα στον υδροφόρο ορίζοντα. Η οδήγηση της αντλίας γίνεται, συνήθως, με ηλεκτρική ενέργεια που τροφοδοτεί ηλεκτροκινητήρα συνδεδεμένο στεγανά με την αντλία.
- Έχουν παρόμοιο ειδικό αριθμό στροφών με τον άλλο τύπο διαγώνιων αντλιών.

1.4 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να δοθεί μια συνολική εικόνα προς μελέτη αντικειμένου τόσο σε θεωρητικό όσο σε υπολογιστικό και προγραμματιστικό επίπεδο. Να γίνει μια ανάλυση των παραμέτρων καθώς και των λειτουργιών του προγράμματος και να δοθεί ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα για την κατανόηση και την εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων για τις δυνατότητες του προγράμματος που θα αναλυθεί στην παρούσα εργασία

1.4.1 Δομή της εργασίας

Η βασική δομή αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο, η μελέτη των ειδών των αντλιών πως απεικονίζεται και πώς λειτουργεί κάθε είδος αντλίας. Η ανάλυση των εμβολοφόρων αντλιών,(ακτινικές εμβολοφόρες αντλίες και αξονικές εμβολοφόρες αντλίες), περιστροφικές αντλίες, φυγόκεντρες αντλίες και οι αντλίες διαγώνιας ροής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο προσφέρεται μια περιγραφή των αντλιών με βάση την λειτουργία τους. Θα γίνει στις οικιακές αντλίες, τις αντλίες ύδρευσης (τις ροτοδυναμικές αντλίες), τις αντλίες άρδευσης (αντλίες νερού επιφανείας, υποβρύχιες αντλίες νερού) και αντλίες θερμότητας (είδη αντλιών θερμότητας, θέρμανση οικίας με αντλία θερμότητας, ψύξη οικίας με αντλία θερμότητας και εφαρμογές αντλιών θερμότητας.)

Στο τρίτο κεφάλαιο θα γίνει ανάλυση των τρόπων εξοικονόμησης, της επιλογής αντλίας καθώς και του ελέγχου της ροής μέσω της ταχύτητας. Επιπλέον, έγινε η ανάλυση του ελέγχου με P-Constant. Επίσης, η εξοικονόμηση με παράλληλη σύνδεση αντλιών, η εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου καθώς και η εξάλειψη της γραμμής παράκαμψης ελέγχου και ανάλυση στην ενσωμάτωση ελέγχου start/stop και μείωση στην μείωση της λειτουργία της φτερωτής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα εξετασθεί το οικιακό αντλητικό σύστημα ως συνολικό περιβάλλον ,σε κάθε επιμέρους τμήμα που περιλαμβάνεται σε αυτό όπως η παροχή του νερού, τα οικιακά λύματα, η υπόγεια εισροή νερού, τα υπόγεια ύδατα, ο κλιματισμός και το ζεστό νερό χρήσης και η κυκλοφορία του, το φαινόμενο σπηλαίωσης και στους τρόπους αποφυγής του.

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα γίνει ανάλυση του μαθηματικού μοντέλου (θεωρητική μέθοδος). Στο πλαίσιο αυτής της μεθόδου θα γίνει μια αρχική θεώρηση του περιβάλλοντος, υπολογίζεται ο απαιτούμενος όγκος νερού, τα δεδομένα της εγκατάστασης, υπολογίζεται η απαιτούμενη πίεση καθώς και ο όγκος των ωφέλιμων μεγεθών. Στην συνέχεια θα γίνει η επεξεργασία των δεδομένων μέσω του προγράμματος της xylem. Με λίγα λόγια, η εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε κατάστασης η απόδοση ένα σύνολο αντλιών που να ικανοποιούν την αρχική ζήτηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εφαρμογές Αντλιών:

2.1 Οικιακές αντλίες

Οι αντλίες συναντιόνται στην καθημερινότητα κάθε ανθρώπου στο αυτοκίνητό του καθώς επίσης και στο σπίτι του. Συγκεκριμένα στο αυτοκίνητο υπάρχουν στα:

- Κυκλοφορία καυσίμου: Το σύστημα που αναρροφά από τη δεξαμενή (ντεπόζιτο) το καύσιμο και το κατευθύνει προς τους εγχυτήρες (αντλίες βενζίνης, αντλίες πετρελαίου).
- Κυκλοφορία λαδιού: Το σύστημα που κατευθύνει το λάδι της μηχανής στα σημεία λίπανσης. (Αντλία λαδιού).
- Κυκλοφορία νερού ψύξης: Το σύστημα που κατευθύνει το νερό για την ψύξη των κυλίνδρων.

Επιπλέον, στο σπίτι χρησιμοποιούνται στα:

- Ύδρευση: Το σύστημα το οποίο φέρνει το νερό στις βρύσες μας, το οποίο είναι πολύ σημαντικό γιατί διοχετεύει το νερό μέσω σωληνώσεων και ρυθμίζει την πίεση του δικτύου.
- Άρδευση : Παρόμοιο σύστημα που φέρνει το νερό στις παροχές άρδευσης
- Θέρμανση: Οι κυκλοφορητές που χρησιμοποιούνται για να στείλουν το ζεστό νερό στις βρύσες μας ή στα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ).
- Στα συστήματα θέρμανσης ή ψύξης που λειτουργούν με κυκλοφορία αέρα.

Στην παρούσα εργασία θα μελετηθούν οι οικιακές αντλίες. Θα μελετηθούν οι παροχικές αντλίες όσο και οι αντλίες λυμάτων.

2.2 Αντλίες ύδρευσης

Ένα δίκτυο ύδρευσης περιλαμβάνει πολλά τμήματα. Αρχικά το νερό συλλέγεται και επεξεργάζεται ώστε να γίνει πόσιμο, στη συνέχεια μεταβιβάζεται στους καταναλωτές μέσω κύριων αγωγών μεταφοράς και τοπικών δικτύων διανομής φροντίζοντας πάντα να πληροί τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την ικανοποίησή τους.

Όλο το νερό που χρησιμοποιείται ως παροχή προς τους καταναλωτές προέρχεται από την ατμόσφαιρα (βροχή, χιόνι και χαλάζι) και συγκεντρώνεται είτε σε ποτάμια, φυσικές λίμνες και τεχνητές λίμνες ή κατασκευές συλλογής νερού, είτε σε υπόγεια νερά. Το νερό ως ένας πολύ καλός διαλύτης απορροφά πολύ γρήγορα τόσο φυσικές όσο και χημικές ουσίες φτιαγμένες από τον άνθρωπο, κάτι που γενικά κάνει το νερό ακατάλληλο για κατανάλωση πριν γίνει κάποια επεξεργασία.

Ο στόχος της επεξεργασίας νερού και της διανομής αυτού είναι η παροχή αρκετής και συνεχούς ποιότητας νερού που είναι χημικά βακτηριολογικά και αισθητικά ευχάριστη σε όλους τους καταναλωτές.

Μετά την επεξεργασία το νερό πρέπει να μεταβιβασθεί προς τους καταναλωτές. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου σωλήνων. Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες αυτού του δικτύου. Η πρώτη είναι το δίκτυο κορμού που είναι μεγαλύτεροι σωλήνες και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μεγάλων όγκων νερού από τη στην εγκατάσταση επεξεργασίας, και από εκεί σε μία δεξαμενή εξυπηρέτησης. Το νερό σε αυτούς τους σωλήνες βρίσκεται υπό πολύ μεγάλη πίεση. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι αγωγοί που διαμοιράζουν το νερό στους καταναλωτές. Το συγκεκριμένο δίκτυο αποτελείται από μικρότερους αγωγούς που διαφέρουν σε μέγεθος. Πρόκειται για ένα δίκτυο με πολλές διακλαδώσεις με τις οποίες επιτυγχάνεται διασύνδεση με το κάθε σπίτι. Οι αγωγοί διανομής σχηματίζουν κυκλικά συστήματα που εξισορροπούν τη πίεση και που εξασφαλίζουν την άμεση παροχή νερού και τη συνεχή ανανέωση και ανάμειξή του. Πολλές φορές αδιέξοδα χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο πίεσης του δικτύου. Οι αγωγοί αυτοί έχουν χαμηλότερη πίεση και αυτό έχει ως αποτέλεσμα στο τέλος των σωληνώσεων, να υπάρχει συσσώρευση από υλικά, ίνες, ζούφια. Επιπλέον το νερό τείνει να είναι παλιό κάτι που δημιουργεί περεταίρω προβλήματα ποιότητας. Αν και το δίκτυο διανομής νερού διαφέρει από χώρα σε χώρα, το συγκεκριμένο που περιγράφεται) είναι σχεδόν ίδιο με αυτό πολλών άλλων χωρών.

Ένα τυπικό δίκτυο διανομής αποτελείται από:

- Σωλήνες
- Δεξαμενές
- Αντλίες δικτύων ύδρευσης

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται γενικά ανήκουν σε δύο κατηγορίες: ροτοδυναμικές (φυγοκεντρικής, μεικτής ροής και αξονικής ροής) και θετικής μετατόπισης. Αυτές που χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά είναι οι ροτοδυναμικές.

2.2.1 Ροτοδυναμικές αντλίες

Μια ροτοδυναμική αντλία μετατρέπει κινητική ενέργεια σε δυναμικό ή πίεση. Τα βασικά στοιχεία μετατροπής ενέργειας της μονάδας άντλησης είναι :

- Ο οδηγός, που στρέφει το περιστρεφόμενο στοιχείο
- Το στροφέιο
- Ο άξονας (το περιστρεφόμενο στοιχείο)
- Το στοιχείο στατικής διάχυσης

Τυπικά συνδεδεμένος με το περιστρεφόμενο στοιχείο της αντλίας μέσω σύζευξης, ο οδηγός προκαλεί τη περιστροφή του άξονα και του συνδεδεμένου στροφείου. Το νερό εισέρχεται από το μάτι του περιστρεφόμενου στροφείου, που βρίσκεται πάνω στο νοητό άξονα του στροφείου. Το νερό επιταχύνεται στους διαδρόμους του στροφείου, όπου και συμβαίνει η συνεχής μεταφορά ορμής και η μετατροπή ενέργειας. Όπως, λοιπόν, το νερό κινείται στους διαδρόμους του στροφείου, η ταχύτητά του αυξάνεται.

Όταν το νερό φεύγει από το στροφέιο, η ταχύτητά του είναι μεγαλύτερη στη κορυφή των πτερυγίων. Το ταχύτατα κινούμενο νερό φεύγει από το στροφέιο της αντλίας και εισέρχεται στο στοιχείο διάχυσης της αντλίας. Μία αύξηση στη διατομή μέσα στην οποία κινείται το νερό προκαλεί τη μείωση της ταχύτητάς του. Η επιβράδυνση του νερού στο στοιχείο διάχυσης μετατρέπει τη κινητική ενέργεια σε δυναμικό ή πίεση.

Το σχήμα, το μέγεθος, η ταχύτητα και ο σχεδιασμός του στροφείου και του τμήματος διάχυσης καθορίζουν τα χαρακτηριστικά ροής και ενέργειας της αντλίας. Η μορφή του στροφείου και του τμήματος διάχυσης βασίζονται πάνω στην επιθυμητή εφαρμογή, στις απαιτήσεις του χρήστη από την αντλία και στην εμπειρία του κατασκευαστή. Από τη στιγμή που επιλεγεί μία αντλία, δε μπορούν να γίνουν πολλές αλλαγές, αν και η διάμετρος του στροφείου και η ταχύτητα περιστροφής μερικές φορές γίνεται να αλλάξουν προκειμένου να ταιριάζουν τις απαιτήσεις.

Ένας σταθμός άντλησης γενικά αντιπροσωπεύει ένα από τα κυριότερα και πιο ακριβά στοιχεία ενός δικτύου διανομής νερού, συνεπώς η αξιοπιστία του σταθμού άντλησης πρέπει να βρίσκεται υπόψη. Ο αριθμός των αντλιών θα πρέπει να εξαρτάται από τωρινές αλλά και μελλοντικές ανάγκες. Μία οικονομική ανάλυση πρέπει να γίνεται για να καθορίζεται ο αριθμός των αντλιών που θα εγκατασταθούν. Σε μικρότερους σταθμούς μία αντλία ίσως είναι πιο οικονομική για να ικανοποιεί τη μέγιστη ζήτηση. Όταν μία αντλία είναι αρκετή, δύο ίσου μεγέθους αντλίες, κάθε μία από τις οποίες ικανή να αντιμετωπίσει τη μέγιστη ζήτηση, πρέπει να παρέχονται και να εγκαθίστανται προκειμένου να λειτουργούν εναλλάξ. Όπου, δύο ή περισσότερες αντλίες είναι ο οικονομικότερος τρόπος για να ικανοποιείται η μέγιστη ζήτηση, πρόσθετες αντλίες ή αντλίες μεγαλύτερης ενέργειας πρέπει να εγκαθίστανται.

Η αξιοπιστία ενός σταθμού άντλησης σαν σύνολο μπορεί να καθοριστεί αν λάβουμε υπόψη μερικά στοιχεία και παράγοντες που πρέπει να συμπεριληφθούν.

Αυτά είναι:

- Η ζήτηση νερού και η αποθήκευση αυτού για έκτακτη ανάγκη
- Προληπτική συντήρηση
- Φθορά/χρόνος ζωής άλλων στοιχείων
- Επισκευή
- Μεταφορά ενέργειας
- Παράλληλη λειτουργία και εξοπλισμός σε αναμονή
- Ενέργεια έκτακτης ανάγκης
- Προστασία από αλλαγές ταχύτητας του νερού
- Βαλβίδες
- Σωληνώσεις
- Κινητήρες
- Στοιχεία ελέγχου

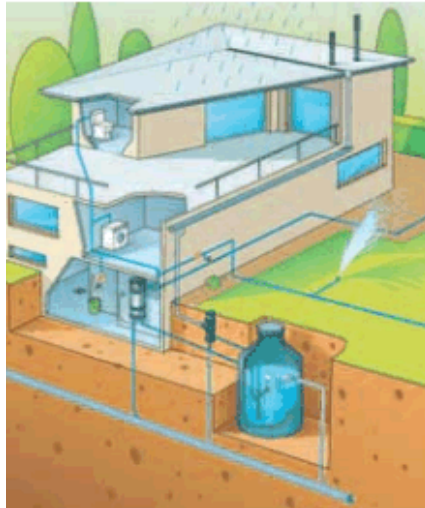
Επιπλέον, επειδή τα δίκτυα διανομής νερού είναι πλέον υπερσυνδεδεμένα και πολύπλοκα, οι αντλίες πλέον δε λειτουργούν ανεξάρτητα. Στη πραγματικότητα, εξαιτίας του γεγονότος ότι το νερό δε μπορεί να συμπιεστεί, είναι λογικό πως αν αλλάξει η λειτουργία μίας αντλίας, όπως για παράδειγμα αν υπερφορτιστεί, αυτό θα αλλάξει τις πιέσεις στις σωληνώσεις και μπορεί να επηρεάσει το σημείο λειτουργίας πολλών άλλων αντλιών.

2.3 Αντλίες άρδευσης

Η άρδευση των κήπων γίνεται είτε χειροκίνητα, είτε με την χρήση συστημάτων αυτομάτου ποτίσματος. Και στις δύο περιπτώσεις είναι πιθανόν να μην φθάνει η πίεση του δικτύου οπότε είναι απαραίτητη η χρήση αντλητικού συγκροτήματος.

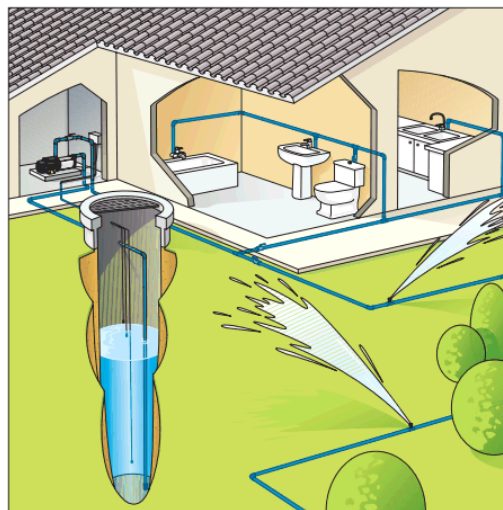
Για την επιλογή της κατάλληλης αντλίας θα πρέπει να είναι γνωστή η παροχή (κυβικά ανά ώρα) , το μανόμετρο ύψος (μέτρα) και η πίεση (bar) που απαιτείται.

Ακόμα πρέπει να είναι γνωστό το πλήθος και το είδος των εκτοξευτήρων – μπέκ που θα χρησιμοποιηθούν (πίεση λειτουργίας και παροχή) καθώς επίσης και η διάμετρος και το μήκος των σωληνώσεων (κύριοι και δευτερεύοντες αγωγοί), διάφορα εξαρτήματα (ηλεκτροβάνες ,ταυ κ.λ). Γνωρίζοντας τα περισσότερα από αυτά τα στοιχεία και σε συνδυασμό με το είδος του τρόπου αναρρόφησης νερού (δίκτυο ύδρευσης, πηγάδι, δεξαμενή) καθορίζονται και οι προδιαγραφές του αντλητικού συγκροτήματος που απαιτείται, (πχ αντλία επιφανείας η υποβρύχια, πολυβάθμια αθόρυβη, αυτόματης αναρρόφησης κ.λ).



Εικόνα 9: Σύστημα άρδευσης

Υπάρχουν επίσης συστήματα διαχείρισης των βρόχινων νερών που προέρχονται από φυσικές ή τεχνικές λίμνες ή δεξαμενές συλλογής και αξιοποίησής τους στα πλαίσια μιας προσέγγισης αξιοποίησης μη πόσιμου νερού, τόσο για λόγους οικονομίας όσο και για λόγους εξοικονόμησης των υδατικών πόρων. Στο Πότισμα των κήπων αλλά και άλλες εφαρμογές όπως η χρήση στα καζανάκια της τουαλέτας, δεν είναι απαραίτητη η χρήση του ακριβού πόσιμου νερού.



Εικόνα 10: Σύστημα άρδευσης διαχείρισης βρόχινου νερού

Οι αντλίες νερού μπορεί να είναι είτε επιφανείας είτε υποβρύχιες ανάλογα το βάθος αναρρόφησης, το απαιτούμενο μανόμετρο και τη χρήση. Για αναρρόφηση πάνω από 8 μέτρα πρέπει υποχρεωτικά να χρησιμοποιούνται υποβρύχιες αντλίες όπως και για μεγάλες αποστάσεις μπορεί να επιτευχθεί η ιδανική σχέση απόδοσης τιμής με υποβρύχια αντλία.

Οι επιφανείας αντλίας είναι κυρίως φυγοκεντρικές που πήραν το όνομα τους από τη φυγόκεντρη δύναμη που ασκεί η περιφορά της φτερωτής μέσα στην αντλία. Φυγοκεντρικές αντλίες είναι οι αντλίες όπου το υγρό εισέρχεται στη φτερωτή της αντλίας συνήθως κοντά στο περιστρεφόμενο άξονα και επιταχύνεται από τη κίνηση της φτερωτής

ακτινικά προς τα έξω από όπου εξέρχεται . Η κίνηση της φτερωτής προέρχεται από ηλεκτρικό κινητήρα μοτέρ ή από βενζινοκινητήρα/ πετρελαιοκινητήρα. Φυγόκεντρικές αντλίες θεωρούνται πολλοί τύποι αντλιών όπως οι πολυβάθμιες αθόρυβες αντλίες νερού, οι κάθετες πολυβάθμιες αντλίες νερού μεγάλων αποδόσεων, οι μονοβάθμιες ή διβάθμιες αντλίες νερού.

2.3.1 Αντλίες νερού επιφάνειας

Στις αντλίες νερού επιφανείας ή στεγνής εγκατάστασης τόσο η αντλία, όσο και ο κινητήρας βρίσκονται έξω από το αντλούμενο υγρό και διακρίνονται σε:

- Εσωτερικές
- Εξωτερικές

Εσωτερικές λέγονται όταν το αντλητικό συγκρότημα είναι προστατευμένο σε κλειστό χώρο (αντλιοστάσιο) και εξωτερικές όταν εργάζονται εκτεθειμένες στο περιβάλλον. Για τις εξωτερικές απαιτείται κατάλληλη εκλογή υλικών και προδιαγραφών ώστε να μην καταστρέφονται από τις κλιματολογικές συνθήκες και γενικά από τις επιδράσεις του περιβάλλοντος (ήλιος, βροχή, πάγος, σκόνη κ.ά.). Δεν υπάρχουν κανόνες γενικής εφαρμογής για τις εξωτερικές αντλίες γιατί οι συνθήκες ποικίλουν ανάλογα με τον τόπο εγκατάστασης.

Οι Αντλίες αυτές ανάλογα με την κατασκευή τους διαχωρίζονται σε διαφορετικούς τύπους όπως:

- Περιφερειακές αντλίες νερού : Αντλίες όπου το νερό γυρνάει περιφερειακά στην φτερωτή μέσα στο σώμα της αντλίας
- Αυτομάτου αναρροφήσεως φυγόκεντρικές αντλίες νερού : Αντλίες με σύστημα αυτόματης αναρρόφησης με δυνατότητα άντλησης νερού από 7-8 μέτρα βάθος χωρίς ανάγκη να είναι γεμάτος ο σωλήνας με νερό . Αντλίες που χρησιμοποιούνται σε πιεστικά συγκροτήματα για τροφοδοσία νερού υπό πίεση.
- Μονοβάθμιες (μίας φτερωτής) ή βιδάθμιες (δύο φτερωτών) φυγόκεντρικές αντλίες νερού: Μονοβάθμιες για μεταφορά πολλών κυβικών νερού, διβάθμιες για μεταφορά πολλών κυβικών με μεγαλύτερη πίεση . Αντλίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πιεστικά συγκροτήματα, αρδευτικά συστήματα, πότισμα κήπων κ.α.
- Πολυβάθμιες (πολλές φτερωτές) αθόρυβες αντλίες νερού: είναι οριζόντιες είτε κάθετες μεγάλων αποδόσεων . Οι αντλίες αυτές χρησιμοποιούνται σε πιεστικά συγκροτήματα και αρδευτικά συστήματα .

Η επιφανειακές αντλίες συνδέονται είτε με ηλεκτρικό κινητήρα (μονοφασικό ή τριφασικό) ή κινητήρα βενζίνης ή πετρελαίου.

2.3.2 Υποβρύχιες αντλίες νερού

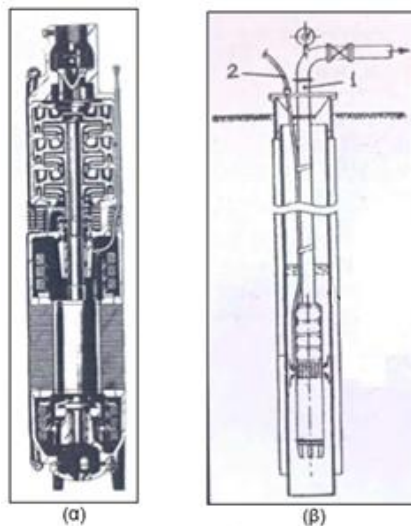
Υποβρύχιες αντλίες νερού είναι κατάλληλες για λειτουργία μέσα στο νερό χάρις στην ειδική κατασκευή του κινητήρα τους και του ειδικού καλωδίου που διαθέτουν.

Διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία και καλύπτουν διάφορες εφαρμογές όπως η άντληση καθαρού νερού από γεωτρήσεις ή πηγάδια ,ακάθαρτου νερού ή λυμάτων από φρεάτια κ.λ

Οι αντλίες αυτές μπορεί να είναι:

- Καταδύομενες: είναι συνήθως μονοβάθμιες και χρησιμοποιούνται για αποστραγγίσεις σε εργοτάξια ή ορυχεία, αντλήσεις ακαθάρτων, κ.ά
- Μόνιμες: είναι συνήθως πολυβάθμιες και χρησιμοποιούνται για αντλήσεις από μεγάλα βάθη ή σε γεωτρήσεις, αρδεύσεις, αύξηση πίεσης κ.ά.

Μια ειδική κατηγορία υποβρυχίων αντλιών είναι οι ελικοφόρες που χρησιμοποιούνται για μεγάλες παροχές και μικρά μανομετρικά ύψη. Οι υποβρύχιοι κινητήρες μπορούν να βυθίζονται στο υγρό παροδικά είτε μόνιμα. Συνήθως είναι τριφασικοί ηλεκτροκινητήρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα. Υπάρχουν όμως και υποβρύχιες αντλίες με υδραυλικό κινητήρα ή αεροκίνητες. Στις υποβρύχιες αντλίες (Εικόνα 11(α)) ο ηλεκτροκινητήρας είναι τοποθετημένος κάτω από την αντλία και τροφοδοτείται με ανθυγρό καλώδιο μμέσα από στυπιοθλίπτη. Ο κινητήρας έχει κατάλληλες μμονώσεις και είναι γεμάτος με ειδικό υγρό για ψύξη των τυλιγμάτων και λίπανση των εδράνων. Στεγανοποιείται με ειδικό στυπιοθλίπτη. Μια βαλβίδα αντεπιστροφής είναι ενσωματωμένη στη σύνδεση εξόδου στην κορυφή της αντλίας.



Εικόνα 11: (α) υποβρύχια ηλεκτροκίνητη πολυβάθμια αντλία γεωτρήσεων και (β) εγκατάσταση υποβρύχιας αντλίας σε γεώτρηση.

Στις εγκαταστάσεις υποβρυχίων αντλιών σε γεώτρηση (Εικόνα 11(β))το αντλητικό συγκρότημα κρέμεται από τον σωλήνα ανύψωσης νερού (1) επάνω στον οποίο στερεώνεται και το ηλεκτρικό καλώδια (2). Οι αντλίες αυτές μπορούν να εργασθούν και οριζόντια π.χ. μμέσα σε αύλακα.

Γενικά οι υποβρύχιες αντλίες αποτελούν συνήθως την οικονομικότερη λύση άντλησης από γεωτρήσεις για περιπτώσεις μικρών παροχών σε μεγάλα μανομετρικά ύψη ενώ ταυτόχρονα είναι μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση για περιπτώσεις μεγάλων παροχών σε μικρά έως μέσα μανομετρικά ύψη. Το μειονέκτημα των υποβρυχίων αντλιών είναι ότι είναι πιο ευπαθείς ενώ οι πομόνες εργάζονται απρόσκοπτα για μεγάλο χρονικό

διάστημα. Επίσης οι πομόνες πλεονεκτούν στο ότι έχουν δυνατότητα κίνησης και με μηχανές εσωτερικής καύσης όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Εξοικονόμηση και Έλεγχος:

3.1 Τρόποι εξοικονόμησης

Σε μια εποχή που η τεχνολογία και η ανάπτυξη εξελίσσεται με τρελούς ρυθμούς, όπως άλλωστε και οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του ανθρώπου, το περιβάλλον επιβαρύνεται λόγω αυτών των παραμέτρων αντιστρόφως ανάλογα. Επίσης η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από μια οικονομική ύφεση στην οποία έχουν περιέλθει οι περισσότερες χώρες του ανεπτυγμένου κόσμου. Το κυρίαρχο στοιχείο που μπορεί άνετα να συγκαταλεχτεί ανάμεσα στις βασικές ανάγκες του ανθρώπου είναι η ενέργεια.

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

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

Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή, είτε σε μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο) είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα, εκτός της σημαντικής οικονομικής επιβάρυνσης λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας, τη μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αλλά εξίσου σημαντικό είναι και το θέμα των αποθεμάτων νερού σε όλο τον κόσμο. Το πρόβλημα της έλλειψης νερού αλλά και οι τρόποι καλύτερης διαχείρισης των υδάτινων πόρων βρίσκονται στο επίκεντρο της σύγχρονης πραγματικότητας.

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

Αυτές δεν είναι άλλες από την αντιμετώπιση του προβλήματος στον τελικό αποδέκτη δηλαδή τις καταναλώσεις. Είναι ένας απλός τρόπος να επιτευχθούν γρήγορα αποτελέσματα με εξοικονόμηση τόσο της ενέργειας όσο και του νερού.

Οι τρόποι εξοικονόμησης στον τομέα της διαχείρισης νερού γενικότερα είναι η διαδικασία της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας και νερού χωρίς όμως να συνδυάζεται με μείωση της άνεσης ή της ποιότητας. Στην απόφαση για την υλοποίηση οποιασδήποτε από τις ποικίλες τεχνολογικές παρεμβάσεις για εξοικονόμηση, καθοριστικό ρόλο παίζει πάντα η οικονομική αποδοτικότητά της. Με κατάλληλες μεθοδολογίες και με χρήση ορισμένων κριτηρίων, μπορεί να αξιολογηθεί η όλη επένδυση ως προς τη βιωσιμότητά της.

Επομένως, εξοικονόμηση ενέργειας και νερού σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν. Άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να αφορούν:

- Την εξοικονόμηση νερού που οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας
- Τη σωστή διαστασιολόγηση των αντλιών

Η μεθοδολογία εξοικονόμησης όπως φαίνεται και παρακάτω (Εικόνα 20) ξεκινάει από την μέτρηση και την ανάλυση.

- Αναγνώριση και ανάλυση του προβλήματος (κυριότερο στάδιο)
- Διόρθωση των βασικών σημείων με την επιλογή κατάλληλων συσκευών χαμηλής κατανάλωσης, επιπρόσθετων υλικών καθώς και τη διόρθωση του συντελεστή ισχύος.

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

- Αυτοματοποίηση δηλαδή την προσθήκη κατάλληλων συσκευών αυτοματισμού έτσι ώστε να ελέγχονται οι καταναλώσεις και να αποφεύγεται η αλόγιστη λειτουργία.
- Έλεγχος και επίβλεψη των αλλαγών που πραγματοποιήθηκαν στα προηγούμενα στάδια. Στο ίδιο βήμα ανήκει και η ανάλυση των νέων δεδομένων.

Τα στάδια αυτά ανήκουν στην κατηγορία της ενεργητικής εξοικονόμησης, δηλαδή την προσπάθεια εξοικονόμησης με πιο δραστικές λύσεις.



Εικόνα 122: Μεθοδολογία εξοικονόμησης

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

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

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

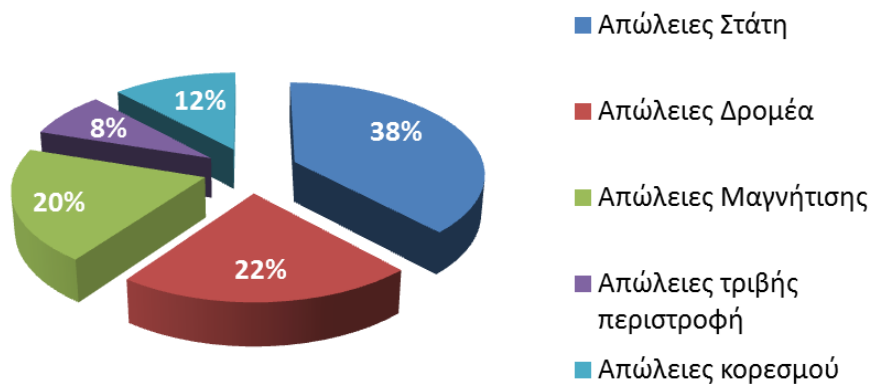
- Επιλογή κατάλληλης αντλίας για την κατάλληλη χρήση
- Έλεγχος ρυθμού ροής μέσω της ταχύτητας
- Έλεγχος με P-Constant
- Παράλληλη διασύνδεση αντλιών με σκοπό την κάλυψη όποιας ζήτησης
- Εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου
- Εξάλειψη γραμμής παράκαμψης ελέγχου
- Ενσωμάτωση ελέγχου start/stop
- Μείωση της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

3.1.1 Απώλειες ηλεκτρικών κινητήρων

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

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

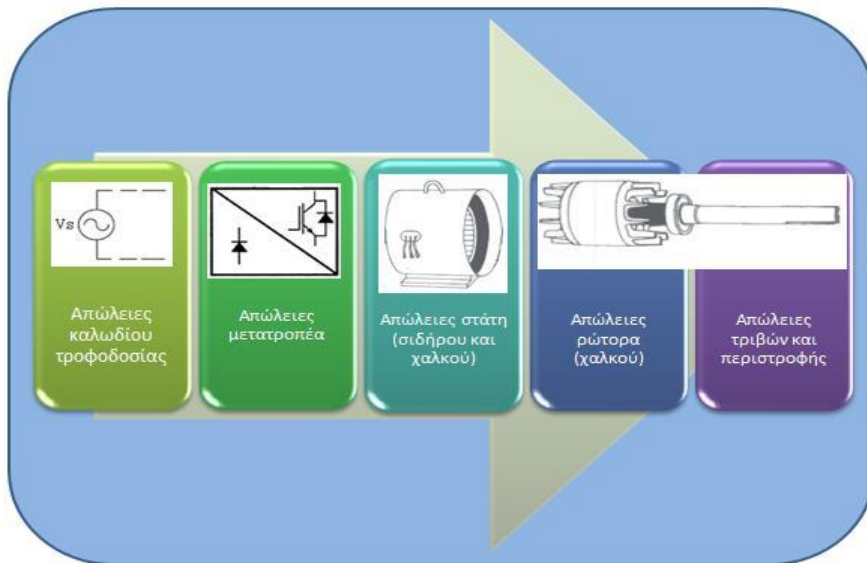
Απώλειες κινητήρα



Εικόνα 13: Πίνα με τα ποσοστά απωλειών του κινητήρα

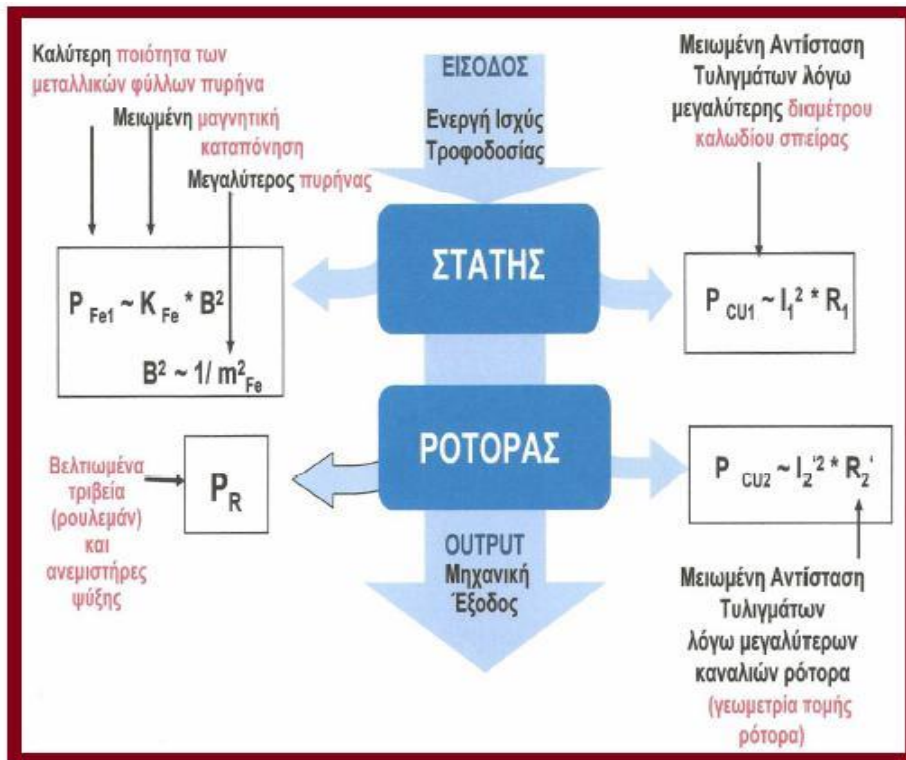


Εικόνα 14: Πλήθος απωλειών συνοδεύουν την λειτουργία ενός κινητήρα



Εικόνα 15: Σημεία απωλειών ηλεκτρικών κινητήρων

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



Εικόνα16: Οι απώλειες του κινητήρα πιο αναλυτικά

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

3.2 Επιλογή κατάλληλης αντλίας

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

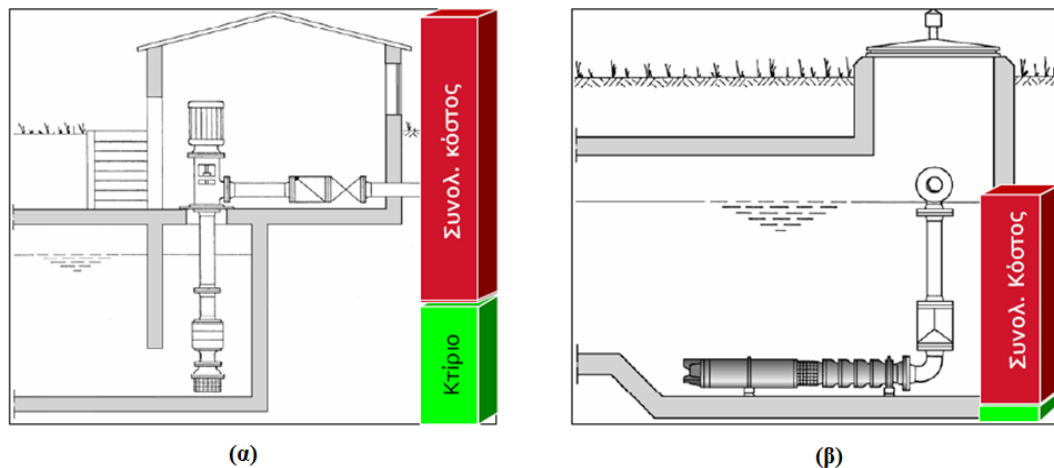
Οι εγκατεστημένες αντλίες ξεπερνούν κατά είκοσι φορές τον αριθμό των νέων αντλιών που τοποθετούνται κάθε χρόνο. Παρουσιάζεται μεγάλο δυναμικό βελτιστοποίησης των εν λειτουργία αντλητικών συστημάτων. Εκτιμάται ότι το 75% των αντλιών είναι υπερδιαστασιολογημένες τουλάχιστον κατά 20%.

Κύριες αιτίες υπερδιαστασιολόγησης αντλιών είναι:

- Επιλογή μεγάλης αντλίας για κάλυψη μελλοντικών αναγκών.
- Υπερβολική προσαύξηση συντελεστών ασφαλείας στον υπολογισμό του απαιτούμενου μανομετρικού ύψους.
- Επιλογή αντλίας για κάλυψη μέγιστου φορτίου & κακή ή ανύπαρκτη προσαρμογή σε συνθήκες μερικού φορτίου.

- Επιλογή μεγάλης αντλίας από ανάγκη επίλυσης άλλων προβλημάτων του συστήματος (υδραυλική εξισορρόπηση, διατήρηση πίεσης, περιεκτικότητα αέρα ή/και σωματιδίων στο νερό, κλπ.).
- Επιλογή αντλίας βάση προδιαγραφών ακατάλληλων για συγκεκριμένες εφαρμογές.
- Η μη χρήση εργαλείων λογισμικού

Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 21) περιγράφεται ένα παράδειγμα κακής επιλογής αντλίας γεώτρησης. Στην αριστερή (Εικόνα 21(α)) υπάρχει μια γεώτρηση με επιφανειακή αντλία και το απαιτούμενο κτήριο. Το κόστος είναι αρκετά μεγάλο ενώ απαιτεί και ένα εξίσου μεγάλο κτήριο για να στεγαστεί η αντλία. Δεξιά (Εικόνα 21(β)) υπάρχει η υποβρύχια αντλία που πραγματοποιεί την ίδια εργασία. Το κόστος ελαττώνεται καθώς λειτουργεί υποβρύχια και δεν χρειάζεται να αντλεί το νερό από ψηλά, ενώ το κτίσμα που απαιτεί είναι μια μικρή κατασκευή που απέχει ελάχιστα από το έδαφος.



Εικόνα 1713: Επίπτωση κακής επιλογής αντλίας στο κόστος. (α) Επιφανειακή αντλία (β) Υποβρύχια αντλία

3.3 Εξοικονόμηση ενέργειας στους κινητήρες

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

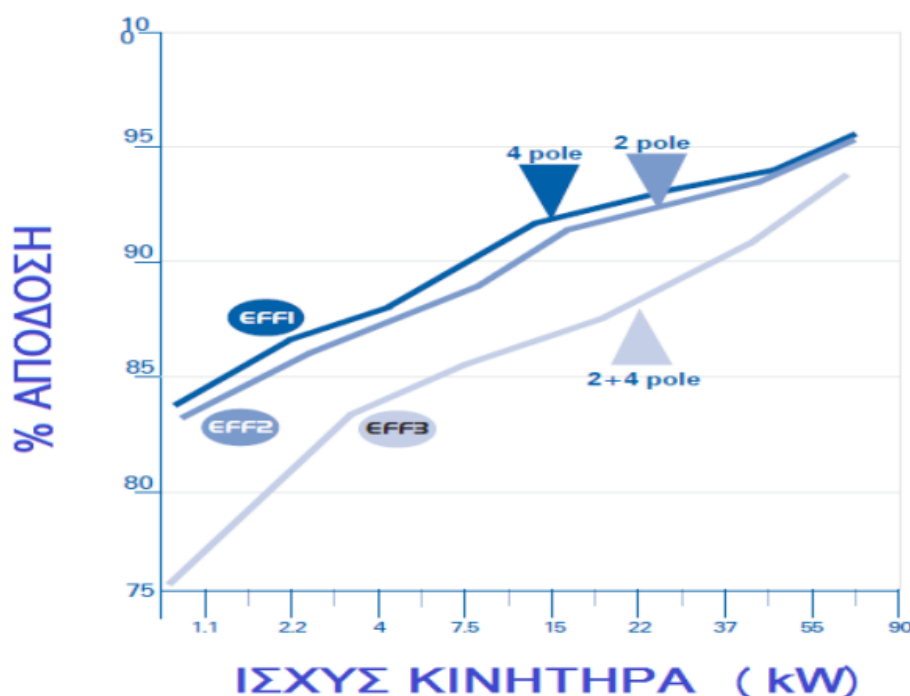
Ο εκάστοτε κατασκευαστής ήταν υποχρεωμένος να αναγράφει στην πινακίδα της μηχανής την κατηγορία που ανήκει ο κινητήρας, όπως επίσης και να την αναγράφει σε όλους τους καταλόγους. Κύριο μέλημα των κατασκευαστών αποτελούσε η ένταξη των

κινητήρων τους στην υψηλότερη κατηγορία EFF1 που αποτελεί και την πιο αποδοτική, και αυτό συνεπάγεται με την χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας για το ίδιο μηχανικό έργο. Επίσης το όλο εγχείρημα είχε σαν σκοπό την πλήρη κατάργηση των κινητήρων που ανήκαν στην κατηγορία EFF3 που αποτελούσε την πιο ενεργοβόρα. Τέλος σημαντικό κριτήριο που λαμβανόταν υπόψη ήταν και η χρήση τους, σπάνια, συχνή, συνεχόμενη. Αυτό είναι εξίσου σημαντικό καθώς σε μερικές περιπτώσεις που η χρήση δεν είναι και τόσο συχνή ανάλογα θα συμφέρει και διαφορετική κατηγορία, καθώς δε μπορεί να αγνοήσει κανείς και το οικονομοτεχνικό στοιχείο. Έτσι μια κατάταξη κινητήρων αναλόγως την χρήση τους θα ήταν η ακόλουθη:

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

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση αναλόγως την χρήση

Η παρακάτω εικόνα φανερώνει την συσχέτιση των εκάστοτε κατηγοριών με τα κατασκευαστικά μέρη των κινητήρων. Όσο πιο μικροί είναι οι κινητήρες τόσο μεγάλη η διαφορά απόδοσης μεταξύ κατηγορίας eff 3 και eff 2 και μικρούς κινητήρες έχουμε στα μικρά εξαεριστικά συστήματα αλλά και στις αντλίες. Πιο συγκεκριμένα παρατηρώντας προσεκτικά οι κινητήρες που ανήκουν στην κατηγορία EFF1 είναι αποδοτικότερη από όλες και αποτελούνται από 4 πόλους κινούνται σε υψηλότερα επίπεδα απόδοσης, ειδικά για μεγαλύτερες τιμές ονομαστικής ισχύος.



Εικόνα 1814: Απόδοση σε σχέση με την ισχύ εξόδου ανά κατηγορία κινητήρων

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

EEF1: Πολύ υψηλή απόδοση, διπολικοί και τετραπολικοί κινητήρες ονομαστικής ισχύος από 1.1 μέχρι 90kW.

EEF2: Ιδανικοί για εξοικονόμηση ενέργειας, έχουν ήδη γίνει η ελάχιστη απαίτηση κατηγορίας στην ευρωπαϊκή ένωση.

EEF3: Έχει μειωθεί η χρήση τους αισθητά, η παραγωγή τους έχει σταματήσει, ενώ σύντομα θα καταργηθούν πλήρως.

Διαφορές συμβατικών κινητήρων με E.A.K. (EEF1)

Υψηλότερη ποιότητα και πιο λεπτή πλαστικοποίηση χάλυβα του στάτη.

Περισσότερο χαλκό στην περιέλιξη

Βελτιστοποιημένο διάκενο μεταξύ ρότορα και του στάτη

Μειωμένες απώλειες ανεμιστήρα

Υψηλότερη ανοχή κατεργασίας

Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής

Υψηλής ποιότητας αλουμίνιο που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο ρότορα

Πλεονεκτήματα ενός E.A.K

Μεγαλύτερη αποδοτικότητα, λιγότερο λειτουργικό κόστος

Μικρότερη ολίσθηση, άρα μεγαλύτερη ταχύτητα

Μείωση του κόστους συντήρησης και βελτίωση των εργασιών στη βιομηχανία

Αύξηση της παραγωγικότητας

Είδος απωλειών	Επιλογές εξοικονόμησης
Σταθερές απώλειες (σιδήρου)	Χρήση λεπτότερων ελασμάτων, λιγότερες απώλειες πυρήνα χάλυβα μειώνουν τις απώλειες από τα ρεύματα eddy*. Σχεδιασμός μεγαλύτερου πυρήνα προσθέτει περισσότερο χάλυβα στην κατασκευή, το οποίο μειώνει τις απώλειες.
Απώλειες στάτη	Χρήση περισσότερου χαλκού και μεγαλύτερων αγωγών αυξάνει διατομή των τυλιγμάτων στάτη. Το αποτέλεσμα αυτού είναι να μειωθεί η αντίσταση των περιελίξεων και έτσι να αυξηθεί η ροή ρεύματος, πράγμα το οποίο μειώνει τις απώλειες.
Απώλειες ρότορα	Χρήση μεγαλύτερων διατομών αγωγών, μειώνει, την αντίσταση και αυξάνει την ροή ρεύματος, μειώνοντας

	έτσι και εδώ τις απώλειες.
Απώλειες τριβών και περιελίξεων	Χρήση φτερωτών που είναι ειδικά σχεδιασμένες μπορούν να μειώσουν και τις απώλειες λόγω της κυκλοφορίας του αέρα.
Απώλειες φορτίου (μεταβαλλόμενες)	Χρήση αυστηρών ελέγχων των προδιαγραφών και της ποιότητας του φορτίου μπορεί να μειώσει της σκεδαζόμενες απώλειες του.

Πίνακας 2: Απώλειες στα διάφορα μέρη του κινητήρα και τεχνικές μείωσης τους

3.4 Έλεγχος ροής μέσω της ταχύτητας

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

Στους μηχανικούς ανήκουν:

- οι υδραυλικοί συμπλέκτες
- οι υγρής σύζευξης
- οι ρυθμιζόμενοι ιμάντες
- τροχαλίες.

Στους ηλεκτρικούς ανήκουν:

- οι συμπλέκτες δινορευμάτων
- οι ρυθμιστές ρότορα
- ρυθμιστές συχνότητας.

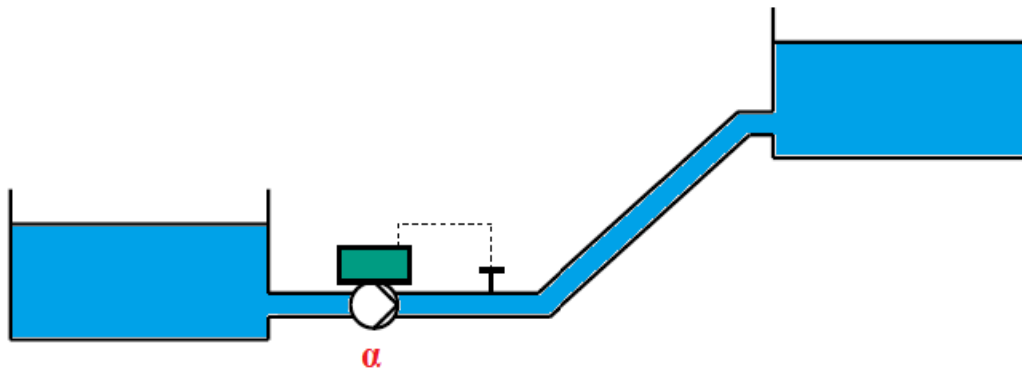
Τα πλεονεκτήματα των ρυθμιστών ταχύτητας είναι τα εξής:

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

3.5 Έλεγχος με P-Constant

Ένα αισθητήριο πίεσης (Εικόνα 22, σημείο α)στέλνει σε ένα μικροελεγκτή την τιμή της πραγματικής πίεσης και αυτός με τη σειρά του μέσω έλεγχο PID συγκρίνει με την επιθυμητή τιμή και κρατάει σταθερή την πίεση οδηγώντας την αντλία. Τα πιεστικά αυτά συστήματα inverter καταργούν τη χρήση πιεζοστατών και μεγάλων δοχείων

διαστολής, αυξάνοντας την άνεση και τις συνθήκες υγιεινής, ενώ παράλληλα μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και τον απαιτούμενο χώρο τοποθέτησης.

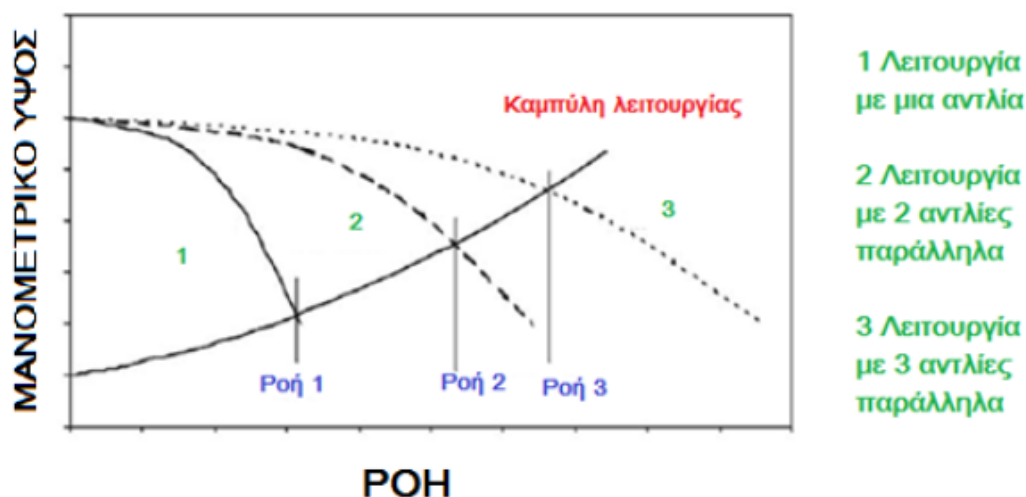


Εικόνα 19: Αντλία με έλεγχο P-CONSTANT

3.6 Εξοικονόμηση με παράλληλη σύνδεση αντλιών

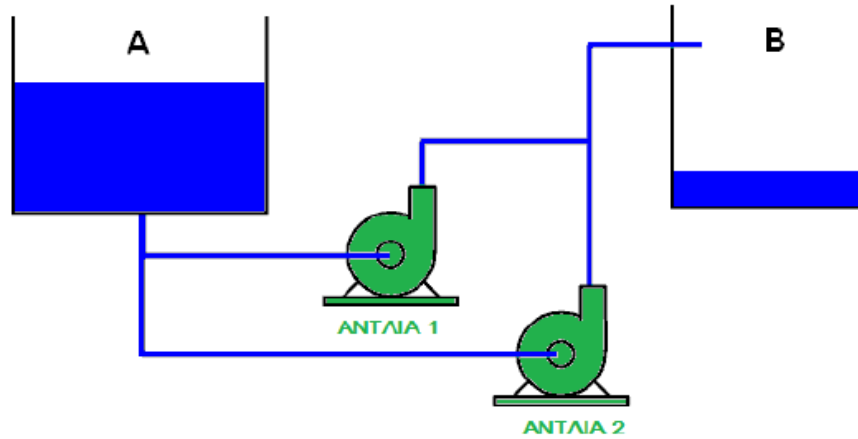
Το κυριότερο πλεονέκτημα αυτής της λύσης έχει να κάνει με την ιδιότητα που μπορούν να προσφέρουν οι πολλαπλές αντλίες. Κάποιες μπορούν να παραμένουν εκτός λειτουργίας σε περιόδους χαμηλής ζήτησης. Χρησιμοποιούνται μόνο όταν το στατικό ύψος φθάνει στο 50% του συνολικού μανομετρικού ύψους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν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

Η καμπύλη λειτουργίας του συστήματος δεν αλλάζει και η ταχύτητα ροής είναι μικρότερη από το άθροισμα των επιμέρους ποσοστών ροής όπως φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 23).



Εικόνα 150: Συγκριτικό διάγραμμα ροής - μανομετρικού ύψους

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα σύνδεσης δύο παράλληλων αντλιών

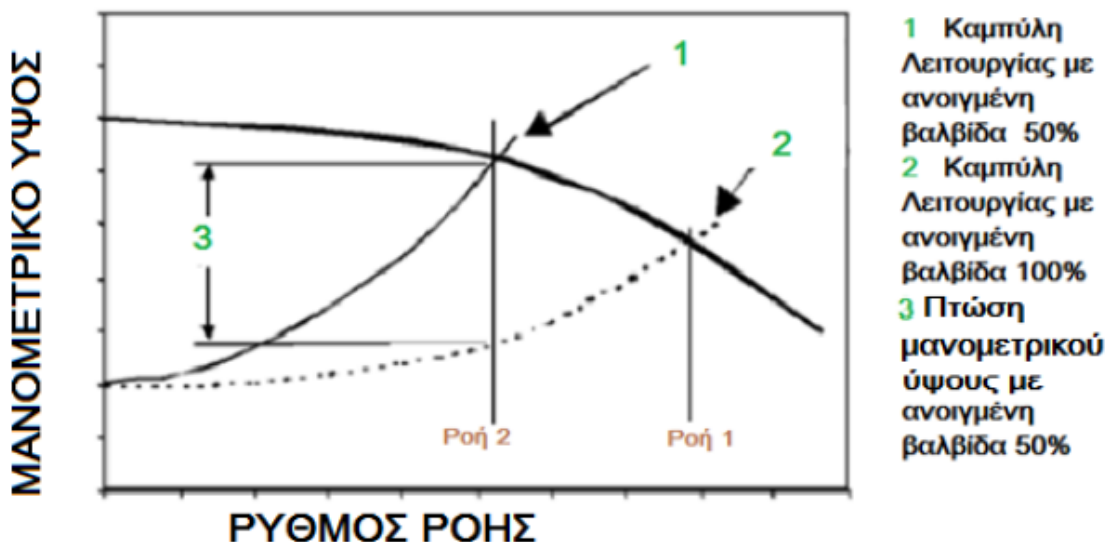


Εικόνα 161: Παράλληλη σύνδεση δύο αντλιών

3.7 Εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου

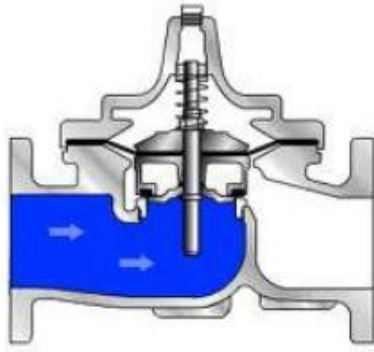
Η βαλβίδα εκροής ή βαλβίδα ροής ελέγχου ανοιγοκλείνει για την μείωση της ροής των υγρών. Παρόλο που η βαλβίδα μπορεί να μειώσει την ροή ύψους δεν μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, αντιθέτως προσφέρει μια επιπλέον κατανάλωση στο σύστημα. Ένα ακόμη αρνητικό στοιχείο που προκαλεί η βαλβίδα είναι ότι οι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

Παρακάτω (Εικόνα 25) παρουσιάζεται το διάγραμμα της σχέσης του ρυθμού ροής με το μανομετρικό ύψος για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις ανοίγματος της βαλβίδας.

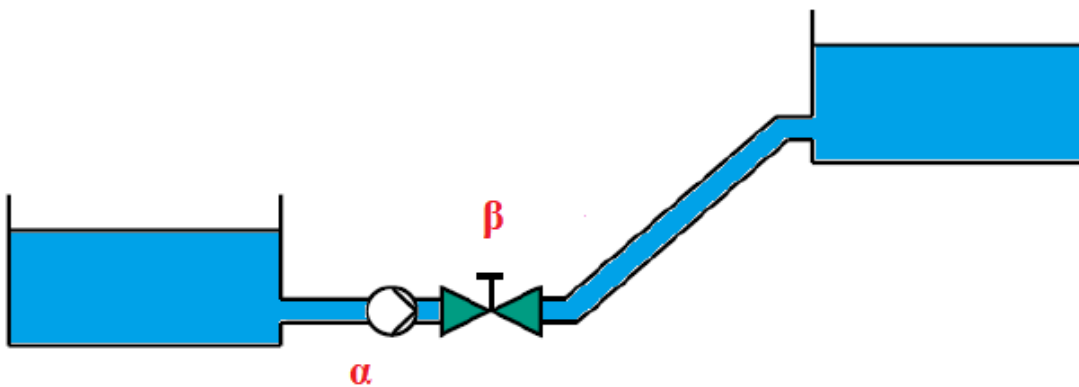


Εικόνα 172: Διάγραμμα ρυθμού ροής – μανομετρικό ύψος

Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 29, 30) φαίνεται η μορφή της βαλβίδας ροής ελέγχου καθώς επίσης και η χρήση της σε ένα κύκλωμα με αντλία.



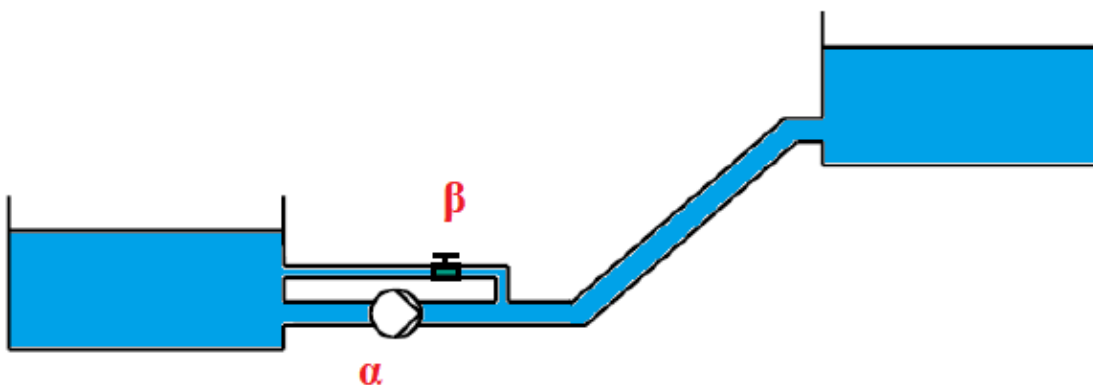
Εικόνα 183: Βαλβίδα ροής ελέγχου



Εικόνα 2419: Κύκλωμα με βαλβίδα ελέγχου όπου (α) αντλία και (β) βαλβίδα ροής ελέγχου

3.8 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.



Εικόνα 2520:Κύκλωμα με γραμμή παράκαμψης όπου (α) αντλία και (β) γραμμή παράκαμψης

3.9 Ενσωμάτωση ελέγχου start/stop και μείωση της λειτουργίας της φτερωτής

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.

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

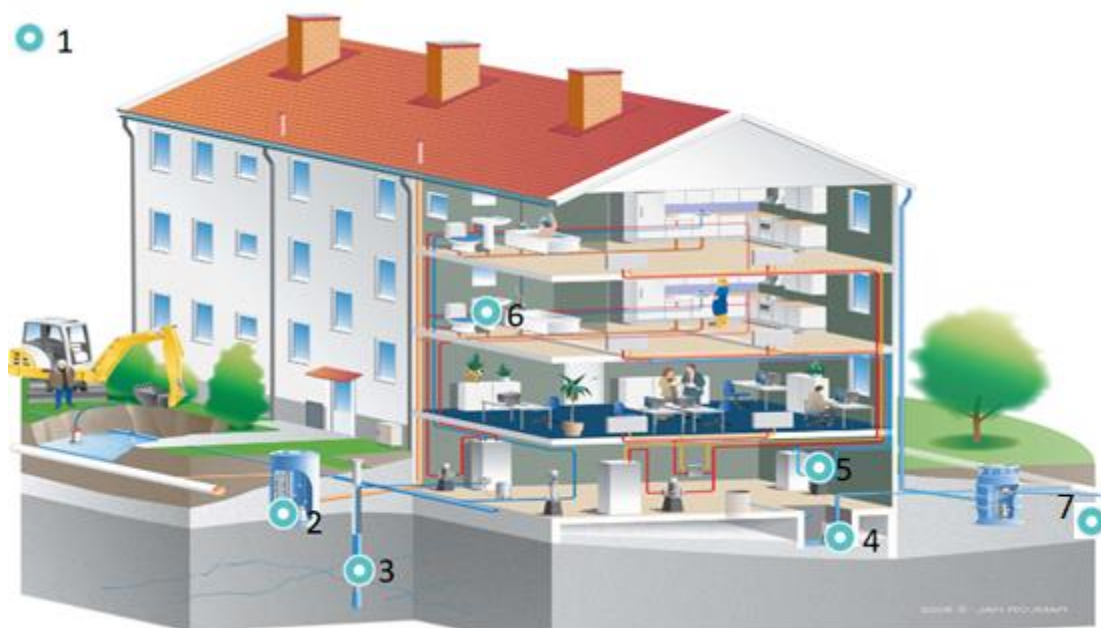
Για να επιτευχθεί η παραπάνω μέθοδος πρέπει να επιλυθούν κάποια ζητήματα όπως:

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Βασικά Στοιχεία Αντλητικού Συστήματος Μικρών Κτιρίων :

4.1.Οικιακό αντλητικό Σύστημα



Εικόνα 26 Οικιακό αντλητικό σύστημα

Στην εικόνα φαίνονται τις κύριες πηγές ανταλλαγής νερού σε ένα οικιακό αντλητικό σύστημα.

1. Παροχή νερού από βρόχινα ύδατα
2. Υδροροή
3. Παροχή νερού από υπόγεια ύδατα
4. Ύδατα από στέγες δρόμους
5. Κλιματισμός
6. Παροχή ζεστού νερού σε κουζίνα-μπάνιο
7. Παροχή νερού από δημόσιο δίκτυο

4.1.1 Παροχή Νερού

Παροχή Q της αντλίας ονομάζεται ο χρήσιμος όγκος υγρού που αποδίδεται στο στόμιο κατάθλιψης της αντλίας στη μονάδα του χρόνου. Εκφράζεται σε m^3/s . Οι διαρροές και ο όγκος υγρού που χρησιμοποιείται για εξισορρόπηση δεν αποτελούν μέρος της παροχής Q .

Σε συνάρτηση με τη χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας της αντλίας διακρίνουμε τις παρακάτω ειδικές έννοιες παροχής:

- Ονομαστική παροχή Q_N , που είναι η παροχή για την οποία η αντλία παραγγέλλεται και ισχύει για λειτουργία της αντλίας με την ονομαστική ταχύτητα n_N , στο ονομαστικό ολικό ύψος H_N και για αντλούμενο υγρό το αναγραφόμενο το συμβατικό υγρό.
- Ελάχιστη παροχή Q_{min} , που είναι η ελάχιστη επιτρεπτή παροχή με την οποία η αντλία μπορεί να λειτουργεί συνεχώς χωρίς να υποστεί βλάβη.
- Μέγιστη παροχή Q_{max} , που είναι η μέγιστη επιτρεπτή παροχή με την οποία η αντλία μπορεί να λειτουργεί συνεχώς χωρίς να υποστεί βλάβη.
- Βέλτιστη παροχή Q_{opt} , που είναι η παροχή στο σημείο μέγιστης απόδοσης στις ονομαστικές στροφές n_N και για το συμβατικό υγρό.

Παροχής μάζας μιας αντλίας είναι το γινόμενο ρQ όπου ρ είναι η πυκνότητα του αντλούμενου υγρού.

Η παροχή μιας αντλίας καθορίζεται από το μέγεθός της, την ταχύτητα του περιστρεφόμενου ή παλινδρομούντος στοιχείου της και το δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένη.

Ο βασικός διαχωρισμός υδάτων της παροχής γίνεται σε δύο κατηγορίες: επιφανειακά και υπόγεια. Σε μερικές χώρες, όπως η Δανία, σχεδόν όλη η ποσότητα πόσιμου ύδατος προέρχεται από την άντληση υπόγειων υδάτων. Ουσιαστικά, τα υπόγεια ύδατα είναι τα αποθέματα γλυκού νερού που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, συνήθως στη στεριά, αλλά και κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας, κοντά στις ακτές. Τα υπόγεια νερά συναντώνται σχεδόν παντού κάτω από την επιφάνεια της γης. Αν και αποτελούν την πιο συνήθως χρησιμοποιούμενη πηγή νερού, μόνο το 50% του πόσιμου νερού στις ΗΠΑ προέρχεται από υπόγεια νερά. Χρησιμοποιείται επίσης για σκοπούς άρδευσης. Στην κατηγορία των επιφανειακών νερών περιλαμβάνονται υδατικά ρεύματα (ρυάκια), ποταμοί, λίμνες, υδάτινοι ταμιευτήρες καθώς και υγροβιότοποι (wetlands). Εξαιτίας του γεγονός ότι τα νερά αυτά συναντώνται στην επιφάνεια μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν. Επίσης, τα επιφανειακά νερά και τα σχετικά οικοσυστήματα συμβάλλουν στην ανάπτυξη ζώης, φυτών ή ζώων.

Το πόσιμο νερό βρύσης συνήθως δεν έχει γεύση, χρώμα ή οσμή. Προέρχεται από ένα πολύπλοκο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, επεξεργασίας και διανομής νερού. Οι εταιρείες ύδρευσης είναι υπεύθυνες για τη διασφάλιση της ασφάλειας του πόσιμου νερού. Παρέχουν επικαιροποιημένες πληροφορίες για την ποιότητα του νερού. Οι λογαριασμοί ύδρευσης και οι ιστοσελίδες των εταιρειών αυτών συνήθως αναφέρουν τις πληροφορίες αυτές. Επιπλέον, οι εταιρείες χρεώνουν για την κάλυψη των εξόδων παροχής ενός εξαιρετικού προϊόντος. Αλλά και η σπατάλη του νερού κοστίζει.

Το νερό που φτάνει στις μονάδες επεξεργασίας νερού είναι ακατέργαστο. Περιέχει διάφορα στερεά (κλαδιά, χώμα, λάσπη), που έχει παρασύρει κατά το πέρασμά του, όπως επίσης μικρόβια και μικροοργανισμούς, που δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι. Το νερό με την επεξεργασία στην οποία υποβάλλεται (εσχάρωση, κροκίδωση, καθίζηση, διύλιση, απολύμανση), απαλλάσσεται από τα παραπάνω στοιχεία.

Στις μονάδες επεξεργασίας νερού ακολουθείται η παρακάτω αλληλουχία σταδίων για την επεξεργασία του νερού:

1ο στάδιο: Προσθήκη χλωρίου (απολύμανση) Με την προχλωρίωση θανατώνονται τα μικρόβια που υπάρχουν στο νερό και διευκολύνεται η μετέπειτα επεξεργασία του.

2ο στάδιο: Προσθήκη θεικού αργιλίου (κροκίδωση) Το διάλυμα του θεικού αργιλίου βοηθάει τα στερεά σωματίδια που υπάρχουν μέσα στο νερό να συσσωματωθούν μεταξύ τους και, αφού αποκτήσουν μεγαλύτερο βάρος, να κατακαθίσουν. Η όλη διαδικασία ονομάζεται κροκίδωση. Η κροκίδωση προκαλείται είτε με μηχανικά μέσα (αναδευτήρες) είτε με υδραυλικά μέσα (με το στροβιλισμό του νερού από την πρόσκρουσή του στα τοιχώματα των ειδικών δεξαμενών).

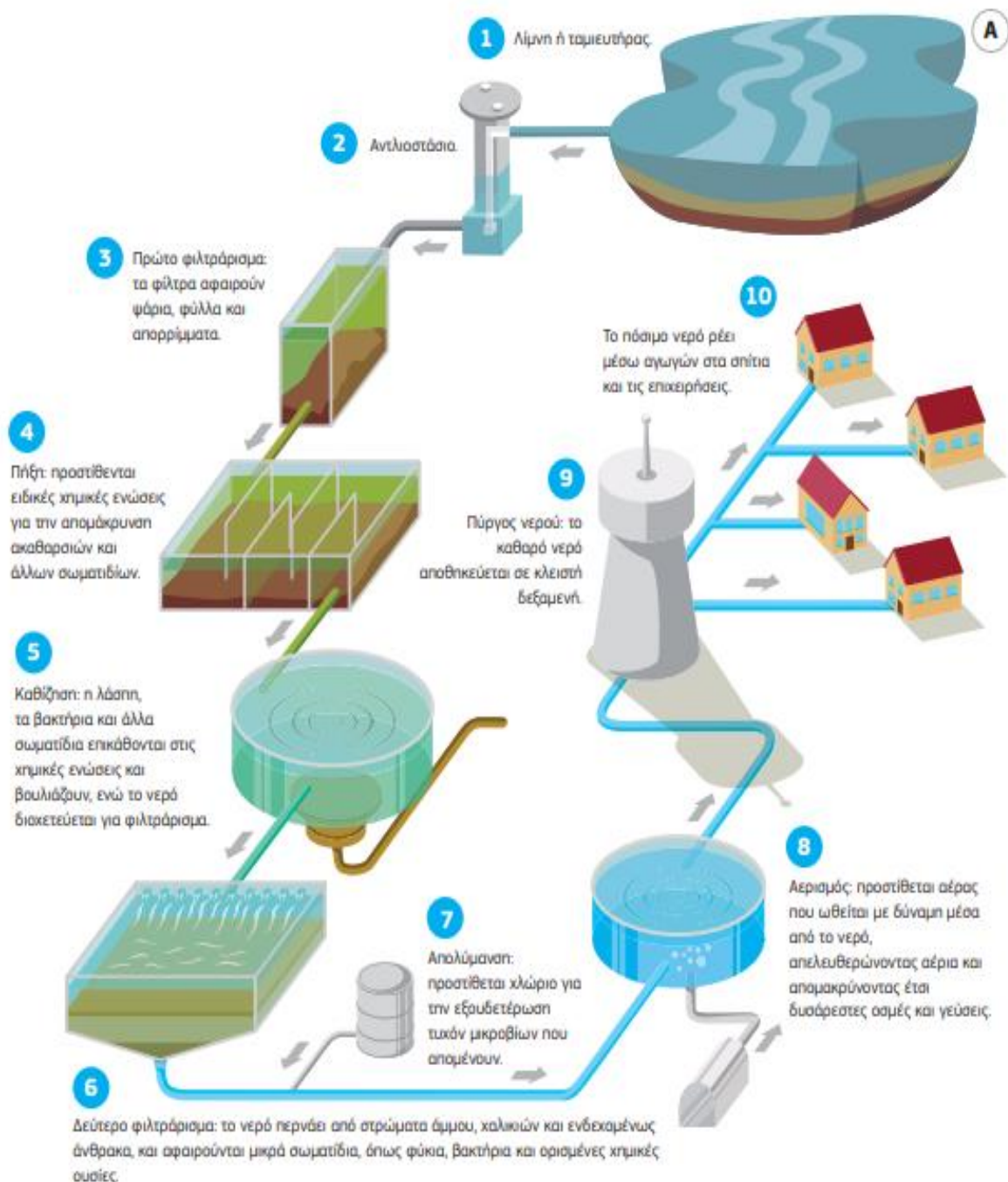
3ο στάδιο: Καθίζηση Μετά την κροκίδωση τα συσσωματωμένα στερεά (κροκίδες) καθιζάνουν στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης. Με αυτόν τον τρόπο το νερό καθαρίζεται σε ποσοστό 80%.

4ο στάδιο: Φίλτραση Τα πολύ ελαφρά σωματίδια, που δεν καθιζάνουν (σε ποσοστό 20%), κατακρατούνται σε ειδικά αμμόφιλτρα, από τα οποία το νερό βγαίνει πια καθαρό για να δοθεί στην κατανάλωση.

4ο στάδιο: Μεταχλωρίωση Εφόσον η προχλωρίωση δεν είναι ικανοποιητική, προστίθεται συμπληρωματικά χλώριο κατά την είσοδο του νερού στις κλειστές δεξαμενές αποθήκευσης και πριν την είσοδό του στο δίκτυο ύδρευσης.

Πύργοι ή Δεξαμενές: Βρίσκονται μέσα στην πόλη και ο σκοπός τους είναι να αποθηκεύουν νερό για την ημερήσια κατανάλωση και να διατηρούν σταθερή την πίεση στην βρύση.

Υπόγειο δίκτυο: Το νερό μεταφέρεται με υπόγειους αγωγούς. Παλαιότερα οι αγωγοί ήταν μεταλλικοί, πλέον είναι πλαστικοί. Όσο παλαιότεροι είναι οι αγωγοί τόσο περισσότερο νερό διαρρέει και χάνεται στο έδαφος. Παλιοί αγωγοί, επίσης, σπάνε και το νερό πετάγεται στην επιφάνεια. Μετρητές: καταγράφουν σε κυβικά μέτρα την οικιακή κατανάλωση, πριν το νερό περάσει από τις σωληνώσεις και διανεμηθεί στις βρύσες του σπιτιού.



Εικόνα 27 Κύκλος παροχής νερού

4.1.2 Οικιακά Λύματα

Χρησιμοποιούνται αντλίες για την άντληση των οικιακών λυμάτων που περιέχουν ινώδη υλικά και στερεά. Το καζανάκι μπορεί να τοποθετηθεί είτε στο κτίριο είτε κοντά. Τα οικιακά λύματα παράγονται από τις ανάγκες των ανθρώπων όπως η αφόδευση, η χρήση του μπάνιου, η προετοιμασία του φαγητού κ.α. Κατά μέσο όρο παράγονται 180 - 300 λίτρα ανά άτομο κάθε ημέρα.

Όλα αυτά τα ακάθαρτα ύδατα που φεύγουν από τις τουαλέτες, τους νιπτήρες και τους νεροχύτες μας και μερικά που δεν είναι και τόσο ακάθαρτα. Δεν πάνε απευθείας στο πλησιέστερο υδάτινο ρεύμα, ποτάμι ή παραλία. Ο κύκλος των λυμάτων ξεκινάει στους οχετούς και τις αποχετεύσεις και συνεχίζεται σε αυτό το κάπως δύσσομο μέρος στην άκρη της πόλης: τη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Αυτή η κυψέλη δραστηριότητας λειτουργεί 24 ώρες το 24ωρο, υλοποιώντας μια σειρά από έξυπνες διαδικασίες που ξεφορτώνονται όλα τα βρωμερά στοιχεία. Το νερό, αφού καθαριστεί, μπορεί να διοχετευτεί στο περιβάλλον χωρίς τον κίνδυνο εξάπλωσης ασθενειών ή καταστροφής φυτών και ζώων.

Τα ποτάμια και η θάλασσα καθαρίζουν με φυσικό τρόπο περιορισμένη ποσότητα οργανικών αποβλήτων —κόπρανα και υπολείμματα τροφής— καθώς αυτά είναι βιοδιασπώμενα και υπόκεινται σε επεξεργασία από βακτήρια και μικροοργανισμούς. Τα προβλήματα ξεκινούν όταν υπάρχουν περισσότερα οργανικά απόβλητα από όσα μπορούν να υποστούν επεξεργασία χωρίς επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Αυτό ισχύει στη σύγχρονη κοινωνία: πολλοί από εμάς ζούμε σε πυκνοκατοικημένες περιοχές με περιορισμένη πρόσβαση σε πηγές γλυκού νερού. Γι' αυτό είναι απαραίτητη η επεξεργασία των υδάτων.

Η επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων είναι σχετικά απλή: απαιτείται μόνο η διάσπασή τους από τα φιλικά βακτήρια. Ωστόσο, πολλά λύματα περιέχουν επιμολυντές της σύγχρονης κοινωνίας που διοχετεύονται στους οχετούς από τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά. Συχνά, τα δείγματα πόσιμου νερού περιέχουν ίχνη φαρμακευτικών ουσιών όπως αντιβιοτικά και ιβουπροφαίνη. Αυτό δημιουργεί αυξανόμενο προβληματισμό για τον μακροπρόθεσμο αντίκτυπο στην υγεία των ανθρώπων και άλλων ζώων, για να μην αναφέρουμε τον κίνδυνο των «υπερ-ιών» που έχουν αναπτύξει αντοχή στα αντιβιοτικά.

Παράλληλα, τα βαρέα μέταλλα δεν είναι βιοδιασπώμενα και συσσωρεύονται στα ιζήματα των ποταμών, τα φυτά, τα έντομα και τα ψάρια. Αυτά μπορούν να αναπτύξουν τοξικότητα για τα ζώα και τους ανθρώπους. Ιδανικά, θα πρέπει να αποτρέψουμε την είσοδο των βιομηχανικών ρύπων στις αποχετεύσεις και, στα σπίτια μας, να χρησιμοποιούμε τα φάρμακα, τα οικιακά και κηπευτικά προϊόντα υπεύθυνα, ώστε να περιορίσουμε την ποσότητα χημικών ουσιών που φτάνει στους οχετούς και τελικά στο έδαφος. Η εναλλακτική λύση, δηλαδή η τελική επεξεργασία για την αφαίρεση των ουσιών αυτών από τα λύματα, είναι πιο ακριβή και δεν είναι πάντοτε επιτυχής.

Όπου είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτό, τα νοικοκυριά στην Ευρώπη συνδέονται με ένα σύστημα αποχέτευσης και μια μονάδα επεξεργασίας.

Σε περιοχές χωρίς δημοτικό δίκτυο αποχέτευσης και επεξεργασίας, τα λύματα είτε συγκεντρώνονται σε σηπτική δεξαμενή πριν μεταφερθούν σε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, είτε διοχετεύονται σε τοπικό μεμονωμένο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων πριν από την εκκένωση του επεξεργασμένου νερού σε ποτάμια ή μέσω του εδάφους στα υπόγεια ύδατα.

Οι εγκαταστάσεις αποχετεύσεων περιλαμβάνουν την αποχέτευση ακαθάρτων λυμάτων και ομβρίων. Οι εγκαταστάσεις αποχετεύσεων θα κατασκευασθούν σύμφωνα με τις διατάξεις των ακολούθων κανονισμών:

- ΤΟΤΕΕ 2412/86, Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα: Αποχετεύσεις
- Απόφαση Ε1β/221 της 22,01/24,02,64 (ΦΕΚ 138 Β') ‘‘ Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων’’
- ΚΥΑ 14097/757- ΦΕΚ3346Β- 14/12/2012

Τα ακάθαρτα λύματα προέρχονται από τις λεκάνες WC νιπτήρες, ουρητήρια, σιφόνια δαπέδου και θα οδηγηθούν με βαρύτητα ή όπου χρειάζεται με αντλιοστάσια μέσω εξωτερικού δικτύου σε μονάδα βιολογικού καθαρισμού αν δεν υπάρχει δίκτυο αποχέτευσης της πόλης.

Ένας από τους πιο συνηθέστερους τρόπους οδήγησης των ακαθάρτων λυμάτων είναι οι αντλίες λυμάτων τύπου ‘‘βάτραχος’’. Οι αντλίες αυτές είναι υποβρύχιες και περιλαμβάνονται από μία φτερωτή και μια κινητήρια μηχανή που την κινεί, μπορεί να είναι είτε μονοφασικές είτε τριφασικές. Επίσης αυτές οι αντλίες έχουν έναν φλοτεροδιακόπτη ο οποίος ενεργοποιείται όταν η στάθμη φτάσει στο επιθυμητό σημείο εκκένωσης του βόθρου.

Για το πότε ένα WC θα χρειαστεί ένα αντλιοστάσιο εξωτερικού δικτύου εξαρτάται από το επίπεδο στο οποίο είναι κατασκευασμένος ο χώρος. Προφανώς όταν η αποχέτευση δεν είναι στο ίδιο επίπεδο με τον χώρο του WC θα χρειαστεί ένα σύστημα που να οδηγεί τα λύματα προς την αποχέτευση της πόλης ή στη μονάδα βιολογικού καθαρισμού (π.χ. ξενοδοχεία).



Εικόνα 28 Αντλία λυμάτων

- Χώρος υγιεινής σε υπόγειο επίπεδο: Όταν ο χώρος του WC είναι κατασκευασμένος στο υπόγειο τότε δεν βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την αποχέτευση κι έχει μεγάλη διαφορά στάθμης έτσι θα χρειαστεί να κατασκευαστεί φρεάτιο πτώσης με δυνατότητα καθαρισμού στο οποίο θα υπάρχει αντλία λυμάτων.

- Χώρος υγιεινής σε ισόγειο επίπεδο: Όταν ο χώρος του WC είναι στο ισόγειο επίπεδο τότε η εγκατάσταση αποχέτευσης γίνεται ως εξής: Οι οριζόντιες σωληνώσεις του δικτύου, απλής ή πολλαπλής σύνδεσης και συλλεκτήριες, θα τοποθετούνται με ομαλή και κατάλληλη κλίση ώστε να επιτυγχάνεται η εύκολη απορροή των λυμάτων και να εξασφαλίζεται ο αυτοκαθαρισμός του δικτύου. Η κλίση των οριζοντίων σωληνώσεων θα είναι σύμφωνη με τα καθοριζόμενα στον << πιν. 6: Κλίσεις>> της TOTEE 2412/86 και δεν θα υπερβαίνει το 5%. Σ' αυτήν την περίπτωση μπορούμε να αποφύγουμε την αντλία λυμάτων και να εξοικονομήσουμε ενέργεια.
- Χώρος υγιεινής σε ανώγειο επίπεδο: Χώρος WC ο οποίος βρίσκεται σε υψηλότερο επίπεδο από την αποχέτευση έχει την εκμετάλλευση της φυσικής ροής οπότε τα ακάθαρτα λύματα θα οδηγηθούν στην αποχέτευση χωρίς την παρέμβαση τους μέσα από φρεάτιο και αντλίας λυμάτων.

4.1.3 Υπόγεια Εισροή Νερού

Πλεονεκτήματα

- Δεν είναι απαραίτητη η κατασκευή ταμιευτήρων, αφού οι υδροφορείς πρακτικά συμπεριφέρονται ως ταμιευτήρες υπηρετήσας εξίσωσης
- Πολλές φορές οι υδροφορείς αναπτύσσονται κάτω από τις εκτάσεις όπου γίνεται η κατανάλωση του νερού, οπότε αποφεύγεται η κατασκευή μεγάλων έργων μεταφοράς
- Οι γεωτρήσεις εκμετάλλευσης των υπόγειων νερών μπορούν να κατασκευάζονται και να λειτουργούν αυτόνομα και ανεξάρτητα, κάτι που ευνοεί τη σταδιακή ανάπτυξη του συστήματος εκμετάλλευσης
- Κατά κανόνα η ποιότητα του υπόγειου νερού είναι καλύτερη από αυτήν του επιφανειακού

Σημαντικό μειονέκτημα της εκμετάλλευσης των υπόγειων νερών είναι η απαραίτητη άντληση του νερού, συχνά από μεγάλα βάθη, η οποία συνεπάγεται σημαντική ενεργειακή, άρα και οικονομική, επιβάρυνση. Έτσι, για μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη υδατικών πόρων, το συνολικό κόστος κατασκευής και λειτουργίας των έργων εκμετάλλευσης υπόγειου νερού διαμορφώνεται σε πολύ μεγαλύτερα επίπεδα από τα αντίστοιχα των έργων εκμετάλλευσης επιφανειακού νερού.

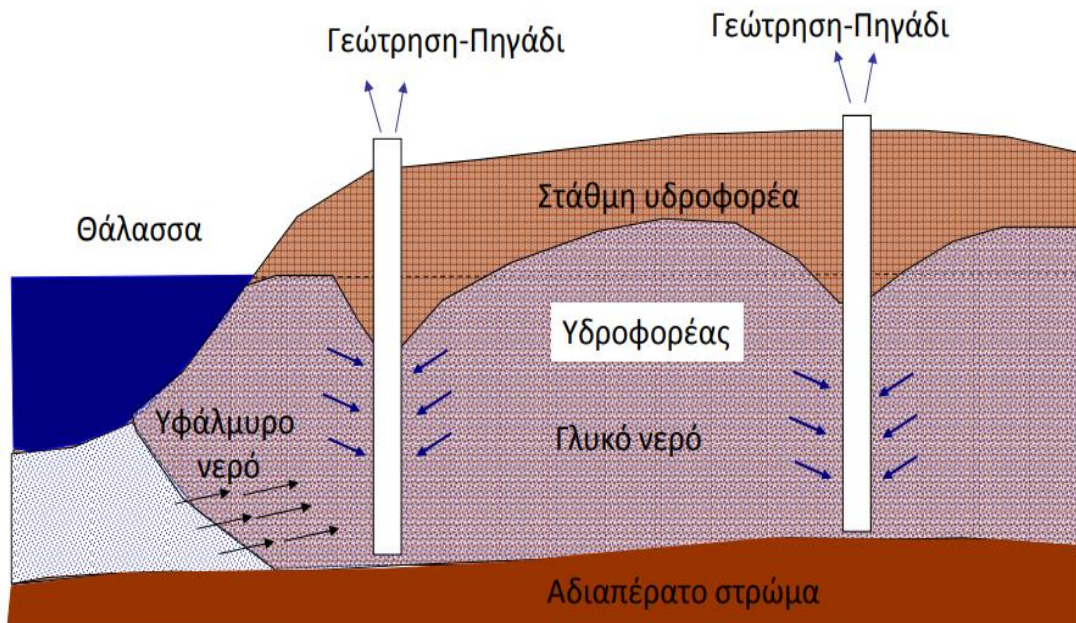
Υπάρχουν συνέπειες της βραδείας κίνησης των υπόγειων υδάτων καθώς,

- η τροφοδοσία των επιφανειακών υδάτινων σωμάτων από τα υπόγεια νερά γίνεται με ομαλούς, σχεδόν ομοιόμορφους ρυθμούς, σε αντίθεση με τους έντονα μεταβαλλόμενους και διαλείποντες ρυθμούς της πλημμυρικής απορροής.
- Από διαχειριστική άποψη, τα υπόγεια υδάτινα σώματα μπορούν να θεωρηθούν ως φυσικοί ταμιευτήρες, πλησιάζοντας ως προς τη συμπεριφορά τους τις φυσικές και τεχνητές επιφανειακές λίμνες.
- Η ρύπανση των υπόγειων νερών εξελίσσεται με ιδιαίτερα βραδείς ρυθμούς με αποτέλεσμα, η κακή διαχείρισή τους να οδηγεί πολλές φορές σε πρακτικώς μη αναστρέψιμα αποτελέσματα.

Δυσκολίες στην μελέτη των υπόγειων νερών λόγω της έντονης γεωγραφικής μεταβλητότητας (ανομοιομορφία) και ανισοτροπίας των χαρακτηριστικών των υδροφορέων, της δυσχέρειας ακριβούς γνώσης τόσο της γεωμετρίας, όσο και των χαρακτηριστικών των υδροφορέων και της ανάπτυξης των υπόγειων ροών σε δύο ή τρεις χωρικές διαστάσεις, σε αντίθεση με την κατά κανόνα μονοδιάστατη εικόνα των επιφανειακών ροών.

Οι επιπτώσεις στην εκμετάλλευση των υπόγειων νερών

- Η άντληση υπόγειου νερού σε νησιωτικές και παράκτιες περιοχές μετακινεί τη διεπιφάνεια που σχηματίζεται ανάμεσα στο υπόγειο γλυκό νερό και το νερό της θάλασσας. Το τελευταίο προωθείται προς την ξηρά και στη συνέχεια αντλείται ποιοτικά υποβαθμισμένο (υφαλμύριση) ή ακόμη και θαλασσινό νερό. Η επαναφορά στην προϋπάρχουσα κατάσταση μπορεί να διαρκέσει πολλά χρόνια.
- Ανάλογα φαινόμενα παρατηρούνται σε υδροφορείς που γειτνιάζουν με άλλους υδροφορείς που περιέχουν νερό χαμηλότερης ποιότητας ή μολυσμένο.
- Η ταπείνωση της στάθμης των φρεάτιων υδροφορέων και η αφαίρεση σημαντικών ποσοτήτων νερού από περιορισμένους υδροφορείς μπορεί να προκαλέσει καθιζήσεις.
- Η ταπείνωση της στάθμης των φρεάτιων οριζόντων ή της πίεσης των περιορισμένων υδροφορέων αυξάνει το κόστος άντλησης σε γραμμική αναλογία
- Η ταπείνωση ενός φρεατίου υδροφορέα από μία γεώτρηση μπορεί να οδηγήσει γειτονικές αβαθέστερες γεωτρήσεις σε αστοχία, δημιουργώντας ουσιαστικά και νομικά προβλήματα.
- Η μείωση της επιφανειακής ή υπόγειας τροφοδοσίας των λιμνών και των υγροτόπων μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τα οικοσυστήματά τους και να περιορίσει τις απολήψεις νερού από αυτά.
- Η μείωση της εκροής υπόγειου γλυκού νερού προς τη θάλασσα μπορεί να έχει δυσμενείς συνέπειες στα παράκτια οικοσυστήματα.



Εικόνα 29 Αντληση υπόγειου ύδατος

4.1.4 Όμβρια Νερά

Όμβρια νερά είναι τα νερά της βροχής, τα νερά που προέρχονται από το λιώσιμο των χιονιών, τους κήπους, το πλύσιμο των δρόμων και των πλατειών και τα αγροτικά απόβλητα, που προέρχονται από τους αγρούς κατά τις βροχοπτώσεις.

Τα όμβρια νερά από το εσωτερικό των κτιρίων και οικοπέδων διοχετεύονται στο ρείθρο του πεζοδρομίου και οδηγούνται στο δίκτυο όμβριων επιφανειακά. Απαγορεύεται ρητά και συνεπάγεται την επιβολή κυρώσεων, η παροχέτευση των όμβριων υδάτων της οικοδομής στο δίκτυο αποχέτευσης ακαθάρτων.

Σε ειδικές περιπτώσεις, μπορεί, με απόφαση του Διοικητικού Συμβουλίου της ΔΕΥΑ να επιτραπεί ή και να επιβληθεί η σύνδεση των όμβριων νερών του ακινήτου με το δίκτυο ομβρίων ή την κοίτη φυσικών ή τεχνικών ρεμάτων με κατάλληλη κατασκευή. Με την ίδια απόφαση τάσσονται οι όροι κατασκευής και σύνδεσης. Με τον παραπάνω τρόπο είναι δυνατή η αποχέτευση και των καθαρών νερών που προέρχονται από την αποστράγγιση του υπεδάφους.

Σε περίπτωση σύνδεσης των ακινήτων με το δίκτυο όμβριων μπορεί με απόφαση του Διοικητικού Συμβουλίου της ΔΕΥΑΛ να επιβληθεί στους ιδιοκτήτες τέλος σύνδεσης, του οποίου το ύψος και ο τρόπος καταβολής, θα καθορίζεται με την ίδια απόφαση.

4.1.5 Ζεστό νερό και κυκλοφορία νερού χρήσης

Το ζεστό νερό χρήσης είναι πλέον άρρηκτα συνδεδεμένο με το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων και η χρήση του κρίνεται βασική και άκρως απαραίτητη για τον σύγχρονο τρόπο ζωής. Ζεστό νερό χρειαζόμαστε στην κατοικία , τον επαγγελματικό μας χώρο, τη βιομηχανία, το ξενοδοχείο, και όπου υπάρχει καθαρισμένο περιβάλλον συνυφασμένο με συνθήκες υγιεινής. Η ανάγκη για ζεστό νερό χρήσης σε ποσότητα και ποιότητα είναι συνδεδεμένη με το χώρο χρήσης (κατοικία, βιομηχανία , εστιατόρια, ξενοδοχεία, επαγγελματικούς χώρους κ.λπ.) και με χρήση σε μπάνια, κουζίνες, πλυντήρια. κ.ά.

Στη μελέτη για την εκτίμηση των αναγκών μας, τον όγκο και ποιότητα (θερμοκρασία) του ζεστού νερού χρήσης, πρέπει να λάβουμε σαν προσαύξηση 5- 10 % όταν στο υδραυλικό μας δίκτυο διαθέτουμε ανακυκλοφορία ζεστό νερό χρήσης. Επίσης, η μέση κατανάλωση διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή (χειμώνα - καλοκαίρι) και κατά την κουλτούρα των χρηστών κατά 25 – 30 %. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να λάβουμε υπό όψιν είναι η θερμοκρασία στο δίκτυο κρύου νερού – δίκτυο πόλης – γεώτρηση –δεξαμενές σε κλειστό χώρο - δεξαμενές σε ανοικτό χώρο.

Χώρος	Χρήση	Μέση Θερμοκρασία	Μέση Κατανάλωση
Κατοικία	Μπάνιο	44°C	50lit/χρήστη
	Κουζίνα	40°C	30lit/κουζίνα
	Πλυντήριο Ρούχων	45°C	25lit/συσκευή
	Πλυντήριο Πιάτων	45°C	25lit/συσκευή
Ξενοδοχείο 2 αστέρων	Μπάνιο	44°C	50lit/χρήστη
	Κουζίνα	40°C	25lit/κουζίνα
	Πλυντήριο Ρούχων	45°C	20lit/συσκευή
	Πλυντήριο Πιάτων	45°C	20lit/συσκευή
Ξενοδοχείο 3 αστέρων	Μπάνιο	44°C	80lit/χρήστη
	Κουζίνα	40°C	30lit/κουζίνα
	Πλυντήριο Ρούχων	45°C	25lit/συσκευή
	Πλυντήριο Πιάτων	45°C	25lit/συσκευή
Ξενοδοχείο 4-5 αστέρων	Μπάνιο	44°C	100lit/χρήστη
	Κουζίνα	40°C	25lit/κουζίνα
	Πλυντήριο Ρούχων	45°C	20lit/συσκευή
	Πλυντήριο Πιάτων	45°C	20lit/συσκευή
Camping	Μπάνιο	44°C	60lit/χρήστη
	Κουζίνα	40°C	20lit/κουζίνα
	Πλυντήριο Ρούχων	45°C	20lit/συσκευή
	Πλυντήριο Πιάτων	45°C	20lit/συσκευή
Motel	Μπάνιο	44°C	40lit/χρήστη
	Κουζίνα	40°C	20lit/κουζίνα
	Πλυντήριο Ρούχων	45°C	20lit/συσκευή
	Πλυντήριο Πιάτων	45°C	20lit/συσκευή
Σχολεία	ZN.X.	40°C	5lit/μαθητή
Καφέ	ZN.X.	40°C	2lit/πελάτη
Αποδυτήρια	ZN.X.	40°C	20lit/άτομο
Γυμναστήρια	ZN.X.	40°C	30lit/άτομο
Γραφεία	ZN.X.	40°C	5lit/υπάλληλο
Εστιατόρια	ZN.X.	40°C	15lit/πελάτη
Φυλάκες	ZN.X.	44°C	30lit/άτομο
Βιομηχανία	ZN.X.	40°C	10lit/εργαζόμενο
Νοσοκομεία	ZN.X.	44°C	60lit/ασθενή
Εστίες	ZN.X.	44°C	80lit/άτομο
Κτηνοτροφία	ZN.X.	44°C	5-20lit/ζώο

Πίνακας 3. Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης

Ζεστό Νερό Χρήσης μπορούμε να αποκτήσουμε με διάφορα συστήματα λεβήτων, ηλιακής ή ηλεκτρικής ενέργειας, αντιστάσεις, αντλία θερμότητας ή γεωθερμία. Το κάθε σύστημα έχει την δική του εφαρμογή, προσαρμοσμένη στις δυνατότητες του καταναλωτή και τις απαιτήσεις του για ποσότητα και ποιότητα καθώς και τον χώρο που διαθέτει για την εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος. Επίσης, στην ευχέρεια προμήθειας των απαραίτητων καυσίμων, και τέλος την προσαρμοσμένη στο επίπεδο γνώσης λειτουργίας και συντήρησης στο προς επιλογή σύστημα. Ο παρακάτω πίνακας αποτελεί μια συνοπτική παρουσίαση των συστημάτων παραγωγής, με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και συγκριτικές παραμέτρους, όπως το κόστος αγοράς ή χρήσης, ή το ενεργειακό αποτύπμά τους.

<u>ΣΥΣΤΗΜΑ</u>	<u>ΚΑΥΣΙΜΟ</u>	<u>ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ</u>	<u>ΚΟΣΤΟΣ ΧΡΗΣΗΣ</u>
ΛΕΒΗΤΑΣ ΚΑΙ BOILER	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΑΕΡΙΟ-LPG PELLET ΞΥΛΟΥ ΒΙΟΜΑΖΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΕΤΡΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΕΤΡΙΟ ΜΕΤΡΙΟ ΜΕΤΡΙΟ	ΥΨΗΛΟ ΜΕΤΡΙΟ ΥΨΗΛΟ ΧΑΜΗΛΟ ΧΑΜΗΛΟ ΧΑΜΗΛΟ
ΛΕΒΗΤΑΣ Ζ.Ν.Χ.ΜΕ ΚΑΥΣΙΜΟ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΑΕΡΙΟ-LPG PELLET ΒΙΟΜΑΖΑ	ΠΟΛΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΟΛΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ	ΥΨΗΛΟ ΥΨΗΛΟ ΧΑΜΗΛΟ ΧΑΜΗΛΟ
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΗΛΙΑΚΟΣ BOILER-ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ	ΜΕΤΡΙΟ ΜΕΤΡΙΟ ΜΕΤΡΙΟ	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	BOILER ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΑΚΡΙΒΟ ΜΕΤΡΙΟ	ΥΨΗΛΟ ΧΑΜΗΛΟ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟ

Πίνακας 4. Κόστος καυσίμου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης [32]

4.2. Τρόποι σύνδεσης της εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης

4.2.1 Άμεση σύνδεση

Άμεση σύνδεση ονομάζεται η απευθείας σύνδεση της εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης με τον αγωγό σύνδεσης του δικτύου παροχής. Προτέρημα αυτού του συστήματος είναι η εξάλειψη κινδύνων μόλυνσης του νερού. Η άμεση σύνδεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί, εφόσον τηρηθούν οι παρακάτω προϋποθέσεις από πλευράς χαμηλής πίεσης:

- Η διαφορά ταχύτητας ροής στον αγωγό σύνδεσης, όταν εκκινεί ή σταματά κάθε αντλία, δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 0,15m/s και τα 0,50m/s όταν τεθούν όλες οι αντλίες εκτός λειτουργίας.
- Επίσης πρέπει να διασφαλιστεί ότι κατά την εκκίνηση των αντλιών δεν θα μειωθεί περισσότερο από 50% η ελάχιστη πίεση παροχής και ότι θα είναι 1 bar. Κατά τη διακοπή λειτουργίας των αντλιών δεν επιτρέπεται η άνοδος της πίεσης να είναι μεγαλύτερη του 1 bar από την επιτρεπόμενη πίεση του αγωγού σύνδεσης.
- Η κατασκευή εγκαταστάσεων ανύψωσης πίεσης χωρίς πιστικά δοχεία στην πλευρά της τελικής πίεσης επιτρέπεται μόνον εάν οι αντλίες ρυθμίζονται ανεξάρτητα από την πίεση και την παροχή.

4.2.2 Έμμεση σύνδεση

Η έμμεση σύνδεση είναι η σύνδεση της εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης με τον αγωγό παροχής μέσω μιας δεξαμενής αποθήκευσης νερού. Κρίνεται απαραίτητη, μόνον εφόσον δεν μπορούν να τηρηθούν οι προϋποθέσεις για άμεση σύνδεση στην πλευρά της αναρρόφησης.

4.3.3 Μέρη του συστήματος

Κεντρικό δοχείο μιας εγκατάστασης ανύψωσης πίεσης (πιεζοστατικής) αποτελεί το πιεστικό δοχείο ή πιεστική δεξαμενή. Πρόκειται για ένα κλειστό δοχείο που τροφοδοτείται από το κάτω μέρος του με νερό. Καθώς το νερό εισέρχεται στο δοχείο, συμπιέζει τον αέρα που είναι μέσα σε αυτό στο επάνω μέρος του, ελαττώνοντας τον όγκο του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης σύμφωνα με την καταστατική εξίσωση των αερίων. Ουσιαστικά αυτήν την αύξηση της πίεσης εκμεταλλεύεται η εγκατάσταση, προκειμένου να στείλει το νερό στις θέσεις της κατανάλωσης. Τα επί μέρους στοιχεία που συνθέτουν ένα πιεστικό σύστημα είναι τα εξής:

- Μια πηγή τροφοδοσίας νερού, που μπορεί να είναι μια δεξαμενή αποθήκευσης ή και το δίκτυο της ύδρευσης.
- Ένα στεγανό, κλειστό δοχείο, το πιεστικό δοχείο, εντός του οποίου δημιουργείται πίεση με τη συνύπαρξη νερού και αέρα.
- Μια ή δύο αντλίες που αντλούν το νερό από την πηγή και το συμπιέζουν στο πιεστικό δοχείο.
- Μια συσκευή (αεροσυμπιεστής) που τροφοδοτεί στο δοχείο καθαρό φιλτραρισμένο αέρα κάθε φορά που απαιτείται.
- Ένα κατάλληλο σύστημα αυτοματισμού, ώστε να λειτουργεί η εγκατάσταση αποδοτικά, χωρίς την παρεμβολή του ανθρώπινου παράγοντα.



Εικόνα 3021: Πιεστικό συγκρότημα



Εικόνα 3122: Δοχεία διαστολής

4.3.4 Ατομικό πιεστικό συγκρότημα

Συχνά, στην πράξη απαιτείται η εγκατάσταση ενός ατομικού συστήματος ανύψωσης της πίεσης του νερού ύδρευσης είτε σε μονοκατοικία είτε σε υψηλότερους ορόφους. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με τη χρήση ενός πιεστικού συγκροτήματος, το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί σχεδόν παντού και να επιτύχει την επιθυμητή αύξηση πίεσης τόσο από ανυψωμένες ή υπόγειες δεξαμενές, όσο και από δημόσια δίκτυα ύδρευσης. Αυτό το σύστημα διατίθεται με ενσωματωμένο πιεστικό δοχείο, κάτι που σημαίνει ελάχιστη απαίτηση σε χώρο, έχει αυτόματη λειτουργία έναρξης/ παύσης και προσφέρει:

- Εύκολη εγκατάσταση, καθώς το μόνο που απαιτείται είναι η διασύνδεση του στο σύστημα των σωληνώσεων ύδρευσης και η ηλεκτρική τροφοδοσία του μέσω μιας πρίζας.
- Αθόρυβη λειτουργία, καθώς με τη χρήση κάθε υδραυλικού υποδοχέα, η αντλία ξεκινά αυτόματα χωρίς να γίνεται αντιληπτή η πτώση της πίεσης.

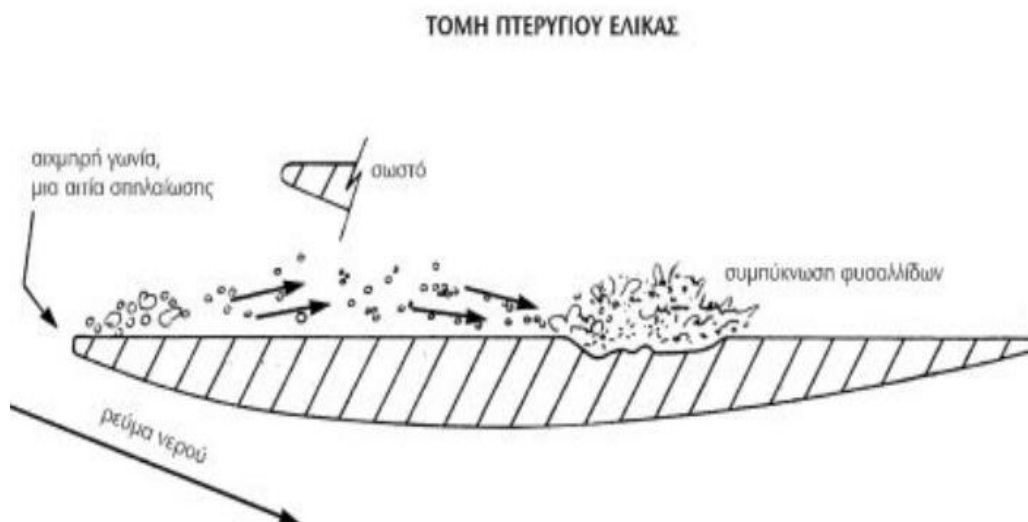
Επίσης είναι εφοδιασμένο με μια διάταξη αυτοματισμού, η οποία εμποδίζει τις συνεχείς εκκινήσεις/παύσεις στην περίπτωση που υπάρχει κάποια μικρή διαρροή στο σύστημα (μια βρύση ή το καζανάκι της τουαλέτας που στάζουν). Επίσης διαθέτει ενσωματωμένη προστασία από ξηρή λειτουργία και, αν για οποιοδήποτε λόγο δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό, τότε η αντλία σταματά αυτόματα.



Εικόνα 3223: Ατομικά πιεστικά συγκροτήματα

4.3.Σπηλαίωση-Συνθήκες αποφυγής σπηλαίωσης

Κατά την κίνηση ενός υγρού σε ένα δίκτυο στο οποίο επενεργεί μια ρευστοδυναμική μηχανή, είναι δυνατό (υπό ορισμένες προϋποθέσεις) να σχηματιστούν φυσαλίδες ατμού του υγρού μέσα στη μάζα του με καταστροφικές συνέπειες για τα υλικά και τη λειτουργία της μηχανής. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται σπηλαίωση (cavitation).



Εικόνα 33 Τομή πτερυγίου έλικας-φαινομενο σπηλαίωσης

Όπως γίνεται κατανοητό ο κίνδυνος εμφάνισης σπηλαίωσης αφορά μόνο στις ροές των υγρών μέσα στις ρευστοδυναμικές μηχανές. Το ανεπιθύμητο αυτό φαινόμενο

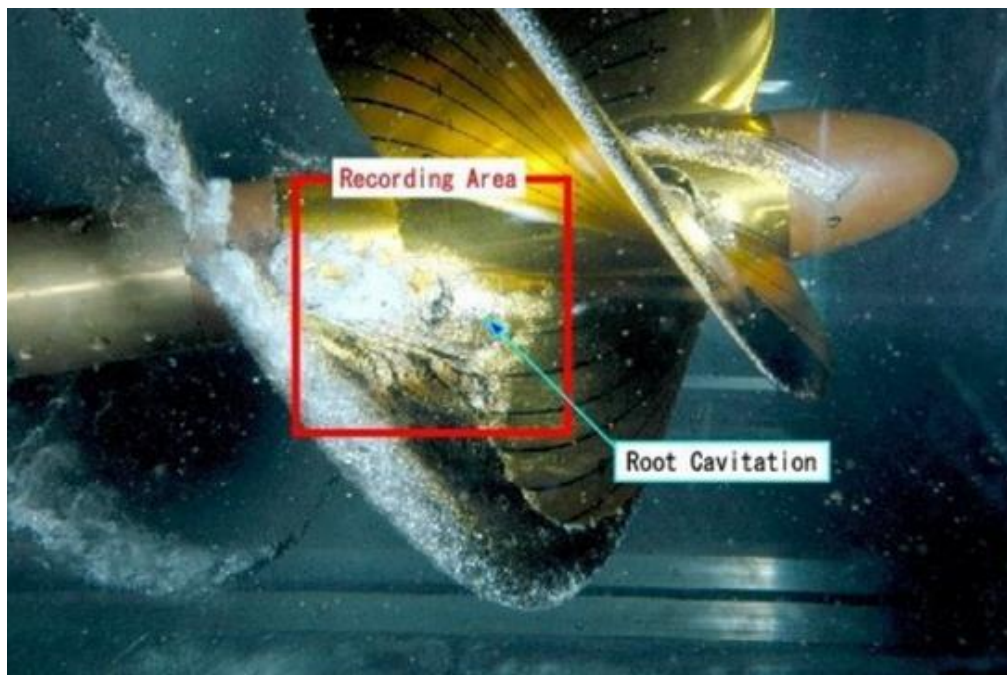
δημιουργείται, όταν σε μία θέση της ροής η στατική πίεση του υγρού γίνεται μικρότερη από την πίεση ατμοποίησης του υγρού, με αποτέλεσμα αυτό να ατμοποιείται, και να παρουσιάζεται στη ροή δεύτερη φάση, που αποτελείται από φυσαλίδες κορεσμένου ατμού. Οι φυσαλίδες αυτές, όταν βρεθούν σε περιοχές υψηλότερης πίεσης, συμπυκνώνονται ταχύτατα και η υγρή φάση που δημιουργείται πάλι προσκρούει με μεγάλη ταχύτητα στις μεταλλικές επιφάνειες των ορίων της περιοχής ανάπτυξης του φαινομένου και δημιουργεί κοιλότητες παραμόρφωσης και αφαίρεσης υλικού. Η συνεχής ανάπτυξη του φαινομένου έχει ως συνέπεια την καταστροφή της μηχανής.

Το φαινόμενο της σπηλαίωσης είναι δυνατόν να εμφανισθεί σε όλες τις ροές υγρών, σε θέσεις του υδραυλικού δικτύου, όπου αναπτύσσονται μεγάλες τιμές της ταχύτητας της ροής με παράλληλη πτώση της στατικής πίεσης, σύμφωνα με το νόμο της ενέργειας. Τέτοιες θέσεις χαμηλής πίεσης στα δίκτυα, που συνορεύουν με στερεά όρια, συναντώνται κυρίως στις ρευστοδυναμικές μηχανές (αντλίες και υδροστροβίλοι) αλλά και σε ειδικά τεμάχια των υδραυλικών κυκλωμάτων, όπως διακόπτες σε συνθήκες στραγγαλισμού της ροής. Υπάρχουν ορισμένες θέσεις της ροής, οι οποίες είναι πολύ ευαίσθητες στην εμφάνιση σπηλαίωσης. Μια κλασική θέση είναι η περιοχή που συνορεύει με την αναρρόφηση της φυγοκεντρικής ή της αξονικής υδραντλίας. Στη θέση αυτή το νερό εισρέει στην αντλία και, όσο πιο χαμηλά είναι η στάθμη άντλησης τόσο πιο χαμηλά πέφτει η στατική πίεση πριν την είσοδο του νερού στην αντλία και ακόμη πιο χαμηλά στην περιοχή αναρρόφησης της πτερωτής. Το θεωρητικό οριακό ύψος άντλησης είναι περί τα 10m στήλης νερού, που ισοδυναμεί με στατική πίεση 1bar στο επίπεδο της στάθμης άντλησης.

Στη γειτονιά των οριακών αυτών καταστάσεων στην αναρρόφηση της αντλίας επικρατεί εξαιρετικά χαμηλή πίεση και ικανοποιούνται οι συνθήκες για την εξάτμιση του νερού και την εμφάνιση της σπηλαίωσης.

Δεδομένου ότι το νερό, διερχόμενο από την πτερωτή, μεταβαίνει σε περιοχές υψηλότερης στατικής πίεσης οι φυσαλίδες του υδρατμού συμπυκνώνονται. Η μικρότερου όγκου υγρή φάση, που δημιουργείται, καταλαμβάνει πολύ μικρότερο όγκο από τις φυσαλίδες. Το κενό, που δημιουργείται, τείνει να καταληφθεί ταχύτατα από το περιβάλλον ρευστό. Το νερό επιταχύνεται καταλαμβάνοντας το κενό και επιβραδύνεται απότομα μετά την κατάληψη όλου του κενού χώρου. Η επιβράδυνση αυτή έχει ως συνέπεια την ανάπτυξη μεγάλης κρουστικής δύναμης, σύμφωνα με το νόμο της ορμής. Η κρουστική δύναμη αναπτύσσεται σε πολύ μικρή επιφάνεια και με μεγάλη συχνότητα. Η σύγκρουση της υγρής φάσης που δημιουργείται με τα μεταλλικά στοιχεία της πτερωτής αλλά και του περιβλήματος έχει καταστροφικές συνέπειες για αυτά και για τις λειτουργικές συνθήκες της αντλίας. Με μια γενικότερη θεώρηση στα υδραυλικά δίκτυα, σύμφωνα με το νόμο της ενέργειας, αν αυξηθεί η ταχύτητα ροής του υγρού, θα μειωθεί η πίεση στο σημείο αυτό του δικτύου. Σε σημεία του δικτύου, όπου η στατική πίεση φθάνει στα όρια της πίεσης ατμοποίησης, δημιουργούνται συνθήκες ατμοποίησης. Όταν οι φυσαλίδες ατμού, που δημιουργούνται, μεταφερθούν σε περιοχή της ροής, στην οποία επικρατεί υψηλότερη πίεση, συμπυκνώνονται με μεγάλη ταχύτητα (σε πολύ μικρό χρόνο), αυξάνεται τοπικά η πίεση και δημιουργούνται συνθήκες πρόσκρουσης του υγρού, με μορφή δέσμης ή κρουστικού κύματος, στις μεταλλικές επιφάνειες της ρευστοδυναμικής μηχανής. Οι κρούσεις αυτές καταπονούν τα μεταλλικά υλικά με έναν ιδιαίτερο τρόπο. Διαδέχονται η μία την άλλη με μεγάλη συχνότητα, προκαλώντας μικρές

κοιλότητες στα μέταλλα της μηχανής με αποτέλεσμα τη μείωση του βαθμού απόδοσης και την καταστροφή της. Καμία ρευστοδυναμική μηχανή δεν κατασκευάζεται, έτσι ώστε να αντέχει σε συνεχή ανάπτυξη του φαινομένου της σπηλαίωσης.



Εικόνα 34 Φαινόμενο σπηλαίωσης

Η σπηλαίωση είναι μηχανική διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών. Οι μηχανισμοί παραμόρφωσης και αστοχίας των μετάλλων και των κραμάτων τους στην επαναλαμβανόμενη κρουστική καταπόνηση επηρεάζονται έντονα από την κρυσταλλική δομή τους και από την ικανότητα απορρόφησης της ενέργειας της κρουστικής φόρτισης χωρίς μακροσκοπική παραμόρφωση. Στα πολυφασικά κράματα το είδος και η διασπορά μιας φάσης ευνοεί, ή όχι, το μηχανισμό της σπηλαίωσης. Η διάβρωση από σπηλαίωση αρχίζει στα όρια των κρυσταλλικών κόκκων και τα καρβίδια είναι οι κόκκοι που φθείρονται πρώτα. Υψηλή αντοχή στη σπηλαίωση παρουσιάζεται σε μέταλλα με μεγάλη σκληρότητα σε συνδυασμό με μεγάλη ολκιμότητα και υψηλή εφελκυστική αντοχή. Τα εξελασμένα μέταλλα έχουν καλύτερη αντοχή στη σπηλαίωση από τα αντίστοιχα χυτά. Όσο η δομή των χρησιμοποιούμενων υλικών είναι ομοιόμορφη και ανθεκτική στη δυναμική καταπόνηση και την μηχανική διάβρωση (για παράδειγμα ορείχαλκος ή ανοξείδωτος χάλυβας ωστενιτικής κρυσταλλικής δομής) τόσο πιο ανθεκτικά είναι αυτά στις καταπονήσεις της σπηλαίωσης. Το αλουμίνιο και οι μαρτενσιτικοί χάλυβες δεν έχουν καλή συμπεριφορά στη σπηλαίωση.

Η συνθήκη αποφυγής της εμφάνισης του φαινομένου της σπηλαίωσης, σε οποιοδήποτε σημείο κάθε ροής, είναι: Η απόλυτη πίεση πρέπει να είναι μεγαλύτερη της πίεσης των κορεσμένων ατμών για τη θερμοκρασία στην οποία ευρίσκεται το ρευστό.

Τα συμπτώματα που εμφανίζουν οι ρευστοδυναμικές μηχανές, που βρίσκονται σε συνθήκες σπηλαίωσης, είναι θόρυβος, κραδασμοί, φθορά των μεταλλικών επιφανειών

και απότομη απώλεια των λειτουργικών χαρακτηριστικών τους (μανομετρικό ύψος, παροχή).

Η σπηλαιώση μπορεί να αντιμετωπίζεται με:

- Ομαλή διαμόρφωση διόδων ροής
- Σωστές αεροτομές πτερυγίων
- Περιορισμένες ταχύτητες του υγρού εντός της αντλίας
- Ελάχιστη πίεση στην πλευρά της αναρρόφησης της αντλίας
- Απουσία αερίων εντός του υγρού

Για να αποφευχθεί η σπηλαιώση στην αναρρόφηση μιας αντλίας πρέπει η πίεση του υγρού σε όλη τη διαδρομή αναρρόφησης να υπερβαίνει την πίεση ατμοποίησης του υγρού στη συγκεκριμένη θερμοκρασία και να γίνει μια κατάλληλη επιλογή αντλίας.

4.4 Βασικοί παράμετροι καθορισμού αντλητικού συστήματος

Ο καθορισμός των διαμέτρων των σωληνώσεων σε μια εγκατάσταση ύδρευσης εξαρτάται κυρίως:

- από τη διατιθέμενη πίεση του δικτύου υδροδότησης
- από τη διαφορά πίεσης την οφειλόμενη στη διαφορά στάθμης λήψεων και σημείου σύνδεσης και στις απώλειες πίεσης από τριβές και αντιστάσεις.
- από την παροχή των πιθανών ταυτόχρονων καταναλώσεων (Παροχή Αιχμής).

Με την προσδιοριζόμενη διάμετρο πρέπει να εξασφαλίζεται μέσα σε προκαθορισμένα όρια ταχύτητας:

- η απαιτούμενη στα σημεία λήψης ποσότητα νερού στη μονάδα του χρόνου
- η απαιτούμενη ελάχιστη πίεση εκροής

Η απαιτούμενη ποσότητα νερού στην εγκατάσταση είναι καθοριστικό μέγεθος για τους υπολογισμούς και εξαρτάται από την απαιτούμενη παροχή σε κάθε λήψη, από τον τρόπο χρησιμοποίησης των οργάνων στις λήψεις και από τον τρόπο λειτουργίας των εγκατεστημένων οργάνων στη μονάδα του χρόνου (sec, hour, day).

Ανάλογα με τον τρόπο χρησιμοποίησης των οργάνων εκροής και λήψης νερού η απαιτούμενη ποσότητα νερού ορίζεται για χρονική διάρκεια δευτερολέπτου ή ώρας. Για όργανα και συσκευές ροής (χωρίς αποθήκευση νερού) η κάλυψη της απαιτούμενης παροχής πρέπει να εξασφαλίζεται ακόμη και για χρησιμοποίηση των λήψεων σε διάρκειες των τάξεων του δευτερολέπτου. Η παροχή αιχμής είναι στις περιπτώσεις αυτές μέγεθος καθοριστικό για τον προσδιορισμό των διατομών των σωληνώσεων. Για όργανα και συσκευές με δυνατότητα αποθήκευσης νερού η κάλυψη της απαιτούμενης παροχής, για στιγμιαίες ανάγκες, εξασφαλίζεται από τη δυνατότητα αποθήκευσης και οι διατομές των σωληνώσεων από τις οποίες τροφοδοτούνται διαστασιολογούνται με βάση την μέγιστη ωριαία απαίτηση.

Απαιτούμενη ποσότητα νερού.

Ο πρωταρχικός σκοπός της εγκατάστασης ύδρευσης ενός κτιρίου είναι η κάλυψη με την απαιτούμενη ποσότητα νερού των αναγκών των διαφόρων υδραυλικών υποδοχέων, των εγκαταστάσεων υγιεινής. Η ποσότητα του νερού εξαρτάται από το είδος του κτιρίου, τις απαιτήσεις των καταναλωτών νερού (επίπεδο ανάπτυξης), τις κλιματολογικές συνθήκες, και τέλος τον εξοπλισμό σε είδη υγιεινής.

Ταυτοχρονισμός της κατανάλωσης νερού.

Η λήψη νερού δεν εξαρτάται γραμμικά από τον αριθμό των θέσεων λήψης και του ρέοντος όγκου μέσα σε ένα κτίριο. Όσο αυξάνεται το πλήθος των υδραυλικών υποδοχέων τόσο μειώνεται η πιθανότητα της ταυτόχρονης λειτουργίας των. Το φαινόμενο αυτό ονομάζουμε « ταυτοχρονισμό » και σ' αυτό στηριζόμαστε για τον υπολογισμό της πραγματικά απαιτούμενης παροχής δηλ. της « Παροχής Αιχμής ».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Μοντελοποίηση-Λογισμικό Διαστασιολόγηση Αντλίας :

5.1. Παράδειγμα υπολογισμού κατάλληλης αντλίας οικιακού αντλητικού συστήματος (θεωρητικής μεθόδου)

Με αρχική θεώρηση την επιλογή ενός συστήματος που αποτελείται από τρεις ορόφους με δύο διαμερίσματα ο κάθε όροφος, πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής εργασίας η διαστασιολόγηση της κατάλληλης αντλίας κατακόρυφου ύψους 8.5 μέτρα, μέσω του ιντερνετικού προγράμματος της εταιρίας xylem.

5.1.1 Βασική θεώρηση χώρου

Σε κάθε διαμέρισμα υπάρχουν τρεις βασικές καταναλώσεις που χρησιμοποιούνται από τους διαμένοντες, αυτές είναι μία παροχή νερού στο χώρο της κουζίνας, και δύο στο χώρο του μπάνιου.

Σε μία πολυκατοικία με 6 διαμερίσματα (τρεις όροφοι με δυο διαμερίσματα ο κάθε ένας με τρία δωμάτια το κάθε διαμέρισμα).

5.1.2 Υπολογισμός απαιτούμενου όγκου νερού

Σύμφωνα με την συνθήκη του μέγιστου ταυτοχρονισμού που προέκυψε μέσα από εμπειρικές μεθόδους η μέγιστη απαραίτητη παροχή αντιστοιχεί στο 65% της μέγιστης συνολικής παροχής ολόκληρου του συγκροτήματος που μελετάται.

Η απαιτούμενη ποσότητα του νερού θα υπολογισθεί από την εξίσωση:

$$V_{hmax} = V_{dmax}/\varphi_h$$

$$\text{Όπου } V_{dmax} = 180 \text{ lt /}\eta\mu \text{ [32]}$$

Ο αριθμός των ενοίκων που θα τροφοδοτηθούν από την εγκατάσταση βρίσκεται από την μέση τιμή πληρότητας των διαμερισμάτων.

Έτσι έχουμε:

Για τα 2 διαμερίσματα των 3 δωματίων 3X2 ένοικοι 6 άτομα

Για τους 3 ορόφους = 3 X 6 = 18 άτομα

τότε

$$\begin{aligned}V_{dmax} &= 180 \text{ lt/ημ} \times 6 \text{ άτομα} \\ &= 3.240 \text{ lt/ημέρα}\end{aligned}$$

Η μέση ωριαία τιμή φ_h για κατοικίες μέχρι 10 διαμερισμάτων είναι $\varphi_h = 6,5$ h/ημ[32]. Η τιμή αυτή δείχνει ότι σύμφωνα με μελέτες το συνολικό μέσο χρονικό διάστημα που η παροχή είναι ανοικτή (δηλαδή τα άτομα θα χρησιμοποιούν το νερό είναι 6,5 ώρες ανά ημέρα). Έτσι για τα 6 διαμερίσματα που έχουμε ανάγκη, η μέγιστη ωριαία απαιτούμενη ποσότητα νερού θα είναι:

$$\begin{aligned}V_{dmax} &= (3.240 \text{ lt/ημ}) / (6,5 \text{ h/ημ}) \\ &= 498.46 \text{ lt/h}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{έχουμε } V_{max} &= 1200 \text{ lt/h} \\ &= 1.2 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

Κατά πρώτη προσέγγιση αυτή θεωρούμε και την παροχή της αντλίας

$$V_{pm} = V_{max}$$

$$= 1200 \text{ lt/h}$$

5.1.3 Δεδομένα εγκατάστασης

Το ύψος κάθε ορόφου και του υπογείου είναι 2,8 μ.

Η μέγιστη πίεση ροής σε κάθε διαμέρισμα είναι 1,5 bar.

Η απώλεια πίεσης στη δυσμενέστερη θέση μετά τον υπολογισμό του δικτύου βρέθηκε $\Delta p_{Rz} = 0,5$ bar.

Η απώλεια πίεσης στην πλευρά κατάθλιψης της αντλίας έδωσε $\Delta p_{ppd} = 0,16$ bar.

Η πιεζοστατική εγκατάσταση τοποθετείται στο υπόγειο.

Το ύψος από τον άξονα της αντλίας μέχρι τη στάθμη νερού που μπαίνει σε λειτουργία η αντλία είναι $b_i = 1,5$ m.

Η συχνότητα εκκινήσεων $i = 20$ ανά ώρα.

Το Δημόσιο δίκτυο εργάζεται με πίεση $P_{\text{vers}} = 4 \text{ bar}$ και επιτρέπεται η σύνδεση μιας εγκατάστασης με πιεστικό δοχείο στη πλευρά της τελικής πίεσης της αντλίας.

5.1. 4 Υπολογισμός απαιτούμενης πίεσης

Η πίεση εκκίνησης αντλίας δίνεται από την εξίσωση:

$$p_e = \Delta p_{\text{geod}} + \Delta p_{Rz} + p_{fe} + 1,0 \text{ bar}$$

$$\text{όπου } \Delta p_{\text{geod}} = h_{\text{geod}} * \rho * g * 10^{-5} \text{ bar}$$

$$= 2 * 2,8 * 1000 * 9,81 * 10^{-5}$$

$$= 0,547 \text{ bar}$$

$$p_e = 0,547 + 0,5 + 1,5 + 1$$

$$= 3,547 \text{ bar}$$

και παίρνουμε $p_e = 3,547 \text{ bar}$.

Επειδή έχουμε διαφορά στις πιέσεις λειτουργίας και σε πιέσεις παύσης

$\Delta p = 1 - 2,5 \text{ bar}$ το μέγεθος σε πίεση παύσης θα είναι:

$$p_a = p_e + \Delta p,$$

οπότε αν πάρουμε $\Delta p = 1,5 \text{ bar}$

Έτσι έχουμε:

$$p_a = p_e + \Delta p$$

$$= 3,547 + 1,5$$

$$= 5,047 \text{ bar}$$

Η ελάχιστη και μέγιστη πίεση της αντλίας από την εξίσωση

$$p_{p\text{min}} = h_1 * \rho * g * 10^{-5} + p_e + \Delta p_d - p_{\text{vers}} \text{ σε bar}$$

$$p_{p\text{max}} = h_2 * \rho * g * 10^{-5} + p_a + \Delta p_d - p_{\text{vers}} \text{ σε bar}$$

όπου $p_{p\text{min}}$ = πίεση της αντλίας για p_e σε bar

$p_{p\text{max}}$ = πίεση της αντλίας για p_a σε bar

h_1 = ύψος του άξονα της αντλίας μέχρι τη στάθμη του νερού που μπαίνει η αντλία σε λειτουργία σε m

h_{sgeod} = το ύψος του άξονα της αντλίας μέχρι τη στάθμη του νερού στο πηγάδι σε m. Εδώ το $h_{\text{sgeod}} = 0$

Δp_d = απώλεια πίεσης λόγω τριβών των σωλήνων και των τοπικών αντιστάσεων στην πλευρά κατάθλιψης της αντλίας σε bar

Δp_s = απώλεια πίεσης λόγω των τριβών στους σωλήνες και τις τοπικές αντιστάσεις στην πλευρά αναρρόφησης της αντλίας σε bar (εδώ = 0)

Δp_{vers} = η πτώση πίεσης στη γραμμή τροφοδοσίας σε bar

p_a = πίεση πτώσης λειτουργίας

p_e = πίεση έναρξης λειτουργίας

Η προπίεση πριν από την αντλία θα είναι από την εξίσωση:

$$p_e - p_v = 0,3 \text{ έως } 1,0 \text{ bar,}$$

$$\text{παίρνουμε } p_e - p_v = 0,5 \text{ bar}$$

$$\text{τότε } p_v = p_e - 0,5$$

$$= 3,547 - 0,5$$

$$= 3,047 \text{ bar}$$

5.1. 5 Υπολογισμός όγκου ωφέλιμων μεγεθών

Ο όγκος του ωφέλιμου νερού θα είναι από τη σχέση:

$$V_N = V_{hmax} / i (1 - V_{hmax} / V_{pm}) \text{ σε lt}$$

$$\text{όπου } V_{hmax} = 498.46 \text{ lt}$$

$$i = 20$$

$$V_{pm} = 1200 \text{ lt}$$

$$V_N = 498.46 / 20 (1 - 498.46 / 1200)$$

$$= 14.57 \text{ lt}$$

$$\text{τότε } V_N = 14.57 \text{ lt}$$

Το ωφέλιμο μέγεθος του πιεστικού δοχείου βρίσκεται από την σχέση:

$$V_{BN} = V_N * (1 / p_v) * (p_a - p_e) / (p_a - p_e)$$

Και επειδή έχουμε το $p_v = 3,047$

$$V_{BN} = 14.57 (1 / 3.047) * (5.0478 * 3.547) / (5.047 - 3.547)$$

$$= 57 \text{ lt}$$

Τότε το πραγματικό μέγεθος του πιεστικού δοχείου θα ληφθεί από τη σχέση:

$$V_B = V_{BN} * \psi_\tau$$

Ο συντελεστής νεκρού χώρου για

$$V_{BN} = 57 \text{ lt}$$

$$\text{είναι } \psi_\tau = 1,3$$

τότε

$$V_B = 57 \times 1,3$$

$$= 74.1 \text{ lt.}$$

Από το DIN 4810 διαλέγουμε ένα πιεστικό δοχείο με $V_B = 150 \text{ lt}$ συνολικό όγκο. Ο όγκος του απαιτούμενου αέρα V_L (σε l/min) δίνεται από την σχέση:

$$V_L = (V_{BN}/t) * (p_e/p_o)$$

Εδώ

$P_e =$ πίεση εκκίνησης

$t =$ χρόνος μεταφοράς σε min,

εδώ $t = \text{min}$ ή αλλιώς $t = 3*60=180 \text{ sec}$

$$\text{εδώ } P_v = = 3,047 \text{ bar}$$

$$P_o = 1$$

ενώ $V_{RN} =$ ωφέλιμος όγκος δοχείου

και

$$V_L = (57/180) * (3,547/1) \\ = 1,123 \text{ lt/sec}$$

5.1. 6 Υπολογισμός ισχύος αντλίας και ηλεκτρικού κινητήρα

Η ισχύς της αντλίας θα δίνεται από τη σχέση :

$$N_P = (V_{pm} * P_{pmax}) / (10 * n_p) \\ = 2.5 * 1.747 / 10 * 0.6 \\ = 0.728 \text{ σε kW}$$

Η ισχύς του κινητήρα παίρνεται από τη σχέση :

$$N_m = N_P / n_m \\ \text{Για } n_m = 0,7 \text{ έχουμε :}$$

$$N_m = 0.728 / 0,7$$

$$= 1.04 \text{ KW}$$

5.2. Παράδειγμα υπολογισμού κατάλληλης αντλίας οικιακού αντλητικού συστήματος μέσω διαδικτυακού προγράμματος (xylem)

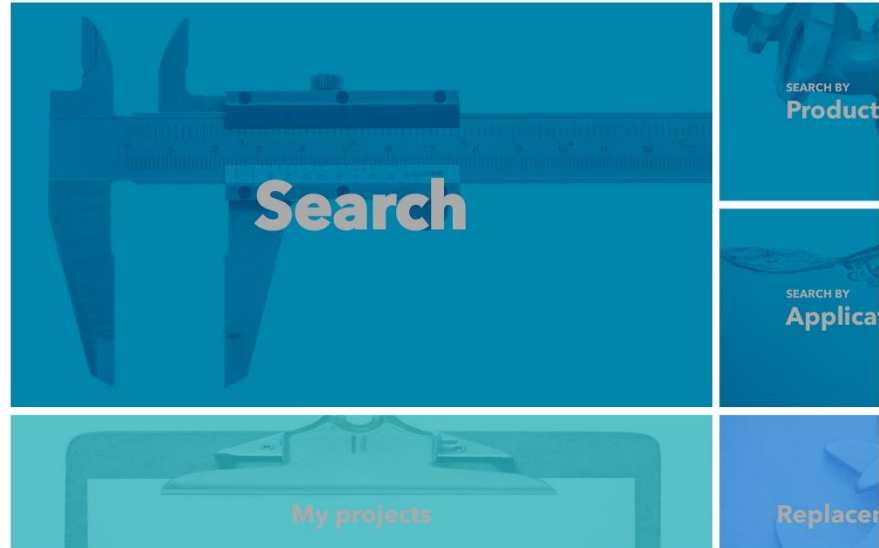
Το λογισμικό που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία διατίθεται ιντερνετικά στους χρήστες μέσω της εταιρείας xylem, στην ιστοσελίδα της εταιρίας www.xylem.com, είναι δωρεάν και δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να διαστασιολογήσει και να επιλέξει την κατάλληλη αντλία. Δεν χρειάζεται εγκατάσταση στον υπολογιστή μας. Το μόνο που χρειάζεται είναι μια εγγραφή με το email μας, που μας παρέχει την δυνατότητα αποθήκευσης και των παλαιότερων υπολογισμών μας. Παρακάτω ακολουθεί η διαδικασία λειτουργίας του προγράμματος.

Good evening

 Please give your login name or

 Password

[Log on](#)
 Remember me

[Forgot?](#)


Copyright © 2019 Xylem Inc. All rights reserved. Terms & Conditions, Privacy Policy and Cookies.

www.xylect.com/bin/Xylect.dll?RQID=E045943CBA174625A49FA49D23D0E0D6&IS_NEXTPAGE=bodyHome&L_LGG=ENGLISH&IS_SESSION=8634D9F99E5342197CB8A8E4909A9C1243F05AC2

1/1

Εικόνα 35: Αρχική σελίδα ιντερνετικού προγράμματος

5.2. 1 Σκοπός του προγράμματος

Σκοπός του προγράμματος είναι με την εισαγωγή δεδομένων ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε κατάστασης να αποδίδει ένα σύνολο αντλιών που να ικανοποιούν την αρχική ζήτηση.

Αρχικά ως δεδομένα εισόδου είναι

- η συνολική ροή ,
- το μανομετρικό ύψος ,
- το στατικό ύψος,
- τα χαρακτηριστικά του ρευστού (το είδος του ρευστού, την θερμοκρασία του, την πυκνότητα του, το δυναμικό ιξώδες) ,
- είδος του συστήματος με βάση τον αριθμό των αντλιών.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα εισόδου προκύπτει ένα σύνολο αντλιών του ταιριάζουν. Το πρόγραμμα παρέχει πληροφορίες για κάθε αντλία σε συγκεντρωτικούς πίνακες για να υπάρχει δυνατότητα συγκρίσεως που θα οδηγήσουν στην τελική απόφαση.

Οι πληροφορίες αυτές είναι

- η δυνατότητα παροχής,
- η ειδική ενέργεια,
- ο βαθμός απόδοσης,
- η ροπή,

- η ισχύς
- η εξωτερική διάμετρος.

Επιπλέον, μεγάλο πλεονέκτημα του προγράμματος είναι ότι εκτός των άλλων πληροφοριών μπορεί να εξάγει και το ενεργειακό κόστος της εκάστου αντλίας. Αυτό προκύπτει έπειτα από την εισαγωγή των δεδομένων (τις ώρες του χρόνου που θα λειτουργεί η αντλία, τα χρόνια που θα λειτουργεί το κόστος του καυσίμου και της κιλοβατώρας).

Άλλο πλεονέκτημα του προγράμματος είναι η παροχή γραφημάτων στον χρήση με τα δεδομένα της κάθε αντλίας αλλά και συνδυασμού αντλιών, που εξυπηρετεί πλέον και γραφικά στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τέλος, για κάθε αντλία μπορεί το πρόγραμμα παρέχει το τεχνικό φυλλάδιο στο οποίο φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κάθε αντλίας (προπέλας, κινητήρα, διαστασιολόγηση, γράφηματα).

The screenshot shows the 'Size a pump' interface with the following sections:

- Details:**
 - MODEL OR NAME: Begin typing a products or series
 - NATURE OF SYSTEM: Single head pump
 - NUMBER OF PUMPS: 1 + No standby pump
- Duty point:**
 - TOTAL DESIGN FLOW: 0 m³/h
 - TOTAL HEAD: 0 m
 - STATIC HEAD: 0 m
- Search options:**
 - Fluid: [dropdown arrow]
 - Product filters: [dropdown arrow]
 - Motor sizing options: [dropdown arrow]

Top right: Head loss calculation [X]

Εικόνα 36 Δεδομένα Εισαγωγήςπρογράμματος

The screenshot shows the 'Size a pump' interface with the following sections:

- Search options:**
 - Fluid: [checked]
 - Product filters: [dropdown arrow]
 - Motor sizing options: [dropdown arrow]
- Medium data:**
 - PUMPED FLUID: Water, pure
 - TEMPERATURE: 4 °C
 - DENSITY: 999.9 kg/m³
 - CONCENTRATION: 100 %
 - DYNAMIC VISCOSITY: 1.569 mPa s

Bottom left: [Back]

Top right: Head loss calculation [X]

Εικόνα 37 Δεδομένα Εισαγωγής Προγράμματος

Πέρα από την μηχανική δυνατότητα μιας αντλίας ώστε να επιλεγθεί από τον εκάστων χρήστη πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και το κόστος. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα της xylem δίνει την δυνατότητα υπολογισμού του κόστους χρήσης μια αντλίας σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Έτσι, δίνοντας ως δεδομένα τις ώρες του χρόνου που θα λειτουργεί η αντλία, τα χρόνια που θα λειτουργεί το κόστος του καυσίμου και της κιλοβατώρας, μπορεί προκύψει το ενεργειακό κόστος κάθε αντλίας. Για παράδειγμα:

Στην δική μας περίπτωση η πρώτη αντλία η DGX-plus έχει το μικρότερο κόστος για τη συγκεκριμένη περίπτωση στα 14.169 ευρώ περίπου.

hours	8670	
Total life time	20	years
Cost of electricity	0.087	Eur/kWh
Cost of fuel	0.85	Eur/l

Please fill-in all fields below to calculate energy cost

HOURS/YEAR: 8760

TOTAL LIFE TIME: 20 years

COST OF ELECTRICITY: 0.087 EUR/kWh

COST OF FUEL: 0.85 EUR/l

Buttons: Abort, Calculate

Εικόνα 38: Πλαίσιο εισαγωγής δεδομένων για ενεργειακό κόστος

10 results		FLOW: 1.2 m ³ /h	HEAD: 36 m	5600 Hours/year	20 years	DISPLAY CURVE					
		STATIC HEAD: 6 m	PIPE SYSTEM: No	0.087 EUR/kWh	0.85 EUR/l	OFF					
PRODUCT	DIFF. [%]	Q [m ³ /h]	SPEC. ENERGY [kWh/m ³]	η [%]	N [rpm]	RATED POWER [kW]	OUTLET DIAMETER [mm]	NO. ...	ENERGY COSTS [EUR]	PRICE [EUR]	
DXG-Plus	9.2	1.3	1.2	12.0	2900	1.5	0.0	0	14,169.65	Price on req.	
C 3060 HT 3~ 2p	8.5	1.2	1.9	7.1	2820	2.4	50.0	3	21,810.58	Price on req.	
M 3085 HT 3~ 2p	-3.6	1.2	2.0	6.2	2860	2.4	40.0	6	23,882.59	Price on req.	
M 3102 HT 3~ 2p	19.8	1.3	2.5	5.8	2860	4.4	40.0	6	28,668.58	Price on req.	
D 3080 ST 3~ 2p	3.5	1.2	3.4	3.6	2840	5.5	50.0	12	40,104.88	Price on req.	
D 8058 HT 3~ 2p	3.9	1.2	4.8	2.3	2900	13.0	65.0	4	56,627.90	Price on req.	
C 3126 HT 3~ 2p	2.7	1.2	5.3	2.2	2900	8.0	80.0	1	62,264.29	Price on req.	
C 3201 HT 3~ 4p 3 vane	1.6	1.2	12.5	0.9	1460	30.0	150.0	3	145,927.34	Price on req.	
C 3300 HT 3~ 4p	5.9	1.2	13.1	0.9	1480	40.0	150.0	2	152,907.94	Price on req.	
C 3201 HT 3~ 4p 1 vane	-3.8	1.2	13.6	0.8	1460	22.0	150.0	1	159,351.59	Price on req.	

Εικόνα 39: Αποτελέσματα για ενεργειακό κόστος

5.2. 2 Λειτουργία του προγράμματος

Για το παραπάνω παράδειγμα Παράγραφο 5.1 κάνοντας την μετατροπή των παραπάνω στοιχείων από bar σε μέτρα προκύπτει ότι τα 3,547 bar αντιστοιχούν περίπου σε 35m που είναι η συνολική διαφορική πίεση. Επίσης, τα 0,547 bar αντιστοιχούν περίπου σε 6m στατικό ύψος (παροχική αντλία). Για την υπόθεση φρεατίου σε υπόγειο διάστασης 1mX 1mX 1.5mm τότε υπολογίζετε 4.8 m δηλαδή 0.470 bar (αντλία λυμάτων).

- 3m από το υπόγειο
- 1.5m διάσταση φρεατίου
- 0.3 m λόγω τριβών

Έτσι, χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα στο site της xylem καταλήγουμε σε έναν συγκεκριμένο αριθμό αντλιών για παροχική αντλία και για αντλία λυμάτων.

5.2. 3 Παροχική αντλία

Μέσα από ένα σύνολο αντλιών η πιο κατάλληλη αντλία ήταν η 1HME08S05M02VBE της οποίας τα χαρακτηριστικά φαίνονται στο Παράστημα II.

Η συγκεκριμένη αντλία έχει:

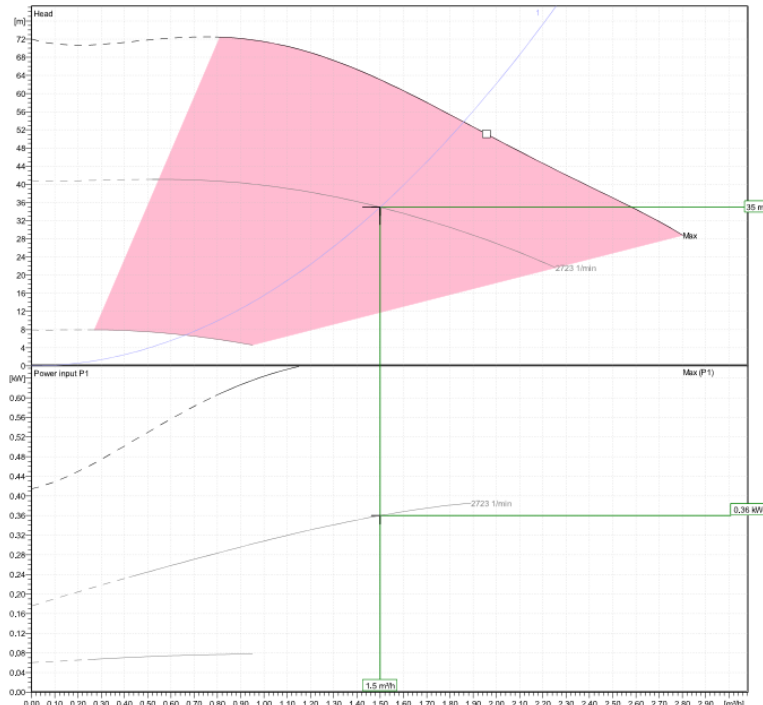
- inverter
- Πολύ χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος λόγω των κινητήρων μόνιμου μαγνήτη και του ενσωματωμένου ρυθμιστή στοφών
- δεν χρειάζεται υπολογισμός Pcut-in και Pcut-out, γιατί χρειάζεται μόνο η πίεση που έχει ανάγκη στο σύστημα (~3,5bar)
- ο κινητήρας μεταβάλλει τις στροφές του για να το κρατήσει σταθερό
- πολύ μικρότερο πιεστικό δοχείο (περίπου 6lt-8lt)

1HME08S05M02VBE
104630021

Hydraulic data

Operating Data Specification		Hydraulic data (duty point)		Impeller design	
Flow	1.5 m ³ /h	Flow	1.5 m ³ /h	Impeller R	73 mm
Head	35 m	Head	35 m	Frequency	50 Hz
Static head	0 m			Speed	2900 1/min

Power data referred to:
Water, pure [100%]; 4°C; 1kg/dm³; 1,57mm²/s
Performance according to ISO 9906:2012 – Grade 3B

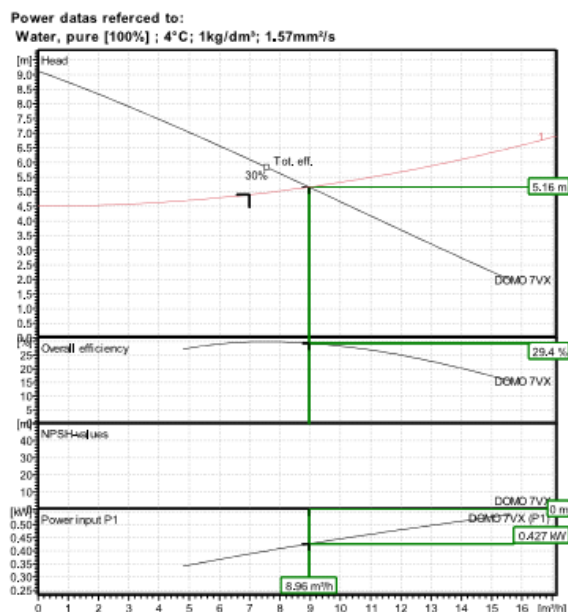


Εικόνα 40 Αποτελέσματα παροχικής αντλίας

Επιλέχθηκε η ροή να είναι στα 1.5m³/h και όχι ακριβώς στα 1.2 m³/h για λόγους ασφάλειας και πιθανότητας επέκτασης, το μανομετρικό ύψος είναι 35 m. Σύμφωνα με το διάγραμμα της αντλίας για την παροχή που ζητάμε και το αντίστοιχο μανομετρικό ύψος η απαιτούμενη ισχύς εισόδου ανέρχεται στα 0,36kW δεδομένο πολύ οικονομικό. Αυτό οφείλεται στην επιλογή αντλίας με inverter.

5.2. 4 Αντλία λυμάτων

Η αντλία λυμάτων που επιλέχθηκε είναι η DOMO 7VX που καλύπτει τις απαιτούμενες αρχικές μας προδιαγραφές . Η συγκεκριμένη αντλία φτάνει με ασφάλεια έως και 5.16 m (η δική μας απαίτηση είναι 4.8m) και απόδοση κοντά στο μέγιστο της αντλίας 29.4%. Επιπλέον, για δεδομένο μανομετρικό, η απαιτούμενη ισχύς εισόδου ανέρχεται στα 0,427kW.



Εικόνα 41: Αποτελέσματα αντλίας λυμάτων

Τέλος στα Παραρτήματα Ι,ΙΙ βρίσκονται όλες οι λεπτομέρειες της αντλίας που επιλέχθηκε για το πρόβλημα που λύθηκε στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής εργασίας, όπου μέσα βρίσκονται οι καμπύλες λειτουργίας της αντλίας με βάση τον κατασκευαστή καθώς και η διαστασιολόγηση της αντλίας.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως βάση για έναν νέο ερευνητή και σαν επόμενο επίπεδο έρευνας θα μπορούσε να γίνει επιλογή αντλιών με βάση τον χρόνο ζωής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συμπεράσματα:

6.1.Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο αυτής της πτυχιακής εργασίας στόχος ήταν τόσο η βιβλιογραφική ανασκόπηση των αντλιών, όσο ένα μαθηματικό μοντέλο και ένα υπολογιστικό (πρόγραμμα xylem) για την ολοκληρωμένη θεώρηση και επιλογή αντλίας σε οικιακό επίπεδο.

Αρχικά έγινε η μελέτη των ειδών των αντλιών πως απεικονίζεται και πώς λειτουργεί κάθε είδος αντλίας. Αναλύθηκαν οι εμβολοφόρες αντλίες,(οι ακτινικές εμβολοφόρες αντλίες και οι αξονικές εμβολοφόρες αντλίες), οι περιστροφικές αντλίες, οι φυγόκεντρες αντλίες και οι αντλίες διαγώνιας ροής.

Στην συνέχεια έγινε μια περιγραφή των αντλιών με βάση την λειτουργία τους. Έγινε αναφορά στις οικιακές αντλίες, τις αντλίες ύδρευσης (τις ροτοδυναμικές αντλίες), τις αντλίες άρδευσης (αντλίες νερού επιφανείας, υποβρύχιες αντλίες νερού) και αντλίες θερμότητας (είδη αντλιών θερμότητας, θέρμανση οικίας με αντλία θερμότητας, ψύξη οικίας με αντλία θερμότητας και εφαρμογές αντλιών θερμότητας.)

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο που μπορεί να αφορούν την εξοικονόμηση νερού που οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας και τη σωστή διαστασιολόγηση των αντλιών.

Έγινε μια ανάλυση των τρόπων εξοικονόμησης της επιλογής αντλίας καθώς και του ελέγχου της ροής μέσω της ταχύτητας. Επίσης εξετάστηκε η εξοικονόμηση με παράλληλη σύνδεση αντλιών, η εξάλειψη της βαλβίδας ροής ελέγχου καθώς και η εξάλειψη της γραμμής παράκαμψης ελέγχου. Τέλος, έγινε αναφορά στην ενσωμάτωση ελέγχου start/stop και μείωση στην μείωση της λειτουργία της φτερωτής.

Εξετάστηκε το οικιακό αντλητικό σύστημα ως συνολικό περιβάλλον δηλαδή έγινε αναφορά σε κάθε επιμέρους τμήμα που περιλαμβάνεται σε αυτό όπως η παροχή του νερού, τα οικιακά λύματα, η υπόγεια εισροή νερού, τα υπόγεια ύδατα, ο κλιματισμός και η ψύξη, το ζεστό νερό χρήσης και η κυκλοφορία του. Επίσης, έγινε αναφορά στο φαινόμενο σπηλαιώσης και στους τρόπους αποφυγής του.

Έγινε μια λεπτομερή ανάλυση του μαθηματικού μοντέλου (θεωρητική μέθοδος). Στο πλαίσιο αυτής της μεθόδου έγινε μια αρχική θεώρηση του περιβάλλοντος, υπολογίστηκε ο απαιτούμενος όγκος νερού, παρουσιάστηκαν σαν παράδειγμα τα δεδομένα της εγκατάστασης, υπολογίστηκε η απαιτούμενη πίεση καθώς και ο όγκος των ωφέλιμων μεγεθών. Τέλος, μέσα από όλους τους παραπάνω υπολογισμούς και αναλύσεις προέκυψε η ζητούμενη ισχύς της αντλίας.

Στην συνέχεια έγινε η επεξεργασία των δεδομένων μέσω του προγράμματος της xylem. Με λίγα λόγια, η εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε κατάστασης η απόδοση ένα σύνολο αντλιών που να ικανοποιούν την αρχική ζήτηση. Ως δεδομένα εισόδου ήταν η συνολική ροή, το μανομετρικό ύψος, το στατικό ύψος, τα χαρακτηριστικά του ρευστού (το είδος του ρευστού, την θερμοκρασία του, την πυκνότητα του, το δυναμικό ιξώδες), είδος του συστήματος με βάση τον αριθμό των αντλιών. Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα εισόδου προέκυψε ένα σύνολο αντλιών.

Τα πλεονεκτήματα του προγράμματος είναι ότι παρέχει πληροφορίες για κάθε αντλία σε συγκεντρωτικούς πίνακες. Οι πληροφορίες αυτές είναι η δυνατότητα παροχής, η ειδική ενέργεια, ο βαθμός απόδοσης, η ροπή, η ισχύς και η εξωτερική διάμετρος. Επιπλέον, μεγάλο πλεονέκτημα του προγράμματος είναι ότι εκτός των άλλων πληροφοριών μπορεί να εξάγει και το ενεργειακό κόστος της εκάστου αντλίας. Αυτό προκύπτει έπειτα από την εισαγωγή των δεδομένων (τις ώρες του χρόνου που θα λειτουργεί η αντλία, τα χρόνια που θα λειτουργεί το κόστος του καυσίμου και της κλοβατώρας). Άλλο πλεονέκτημα του προγράμματος είναι η παροχή γραφημάτων στον χρήστη με τα δεδομένα της κάθε αντλίας αλλά και συνδυασμού αντλιών, που εξυπηρετεί πλέον και γραφικά στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Τέλος, για κάθε αντλία μπορεί το πρόγραμμα παρέχει το τεχνικό φυλλάδιο στο οποίο φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κάθε αντλίας.

Με βάση όλα τα παραπάνω εξάγεται το συνολικό συμπέρασμα ότι κάθε νέος μελετητής μπορεί μελετώντας την παρούσα πτυχιακή εργασία να έχει μια συνολική σκοπιά του θέματος των οικιακών αντλιών (που ήταν και ο αρχικός στόχος) καθώς και της χρήσης του προγράμματος που έχει πάρα πολλά πλεονεκτήματα όπως αναφέρθηκαν παραπάνω. Έτσι με όλα τα παραπάνω ο εκάστων μελετητής θα μπορεί να προβεί σε περαιτέρω μελέτες και αποτελέσματα για το συγκεκριμένο αντικείμενο. Σαν επόμενο στάδιο θα μπορούσε με βάση αυτή την πτυχιακή εργασία να γίνει μια τεχνοοικονομική μελέτη ενός συστήματος αντλιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Βιβλιογραφία

1. <https://www.xylem.com/en-us/>
2. <https://www.mytherm.gr>
3. <http://fluids.mech.teiwest.gr>
4. <https://www.mytherm.gr/>
5. <http://www.ortsa.gr>
6. <http://www.deyag.gr>
7. <https://ocw.aoc.ntua.g>
8. <https://opencourses.auth.g>
9. <https://www.helioakmi.com>
10. <https://www.antlies.gr>
11. <http://www.ecoplus.net.gr>
12. THEKA_00296_Medium.pdf
13. <https://maredu.gunet.gr>
14. <https://patents.google.com>
15. <https://www.allpumps.com>
16. <http://2epal-am.weebly.com>
17. <https://www.antlies.gr>
18. <http://users.auth.gr>
19. <http://nemertes.lis.upatras.gr>
20. <http://www.arcadiaportal.gr>
21. <https://thermansipress.gr>
22. <https://www.daikin.gr>
23. <https://www.aenaos-sa.gr>
24. <http://digilib.teiemt.gr>
25. <https://apothesis.lib.teicrete.gr>
26. <http://energy.reporter.com>
27. <https://www.4green.gr/>
28. <https://www.sieline.gr>
29. <https://docplayer.gr>
30. <https://www.marcopumps.gr>
31. <http://www.solair-project.eu>
32. Σημειώσεις μαθήματος ‘ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Ι’ καθηγητή Μύρων Εμμ. Μονιάκη ΤΕΙ Κρήτης
33. Πτυχιακή εργασία ‘Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας σε κινητήρια συστήματα και πιθανή συνεισφορά τους ως ευέλικτα φορτία’ Μπουντάκης Εμμανουήλ, ΤΕΙ Κρήτης, 2012
34. Martz, Υδραυλική των οικισμών, Γκιούρδα, 1992

35. Ύδρευση και θέρμανση πόσιμου νερού. Αποχετεύσεις και εγκαταστάσεις υγιεινής, ΕΤΕ βιβλιοθήκη του Μηχανολόγου, Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές εκδόσεις, 2000

Παράρτηματα

Παράρτημα Ι (ΑΝΤΛΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ)



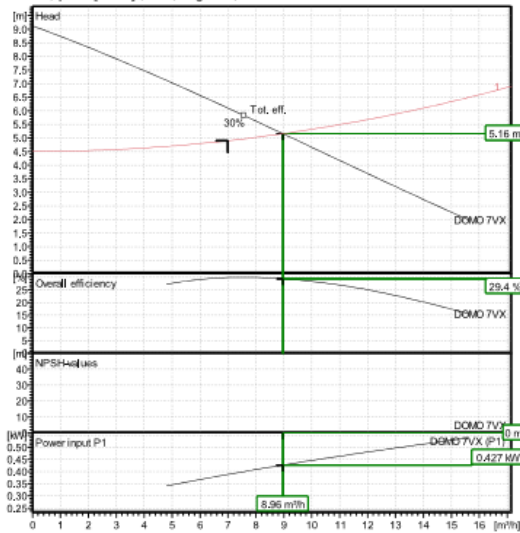
DOMO 7VX

Company	Customer	Date	4/23/2019
Contact	Contact	List price	Price on req.
Project	Phone number	Family code	
Project no.	Email	Item no.	107670110

Performance according to ISO 9906:2012 – Grade 3B

Power data referred to:

Water, pure [100%]; 4°C; 1kg/dm³; 1.57mm²/s



Operating Data Specification

Flow	7 m ³ /h
Head	4.9 m

Hydraulic data (duty point)

Flow	8.96 m ³ /h
Head	5.16 m
Power input	0.427 kW

Pump data

Make	Lowara
Type	DOMO 7VX Submersible waste water pump
Speed	2900
Head H(Q=0)	9.12 m
Suction side	
Discharge side	
Types of installation	Submersible pump
Weight	10.2 kg

Materials / seals

Pump body	Stainless steel
Impeller	PA 66 + 30 % GF
SUCTION FLANGE	Stainless steel
Fixing ring	Stainless steel

Shaft Seal

Rotating Assembly	Q1-Silicon carbide
Fixed Assembly	Q1-Silicon carbide
Elastomers	P-NBR
Springs	G-AISI 316
Other Components	G-AISI 316

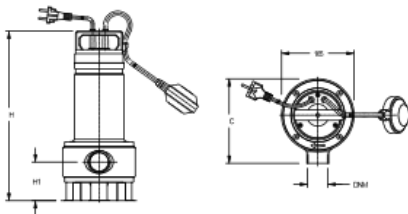
Motor data

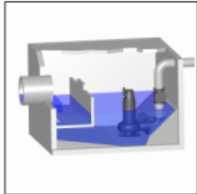
Rated power P2	0.55 kW	Nom. Speed	2880 1/min
Frequency	50	Phase	1-
Rated voltage	230 V	Rated current	3.91 A
Protection class	IP X8	Insulation class	F
Permitted voltage tolerance +/- 10%			

Dimensions

	mm		
C	193		
DNM	Rp17		
H	391		
H1	88		

Note:





Friction loss calculation

Pumped fluid Water, pure	Static head 4.5	Layout Wet well installation
Flow 7 m ³ /h	Number of pumps 1	Calculation model Colebrook-White
Viscosity 1.569 mm ² /s	Nature of system Single head pump	

Type	Ø (mm)	? or L	Qty.	v (m/s)	k (mm)	ΔH (m)
Ø = Diameter v = Velocity k = Pipe roughness ΔH = Head loss						
Common discharge side pipe - Plastic / PE80 (MDPE)						
SDR 17,6 (PN 7,5) / DN 50 (63x3,6 mm) / DIN 8074/75 /EN 13244						
Pipe length	55.8	9 m	1	0.7951	0.04	0.133
Elbows	55.8	0.6	2	0.7951		0.01933
Non-return valves	55.8	0.9	1	0.7951		0.029
Other	55.8	0	1	0.7951		
Outlet	55.8	1	1	0.7951		0.03222
VALVE	55.8	0.6	2	0.7951		0.01933
Total friction head						0.2329
Friction loss head						0.2329 m
Total static head						4.5 m
Total head						4.733 m

Παράρτημα II (ΑΝΤΛΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ)



Customer	Date	4/23/2019
Contact	Project	
Phone number	Project no.	
Email		

1HME08S05M02VBE

104630021

Operating data

Pumpe type	Single head pump	Fluid	Water, pure
No. of pumps / Reserve	1 / 0	Operating temperature t A	°C 4
Nominal flow	m ³ /h 1.5	pH-value at t A	7
Nominal head	m 35	Density at t A	kg/dm ³ 1
Static head	m 0	Kin. viscosity at t A	mm ² /s 1.569
Inlet pressure	bar 0	Vapor pressure at t A	bar 1
Environmental temperature	°C 20	Solids	0
Available system NPSH	m 0	Altitude	m 0

Pump data

Make	Lowara	Flow	Nominal	m ³ /h 1.5 (1.5)
Speed	1/min 2900		Max-	m ³ /h 2.8
Number of stages	8		Min-	m ³ /h .8
Max. casing pressure	bar		Nominal	m 35
Max. working pressure	bar 7.1	Head	at Qmax	m 28.8
Head H(Q=0)	m 72		at Qmin	m 72.4
Weight	kg 12	Shaft power		kW (.3)
	Max. mm 73	Max. shaft power		kW .6
Impeller R	designed mm 73	Efficiency (Hydraulic+Motor+Drive)		% 37.57
	Min. mm 73	NPSH 3%		m

Pump Materials

ADAPTER	Aluminium
Bolts and screws	Stainless steel
Diffuser	Stainless steel
Fill / drain plugs	Stainless steel
impeller	Stainless steel 304
Pump body	Stainless steel
SEAL HOUSING	Stainless steel
Shaft	Stainless steel
WEAR RING	Technopolymer

Shaft Seal

Mechanical Seal	Roten
HM - uniten	
Rotating Assembly	V-Ceramic
Fixed Assembly	B-Resin impregnated carbon
Elastomers	E - EPDM
Springs	G-AISI 316
Other Components	G-AISI 316

Motor data

Manufacturer	Lowara	Electric voltage	208 V	Speed	3600 1/min	Insulation class	B
Specific design	Single phase e-SM motor			Frame size	80	Colour	RAL 5010
Type	ESM80/105 HM	Electric current	2.3 A				
Rated power	0.55 kW	Degree of protection	IP 55				

Remarks:

Technical Data

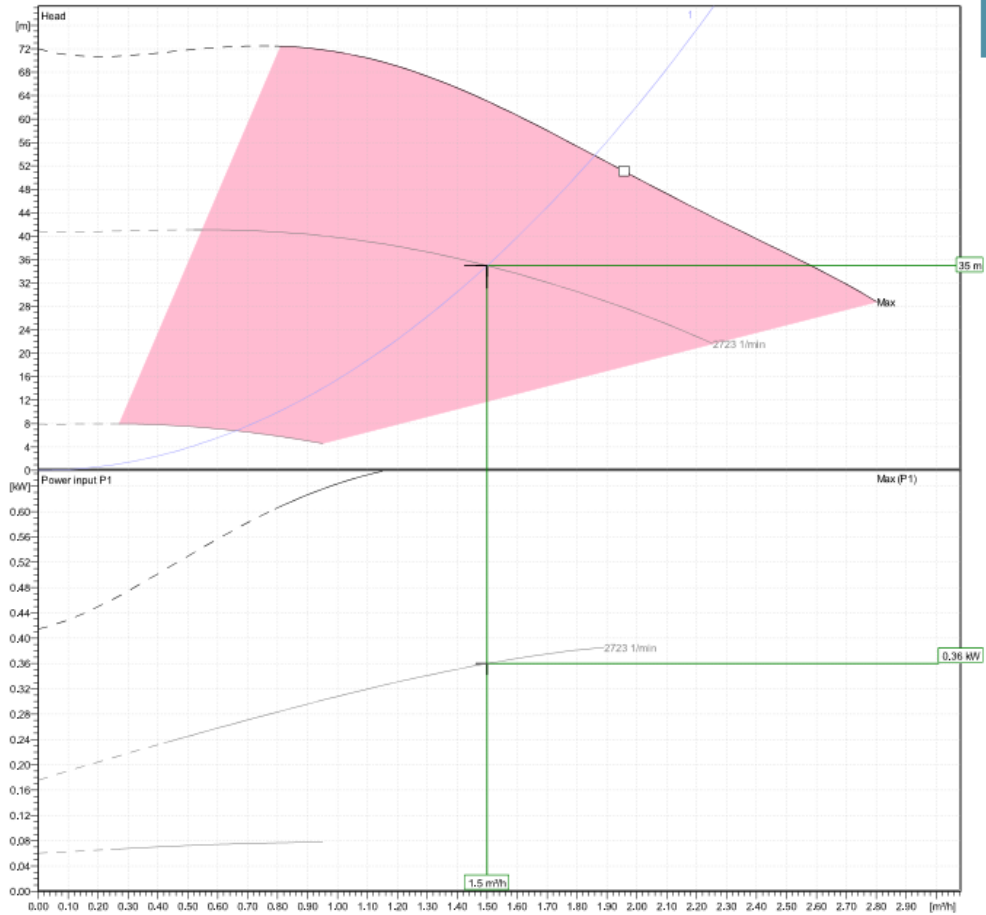
Customer	Date	4/23/2019
Contact	Project	
Phone number	Project no.	
Email		

1HME08S05M02VBE
104630021

Hydraulic data

Operating Data Specification	Hydraulic data (duty point)	Impeller design
Flow 1.5 m ³ /h	Flow 1.5 m ³ /h	Impeller R 73 mm
Head 35 m	Head 35 m	Frequency 50 Hz
Static head 0 m		Speed 2900 1/min

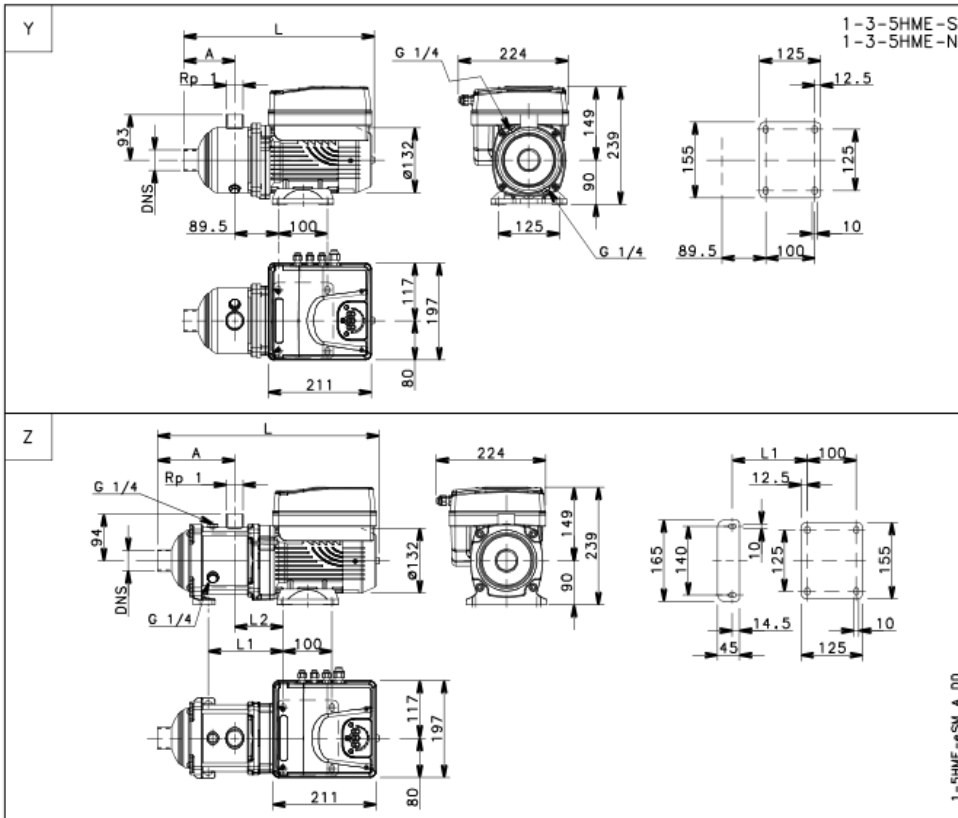
Power data referred to:
Water, pure [100%]; 4°C; 1kg/dm³; 1,57mm²/s
Performance according to ISO 9906:2012 – Grade 3B



Customer	Date	4/23/2019
Contact	Project	
Phone number	Project no.	
Email		

1HME08S05M02VBE
104630021

Drawing



Dimensions mm

A	171					Weight	
DNS	Rp 1					12	kg
Drawing	Z						
L	467						
L1	168						
L2	99						
PN	10						

