

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΧΟΛΗ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

---

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ  
1647**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΟΡΛΩΦ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2017**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με τον όρο ύδρευση εννοείται η προμήθεια νερού, ή/και η άντλησή του ή/και το σύνολο των υδρευτικών έργων και μέσων με τα οποία πετυχαίνεται η παροχή του απαραίτητου νερού σε κάποιον τόπο κατανάλωσης (π.χ. πόλη, βιομηχανία κ.τ.λ.)

Στη σύγχρονη εποχή τα μεγάλα συστήματα ύδρευσης αποτελούνται από σύνολο τεχνικών έργων που εξασφαλίζουν την περισυλλογή του νερού από διάφορες πηγές, ποτάμια, λίμνες (φυσικές και τεχνητές), υπόγειες φλέβες νερού κλπ., την επεξεργασία και τον κατάλληλο καθαρισμό του νερού, τη μεταφορά και αποθήκευση του νερού και την παροχή και κατανομή του στους διάφορους καταναλωτές.

Η περισυλλογή του νερού από τις διάφορες δεξαμενές πραγματοποιείται με ολόκληρο δίκτυο αγωγών, υδραγωγείων κλπ. επιφανειακών ή υπόγειων. Για τη διοχέτευση του νερού στο υδρευτικό δίκτυο κάτω από την απαραίτητη πίεση, υπάρχουν τα τεχνικά έργα ρύθμισης της πίεσης. Το δίκτυο ύδρευσης χρησιμεύει για την κατανομή του νερού και την άμεση παροχή του στους τόπους κατανάλωσης.

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής είναι η μελέτη αντλιοστασίου ύδρευσης, το οποίο θα έχει την δυνατότητα να καλύψει τις ανάγκες της χώρας της Μήλου(500 κατοίκων). Θα υπολογιστούν οι ανάγκες της χώρας για ύδρευση με τα σημερινά δεδομένα όσο και σε βάθος χρόνου για τα επόμενα 30 χρόνια. Με βάση αυτούς τους υπολογισμούς θα καταλήξουμε και στα υπόλοιπα δεδομένα μας όπως τον όγκο της δεξαμενής, τις σωληνώσεις, την επιλογή της αντλίας καθώς επίσης και την ηλεκτρολογική μελέτη του αντλιοστασίου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή θα ασχοληθούμε με την μελέτη αντλιοστασίου ύδρευσης που έχει ήδη κατασκευαστεί και λειτουργεί στην χώρα της Μήλου. Στο συγκεκριμένο αντλιοστάσιο το αντλητικό συγκρότημα ανεβάζει το νερό σε μια δεξαμενή που βρίσκεται σε γειτονικό ύψωμα (με μανομετρικό 120m) και κατόπιν με φυσική ροή τροφοδοτεί το δίκτυο ύδρευσης της πόλης.

Στο κεφάλαιο 1 πραγματοποιείται μελέτη υπολογισμού των αναγκών ύδρευσης με βάση τις ανάγκες των κατοίκων.

Στο κεφάλαιο 2 αναλύουμε όλο τον εξοπλισμό του αντλιοστασίου (δεξαμενή, σωλήνων, αντλιών κτλ) και υπολογίζεται ο κατάλληλος εξοπλισμός για την παρούσα μελέτη.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζουμε το ηλεκτρικό σχέδιο και τον αυτοματισμό του αντλιοστασίου.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	ii
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	iii
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	<b>1</b>
Υπολογισμός αναγκών ύδρευσης .....	1
1.1 Περιγραφή περιοχής.....	1
1.2 Υπολογισμός μελλοντικού πληθυσμού .....	1
1.3 Γενικά για τις ανάγκες ύδρευσης .....	4
1.4 Περίοδος σχεδίασης .....	5
1.5 Υπολογισμός αναγκών ύδρευσης.....	6
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>11</b>
Μελέτη έργου .....	11
2.1 Μελέτη δεξαμενής .....	11
2.2 Μελέτη σωληνώσεων .....	11
2.3 Μελέτη αντλιών .....	14
2.4 Μελέτη ομαλών εκκινήτων (soft starters).....	18
2.5 Μελέτη ηλεκτροπαραγωγών ζευγών.....	21
2.6 Μελέτη συστήματος τηλεχειρισμό (GSM modem) .....	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>24</b>
Ηλεκτρολογική μελέτη αντλιοστασίου.....	24
3.1 Ηλεκτρικός πίνακας .....	24
3.2 Ηλεκτρολογικό σχέδιο .....	25
3.3 Υπολογισμός πτώσης τάσης καλωδίου από ηλεκτρολογικό πίνακα στους κινητήρες και στο η/ζ.....	34
3.4 Αυτοματισμός Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους.....	37

3.5	Αυτοματισμός GSM modem.....	39
3.6	Ανάλυση ηλεκτρολογικού σχεδίου .....	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....		48

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Υπολογισμός αναγκών ύδρευσης

### 1.1 Περιγραφή περιοχής

Η μελέτη της πτυχιακής μας αφορά τις ανάγκες ύδρευσης της πρωτεύουσας του νησιού της Μήλου τη Πλάκα. Η πόλη της Πλάκας σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011 είχε πληθυσμό 749 κατοίκους. Για τον υπολογισμό των αναγκών ύδρευσης θα πρέπει εκτός από τους μόνιμους κατοίκους να υπολογίσουμε τον εποχιακό πληθυσμό που στην περιοχή μελέτης μας είναι ιδιαίτερα αυξημένος τους καλοκαιρινούς μήνες καθώς επίσης και την πιθανή μελλοντική αύξηση του πληθυσμού.



Εικόνα 1.1: Περιοχή μελέτης

### 1.2 Υπολογισμός μελλοντικού πληθυσμού

Ο προσδιορισμός του μελλοντικού πληθυσμού, της προς μελέτη περιοχής γίνεται ανάλογα με την περίοδο πρόβλεψης που έχουμε επιλέξει. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για τον υπολογισμό - πρόβλεψη μελλοντικού πληθυσμού. Διακρίνονται οι παρακάτω υποθέσεις εξέλιξης του πληθυσμού:

- Υπόθεση σταθεράς αύξησης του πληθυσμού, που ισχύει όταν η αύξηση του πληθυσμού είναι διαχρονικά σταθερή.
- Υπόθεση γεωμετρικής αύξησης πληθυσμού, που ισχύει όταν ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι σταθερά ανάλογος του ετήσιου πληθυσμού.
- Υπόθεση εκθετικής αύξησης πληθυσμού, που ισχύει όταν για κάθε χρονική στιγμή ο ρυθμός αύξησης πληθυσμού είναι ανάλογος του πληθυσμού.
- Υπόθεση φθίνοντος ρυθμού αύξησης, που ισχύει όταν για κάθε χρονική στιγμή ο ρυθμός αύξησης του είναι ανάλογος της διαφοράς του πληθυσμού κορεσμού

μείον του πληθυσμού.

- Λογιστική καμπύλη.
- Υπόθεση φθίνουσας εξέλιξης, για την περίπτωση αυτή θεωρείται αριθμητική πρόοδος με αρνητικό λόγο.

Περνώντας στον υπολογισμό του μελλοντικού πληθυσμού της περιοχής μας, αρχικά θα πρέπει να υπολογίσουμε το ετήσιο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού το οποίο προκύπτει με δύο τρόπους. Είτε επιλέγοντας την κατάλληλη τιμή από πίνακα (πίνακας 1.1), είτε χρησιμοποιώντας τον τύπο του ανατοκισμού επιλύοντας ως προς το ετήσιο ποσοστό αυξήσεως.

Είδος οικισμού	p%
Οικισμοί μέχρι 20.000 κάτοικοι	0,5 ως 1,0
Πόλεις μέσου μεγέθους (μέχρι 100.000 κάτοικοι)	2,0 ως 3,0
Μεγαλουπόλεις (πάνω από 100.000 κάτοικοι)	4,0

Πίνακας 1.1 : Μέση ετήσια αύξηση πληθυσμού

Χαρακτηρισμός	p%
Αργός ρυθμός ανάπτυξης	0,5 ως 1,0
Μέσος ρυθμός ανάπτυξης	1,0 ως 2,0
Γρήγορος ρυθμός ανάπτυξης	2,0 ως 4,0

Πίνακας 1.2 :Χαρακτηρισμός ρυθμού ανάπτυξης

Για τον υπολογισμό της ετήσιας αύξησης του πληθυσμού θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο του ανατοκισμού :

$$Ef = Es * (1 + 0,01 * p)^n \quad (1.1)$$

Όπου :

Ef : Αριθμός μελλοντικού πληθυσμού

Es : Ο πληθυσμός κατά το έτος της μελέτης

p : η μέση ετήσια αύξηση κατοίκων σε εκατοστιαίο ποσοστό.

n : περίοδος πρόβλεψης σε έτη

Επιλύουμε τον τύπο ως προς τον ρυθμό ανάπτυξης (p) χρησιμοποιώντας ως πληθυσμιακά δεδομένα τον πληθυσμό της πόλης - πρότυπο κατά τις απογραφές.

Στοιχεία πόλης :

Απογραφή του έτους 2001: 792 κάτοικοι

Απογραφή του έτους 2011: 749 κάτοικοι

Η επίλυση της συνάρτησης ως προς  $p$ :

$$P = 100 * \left( \sqrt[n]{\frac{Es}{Eo}} - 1 \right) [\%] \quad (1.2)$$

Όπου :

$E_s$  : κάτοικοι το 2011

$E_o$  : κάτοικοι το 2001

$n$  : τα έτη

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα στην συνάρτηση προκύπτει ότι :

$$p \approx -0,56\%$$

Για μεγαλύτερη ασφάλεια στην προσέγγιση των αποτελεσμάτων μας θα χρησιμοποιήσουμε σαν συντελεστή, μέσης ετήσιας αύξησης, τον ελάχιστο από Πίνακα 1.1, δηλαδή 0,5%.

Στοιχεία πόλης μελέτης :

Κάτοικοι ( $E_s$ ) : 500 μόνιμοι

Εποχιακός ή πληθυσμός του Σαββατοκύριακου ( $E_e$ ) : 25%

Ετήσιο ποσοστό αύξησης ( $p$ ) : 0,5 %

περίοδος πρόβλεψης σε έτη ( $n$ ) : 30

Για τον προσδιορισμό του μελλοντικού πληθυσμού της πόλης θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο του ανατοκισμού πάλι, στην αρχική του μορφή αυτήν τη φορά :

$$E_f = E_s * (1 + 0,01 * p)^n \quad (1.3)$$

Όπου :

$$E_f = 500 * (1 + 0,01 * 0,5)^{30} = 580,7 \quad (1.4)$$

$\approx 581$  κάτοικοι

το 2047 ο πληθυσμός προσδιορίζετε στους 581 κατοίκους

Ο εποχιακός πληθυσμός  $E_e$  ανέρχεται στο 25% των μόνιμων κατοίκων

Άρα ο εποχιακός πληθυσμός το 2047 θα είναι :

$$E_e = 581 * 0,25 = 145,25 \text{ άτομα}$$



$$\approx 145 \text{ κάτοικοι} \quad (1.5)$$

$$E = E_f + E_e = 726 \text{ κάτοικοι} \quad (1.6)$$

Το σύνολο εποχιακών και μόνιμων κατοίκων το έτος 2047 υπολογίζεται στους 726 κατοίκους.

### 1.3 Γενικά για τις ανάγκες ύδρευσης

Οι καταναλωτικές ανάγκες νερού του πληθυσμού μιας περιοχής καθορίζονται από δύο παράγοντες. Από τον τρόπο διαβίωσης του πληθυσμού και από το είδος της ίδιας της περιοχής, αν είναι δηλαδή Βιομηχανική περιοχή ή αγροτική. Γενικά, οι αγροτικές περιοχές παρουσιάζουν μικρότερη ποσότητα κατανάλωσης σε σχέση με βιομηχανικές περιοχές και προάστια, ενώ περιοχές με επαύλεις και ανοιχτό οικοδομικό σύστημα παρουσιάζουν ακόμα μεγαλύτερη ανάγκη κατανάλωσης σε σύγκριση με πολλές μεγάλες πόλεις.

Για να προσδιορίσουμε τις καταναλωτικές ανάγκες μιας περιοχής πρέπει να πραγματοποιηθούν μακροχρόνιες έρευνες λαμβάνοντας πάντα υπόψιν την τιμή του νερού και την ευκολία διάθεσής του. Είναι γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια οι ανάγκες έχουν αυξηθεί λόγω της ανάπτυξης της βιομηχανίας όσο και εξαιτίας της σταδιακής αύξησης του πληθυσμού σε συνδυασμό με τη συνεχώς αύξηση της ποσότητας κατανάλωσης κατά άτομο (πόση, καθαριότητα, βιομηχανία, βιοτεχνία κτλ).

Σε κάθε περίπτωση για την ακεραιότητα της εκάστοτε έρευνας πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν όλοι οι παράμετροι για τη δημιουργία ενός έργου, με την προϋπόθεση ότι μελλοντικά είναι πιθανόν το έργο να πρέπει να τροποποιηθεί ή να επεκταθεί και πάντα με βάση συγκεκριμένα οικονομικά κριτήρια, ώστε να μην υπάρξει υπερβολή στον προϋπολογισμό και σωστή εκμετάλλευση των χώρων που διατίθενται για το έργο αλλά και στα υλικά.

Λαμβάνοντας υπόψιν το Φ.Ε.Κ. (Φύλο Ελληνικής Κυβέρνησης) "Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην ύδρευση" (Κ.Υ.Α. Δ 11/Φ. 16/ 8500/91 Φ.Ε.Κ. Β' 174) όπου αναφέρεται :

1. Τον προσδιορισμό κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού στην ύδρευση για το σύνολο της χώρας.
2. Τα όρια αυτά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :
  - a. Αυτά που αφορούν υδρεύσεις οικισμών, εφαρμόζονται δηλαδή σε περιπτώσεις διανομής νερού ύδρευσης με συλλογικό δίκτυο και ορίζονται σε 100 λίτρα νερού την ημέρα, κατά κάτοικο, το κατώτατο και σε 250 λίτρα νερού την ημέρα, κατά κάτοικο το ανώτατο.
  - b. Τα όρια αυτά δεν περιλαμβάνουν τις απώλειες και αναφέρονται στο σύνολο των αναγκών που εξυπηρετεί το κάθε υδρευτικό δίκτυο

3. Τα όρια της παράγ. 2 αποτελούν τις μέσες ημερήσιες τιμές για τον υπολογισμό των ετήσιων πραγματικών αναγκών χρήσης για ύδρευση. Ακόμη ορίζεται ανώτατο όριο χρήσης σε περίοδο αιχμής η αναφερόμενη στην παράγ. 2 μέση ημερήσια τιμή επί συντελεστή 1,5. Ειδικότερα για την παρ. 2 οι ετήσιες ανάγκες υπολογίζονται με βάση την περίοδο λειτουργίας της μονάδος.
4. Για τον καθορισμό των πραγματικών αναγκών εντός των παραπάνω ορίων λαμβάνονται οι ακόλουθοι παράγοντες:
  - a. οι ιδιαίτερες τοπικές κλιματολογικές γεωμορφολογικές κλπ. συνθήκες της περιοχής,
  - b. οι υδρολογικές – υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής,
  - c. το πληθυσμιακό μέγεθος που θα υδρευθεί και η εποχιακή του διακύμανση.
5. Οι τυχόν απώλειες του δικτύου διανομής υπολογίζονται σε ποσοστό μέχρι 20% σε περίπτωση νέων δικτύων (ηλικίας έως 35 ετών) και μέχρι 40% για τα παλαιότερα. Στην περίπτωση αυτή ο υπολογισμός της ποσότητας νερού που απαιτείται στη κεφαλή του δικτύου υπολογίζεται με διαίρεση της τιμής των πραγματικών αναγκών δια του ποσοστού που προκύπτει μετά την αφαίρεση των απωλειών. (Δηλαδή σε περίπτωση απωλειών 20% με διαίρεση δια του 0,80).

Με βάση τα παραπάνω καταλήγουμε στην μέση τιμή ημερήσιας κατανάλωσης στα 175Lt/ημέρα για κάθε κάτοικο, ενώ στην παράγραφο 3 ορίζεται ο συντελεστής αιχμής σε 1.5.

Ο συντελεστής αιχμής αποτελείται από δύο επιμέρους συντελεστές. Τον συντελεστή διακυμάνσεων των αναγκών σύμφωνα με την εποχή (πίνακας 1.5) από όπου επιλέγουμε την δυσμενέστερη κατάσταση, δηλαδή την εποχή του καλοκαιριού όπου έχουμε αύξηση +20%. Το δεύτερο σκέλος είναι ο συντελεστής ασφαλείας 30% για υπερεκτίμηση των αναγκών. Έτσι καταλήγουμε σε συντελεστή αιχμής ίσο με 1,5.

Τέλος στην παράγραφο 5 ορίζονται οι απώλειες των δικτύων σύμφωνα με την παλαιότητά τους, για το δίκτυό μας ισχύει η πρώτη περίπτωση με απώλειες δικτύου ύδρευσης 20%.

#### **1.4 Περίοδος σχεδίασης**

Η μελέτη ύδρευσης για μια περιοχή γίνεται μακροπρόθεσμα. Υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της περιόδου σχεδίασης και είναι οι εξής:

- Ανθεκτικότητα των κατασκευών και των μηχανημάτων στον χρόνο, καθώς και το ενδεχόμενο εξέλιξης των μηχανημάτων και της απόδοσής τους στο μέλλον.
- Κατά πόσο υπάρχει δυνατότητα να προσθέσουμε επιπλέον στοιχεία στο σύστημά μας.
- Η μελλοντική αύξηση του πληθυσμού.
- Η πιθανή ανάπτυξη της περιοχής βιομηχανικά και εμπορικά.
- Και τέλος, τα πρώτα χρόνια όπου το σύστημα υπολειτουργεί καθώς δεν χρησιμοποιείται το μέγιστο φορτίο που έχει υπολογιστεί.

Όσο πιο μακρύς, λοιπόν, ο χρήσιμος βίος των εξαρτημάτων του συστήματος, τόσο αυξάνει η περίοδος σχεδίασης.

Στην περίπτωση μας η μελέτη ύδρευσης, η εκτίμηση των αναγκών καθώς και ο πληθυσμός της πόλης μας θα γίνει για διάστημα 30 ετών.

### 1.5 Υπολογισμός αναγκών ύδρευσης

Για τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό και κατ' επέκταση την ικανότητα των εγκαταστάσεων, πρέπει εκτός από τις εποχιακές διακυμάνσεις (πίνακας 1.5), να λάβουμε κυρίως υπόψιν τις ημερήσιες και ωριαίες διακυμάνσεις της κατανάλωσης.

Για τις εγκαταστάσεις ισχύει πως η ικανότητά τους καθορίζεται από τις μέγιστες ημερήσιες ανάγκες. Η κατανομή των αναγκών δεν είναι ομοιόμορφη κατά την διάρκεια της ημέρας. Οι ωριαίες αυτές διακυμάνσεις σημειώνονται στον πίνακα 1.6

Με βάση τις τυπικές τιμές για οικιακή χρήση και τις παρούσες συνθήκες, καταλήγουμε στον προσδιορισμό των αναγκών ύδρευσης οι οποίες διαμορφώνονται ως εξής:

Μέση ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο :

$$Q = 175 \text{ lt/ημέρα}$$

Συντελεστής αιχμής :

$$\alpha = 1,5$$

Έτσι η μέγιστη κατανάλωση έχει την τιμή :

$$Q_{\max} = Q * \alpha = 175 * 1,5 = 262,5 \text{ lt/ημέρα} \quad (1.7)$$

Οι τιμές των μέσων ημερήσιων αναγκών ύδρευσης για την πόλη μας προκύπτουν από το γινόμενο της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης με τον αριθμό κατοίκων, και αντίστοιχα για την μέγιστη τιμή το γινόμενο της μέγιστης τιμής με τον αριθμό κατοίκων. Ομοίως συνεχίζουμε στον υπολογισμό των αναγκών για το έτος 2047, όπως επίσης και για τα έτη 2017, 2047 προσθέτοντας στους μόνιμους κατοίκους το πλήθος των εποχιακών.

Έτος	2017	2017	2047	2047
Κάτοικοι	Μόνιμοι	Μόνιμοι+Εποχιακοί	Μόνιμοι	Μόνιμοι+Εποχιακοί
Μέση κατανάλωση (m3/ήμερα)	87,5	109,37	101,6	127,5
Μέγιστη κατανάλωση	131,25	164	152,51	190,5

(m3/ήμερα)				
------------	--	--	--	--

Πίνακας 1.3 Ανάγκες Ύδρευσης

Στον προσδιορισμό των συνολικών αναγκών ύδρευσης θα πρέπει να συνυπολογίσουμε προσαύξηση για τους κήπους που συναντάμε στα οικόπεδα της περιοχής, η οποία υπολογίζεται ως εξής :

$$Qk = \frac{qk * Fn * f}{1000} \quad (1.8)$$

Όπου :

Qk : Κατανάλωση κήπων

qk : Ειδική κατανάλωση για κήπους η οποία ορίζεται σε 6 lt/ m2 ανά ήμερα

Fn : Επιφάνεια κήπου , ελήφθη για κάθε οικογένεια 20 m2 ανά οικόπεδο οικισμού

n : ο αριθμός οικοπέδων του οικισμού, προσδιορίζεται σε σχέση με τον πληθυσμό,

εμείς θεωρούμε 500 οικόπεδα

οπότε:

$$Qk=60 \text{ m3/ ήμερα} \quad (1.9)$$

Το τελευταίο βήμα στον υπολογισμό του συνόλου των αναγκών ύδρευσης είναι ο υπολογισμός των απωλειών στο δίκτυο διανομής. Στις απώλειες του δικτύου συγκαταλέγονται οι διαρροές λόγω βλαβών, οι παράνομες συνδέσεις, οι ανάγκες δημόσιας χρήσης κ.α.

Στην παρούσα περίπτωση, λόγω καινούριου δικτύου, ισχύει ότι οι απώλειες ανέρχονται στο 20% των συνολικών αναγκών ύδρευσης, δηλαδή για τον υπολογισμό του συνόλου ζήτησης ισχύει :

$$Qt=(Q+Qk)*1,2 \quad (1.10)$$

Έτος	2017	2017	2047	2047
Κάτοικοι	Μόνιμοι	Μόνιμοι+Εποχιακοί	Μόνιμοι	Μόνιμοι+Εποχιακοί
Μέση κατανάλωση (m3/ήμερα)	177	203,24	193,92	225
Μέγιστη κατανάλωση (m3/ήμερα)	229,5	268,8	255	300

Πίνακας 1.4 Συνολικές Ανάγκες ύδρευσης

Εποχή	Διακύμανση
Καλοκαίρι	+20%
Χειμώνας	-20%
Άνοιξη, Φθινόπωρο	0%

Πίνακας 1.5 Διακυμάνσεις ανά εποχή

Περίοδος (ωρολογιακές ώρες)	I.	II.	III.
	Αγροτικός οικισμός (%)	Μικρή πόλη (%)	Πόλη μέσου μεγέθους (%)
0-1	0,5	1,5	2,0
2	0,0	1,5	1,0
3	0,0	1,0	0,5
4	0,5	1,5	1,0
5	0,5	2,0	1,0
6	7,0	3,0	2,0
7	12,5	5,0	2,5
8	8,0	5,5	3,0
9	4,0	6,0	3,0
10	3,0	5,0	4,0
11	3,0	6,0	5,0
11-12	6,0	6,0	7,0
13	11,0	6,0	10,0
14	8,0	5,5	9,5
15	1,0	5,0	8,5
16	1,6	5,0	5,0
17	1,5	6,0	3,0
18	3,0	6,0	3,5
19	6,0	5,5	5,0
20	9,0	5,0	8,0
21	8,0	4,0	6,0
22	3,0	3,5	4,0
23	2,0	2,5	3,0
23-24	1,0	2	2,5
Σύνολο	100,0	100,0	100,0

Πίνακας 1.6 Ωριαίες διακυμάνσεις αναγκών ύδρευσης

Έτος	2017		2047	
Περίοδος (ωρολογιακές ώρες)	Μόνιμοι κάτοικοι (m <sup>3</sup> )	Μόνιμοι + εποχιακοί κάτοικοι (m <sup>3</sup> )	Μόνιμοι κάτοικοι (m <sup>3</sup> )	Μόνιμοι + εποχιακοί κάτοικοι (m <sup>3</sup> )
0-1	2,6	3	2,91	3,37
2	2,6	3	2,91	3,37
3	1,77	2	1,94	2,25
4	2,6	3	2,91	3,37
5	3,54	4	3,88	4,5
6	5,31	6,1	5,8	6,75
7	8,85	10,1	9,7	11,2
8	9,7	11,1	10,67	12,3
9	10,6	12,2	11,6	13,5
10	8,85	10,1	9,7	11,2
11	10,6	12,2	11,6	13,5
11-12	10,6	12,2	11,6	13,5
13	10,6	12,2	11,6	13,5
14	9,7	11,1	10,67	12,3
15	8,85	10,1	9,7	11,2
16	8,85	10,1	9,7	11,2
17	10,6	12,2	11,6	13,5
18	10,6	12,2	11,6	13,5
19	9,7	11,1	10,67	12,3
20	8,85	10,1	9,7	11,2
21	7	8,1	7,7	9
22	6,2	7,1	6,8	7,77
23	4,42	5	4,85	5,6
23-24	3,54	4	3,88	4,5
Σύνολο	177	203,24	193,92	225

Πίνακας 1.7 Ωριαίες διακυμάνσεις περιοχής μελέτης

Έτος	2017		2047	
Περίοδος (ωρολογιακές ώρες)	Μόνιμοι κάτοικοι (m <sup>3</sup> )	Μόνιμοι + εποχιακοί κάτοικοι (m <sup>3</sup> )	Μόνιμοι κάτοικοι (m <sup>3</sup> )	Μόνιμοι + εποχιακοί κάτοικοι (m <sup>3</sup> )
0-1	3,44	4	3,82	4,5
2	3,44	4	3,82	4,5
3	2,29	2,7	2,55	3
4	3,44	4	3,82	4,5
5	4,6	5,37	5,1	6
6	6,88	8	7,6	9
7	11,4	13,4	12,7	15
8	12,6	14,8	14	16,5

9	13,77	16,1	15,3	18
10	11,4	13,4	12,7	15
11	13,77	16,1	15,3	18
11-12	13,77	16,1	15,3	18
13	13,77	16,1	15,3	18
14	12,6	14,8	14	16,5
15	11,4	13,4	12,7	15
16	11,4	13,4	12,7	15
17	13,77	16,1	15,3	18
18	13,77	16,1	15,3	18
19	12,6	14,8	14	16,5
20	11,4	13,4	12,7	15
21	9,18	10,7	10,2	12
22	8	9,4	8,9	10,5
23	5,7	6,72	6,37	7,5
23-24	4,6	5,37	5,1	6
Σύνολο	229,5	268,8	255	300

Πίνακας 1.8 Ωριαίες διακυμάνσεις σε περίοδο αιχμής

Στον πίνακα 1.6 αναγράφονται οι ποσοστιαίες ωριαίες διακυμάνσεις των αναγκών ύδρευσης που ισχύουν για αγροτικούς οικισμούς, μικρές πόλεις και πόλεις μεσαίου μεγέθους. Η δεύτερη στήλη που αφορά τις μικρές πόλεις είναι ενδεικτική των διακυμάνσεων της περιοχής μελέτης.

Με βάση τον πίνακα 1.6 γίνεται ο υπολογισμός των αναγκών ύδρευσης της περιοχής κατά την διάρκεια της ημέρας (Πίνακας 1.7) ομοίως για περιόδους αιχμής (Πίνακας 1.8).

Τα δεδομένα των Πινάκων 1.4,1.7 και 1.8 συμβάλουν στην εκτίμηση των διαστάσεων της δεξαμενής ύδρευσης, του εξωτερικού δικτύου καθώς και στην επιλογή του υποβρύχιου αντλητικού συστήματος.

Από τον Πίνακα 1.6 και τα δεδομένα για την διακύμανση της κατανάλωσης νερού σε μικρές πόλεις προκύπτει, σταθερή κατανάλωση κατά τη διάρκεια της ημέρας, ακόμη και στις ώρες μεσημεριανής και βραδινής αιχμής η ζήτηση για νερό διατηρείται σταθερή. Σημαντική πτώση στην κατανάλωση παρατηρούμε μόνο κατά τις νυχτερινές ώρες όπως είναι φυσιολογικό.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Μελέτη έργου

#### 2.1 Μελέτη δεξαμενής

Η δεξαμενή θα πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες ύδρευσης της πόλης μας επαρκώς για 6 ώρες. Η μελέτη γίνεται σε βάθος χρόνου 30 ετών, το ίδιο ισχύει και για την δεξαμενή ύδρευσης. Με βάση λοιπόν όσα έχουμε υπολογίσει για τις ανάγκες ύδρευσης το έτος 2047, δηλαδή  $300 \text{ m}^3$  ανά ημέρα, η δεξαμενή θα πρέπει να έχει χωρητικότητα το 1/4 της ημερήσιας ζήτησης, περίπου  $75 \text{ m}^3$ . Με βάση όμως τις ωριαίες διακυμάνσεις σε περίοδο αιχμής που έχουμε υπολογίσει στον πίνακα 1.8, προκύπτει ότι στο βόρο με την μέγιστη ζήτηση η συνολική κατανάλωση είναι  $103,5 \text{ m}^3$ . Έτσι για να καλύψουμε επαρκώς τις ανάγκες ύδρευσης της πόλης, ακόμη και στην δυσμενέστερη περίπτωση, η δεξαμενή θα πρέπει να έχει χωρητικότητα  $105 \text{ m}^3$ .



Εικόνα 2.1: Δεξαμενή

#### 2.2 Μελέτη σωληνώσεων

Επιλογή των σωλήνων είναι πολύ μεγάλος και απο πολλούς ανθρώπους τίθεται το ερώτημα – τι είναι καλύτερο για το σωλήνα παροχής νερού; Για τον προσδιορισμό αυτής της πολυμορφίας, πρέπει να λαμβάνονται οι ακόλουθες παράμετροι υπόψη - τη θερμοκρασία, τη φύση του περιβάλλοντος, την απαιτούμενη αντοχή, την πίεση στους σωλήνες του νερού, καθώς και των χρηματοοικονομικών δυνατοτήτων τους.



Οι σωλήνες πρέπει να είναι κατάλληλες για πόσιμο νερό και να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προτύπου BS 6920-1:2000 ή άλλου ισοδύναμου προτύπου ή να είναι πιστοποιημένες κατά WRAS (WRAS approved material) ή ισοδύναμου πιστοποιητικού.

Τύποι:

- Χυτοσίδηρος
- Χάλυβας
- Πολυαιθυλένιο
- Προκατασκευασμένο σκυρόδεμα
- Πλαστικοποιημένο Πολυβινυλοχλωρίδιο (U.P.V.C)

Το είδος, ο τύπος και η διάμετρος των αγωγών που θα χρησιμοποιηθούν για την υδροδότηση της ανάπτυξης καθορίζεται από την Αρμόδια Αρχή στο σχέδιο υδροδότησης και στους όρους της παρούσας Άδειας. Για την υδροδότηση της ανάπτυξης χρησιμοποιούνται κυρίως πλαστικοί αγωγοί (uPVC) εκτός εάν δείχνονται / περιγράφονται διαφορετικά στο σχέδιο υδροδότησης ή / και στους όρους της παρούσας Άδειας

Ο σωλήνας UPVC είναι ένας πλαστικός σωλήνας με ρητίνη πολυβινυλοχλωριδίου (PVC) ως πρώτη ύλη χωρίς πλαστικοποιητή. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας της χημικής βιομηχανίας, μπορεί τώρα να παράγει μη τοξική ποιότητα σωλήνα, έτσι ώστε να έχει μια γενική απόδοση του χλωριούχου πολυβινυλίου, αλλά και πρόσθεσε κάποια εξαιρετική απόδοση, ιδιαίτερα, έχει τα πλεονεκτήματα της αντοχής στη διάβρωση και την καλή απαλότητα. Είναι ιδιαίτερα εφαρμόσιμο στο δίκτυο σωλήνων ύδρευσης. Επειδή δεν είναι αγωγίμο, έτσι δεν είναι εύκολο με όξινη, αλκαλική, αλάτι εμφάνιση ηλεκτροχημικής αντίδρασης, οξέος, αλκαλίων, άλατα δύσκολο να το διαβρώσει, οπότε δεν χρειάζεται εξωτερική επίστρωση αντιδιαβρωτικής προστασίας και επένδυση. Και η απαλότητα είναι καλή αυτή ξεπερνά το παρελθόν μειονέκτημα της πλαστικότητας των πλαστικών σωλήνων, κάτω από τη δράση φορτίου μπορεί να παράγει απόδοση χωρίς ρήξη. UPVC Water Supply

Ο σωλήνας uPVC έχει επίσης μικρό βάρος. Τα πλεονεκτήματα της άνετης μεταφοράς. Το ποσοστό του σωλήνα uPVC είναι περίπου 1,4 (το ποσοστό του χυτοσιδήρου είναι περίπου 7,4), το οποίο είναι το ένα πέμπτο του βάρους του χυτοσιδήρου και η χρήση του σωλήνα UPVC μπορεί να εξοικονομήσει κόστος μεταφοράς 10-5. Ο χειρισμός, η φόρτωση και η εκφόρτωση είναι πολύ βολικό. Συχνά το περιβάλλον κατασκευής αγωγών ύδρευσης είναι πιο δύσκολο, το εργοτάξιο λάσπη, αν μπορεί να μειώσει την εργασιακή ένταση του εργαζομένου, συντομεύει τον κύκλο κατασκευής που είναι το πιο ιδανικό θέμα. Η χρήση του σωλήνα UPVC μπορεί να επιτύχει αυτό το ιδανικό. UPVC Tube Ελαφρύ, κατά τη διαδικασία εγκατάστασης μπορεί να μετακινηθεί με το χέρι, γενικά δεν χρειάζεται να χρησιμοποιούν μηχανήματα. Για παράδειγμα, ένας σωλήνας DN200 με μήκος 6m upvc είναι περίπου 55kg και η ίδια διάμετρος του μήκους του σωλήνα από χυτοσίδηρο 304kg, η εγκατάσταση του σωλήνα UPVC Ένα άτομο που μεταφέρεται στη γραμμή και οι σωλήνες από χυτοσίδηρο χρειάζονται τρία ή με μηχανήματα Για να πέσει σωλήνα, αυτό μειώνει σημαντικά την ένταση της εργασίας και να σώσει τις ώρες εργασίας και τα έξοδα κατασκευής

Ο τύπος της σύνδεσης δεν απαιτείται για να σκάψει άλλο κοιλότητες εργασίας μπορεί να εγκατασταθεί άμεσα στην τάφρο, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσετε κάνναβη πετρελαίου ή τσιμέντου επέκτασης, όπως η διασύνδεση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί χειροκίνητα ανυψωτικό ή το άκρο της υποδοχής σωλήνα με τα χέρια του Το ελαστικό δακτύλιο απευθείας στην υποδοχή, τοποθετημένο στο βάθος του σημείου ορατό σωλήνα σωλήνα. Και οι δύο σωλήνες UPVC και PE είναι θερμοπλαστικοί σωλήνες με κοινή χαρακτηριστική πλευρά, αλλά με δυνατότητα κλιμάκωσης. Απαιτήσεις θερμικής αντοχής. Τα αντιγηραντικά και άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά είναι επίσης διαφορετικά

Η επιλογή της διαμέτρου των αγωγών γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την παροχή και την ταχύτητα του νερού στον σωλήνα. Στον παρακάτω πίνακα έχουμε υπολογίσει την παροχή των σωλήνων συναρτήσει της μέγιστης προβλεπόμενης ταχύτητας 1,5m/s.

Για το υπολογισμό της παροχής χρησιμοποιούμε τον τύπο :

$$Q = \pi * \frac{D^2}{4} * u \quad (2.1)$$

όπου :

Q : η παροχή

D : η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα

u : η ταχύτητα του νερού (μέγιστης προβλεπόμενη ταχύτητας 1,5 m/s)

Εξωτερική διάμετρος		Εσωτερική διάμετρος (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /h)
Ίντσες	mm		
1 1/2	48,0	39,0	6,5
2	60,0	48,4	9,9
2 1/2	75,0	61,4	15,9
3	90,0	73,6	22,9
4	114,0	97,6	40,4
5	140,0	119,4	60,4
6	170,0	146,0	90,4
8	225,0	191,6	155,6

Πίνακας 2.1 Υπολογισμός παροχής για διάφορες διαμέτρους αγωγού u-PVC 10At

Η ζητούμενη παροχή προκύπτει από τον τύπο:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.2)$$

Όπου:

V : ο όγκος του νερού που καταναλώνεται σε μία μέρα

t : ο χρόνος λειτουργίας της αντλίας

Ο ζητούμενος όγκος είναι ο ίδιος με αυτόν που υπολογίσαμε στον πίνακα 1.4, δηλαδή  $300 \text{ m}^3$ . Τον χρόνο λειτουργίας της αντλίας τον ορίζουμε εμείς, με ζητούμενο ότι η αντλία θα δουλεύει 5 ώρες την ημέρα προκύπτει ότι:

$$Q=60 \text{ m}^3/\text{h} \quad (2.3)$$

Οπότε σύμφωνα με τον πίνακα 2.1 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η διάμετρος της σωλήνας που θα χρησιμοποιήσουμε είναι 5 ιντσες.



Εικόνα 2.2 : Σωλήνες

### 2.3 Μελέτη αντλιών

Οι αντλίες δημιουργούν ροή υγρού μέσω της μετατροπής της μηχανικής ενέργειας του κινητήρα σε δυναμική και κινητική ενέργεια του υγρού. Με βάση την αρχή λειτουργίας τους και τον τρόπο κατασκευής τους οι αντλίες διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους:

- Αντλίες θετικής μετατοπίσεως ή αντλίες στατικού τύπου.
  - Ø Παλινδρομικές
  - Ø Περιστροφικές

- Αντλίες δυναμικές ή αντλίες κινητικού τύπου.
  - Ø Φυγοκεντρικές
  - Ø Στροφιλαντλίες

Σε γενικές γραμμές, η επιλογή του τύπου της αντλίας λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως τον τύπο του υγρού, τη θερμοκρασία, την πίεση, την παροχή, τη θέση λειτουργίας και τη διαθέσιμη ενέργεια. Επιπλέον, λαμβάνεται υπόψη η δυνατότητα αυτόματης αναρρόφησης, το είδος της κίνησης και το βάθος άντλησης. Για παράδειγμα φυγοκεντρικές αντλίες επιλέγονται συνήθως στην περίπτωση μίγματος στερεών με υγρά και στις περιπτώσεις που απαιτείται ρύθμιση με στραγγαλισμό. Αντλίες θετικής μετατόπισης επιλέγονται σε υγρά μεγάλου ιξώδους, σε αφρώδη και ευπαθή υγρά και σε περιπτώσεις που απαιτείται αυτόματη αναρρόφηση. Φυγοκεντρικού τύπου είναι οι αντλίες πόσιμου, ζεστού νερού, θαλασσινού νερού, νερού για τροφοδοσία σε λέβητες, αντλίες ποτών και τροφίμων, ενώ στην περίπτωση μεταφοράς καυσίμων και λιπαντικών συνήθως γίνεται χρήση αντλιών περιστροφικής μετατόπισης

Για να προσδιορίσουμε μία αντλία υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά μεγέθη, και είναι τα εξής:

- Η παροχή της αντλίας η οποία προσδιορίζει τον όγκο νερού που αποδίδεται στο στόμιο της κατάθλιψης της αντλίας ανά μονάδα χρόνου. Οι μονάδες μέτρησης της παροχής είναι κατά SI  $m^3/s$ , συνηθίζεται να χρησιμοποιούμε όμως  $m^3/h$ .

Η παροχή της αντλίας για πιο λεπτομερή προσδιορισμό χωρίζεται σε πέντε μέρη :

1. Ονομαστική παροχή της αντλίας: είναι η σχεδιαστική παροχή της αντλίας και ισχύει για την λειτουργία της αντλίας κατά την ονομαστική ταχύτητα περιστροφής, στο ονομαστικό ολικό ύψος για δεδομένο όγκο νερού.
  2. Ελάχιστη παροχή αντλίας: είναι η ελάχιστη παροχή κατά την διάρκεια της οποίας η αντλία δεν υπόκειται σε βλάβη.
  3. Μέγιστη παροχή αντλίας: αντίστοιχα με την ελάχιστη, η μέγιστη παροχή της αντλίας είναι η παροχή κατά την οποία η αντλία λειτουργεί χωρίς βλάβες.
  4. Κανονική παροχή αντλίας: είναι η παροχή στην λειτουργία της αντλίας σε μέγιστο βαθμό απόδοσης και ταυτίζεται με την ονομαστική
  5. Παροχή μάζας της αντλίας ( $\dot{m}$ ): είναι ο ρυθμός ροής της μάζας ανά μονάδα χρόνου διαμέσου μίας διατομής και προσδιορίζεται από το γινόμενο της πυκνότητας του νερού με την παροχή.
- Το ολικό μανομετρικό ύψος ή ολικό ύψος του αντλητικού συγκροτήματος, το οποίο αποτελείται από τα παρακάτω ύψη :
    - Ø Το στατικό ύψος, το οποίο είναι η υψομετρική διαφορά των επιφανειών του νερού από όπου αντλείται έως την δεξαμενή.
    - Ø Τις συνολικές απώλειες ύψους λόγω τριβών στα τοιχώματα των αγωγών και στα εξαρτήματα του δικτύου. Το μανομετρικό ύψος μετράται σε μέτρα (m).

ü Ισχύς της αντλίας, είναι η ενέργεια που αποδίδει μία αντλία στην μονάδα του χρόνου, η οποία μελετάται σε δύο μέρη :

- Ø Εισερχόμενη ισχύς αντλίας, είναι η ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας στον άξονα της αντλίας.
- Ø Αποδιδόμενη ισχύς αντλίας, είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται τελικά στο νερό μέσω του στροβίλου της αντλίας.

Για να προβούμε στην επιλογή της κατάλληλης αντλίας θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε τα μεγέθη της αντλίας που αναφέραμε παραπάνω, δηλαδή το ολικό μανομετρικό ύψος, την παροχή και την ισχύ.

1. Το ολικό μανομετρικό του αντλητικού συστήματος είναι:

$$H_A = 120 \text{ m} \quad (2.4)$$

2. Η απαιτούμενη παροχή για 5ωρη λειτουργία της αντλίας σύμφωνα με τον τύπο (2.2):

$$Q = 60 \text{ m}^3/\text{h} = 0,016 \text{ m}^3/\text{sec} \quad (2.5)$$

3. Η ισχύς που μεταβιβάζεται στο υγρό υπολογίζεται από τον τύπο :

$$N_D = \rho * g * Q * H_A \quad (2.6)$$

όπου :

$\rho$  : Η πυκνότητα του νερού στους 15°C = 1000 kg/m<sup>3</sup>

$g$  : Επιτάχυνση της βαρύτητας = 9,81 m/sec

$Q$  : Παροχή της αντλίας 60 m<sup>3</sup>/h = 0,016 m<sup>3</sup>/s

$H_A$  : Το ολικό μανομετρικό 120 m

$$N_D = 1000 * 9,81 * 0,016 * 120 = 18.835,2 \text{ W}$$

Λόγω όμως απωλειών που οφείλονται σε τριβές ροής, τύρβη, μηχανικές τριβές διαρροές κ.α. η ισχύς του κινητήρα δεν μεταβιβάζεται όλη στο νερό. Για την εύρεση της ισχύος του κινητήρα, χρησιμοποιούμε τον τύπο :

$$N = N_D / \eta \quad (2.7)$$

όπου :

Ο βαθμός απόδοσης φυγοκεντρικής υδραντλίας (συνήθως από 0,5 έως 0,85, εμείς θα επιλέξουμε την μέση τιμή 0,67)

Οπότε :

$$N=18.835,2/0,67=28.112 \text{ W}=28,112\text{KW}=37,6\text{HP}$$

Με βάση τους υπολογισμούς μας επιλέγουμε φυγοκεντρική πολυβάθμια αντλία ελευθέρου άξονα υψηλής πίεσης.

Υλικά κατασκευής:

Πτερύγια και σώμα αντλίας από χυτοσίδηρο καλής ποιότητας, άξονας από ανοξείδωτο χάλυβα.

Χαρακτηριστικά:

- Επωνυμία : Orca
- Μοντέλο : omk50
- Βαθμίδες : 4
- Στροφές : 2900rpm
- Μανομετρικό : 300m
- Παροχή : 70 m<sup>3</sup>/h

Τέλος ο κινητήρας για την αντλία έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Τάση : 400V Δ
- Συχνότητα : 50 HZ
- Ρεύμα : 60 A
- Ισχύς : 30 KW
- Στροφές : 2800 RPM
- Cosφ : 0,86



Εικόνα 2.3 : Αντλία

#### **2.4 Μελέτη ομαλών εκκινητών (soft starters)**

Οι ομαλοί εκκινητές (soft starters) προσφέρουν τη βέλτιστη λύση σε μια σειρά από προβλήματα που σχετίζονται με την απευθείας εκκίνηση από δίκτυο. Αυτά περιλαμβάνουν υψηλό ρεύμα στο ξεκίνημα που συχνά προκαλεί μη αποδεκτή φόρτιση στην κεντρική παροχή, αχρειαστη φθορά στα μηχανικά μέρη, γρήγορη επιτάχυνση και επιβράδυνση κ.α..

Παραδοσιακά οι εκκινητες αστέρα/τριγώνου και οι αυτομετασχηματιστές αποτελούσαν τις λύσεις σε αυτά τα προβλήματα. Και οι δυο αυτές οι λύσεις πάντως έχουν μειονεκτήματα και δε λύνουν τα προβλήματα τα οποία προκαλούνται από τη φθορά στα μέρη του συστήματος μετάδοσης και τις ασταθείς συνθήκες λειτουργίας.

Αντίθετα από τις παραδοσιακές λύσεις οι ομαλοί εκκινητές προσφέρουν πολλαπλά πλεονεκτήματα για τη λειτουργία του κινητήρα και του εξοπλισμού σαν σύνολο. Αυτά περιλαμβάνουν ευέλικτο έλεγχο του ρεύματος εκκίνησης και της ροπής, ομαλό έλεγχο του ρεύματος και της τάσης χωρίς βήματα ή απότομες μεταβολές καθώς και συχνή λειτουργία ξεκινήματος /σταματήματος χωρίς μηχανικές φθορές. Επιπλέον προσφέρουν περισσότερη ευελιξία στις αλλαγές συνθηκών εκκίνησης, αυξάνοντας έτσι την προσαρμοστικότητα ανάλογα με την εφαρμογή και επιτρέπουν έλεγχο ομαλού σταματήματος για να αυξηθεί ο χρόνος επιβράδυνσης του κινητήρα ή έλεγχο φρεναρίσματος για να μειωθεί ο χρόνος επιβράδυνσης του κινητήρα.

Ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή της λειτουργίας όπως επίσης και μερικές από της βασικότερες παραμέτρους της.

Ο ηλεκτρονικός ομαλός εκκινητής επιτρέπει την σταδιακή επιτάχυνση του κινητήρα από την στάση έως την ονομαστική ταχύτητα, έχοντας σαν παράμετρο την αρχική τάση που μπορεί να είναι μικρή κι το χρόνο εκκίνησης που μπορεί να φτάσει έως και μερικά λεπτά.

Ο εκκινητής έχει την δυνατότητα της σταδιακής επιβράδυνσης του κινητήρα που επιτρέπει ομαλή μείωση της ταχύτητας μέχρι την στάση. Η δυνατότητα αυτή του προσδίδει ιδιαίτερη χρησιμότητα στις υδραυλικές εγκαταστάσεις για την αποφυγή του πλήγματος, στις μεταφορικές ταινίες και σε όλες τις εγκαταστάσεις που η στάση του κινητήρα πρέπει να γίνεται ομαλά .

Στην επιβράδυνσή το ρεύμα του κινητήρα είναι συνάρτηση της ροπής του φορτίου και του επιλεγόμενου χρόνου επιβράδυνσης.

Οι ομαλοί εκκινητές αποτελούνται :

- Από το κύκλωμα ισχύος με τα θυρίστορ
- Από το κύκλωμα ελέγχου έναυσης των θυρίστορ.

Ο εκκινητής ψαλιδίζει την τάση του δικτύου, ελέγχοντας την γωνία έναυσης των θυρίστορ. Με αυτόν τον τρόπο ελέγχει το ύψος της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του κινητήρα τη στιγμή της εκκίνησης.

Η γωνία έναυσης των θυρίστορ ελέγχεται από έναν μικροεπεξεργαστή ,ο οποίος παρακολουθεί και ελέγχει όλες της παραμέτρους εκκίνησης του κινητήρα. Ο επεξεργαστής συνεχίζει να παρακολουθεί τον κινητήρα και μετά το στάδιο της εκκίνησης.

Κατά την διάρκεια της κανονικής λειτουργίας ο μικροεπεξεργαστής ελέγχει τη γωνία ανάμεσα στη τάση του δικτύου και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει των κινητήρα, δηλαδή ελέγχει τον συντελεστή ισχύος (συν φ) του κινητήρα. Όταν έχουμε μείωση του φορτίου επόμενος και μείωση του συνφ του κινητήρα, ο μικροεπεξεργαστής επεμβαίνει στην τάση τροφοδοσίας, διατηρώντας το συνφ περίπου στην μέγιστη τιμή, με αποτέλεσμα ο βαθμός απόδοσης να παραμένει υψηλός.

Παρατήρηση: Όλα τα συστήματα που κάνουν ψαλιδισμό της τάσης του δικτύου προκαλούν σε αυτό αρμονικές. Τα soft starter πρέπει να κατασκευάζονται έτσι ώστε, να μην δημιουργούνται η να ελαχιστοποιούνται να αρμονικά ρεύματα από την αρχή. Από τις μετρήσεις αποδεικνύεται ότι ο συντελεστή αρμονικών που προκαλούν είναι μικρός. Όταν θέλουμε να αποτρέψουμε την είσοδο των αρμονικών στο δίκτυο, όπου προκαλούν απώλειες ισχύος και αλληλεπίδραση με άλλες ηλεκτρονικές συσκευές, θα πρέπει να τοποθετούμε φίλτρα.

Με βάση τον κινητήρα της αντλίας, το soft starter που θα επιλέξουμε είναι:

- Softstarter ABB PSE60-600-70 for max 600V main voltage and 100 - 250V 50/60Hz control supply voltage.
  - § Τάση τροφοδοσίας κινητήρα: 400 V
  - § Τάση ελέγχου: 100 250 VAC, 50 / 60 Hz
  - § Ισχύς κινητήρα στα 400 V / 40°C :30Kw
  - § Μέγιστο ρεύμα κινητήρα:60A



Η νέα σειρά εκκινήτων ομαλής εκκίνησης PSE συνδυάζει τις μικρές διαστάσεις με την λειτουργία ελέγχου ροπής (Torque Control). Αυτό την καθιστά ως την ιδανική επιλογή για εφαρμογές αντλιών, όπου το φαινόμενο του υδραυλικού πλήγματος αποτελεί σημαντικό πρόβλημα. Αποτελούν την ιδανική λύση και για όλες τις κοινές εφαρμογές (κομπρεσέρ, ανεμιστήρες κα).

– Λειτουργία ελέγχου ροπής (Torque Control). Αποτελεί τη σημαντικότερη λειτουργία κατά το σταμάτημα των αντλιών.

– Ενσωματωμένο ρελέ by-pass για μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Όλα τα μεγέθη των PSE διαθέτουν ενσωματωμένο ρελέ by-pass με το οποίο επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της μείωσης απωλειών ισχύος. Έτσι οι εκκινήτες PSE διαθέτουν πολύ μικρές διαστάσεις και απαιτούν λιγότερη καλωδίωση.

– Προστασία κινητήρων. Οι εκκινήτες PSE είναι εξοπλισμένοι με ηλεκτρονική προστασία από υπερφόρτιση, προστατεύοντας έτσι τον κινητήρα από υπερθέρμανση. Έτσι επιτυγχάνονται χαμηλότερο κόστος, μικρότερος χώρος και χρόνος εγκατάστασης.

– Αναλογική έξοδος. Στην αναλογική έξοδο μπορεί να συνδεθεί ένα αμπερόμετρο για την επίβλεψη του ρεύματος κατά τη λειτουργία, καταργώντας έτσι την ανάγκη για έναν επιπλέον Μ/Σ ρεύματος. Η αναλογική έξοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως αναλογική είσοδος σε ένα PLC.

– Οθόνη ελέγχου και πληκτρολόγιο με γραφικά. Η ρύθμιση ενός PSE δεν απαιτεί τη γνώση ξένης γλώσσας. Γίνεται μέσω πληκτρολογίου τεσσάρων (4) πλήκτρων και της προηγμένης φωτιζόμενης οθόνης, που προβάλλει τις λειτουργίες- ρυθμίσεις αποκλειστικά με εικονίδια.

– Εξωτερικό πληκτρολόγιο. Ο ομαλός εκκινήτης PSE μπορεί να συνδεθεί με εξωτερικό πληκτρολόγιο για πιο εύκολη ρύθμιση και επιτήρηση, χωρίς να χρειάζεται το άνοιγμα της πόρτας του πίνακα. Το εξωτερικό πληκτρολόγιο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αντιγραφή παραμέτρων μεταξύ διαφορετικών εκκινήτων ομαλής εκκίνησης.



Εικόνα 2.4 : Soft Starter

## 2.5 Μελέτη ηλεκτροπαραγωγών ζευγών

Η «Εφεδρεία» ή «Εφεδρική παροχή» τροφοδοτεί φορτία που απαιτούν ισχύ μετά την πτώση της κύριας παροχής η οποία μπορεί να διαρκεί από μερικά δευτερόλεπτα ή να είναι και μακράς διάρκειας. Η Εφεδρεία έχει σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης αλλά είναι αναγκαία και πρέπει να είναι διαθέσιμη όταν την χρειαστούμε και να μην χρησιμοποιείται για άλλους σκοπούς. Η σύνδεση των φορτίων μετά την πτώση της κύριας παροχής μπορεί να είναι άμεση ή να γίνεται μετά από σύντομο χρονικό διάστημα.

Οι πιο συνηθισμένες πηγες εφεδρείας είναι τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη – ντηζελογεννήτριες. Η γεννήτρια, είναι η ηλεκτρική μηχανή που μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η μηχανή αυτή είναι μία σύγχρονη γεννήτρια χωρίς ψήκτρες και κινείται από μία μηχανή εσωτερικής καύσεως ντήζελ.

Τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη μπαίνουν όλο και περισσότερο στην ζωή μας τα τελευταία χρόνια για του εξής λόγους :

- Η συνεχόμενη αύξηση του βιοτικού επιπέδου επιβάλλει την συνεχή τροφοδοσία με ηλεκτρική ενέργεια.
- Το κόστος των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και είναι πιο προσιτό.
- Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει μειωθεί ο όγκος των Η/Ζ σημαντικά με αποτέλεσμα να γίνεται πιο εύκολη η εγκατάστασή τους.

Εάν παρατηρήσουμε γύρω μας θα δούμε χώρους που υποστηρίζονται από Η/Ζ, όπως Super Market, τράπεζες, νοσοκομεία, φούρνοι, ζαχαροπλαστεία, γραφεία, δημόσιες υπηρεσίες, ξενοδοχεία, χώροι διασκέδασης και πολλές ακόμα εγκαταστάσεις που πρέπει συνεχώς και αμετάβλητα να τροφοδοτούνται από ηλεκτρική ενέργεια.

Οι ντηζελογεννήτριες χρησιμοποιούνται ευρέως διότι έχουν γρήγορη εκκίνηση και μέσα σε χρόνους μικρότερους των 15 sec μπορούν να αναλάβουν το φορτίο. Επίσης είναι ικανές να παρακολουθήσουν τις αλλαγές στο φορτίο κατά ένα τρόπο ώστε η τάση να μη βυθιστεί ή ανυψωθεί πάνω από 8% με την απώλεια ή την επιβολή πλήρους φορτίου. Κατασκευάζονται για ισχείς από μερικά kVA μέχρι και δεκάδες MVA.

Η μηχανή ντήζελ είναι εμβολοφόρος και κινεί μέσω ενός ελαστικού συμπλέκτη μια σύγχρονη γεννήτρια χωρίς ψήκτρες. Η σύγχρονη γεννήτρια μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε εναλλασσόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Για να λειτουργήσει μια σύγχρονη γεννήτρια χρειάζεται η τροφοδότηση του τυλίγματος του δρομέα της με συνεχές ρεύμα. Αυτό το ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό της γεννήτριας και καθώς ο δρομέας περιστρέφεται παίρνοντας κίνηση από κάποια εξωτερική κινητήρια μηχανή (μηχανή ντήζελ), το πεδίο περιστρέφεται μαζί του. Τέλος το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο παράγει τριφασική τάση στα τυλίγματα του στάτη η οποία εμφανίζεται στην έξοδο της μηχανής.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι ένα η/ζ απαιτεί ισχύ κατά την εκκίνηση περίπου τρεις φορές της ονομαστικής ισχύς του κινητήρα καταλήγουμε στην επιλογή του παρακάτω η/ζ:

ü Petrogen XP110(κλειστού τύπου)

### Περιγραφή Προϊόντος

Ισχύς συνεχούς λειτουργίας	100 KVA
Ισχύς εφεδρικής λειτουργίας	110 KVA
Κατασκευαστής πετρελαιοκινητήρα	PERKINS
Τύπος πετρελαιοκινητήρα	1104C-44TG2
Στροφές	1500 σ.α.λ
Αριθμός και διάταξη κυλίνδρων	4 Έν Σειρά
Κυλινδρισμός	4.4 Λίτρα
Αναπνοή κινητήρα	TURBO
Κατανάλωση καυσίμου σε πλήρες φορτίο	21.9 Λίτρα/Ωρα
Αέρας ψύξης κινητήρα	187 (κυβ.μ./λεπτό)
Αέρας καύσης κινητήρα	6.3 (κυβ.μ./λεπτό)
Κατασκευαστής γεννήτριας	MARELLI
Τύπος γεννήτριας	MJB 225 MA4
Κλάσης Μονώσεως	Κλάση H
Ρυθμιστής τάσεως γεννήτριας	Ηλεκτρονική
Ρεύμα	3Φ, 230/400 V
Συχνότητα	50 Hz
Τάση συσσωρευτού	12V DC
Λίτρα ενσωματωμένης δεξαμενής καυσίμου	212 Λίτρα
Διαστάσεις Μ Χ Π Χ Υ	2761 x 1126 x 1535 mm
Βάρος (πλήρες με νερό, λάδι)	1400 kg
Στάθμη Θορύβου με φορτίο 100 %	66 db/15 m
Στάθμη Θορύβου με φορτίο 100 %	72 db/7 m
Στάθμη Θορύβου με φορτίο 100 %	82.4 db/1 m



Εικόνα 2.5 : Η/Ζ

## 2.6 Μελέτη συστήματος τηλεχειρισμο (GSM modem)

Τα gsm modem είναι συσκευές τηλεχειρισμού και τηλεειδοποίησης γενικής χρήσης με απεριόριστη εμβέλεια. Μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε εκεί που υπάρχει κάλυψη από δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Τα gsm modem μπορούν να θέτουν εντός ή εκτός οποιαδήποτε συσκευή (π.χ. αντλία) όποτε τους δοθεί εντολή από κάποια επαφή (π.χ. φλοτέρ). Επίσης έχουμε τη δυνατότητα να ενεργοποιήσουμε μια έξοδο ή ένα σενάριο εξόδου είτε με sms είτε με αναπάντητη κλήση από το κινητό μας.

Μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε σε πολλές εφαρμογές όπως:

- Στον έλεγχο αντλίας ποτίσματος, αντλιοστάσια, συστήματα ύδρευσης και άρδευσης.
- Στον έλεγχο ηλεκτροβάνας για πότισμα κήπου.
- Στον έλεγχο και την τηλεειδοποίηση συναγερμού.
- Στον έλεγχο φωτισμού εσωτερικών ή εξωτερικών χώρων.
- Στον τηλεχειρισμό γκαραζόπορτας.
- Σε διάφορες ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές οικιακής χρήσης.

Το GSM modem που θα επιλέξουμε για την εφαρμογής μας είναι της power electronics control MT820.

Το οποίο περιλαμβάνει:

- modem: Dual or Quad-Band EGSM 850/900/1800/1900
- κεραία: Εξωτερική κεραία διπλής ζώνης 900MHz / 1800MHz
- τροφοδοσία: 230V AC / 50Hz, μέγιστη κατανάλωση 10W
- μπαταρία: Επαναφορτιζόμενη μπαταρία μολύβδου 12V / 1,3Ah
- είσοδοι: Τρεις (3) είσοδοι φλοτέρ ψυχρής επαφής
- περίβλημα: Πλαστικός πίνακας / 300x220x120mm / IP56



Εικόνα 2.6 : GSM Modem

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Ηλεκτρολογική μελέτη αντλιοστασίου

#### 3.1 Ηλεκτρικός πίνακας

Ο ηλεκτρικός πίνακας για τους ηλεκτροκινητήρες των αντλίων περιέχει:

- Αυτόματοι διακόπτες ισχύος με θερμομαγνητική μονάδα προστασίας 3\*100A (2 τεμ.)
- Ρελέ μεταγωγής 100 A (2 τεμ.)
- Μηχανική μανδάλωση μεταγωγής
- Αντικεραυνικά (4 τεμ.)
- Ασφαλειοαποζεύκτης 3\*32A
- Μετασχηματιστές έντασης 100/5 A (3 τεμ.)
- Μικροαυτόματος 1\*4A (3 τεμ.)
- Μικροαυτόματος 1\*16A (2 τεμ.)
- Μικροαυτόματος 1\*10A
- Μικροαυτόματος 1\*6A (3 τεμ.)
- Χρονικό delay on
- Εναλλάκτης αντλιών
- Βοηθητικά ρελέ 2 επαφών (3 τεμ.)
- Πολύοργανο πόρτας
- Επιτηρητής τάσεων
- Πρίζα σούκο ράγας
- Θερμοστάτης χώρου
- Ασφαλειοαποζεύκτης 2\*32A (2 τεμ.)
- Τροφοδοτικό 230VAC/24VDC 3,8A
- Συσκευή θερμικής προστασίας αντλιών (2 τεμ.)
- GSM Modem
- Μετασχηματιστής 230VAC/230VAC 200VA
- Ενδεικτικές λυχνίες πόρτας (5 τεμ.)
- Διακόπτης 1-0-2 πόρτας (2 τεμ.)
- Αυτόματος διακόπτης ισχύος 3\*63A (2 τεμ.)
- Ρελέ ισχύος 66A (2 τεμ.)
- Soft Starter (2 τεμ.)
- Κλέμμες σύνδεσης



Εικόνα 3.1 : Ηλεκτρικός πίνακας

### 3.2 Ηλεκτρολογικό σχέδιο

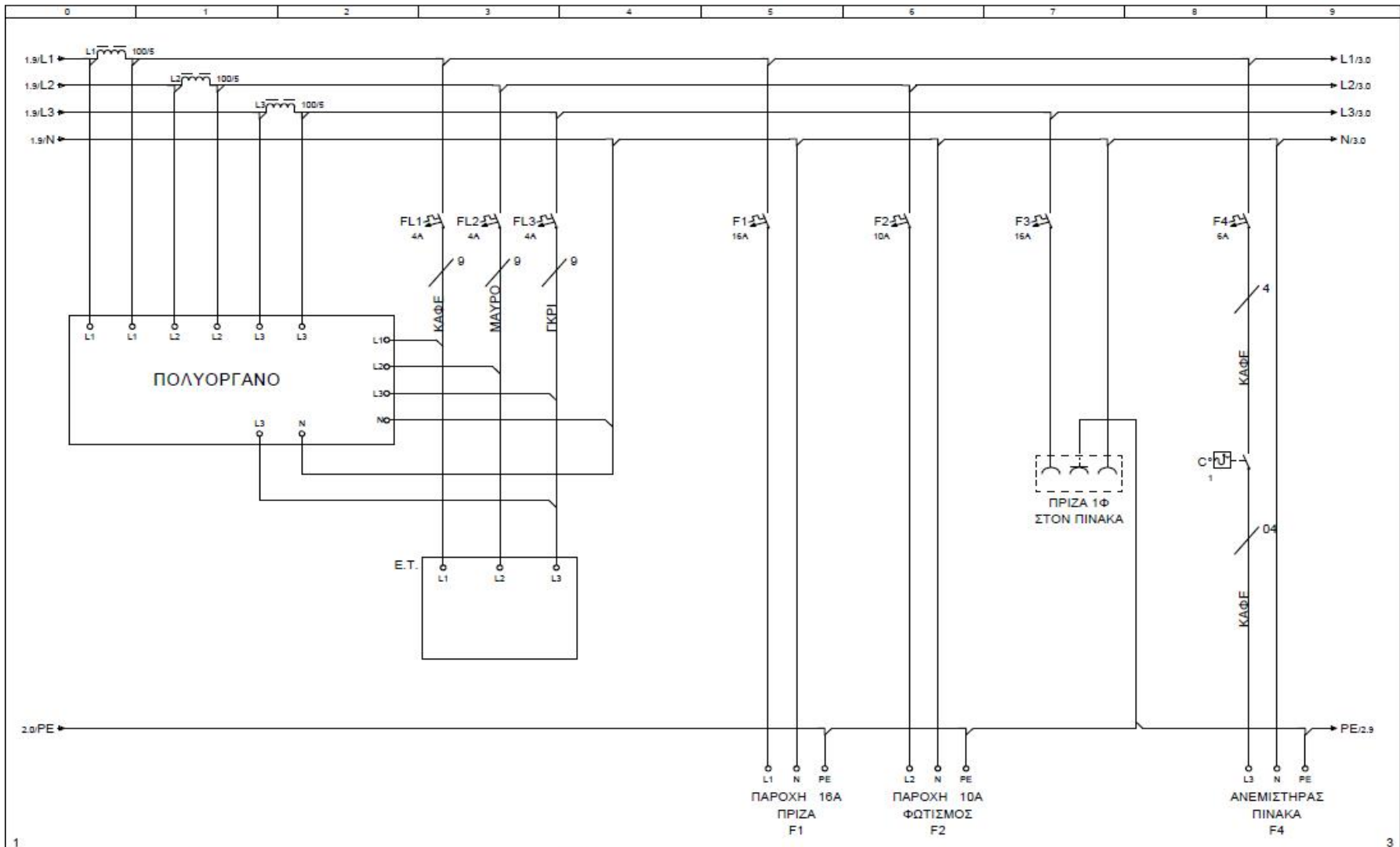
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ: ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΛ/ΣΙΟΥ 2x30KW

ΤΟΠΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΜΗΛΟΣ

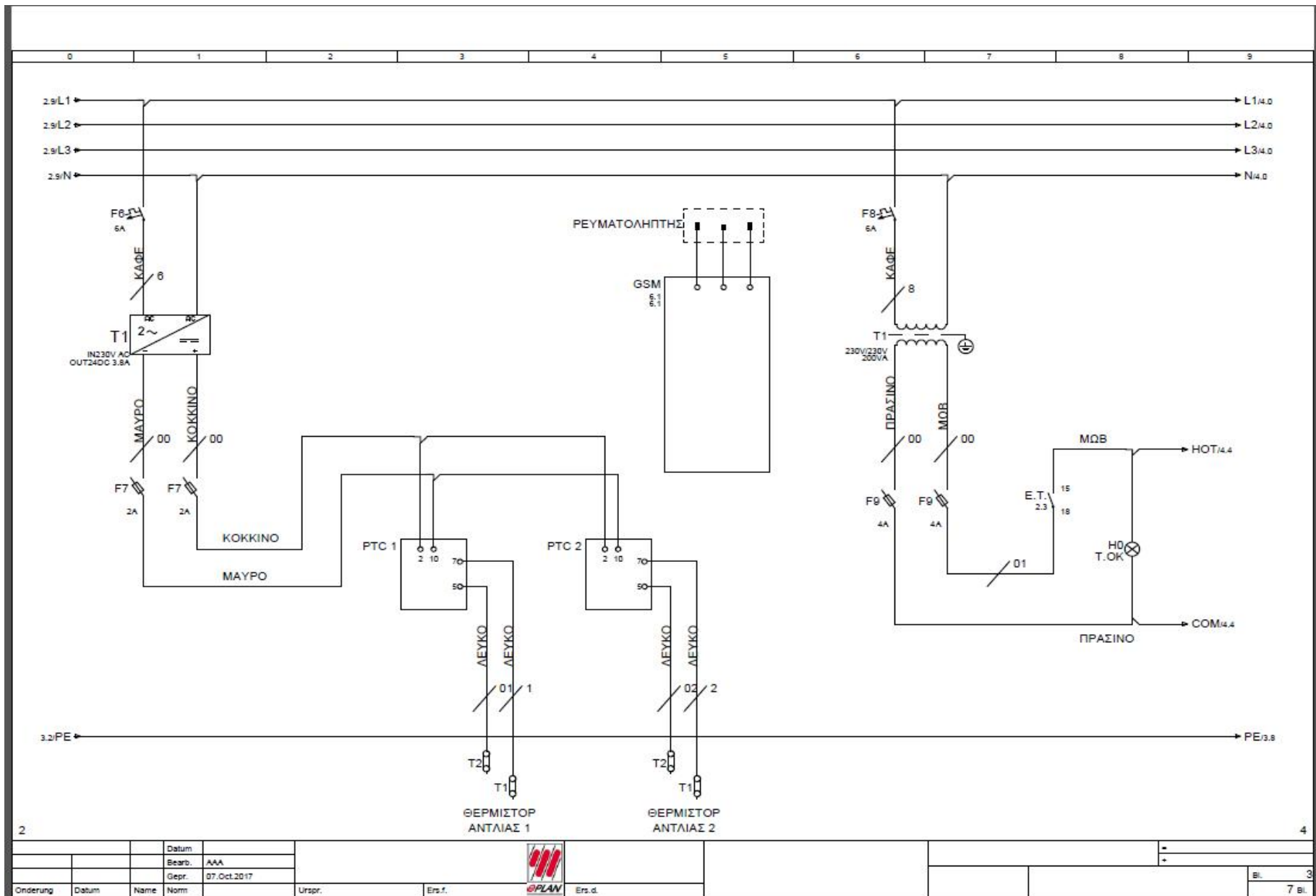
								1	
		Datum						-	
		Bearb.		AAA				+	
		Gepr.		03.Oct.2017					
Onderung	Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.		Ers.d.		Bl. 0
								7 Bl.	



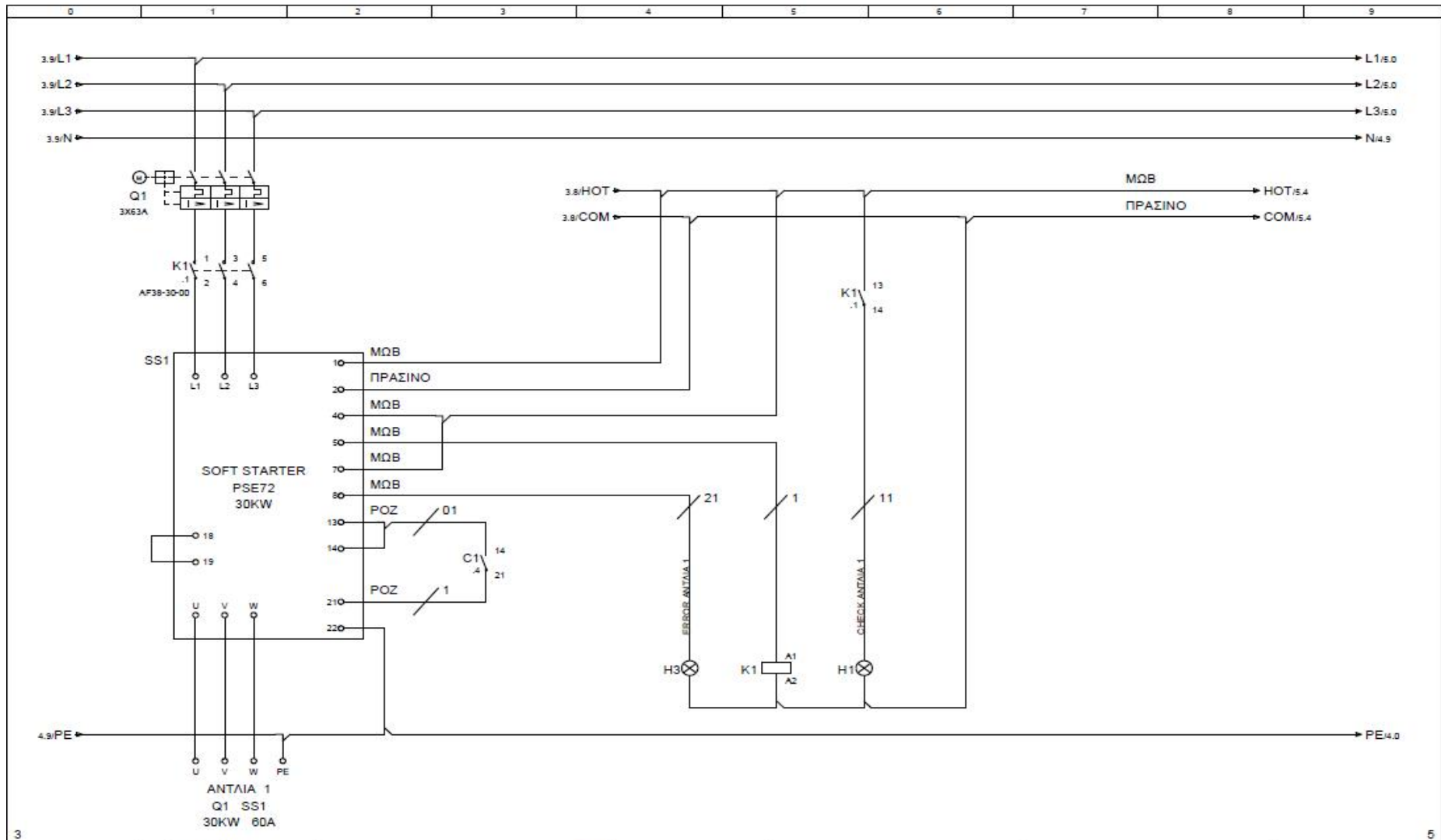




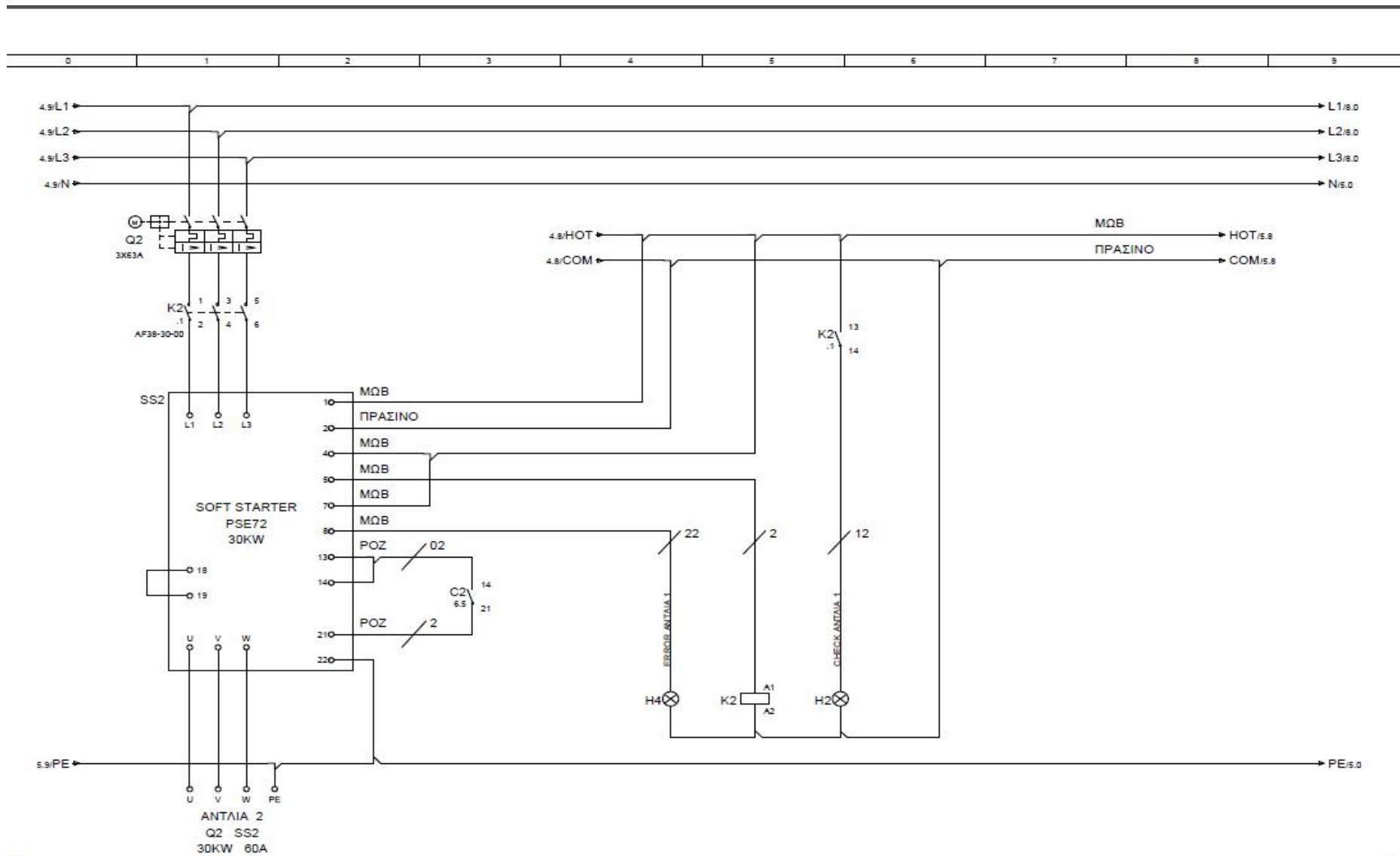
1		Datum		05.Oct.2012			Ers.f.		Ers.d.		-	
		Bearb.		AAA							-	
		Gepr.		03.Oct.2017							Bl. 2	
Ondering	Datum	Name	Norm	Urspr.								7 Bl.



2		4	
Datum	AAA		
Bearb.	07.Oct.2017		
Gepr.			
Urspr.	Ers.f.	Ers.d.	
		Bl. 3	
		7 Bl.	



		Datum							
		Bearb.		AAA					
		Gepr.		03.Oct.2017					
Ondering	Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.		Bl.	4
								7 Bl.	



4				6			
		Datum					
		Bepr.	AAA				
		Gepr.	03.Oct.2017				
Onderung	Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.	
							Bl. 5
							7 Bl.





### 3.3 Υπολογισμός πτώσης τάσης καλωδίου από ηλεκτρολογικό πίνακα στους κινητήρες και στο η/ζ.

Η σύνθετη αντίσταση των αγωγών ενός κυκλώματος είναι χαμηλή, αλλά όχι αμελητέα. Όταν οι αγωγοί μεταφέρουν ρεύμα για την εξυπηρέτηση ενός φορτίου υπάρχει μια πτώση τάσης μεταξύ της αρχής της ηλεκτρικής πηγής του κυκλώματος και του σημείου σύνδεσης οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής - φορτίου. Η σωστή λειτουργία ενός φορτίου (ένα μοτέρ, κύκλωμα φωτισμού κ.λπ.) εξαρτάται από την τάση στους ακροδέκτες του, η οποία πρέπει να διατηρείται σε μία τιμή κοντά στην ονομαστική της τιμή. Ως εκ τούτου, είναι αναγκαίο να προσδιοριστούν - ελεγχθούν οι αγωγοί του κυκλώματος, έτσι ώστε σε πλήρες φορτίο η τάση στο τερματικό σημείο (σημείο σύνδεσης του φορτίου) να κυμαίνεται εντός των ορίων που απαιτούνται για τη σωστή απόδοσή του

#### Πτώση τάσης

Το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 αναφέρει και ορίζει την πτώση τάσης σύμφωνα με το άρθρο 525:

«525 Πτώση τάσης στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών

525.1 Αν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις αναφορικά με τη λειτουργία των συσκευών ή, ενδεχομένως ειδικών διατάξεων προστασίας, συνιστάται στην πράξη, η πτώση τάσης από την αρχή της ηλεκτρικής εγκατάστασης μέχρι το σημείο σύνδεσης οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής να μην υπερβαίνει το 4% της ονομαστικής τάσης της εγκατάστασης. Προσωρινές συνθήκες, όπως μεταβατικές τάσεις και μεταβολή τάσης λόγω αντικανονικής λειτουργίας μπορούν να μη λαμβάνονται υπόψη»

Για να υπολογίσουμε την πτώση τάσης πρέπει αρχικά να υπολογίσουμε την διατομή των καλωδίων:

Από τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.1) προκύπτει για τους κινητήρες από την κατηγορία πολυπολικό καλώδιο, γυμνό, επιτοίχιο με πλήθος φορτιζόμενων αγωγών 3 και μόνωση αγωγών PVC με δεδομένο ότι οι κινητήρες έχουν ονομαστικό ρεύμα 60A από την στήλη 5 καταλήγουμε ότι χρειαζόμαστε  $16\text{mm}^2$ .

Ομοίως για το η/ζ από την κατηγορία πολυπολικό καλώδιο, γυμνό, επιτοίχιο με πλήθος φορτιζόμενων αγωγών 3 και μόνωση αγωγών PVC με δεδομένο ότι από το η/ζ θέλουμε 100A από την στήλη 5 καταλήγουμε ότι χρειαζόμαστε  $35\text{mm}^2$ .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-K1**  
**Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α)**  
**εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοιχίων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών**  
**Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE**

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα			Πολυτολικό καλώδιο					
		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό			Σε σωλήνα			
				Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
Στήλες										
Χαλκός	mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
	185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
240	261	286	321	346	380	424	-	500	599	
300	298	328	367	396	435	486	-	576	693	
Αλουμίνιο	16	41	43	48	53	58	64	71	72	79
	25	53	57	62	70	73	84	93	90	101
	35	65	70	77	86	90	103	116	112	126
	50	78	84	92	104	110	124	140	136	154
	70	98	107	116	131	140	156	179	174	198
	95	118	129	139	157	170	188	217	211	241
	120	135	149	160	180	197	216	251	245	280
	150	155	170	189	206	226	253	-	283	324
	185	176	194	215	233	256	288	-	323	371
	240	207	227	252	273	300	338	-	382	439
300	237	261	289	313	344	387	-	440	508	

Πίνακας 3.1 Επιλογή διατομής αγωγών



Ο τύπος του υπολογισμού της πτώσης τάσης τριφασικής γραμμής είναι

$$\Delta U_{\Pi} = \frac{\sqrt{3} * \rho * l * I_{\pi} * \cos\varphi}{S * n} \quad (3.1)$$

Για τους κινητήρες ισχύει:

- $\rho$  = ειδική αντίσταση αγωγού (χαλκός 0,017)
- $l$  = μήκος αγωγού (10 m)
- $I_{\pi}$  = πολική ένταση ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό της γραμμής (60A)
- $\cos\varphi$  = συντελεστής ισχύος(0,86)
- $S$  = διατομή αγωγού(16mm<sup>2</sup>)
- $n$  = αριθμός αγωγών(3)

$$\Delta U_{\Pi} = \frac{\sqrt{3} * 0,017 * 10 * 60 * 0,86}{16 * 3} = 0,32V$$

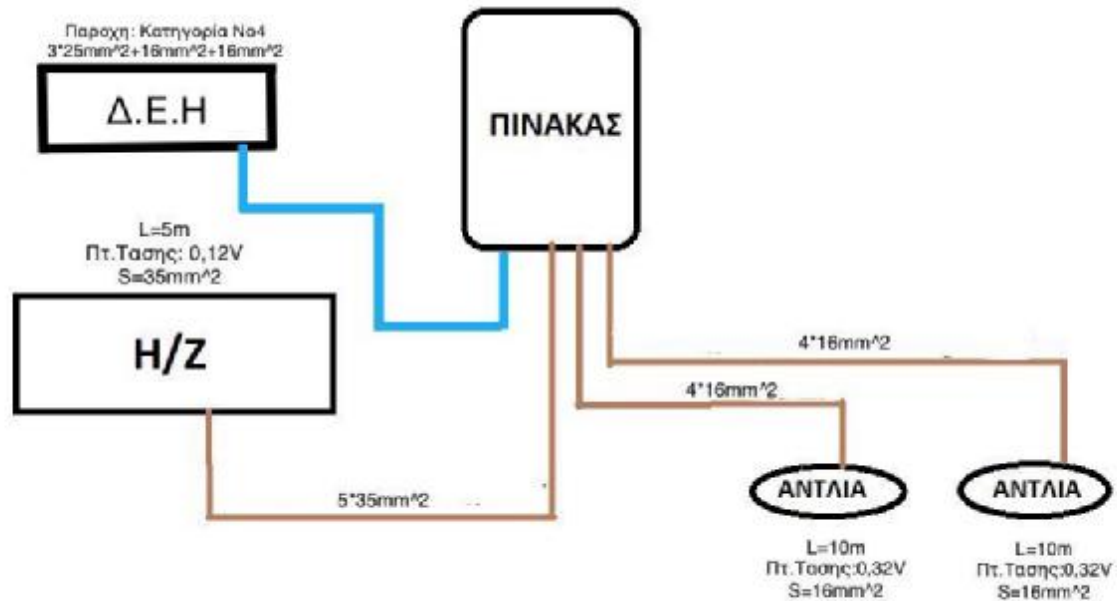
Η πτώση τάσης είναι 0,32 V < 16 V ΑΠΟΔΕΚΤΗ

Για το η/ζ ισχύει:

- $\rho$  = ειδική αντίσταση αγωγού (χαλκός 0,017)
- $l$  = μήκος αγωγού (5 m)
- $I_{\pi}$  = πολική ένταση ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό της γραμμής (100A)
- $\cos\varphi$  = συντελεστής ισχύος(0,86)
- $S$  = διατομή αγωγού(35mm<sup>2</sup>)
- $n$  = αριθμός αγωγών(3)

$$\Delta U_{\Pi} = \frac{\sqrt{3} * 0,017 * 5 * 100 * 0,86}{35 * 3} = 0,12V$$

Η πτώση τάσης είναι 0,12 V < 16 V ΑΠΟΔΕΚΤΗ



### 3.4 Αυτοματισμός Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους

Ξεκινά αυτόματα το Η/Ζ και τροφοδοτεί τις καταναλώσεις, επιτηρώντας συνεχώς τάσεις και συχνότητα.

Στην αυτόματη λειτουργία η εκκίνηση γίνεται από εξωτερικό επιτηρητή που ελέγχει το δίκτυο.

Στη χειροκίνητη λειτουργία μπορούμε να ξεκινήσουμε τον κινητήρα πατώντας το μπουτόν Start και να τροφοδοτήσουμε την κατανάλωση από το Η/Ζ πατώντας το μπουτόν Power to load. (Ακόμα και με ύπαρξη δικτύου).

Εμφανίζει κάθε στιγμή τις πιο χρήσιμες πληροφορίες για τον χρήστη σε φωτιζόμενη οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD). Δηλαδή τάση μπαταρίας και ρεύμα του εξωτερικού φορτιστή. Ώρες λειτουργίας. Τάση και συχνότητα γεννήτριας. Τυχόν βλάβες, θερμοκρασία, πίεση, χαμηλή στάθμη καυσίμου, σπάσιμο ιμάντα, σφάλμα συχνότητας ή τάσης Η/Ζ...

Οι ενδεικτικές λυχνίες μας δείχνουν τις συνθήκες λειτουργίας ανεξάρτητα από την οθόνη. Κόκκινου χρώματος για τις βλάβες, πράσινου χρώματος για τις λειτουργίες.

Είναι κατάλληλος για τάσεις μπαταρίας 12 και 24 βολτ.

Η RLG 300 είναι ηλεκτρονική μονάδα αυτόματης εκκίνησης πετρελαιοκίνητου ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους (Η/Ζ) και αυτόματης μεταγωγής φορτίων.

Η ηλεκτρονική μονάδα εκκίνησης έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με τη σύγχρονη ηλεκτρονική τεχνολογία ώστε να παρέχει ευκολία χειρισμών, ενημέρωση του χρήστη για όλες τις λειτουργίες στα ελληνικά και υψηλή αξιοπιστία στην λειτουργία της.

Στην πρόσοψη της μονάδας υπάρχουν:

- Διακόπτης επιλογής ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ – OFF/RESET – ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.

- Μπουτόν START ΜΙΖΑΣ, για τη χειροκίνητη λειτουργία.
- Μπουτόν / Διακόπτης μεταγωγής. Στη ΧΕΙΡ λειτουργία επιλέγει την τροφοδότηση της κατανάλωσης από το H/Z ενώ υπάρχει τάση δικτύου.
- Μπουτόν TEST που κάνει δοκιμαστική εκκίνηση του ζεύγους στη αυτόματη λειτουργία.
- Φωτιζόμενη οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) που στην αυτόματη λειτουργία εμφανίζει κάθε στιγμή τις πιο χρήσιμες πληροφορίες στον χρήστη.
- Ενδεικτικές λυχνίες LED που μας δείχνουν τις συνθήκες λειτουργίας ανεξάρτητα από την φωτιζόμενη οθόνη

Επίσης στο πίσω μέρος υπάρχουν:

- Δυο dip-switches, μικρά διακοπτάκια που χρησιμοποιούνται για το μηδενισμό του εσωτερικού ωρομετρητή και για την επιλογή εντός η εκτός της επιτήρησης τάσης και συχνότητας του H/Z.
- Ένα ρυθμιστικό ποτενσιόμετρο κατσαβιδιού ρυθμίζει το χρόνο σταματήματος για τις μηχανές που σβήνουν με τράβηγμα ντίζας από ηλεκτρομαγνήτη (τσοκ).
- Μια σειρά με κλέμμες για τη σύνδεση της πλακέτας με τον κινητήρα.
- Μια σειρά με κλέμμες για τη μεταγωγή των φορτίων.
- Ασφάλεια βραδείας τήξεως 3A διάστασης 5X20mm ή εναλλακτικά 4A ταχείας τήξεως, προσβάσιμη από το πίσω μέρος χωρίς να ανοιχτεί το καπάκι. Η ασφάλεια αυτή ασφαλίζει τα εσωτερικά κυκλώματα και τις εξόδους: Βαλβίδα καυσίμου (2,5 A max), Σειρήνα (1 A max). Αν απαιτείται μεγαλύτερο ρεύμα χρησιμοποιήστε ρελέ. Οι υπόλοιπες εξοδοί απορροφούν ελάχιστο ρεύμα γιατί οδηγούν μικρορελέ. Οι ρυθμίσεις που πρέπει να κάνει ο χρήστης έχουν κρατηθεί στις απολύτως απαραίτητες, για μεγαλύτερη ευκολία, ενώ η μονάδα ανάλογα με το τι έχει συνδεθεί πάνω της επιλέγει τον καλύτερο τρόπο λειτουργίας.

Όλες οι ψηφιακές είσοδοι από τον κινητήρα ενεργοποιούνται με πλην (γείωση – σώμα) ενώ οι έξοδοι όταν ενεργοποιούνται βγάζουν συν 12 ή 24 Volt ανάλογα με την τάση των μπαταριών. Οι είσοδοι του φορτιστή, του συν της μπαταρίας και του D+ είναι αναλογικές και μετριοούνται εσωτερικά. Επίσης αναλογικά μετριοούνται και οι θέσεις σύνδεσης του H/Z (κλέμμες 23, 24 και 25).

Στις κλέμμες 20 και 21 συνδέεται μπουτόν Stop ανάγκης (Emergency Stop) Normally Closed- αλλιώς κάνουμε γέφυρα για να λειτουργήσει.

### 3.6 Αυτοματισμός GSM modem

Είναι ένα σετ δύο GSM συσκευών που επικοινωνούν μεταξύ τους, με σκοπό το αυτόματο γέμισμα μίας δεξαμενής από ένα απομακρυσμένο αντλιοστάσιο. Μπορεί να λειτουργήσει για οποιαδήποτε απόσταση μεταξύ δεξαμενής και αντλιοστασίου, ανεξαρτήτως της ύπαρξης ή όχι οπτικής επαφής.

Το σύστημα ενεργοποιεί και απενεργοποιεί αυτόματα το αντλιοστάσιο βάσει της στάθμης της δεξαμενής, χωρίς να προκαλεί χρέωση επικοινωνίας σε κάποια από τις δύο συσκευές. Επιπλέον, ο πίνακας δεξαμενής μπορεί να στέλνει ειδοποιήσεις μέσω SMS για υπερχειλίση ή άδειασμα. Το σύστημα έχει απεριόριστη εμβέλεια (λειτουργεί όπου υπάρχει κάλυψη κινητής τηλεφωνίας).

Το σύστημα αποτελείται από έναν στεγανό πίνακα στην δεξαμενή (MT820) και ένα σετ δύο συσκευών σε βάση τύπου λυχνίας στο αντλιοστάσιο (MT812). Οι δύο συσκευές χρειάζονται από μία κάρτα SIM για να ενεργοποιηθούν. Ο μόνος προγραμματισμός που χρειάζεται γίνεται με την αποστολή ενός μηνύματος SMS προς κάθε μία συσκευή, με το οποίο δηλώνεται ο αριθμός επικοινωνίας του ζευγαριού του.

### 3.7 Ανάλυση ηλεκτρολογικού σχεδίου

- Αυτόματοι διακόπτες ισχύος με θερμομαγνητική μονάδα προστασίας 3X100A ( QG, QD) : Στον ηλεκτρικό πίνακα χρησιμοποιούμε δυο γενικούς διακόπτες. Τον πρώτο διακόπτη τον χρησιμοποιούμε για τη Δ.Ε.Η και τον δεύτερο για το Η/Ζ. Όταν ο πίνακας μας τροφοδοτείται με παροχή ρεύματος από τη Δ.Ε.Η τότε διέρχεται από τον γενικό διακόπτη QD ενώ όταν τροφοδοτείται από το Η/Ζ διέρχεται από τον QG



Εικόνα 3.2: Αυτόματοι διακόπτες ισχύος

- Ρελέ μεταγωγής (KD,KG): η διαδικασία οπλισμού των πηνίων των ρελέ μεταγωγής καθώς επίσης και η επιτήρηση της ΔΕΗ ελέγχεται αποκλειστικά από το Η/Ζ.



Εικόνα 3.3 : Ρελέ μεταγωγής

- Αντικεραυνικά (T2): Τα αντικεραυνικά τα χρησιμοποιούμε για να προστατέψουμε τον ηλεκτρολογικό μας εξοπλισμό από μεταβατικές υπερτάσεις που προκαλούνται από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα.



Εικόνα 3.4: Απαγωγοί υπερτάσεων OVR κλάσης T2

- Ασφαλειοαποζεύκτης 3\*32<sup>A</sup> (FG): Οι ασφαλειοαποζεύκτες είναι κατάλληλοι για την προστασία των στοιχειοσειρών και χρησιμοποιούν φυσίγγιο 10,3 x 38 mm. Εμείς τον χρησιμοποιούμε για να προστατέψουμε την επιτήρηση της ΔΕΗ από το Η/Ζ.



Εικόνα 3.5 : Ασφαλειοαποζεύκτης

- Πολύοργανο πόρτας: σε τριφασικά συστήματα μετράει τις ενεργές τιμές των εναλλασσόμενων τάσεων, εντάσεων καθώς και τη συχνότητα του κυκλώματος



Εικόνα 3.5 : Πολύοργανο πόρτας

- Μετασχηματιστές έντασης : Οι Μ/Σ έντασης υποβιβάζουν την ένταση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδα τέτοια, ώστε να μπορούν να μετρηθούν ή να καταγραφούν οι παραπάνω τιμές από απλά όργανα μετρήσεων όπως το πολυόργανο του πίνακα που χρησιμοποιούμε στην εφαρμογή μας.



Εικόνα 3.6 : Μ/Σ έντασης

- Επιτηρητής τάσης (E.T.) : Ο επιτηρητής τάσης είναι μια ηλεκτρονική διάταξη που κάνει τον έλεγχο της τάσης στο ηλεκτρικό δίκτυο της εγκατάστασης για υπόταση, υπέρταση καθώς επίσης και έλεγχο για ασυμμετρία φάσεων.



Εικόνα 3.7 : Επιτηρητής τάσης

- Εναλλάκτης αντλιών : Ο εναλλάκτης αντλιών χρησιμοποιείται όπου υπάρχει ζεύγος αντλιών για την αυτόματη εναλλαγή της λειτουργίας τους, με σκοπό τον ομοιόμορφο διαμοιρασμό του φόρτου εργασίας.



Εικόνα 3.8 : Εναλλάκτης αντλιών

- Χρονικό delay on (T1) : Χρονικό είναι η συσκευή που εισάγει μια χρονική καθυστέρηση στην αλλαγή κατάστασης ενός αριθμού ηλεκτρικών επαφών, σε σχέση με την τροφοδοσία που δέχονται. Στην εφαρμογή μας σε περίπτωση που δεν γίνει η επιθυμητή εκίνηση του προγραμματισμένου soft starter λόγω κάποιας δυσλειτουργίας του συστήματος ,το χρονικό delay on μετράει ένα χρόνο που του έχουμε ορίσει και έπειτα μπαίνει σε λειτουργία το άλλο soft starter.



Εικόνα 3.9 : Χρονικό delay on



- Μικροαυτόματος (F1,F2,F3,F4): Οι μικροαυτόματοι χρησιμοποιούνται για την προστασία και τον έλεγχο κυκλωμάτων έναντι υπερφορτίσεων και βραχυκυκλωμάτων.



Εικόνα 3.10 : Μικροαυτόματος

- Θερμοστάτης πίνακα : Ο θερμοστάτης ελέγχει τη θερμοκρασία του πίνακα και όταν φτάσει το όριο που του έχουμε ορίσει τότε θέτει σε λειτουργία τον ανεμιστήρα του πίνακα ώστε να επανέλθει η θερμοκρασία στα επιθυμητά όρια.



Εικόνα 3.11 : Θερμοστάτης πίνακα

- Μετασχηματιστής 230VAC/230VAC 200VA: Με τον μετασχηματιστή απομόνωσης είναι ότι, καθώς το πρωτεύον τύλιγμα είναι διαχωρισμένο από το

δευτερεύον, ο χρήστης δεν υπόκειται στον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας, όταν έρθει σε επαφή με έναν από τους δύο αγωγούς εξόδου, που τροφοδοτούν το κύκλωμα σύνδεσης των φορτίων, αφού η τάση που αναπτύσσεται στο δευτερεύον είναι εξ' επαγωγής, με αποτέλεσμα να καταργείται η έννοια της φάσης. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζουμε προστασία στο κύκλωμα ελέγχου.



Εικόνα 3.12 : Μετασχηματιστής

- Τροφοδοτικό 230VAC/24VDC: Το τροφοδοτικό 230 VAC/24 VDC μετατρέπει την τάση από 230VAC σε 24VDC. Στην εφαρμογή μας τροφοδοτούμε με 24VDC τις συσκευές θερμικής προστασίας των αντλιών.



Εικόνα 3.13 : Τροφοδοτικό

- Διακόπτης 1-0-2 πόρτας (S1,S2) : Ο διακόπτης πόρτας 1-0-2 έχει δυο θέσεις λειτουργίας και στην εφαρμογή μας χρησιμοποιούμε την πρώτη για θέσουμε τον πίνακα μας σε αυτόματη λειτουργία ενώ τη δεύτερη θέση για χειροκίνητη.



Εικόνα 3.14 : Διακόπτης 1-0-2 πόρτας

- Συσκευή θερμικής προστασίας αντλιών(PTC1,PTC2) : Ελέγχει τη θερμοκρασία των μηχανημάτων που προστατεύεται μέσω θερμίστορ PTC με δοκιμαστικά καλώδια.



Εικόνα 3.14 : Συσκευή θερμικής προστασίας αντλιών

- Αυτόματος διακόπτης ισχύος 3X63A (Q1,Q2) :Έχουμε δύο οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την διακοπή του κυκλώματος ισχύος των soft starters.
- Ρελέ ισχύος 66A (K1,K2) : Ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται κατά τη διαδικασία εκίνησης και σταματήματος των soft starters.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Georg Martz, Υδραυλική των οικισμών 1ο μέρος - Υδρεύσεις, εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα 2008.
2. Χρήστος Δ. Χατζηθεοδώρου, Συστήματα ύδρευσης και αποχέτευσης, εκδόσεις Λύχνος, Πάτρα 1985.
3. Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 60364-6 «Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης - Μέρος 6: Έλεγχος προς επαλήθευση»
4. <http://www.abb.gr>
5. <http://www.roipumps.gr>
6. <https://www.ergo-tel.gr>
7. <https://en.wikipedia.org>
8. <http://www.orcapumps.gr>
9. <http://www.pelc.gr>