



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ
ΤΡΟΠΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΠΙΚΕΣ
ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ**



ΜΠΑΧΤΑΛΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΕΥΓΕΝΙΟΣ ΣΚΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εκμετάλλευση του υπόγειου νερού αρχίζει από τις πρώτες ανθρώπινες κοινωνίες τουλάχιστον από το 8000 π.Χ. όπου οι άνθρωποι έκαναν τα πρώτα σκαφτά πηγάδια. Γνώριζαν την ύπαρξη του υπόγειου νερού και για το λόγο αυτό οι πρώτοι άνθρωποι οικισμοί έγιναν κοντά σε πηγές, σε λίμνες, σε ποτάμια, όπου δηλαδή υπήρχε νερό.

Το νερό αποτελεί τη βασική προϋπόθεση για την ύπαρξη κάθε μορφής ζωής, είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος και είτε αντιμετωπίζεται ως φυσικός πόρος, είτε ως κοινωνικό και οικονομικό αγαθό ή ακόμη ως περιβαλλοντικό στοιχείο, είναι βασικό και αναντικατάστατο, απαραίτητο όχι μόνο για την ανάπτυξη, αλλά και για την επιβίωση της ανθρωπότητας.

Το παραδοσιακό μοντέλο διαχείρισης των υδατικών πόρων, δημιουργήθηκε από την τεχνοκρατική αντίληψη σύμφωνα με την οποία σημασία έχει η οικονομική ανάπτυξη και η τεχνολογική πρόοδος και αποτελεί σημαντικό μοχλό της ανάπτυξης αυτής. Όμως η μακροχρόνια εφαρμογή του μοντέλου διαχείρισης των υδατικών πόρων τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα στις αναπτυγμένες περιοχές, έχει ως αποτέλεσμα την ανεπάρκεια νερού και την υποβάθμιση της ποιότητάς του.

Με τον όρο «ποιότητα του νερού» δεν ορίζουμε μία συγκεκριμένη αξία διότι υπόκειται πρακτικά σε συνεχείς μεταβολές και συνεπώς πρέπει να θεωρείται και να μελετάται σε σχέση με τα οικολογικά συστήματα και τις διαφορετικές χρήσεις του νερού. Μόνο με μία λεπτομερή ανάλυση των ποσοτικών και ποιοτικών απαιτήσεων των διαφορετικών χρήσεων του νερού, μπορούμε να εκτιμήσουμε την ποιότητα και τη επάρκεια ή ανεπάρκεια των διαθέσιμων υδατικών πόρων.

Επειδή σήμερα το νερό είναι ένα από τα μεγαλύτερα αγαθά της ανθρωπότητας, η εκμετάλλευσή του θα πρέπει να γίνεται με σύνεση και τηρώντας την εκάστοτε νομοθεσία. Για το λόγο αυτό το κάθε κράτος θα πρέπει να λαμβάνει όλα τα αναγκαία μέτρα για την εξασφάλιση της ποιότητα κατανάλωσης του νερού. Στην χώρα μας ο συνεχόμενος αυξανόμενος ρυθμός ανάπτυξης των αστικών κέντρων και της περιφέρειας καθώς και οι αλλαγές των απαιτήσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, επηρεάζουν την ποιότητα των υδάτινων πόρων που είναι διαθέσιμοι για ύδρευση. Έτσι η διαχείριση του δικτύου ύδρευσης και η τήρηση της νομοθεσίας για το πόσιμο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης αποκτούν ιδιαίτερη σπουδαιότητα καθώς η διανομή ασφαλούς ποιότητας νερού για την ανθρώπινη υγεία αποτελεί πρωταρχικό μέλημα των υπευθύνων των Δημοτικών Αρχών του τόπου.

Για την επαρκή κάλυψη των αναγκών σε νερό μιας κοινωνίας ή ενός οικισμού, απαιτείται η σύνδεση αυτών με το κατάλληλο δίκτυο ύδρευσης, ή την δημιουργία νέου δικτύου ύδρευσης το οποίο θα αποτελείται από δεξαμενές, αγωγούς διανομής, σωληνώσεις, ανεπίστροφες βαλβίδες, συνδετικά εξαρτήματα, μετρητές. Αυτά είναι επομένως και τα αντικείμενα που συνθέτουν το τελικό κόστος ενός δικτύου. Για την επίτευξη του οικονομικά βέλτιστου αποτελέσματος, τηρώντας παράλληλα τις απαιτούμενες προϋποθέσεις και απαιτήσεις του δικτύου, ο στόχος πρέπει να είναι η σωστή μελέτη και σχεδίαση ενός έργου ή η βελτιστοποίηση του είδη εγκατεστημένου δικτύου ύδρευσης.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε η βελτιστοποίηση του υπάρχοντος δικτύου ύδρευσης που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του οικισμού με την τοποθέτηση νέων αντλιών για τη εκμετάλλευση της μεταφοράς του νερού με φυσική ροή λόγω υψομετρικής διαφοράς. Σκοπός είναι η βελτιστοποίηση του υπάρχοντος δικτύου ύδρευσης προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το κόστος της ενέργειας που απαιτείται για την μεταφορά του νερού στον οικισμό συγκριτικά με το είδη υπάρχον δίκτυο.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής
ΜΠΑΧΤΑΛΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζονται αναλυτικά και αξιολογούνται το υπάρχον δίκτυο ύδρευσης για την τροφοδοσία νερού ύδρευσης στην τοπική κοινότητα των Διδύμων του δήμου Ερμιονίδας ενώ παράλληλα μελετάται και σχεδιάζεται η βελτιστοποίηση του υπάρχοντος δικτύου για την εκμετάλλευση με φυσική ροή του νερού υπό τις συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες με στόχο να ελαχιστοποιήσουμε το κόστος της ενέργειας που απαιτείται.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε επτά υποενότητες και τα σχέδια που αναφέρονται σε αυτήν όπως ακολουθούν.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αναλύονται τα γενικότερα προβλήματα ύδρευσης και ειδικότερα τα προβλήματα των δικτύων ύδρευσης καθώς και της ενέργειας που απαιτείται για την χρήση τους. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στον σκοπό της αυτής μελέτης.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύονται τα τοπικά στοιχεία του Δήμου Ερμιονίδας και ειδικότερα για την περιοχή της μελέτης την κοινότητα Διδύμων και τον ρόλο της Δ.Ε.Υ.Α.Ερ.

Στη συνέχεια γίνεται λεπτομερής ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης ύδρευσης, δηλαδή ανάλυση των απαιτήσεων, αναφορά στην ύδρευση (υδροληψίες, δεξαμενές, δίκτυα τροφοδοσίας δεξαμενών και διανομής νερού) καθώς και εκτεταμένη αναφορά στην θεωρία επίλυσης του υδραυλικού δικτύου ύδρευσης των Διδύμων και τις ενεργειακές απαιτήσεις του.

Στα δύο τελευταία κεφάλαια παρατίθενται οι προτάσεις βελτιστοποίησης με αντικατάσταση και αναβάθμιση των αντλιοστασίων και η τροφοδοσία της δεξαμενής ύδρευσης με φυσική ροή καθώς και η ανάλυση των ενεργειακών και οικονομικών αποτελεσμάτων. Τέλος γίνεται η τεκμηρίωση της πρότασης εφαρμογής παραθέτοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

1	Ευχαριστήρια επιστολή.....	6
2	Εισαγωγή.....	7
3	Γενικότερα προβλήματα της ύδρευσης.....	10
3.1	Προσδιορισμός προβλημάτων στην διαχείριση των δικτύων ύδρευσης.....	11
3.2	Προστασία των υδατικών πόρων.....	15
3.3	Διαχείριση και προβλήματα των δικτύων ύδρευσης.....	19
4	Αναφορά στην μελέτη.....	21
4.1	Σκοπός της μελέτης.....	23
5	Ανάλυση των τοπικών στοιχείων.....	23
5.1	Δήμος Ερμιονίδος.....	24
5.2	Δ.Ε.Υ.Α.ΕΡ.....	27
6	Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης ύδρευσης.....	30
6.1	Ανάλυση των απαιτήσεων ύδρευσης της κοινότητας Διδύμων.....	30
6.2	Αναφορά στην ύδρευση των Διδύμων.....	33
6.2.1	Υδροληψίες.....	33
6.2.2	Δεξαμενές.....	33
6.2.3	Δίκτυα τροφοδοσίας δεξαμενών.....	34
6.3	Ενεργειακή απαίτηση.....	35
7	Προτάσεις βελτιστοποίησης.....	42
7.1	Αντικατάσταση και αναβάθμιση αντλιοστασίων.....	42
7.2	Τροφοδοσία της δεξαμενής ύδρευσης Διδύμων με φυσική ροή.....	44
7.3	Υπολογισμός υδραυλικού πλήγματος.....	46
8	Ανάλυση των αποτελεσμάτων.....	54
8.1	Γενικά αποτελέσματα των προτάσεων.....	54
8.2	Προτάσεις βελτίωσης.....	57
8.3	Ενεργειακά αποτελέσματα των προτάσεων.....	57
8.4	Σχέση κόστους, εξοικονόμησης.....	60
9	Τεκμηρίωση της πρότασης για εφαρμογή.....	61
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

1 Ευχαριστήρια επιστολή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί τον τελευταίο μου σύνδεσμο με το χώρο του τμήματος και για το λόγο αυτό θα παραμένει για εμένα μια ξεχωριστή ανάμνηση. Με την ολοκλήρωση της θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν μέχρι να πάρει την σημερινή της μορφή.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω καταρχάς την τριμελή επιτροπή που συμμετέχει στην παρουσίαση και αξιολόγηση της εργασίας μου, αλλά και όλους τους καθηγητές του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας για όλα όσα μου έδωσαν στα φοιτητικά μου χρόνια.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σκούρα Ευγένιο για την υπομονή και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε από την αρχή της εργασίας αλλά και την συμπαράσταση του κατά την διάρκεια της εκπόνησης της που με τις γνώσεις και την εμπειρία του συνέβαλε τα μέγιστα για την επίτευξη του στόχου μου.

Επίσης ευχαριστώ την Δ.Ε.Υ.Α. Ερμιονίδας και ιδιαίτερα το Τμήμα Μελετών και Επιβλέψεων Τεχνικών Έργων Δήμου Ερμιονίδας για τα στοιχεία και την βοήθεια που μου παρείχαν.

Τέλος, δεν θα γινόταν να μην ευχαριστήσω τους γονείς μου για όσα μου έχουν προσφέρει από την πρώτη στιγμή και ιδιαίτερα τον πατέρα μου για την βοήθεια του σαν μηχανολόγος μηχανικός στην περαίωση αυτής της εργασίας.

2 Εισαγωγή

Το νερό αποτελεί πολύτιμο δημόσιο αγαθό, έναν μοναδικό και σημαντικό φυσικό πόρο και περιβαλλοντικό – βιολογικό στοιχείο. Η Γενική Συνέλευση του Ο.Η.Ε. Στις 28 Ιουλίου 2010 ενέκρινε με 122 ψήφους υπέρ, καμία κατά, ψήφισμα με το οποίο ανακηρύσσονται, η πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό και η δυνατότητα πρόσβασης σε στοιχειώδη υγιεινή, σαν «θεμελιώδες ανθρώπινο δικαίωμα».

Είναι αναντικατάστατο και απαραίτητο όχι μόνο για την ύπαρξη και ανάπτυξη της ζωής στον πλανήτη, αλλά και για την συνέχιση της επιβίωσης της ανθρωπότητας. Το νερό είναι ανανεώσιμος αλλά ταυτόχρονα περιορισμένος πόρος και δεν μπορεί να αντικατασταθεί ή να υποκατασταθεί με τίποτε άλλο για τη ύπαρξη και εξέλιξη του οικοσυστήματος καθώς επίσης και την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη.

Ενώ δε, δεν αποτελεί κλασσικό οικονομικό πόρο, εμπεριέχει εντούτοις σημαντικές οικονομικές παραμέτρους, λόγω των αναγκών ορθής και συνεχούς διαχείρισης, επεξεργασίας, μεταφοράς και διανομής του .

Η έλλειψη του νερού ύδρευσης και η συνεχής μείωση των αποθεμάτων του, μας υπαγορεύουν σήμερα, όσο ποτέ άλλοτε, να κινηθούμε προς την κατεύθυνση της διατήρησης, συντήρησης και ανάπτυξης της καλύτερης δυνατής οικολογικής κατάστασης του φυσικού αυτού πόρου.

Η διαχείριση αυτή θα πρέπει να καλύπτει όχι μόνο τις ανθρώπινες ανάγκες, αλλά ταυτόχρονα λαμβάνοντας υπόψη την οικολογική διάσταση του περιβαλλοντικού αυτού πόρου να καλύπτονται και οι ανάγκες του οικοσυστήματος.

Για τους λόγους αυτούς η Πολιτεία οφείλει να προστατεύει από την ρύπανση τις πηγές και το δίκτυο ύδρευσης μέχρι το τελικό στάδιο της κατανάλωσης καθώς η

αποτυχία εφαρμογής μέτρων εξυγίανσης του νερού μπορεί να εκθέσει σε κίνδυνο (π.χ. από υδατογενείς λοιμώξεις) μέρος του πληθυσμού της.

Επειδή η πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό αποτελεί αναφαίρετο ανθρώπινο δικαίωμα θα πρέπει να είναι προτεραιότητα και κορυφαία υποχρέωση και κάθε κοινότητας.

Δεδομένου λοιπόν ότι οι τοπικές κοινωνίες - κοινότητες γνωρίζουν τις ιδιαίτερες ανάγκες και τις τοπικές συνθήκες είναι αυτές που καλούνται να παίξουν και τον πρωταγωνιστικό ρόλο στη διατήρηση και ανάπτυξη του υδάτινου πόρου.

Ακολούθως οι πολίτες – χρήστες επιβάλλεται να συνειδητοποιήσουν τα δικαιώματα, τις υποχρεώσεις τους, αλλά και τις ευθύνες τους καθώς έχουν δικαίωμα στην ελεύθερη πρόσβαση σε καθαρό, πόσιμο νερό αλλά ταυτόχρονα έχουν και την υποχρέωση να είναι ενημερωμένοι και να χρησιμοποιούν ληλογισμένα το δημόσιο αυτό φυσικό πόρο και να φροντίζουν για την διατήρησή του.

Το πόσιμο νερό που παρέχεται από το δίκτυο ύδρευσης θα πρέπει να είναι άριστης ποιότητας, καθαρό, ευχάριστο και από κάθε άποψη αβλαβές επειδή εξυπηρετεί τις ανάγκες μεγάλου αριθμού ανθρώπινης κατανάλωσης και αποτελεί έναν από τους καθοριστικότερους παράγοντες για τη συνολική ποιότητα της ζωής των ανθρώπων.

Ειδικότερα σε ότι αφορά την χώρα μας και έχοντας σκοπό την ευαισθητοποίηση όλων των εμπλεκόμενων σε θέματα παρακολούθησης της ποιότητας του νερού για την ανθρώπινη κατανάλωση καθώς και για λόγους προστασίας της δημόσιας υγείας, επισημαίνονται τα ακόλουθα με την έκδοση της σχετικής Υγειονομικής Διάταξης ΥΑ Υ1γ/Γ.Π/οικ. 47829/21-06-2017 (ΦΕΚ 2161/τ.Β'/23-06-2017).

Για να επιτευχθεί ο στόχος της διασφάλισης παροχής καθαρού και υγιεινού νερού σε όλους τους πολίτες της χώρας, πρωταρχική σημασία έχει ο προγραμματισμός και ο σχεδιασμός των απαραίτητων έργων ύδρευσης, καθώς και η ανελλιπής τήρηση των διαδικασιών ελέγχου από τους αρμόδιους φορείς, όπως προβλέπεται από την κείμενη νομοθεσία και για το λόγο αυτό οι φορείς Τοπικής Αυτοδιοίκησης ως υπεύθυνοι ύδρευσης θα πρέπει :

- Να αξιολογούν με προτεραιότητα τα έργα εκσυγχρονισμού των δικτύων ύδρευσης.
- Να λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία των πηγών ύδρευσης (γεωτρήσεις, υδρομαστεύσεις, φυσικές δεξαμενές ύδατος κλπ.).
- Να συντηρούν τακτικά και να ελέγχουν συστηματικά τα συστήματα ύδρευσης (εξωτερικά και εσωτερικά δίκτυα), ενώ τα φθαρμένα δίκτυα να αντικαθίστανται με προτεραιότητα.
- Να διενεργούν συστηματικά τους προβλεπόμενους από την κείμενη νομοθεσία ελέγχους.

Η παρούσα εγκύκλιος απευθύνεται :

- στις Περιφέρειες

- στις Περιφερειακές Ενότητες και

- στις Περιφερειακές Ενώσεις Δήμων των Περιφερειών και στην ΕΔΕΥΑ, οι οποίες υποχρεούνται, μετά την λήψη της, να την γνωστοποιήσουν ενυπογράφως στους ΟΤΑ Α' βαθμού, στις ΔΕΥΑ καθώς και στους φορείς λειτουργίας των ιδιωτικών δικτύων ύδρευσης της περιοχής τους.

Με αφορμή όλων των παραπάνω αλλά εν προκειμένω για την παρούσα πτυχιακή εργασία τους όρους εξοικονόμηση και βέλτιστη τροφοδοσία νερού ύδρευσης και τον εκσυγχρονισμό του δικτύου ύδρευσης εισάγεται ο προβληματισμός για τη σχέση σύνδεσης αυτών των παραμέτρων.

-Ποιες είναι οι πραγματικές επιπτώσεις στην γενικότερη λειτουργία της χώρας;

-Ποιος ο ρόλος αυτών των επιπτώσεων στην σημερινή νεφελώδη κατάσταση;

Ερωτήματα και προβληματισμοί που μπαίνουν σε κάθε νέο επιστήμονα για την επόμενη μέρα της πορείας του.

Με αφορμή τον όρο εξοικονόμηση και βέλτιστη τροφοδοσία νερού ύδρευσης εισάγεται ο προβληματισμός για τη σχέση σύνδεσης αυτών των δύο παραμέτρων.

-Ποιες είναι οι πραγματικές επιπτώσεις στην γενικότερη λειτουργία της χώρας;

-Ποιος ο ρόλος αυτών των επιπτώσεων στην σημερινή νεφελώδη κατάσταση;

Ερωτήματα και προβληματισμοί που μπαίνουν σε κάθε νέο επιστήμονα για την επόμενη μέρα της πορείας του.

Με αφορμή τους παραπάνω προβληματισμούς μπήκαμε στην διαδικασία να μελετήσουμε και να παρουσιάσουμε αυτή την πτυχιακή εργασία στο αναφερόμενο θέμα για την εύρεση του βέλτιστου τρόπου τροφοδοσίας νερού ύδρευσης για τις τοπικές ανάγκες της κοινότητας Διδύμων σε πραγματικό επίπεδο εφαρμογής.

Είναι αδιανόητο, με πολύ απλούς τρόπους εφαρμόζοντας την Φυσική και την τεχνολογία, να μην μπορούμε τουλάχιστον να κάνουμε την χώρα μας αποδοτική και ευημερούσα.

Εάν σε ένα μικρό Τοπικό διαμέρισμα, ενός μικρού Δήμου, καταναλώνεται άσκοπα τόση ενέργεια, γίνεται αντιληπτό τι συμβαίνει σε όλη την χώρα.

Στόχος σ' αυτή την εργασία, είναι να αποτυπωθεί και να καταστεί σαφές, ότι υπάρχει τρόπος για την βελτίωση της όλης κατάστασης στον τόπο μας.

Το μόνο που μένει, είναι με πολύ απλούς τρόπους να μειώσουμε κόστος, εξοικονομώντας και να βελτιώσουμε την λειτουργική δομή της κοινωνίας μας.

Η εργασία μας αφορά την μείωση του λειτουργικού κόστους με τον βέλτιστο οικονομικό τρόπο της ύδρευση ενός μικρού Τ.Δ. στο Δήμο Ερμιονίδας τα Δίδυμα.

Αυτό είναι ένα τυχαίο πραγματικό γεγονός μέσα σε όλο τον γεωγραφικό χάρτη της Χώρας.

3 Γενικότερα προβλήματα της ύδρευσης

Είναι κοινώς παραδεκτό ότι νερό είναι ο πολυτιμότερος φυσικός πόρος καθώς είναι απαραίτητο για την ύπαρξη κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη μας, ενώ η χρήση του είναι απαραίτητη για την ύδρευση των πόλεων, τις καλλιέργειες, τη βιομηχανία και τον τουρισμό.

Ο υδροφόρος ορίζοντας ανανεώνεται από τον υδρολογικό κύκλο, παρόλα αυτά η ποσότητα του νερού είναι περιορισμένη και η κατανομή του στον χώρο και τον χρόνο άνιση.

Το 70% της επιφάνειάς της γης καλύπτεται από νερό (περίπου 1.400 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα νερού). Το 97% αυτού είναι ακατάλληλο για άμεση χρήση διότι είναι το νερό που βρίσκεται στη θάλασσα και έχει περιεκτικότητα σε αλάτι. Όμως από το υπόλοιπο 3% που απομένει το γλυκό ή πόσιμο, ένα μεγάλο ποσοστό βρίσκεται σε μορφή πάγου στις πολικές περιοχές και στις κορυφές των βουνών. Από το ποσοστό αυτό λιγότερο από το ένα τρίτο βρίσκεται σε υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι δεν είναι πάντοτε εκμεταλλεύσιμοι ή υπό τη μορφή επιφανειακού νερού σε λίμνες και ποτάμια. Επομένως, οι ποσότητες του γλυκού νερού που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι περιορισμένες.

Σύμφωνά με παγκόσμια στοιχεία στις μέρες μας 750 εκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό νερό, ενώ κάθε χρόνο περισσότεροι από 240.000 πεθαίνουν από ασθένειες που οφείλονται στο νερό.

Αναλυτικότερα κατά τα στοιχεία των Ηνωμένων Εθνών, το 65% του πληθυσμού που δεν έχει πρόσβαση σε καθαρό νερό βρίσκεται στην Ασία, το 27% στην Αφρική, το 6% στη Λατινική Αμερική και την Καραϊβική και μόλις το 2% στην Ευρώπη. Από τους βασικότερους παράγοντες που έχουν προκαλέσει παγκοσμίως την λεγόμενη «κρίση του νερού» είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη, η αυξημένη αστικοποίηση και οι αλλαγές στις χρήσεις γης.

Συνεπώς έχουμε αύξηση της κατανάλωσης του νερού και συνεχή μείωση των αποθεμάτων.

Επιπλέον πρέπει να τονισθεί ότι ο άνθρωπος δεν μπορεί να ζήσει αν στερηθεί το νερό περισσότερο από τρεις μέρες γιατί το σώμα μας αποτελείται κατά τα 2/3 από νερό, και

αν η ποσότητα αυτή μειωθεί έστω και λίγο, προκαλείται βλάβη της υγείας μας. Είναι αναπόφευκτη η σκέψη ότι στο μέλλον θα είναι πιο δύσκολος ο εφοδιασμός της ανθρωπότητας με καλής ποιότητας νερό από ότι θα είναι ο εφοδιασμός της με τρόφιμα.

Ιδιαίτερα η βιομηχανία ,κύριος καταναλωτής του νερού, χρειάζεται πολλές φορές μεγάλες ποσότητες. Πολύ συχνά η εκλογή του τόπου όπου θα ιδρυθεί μία βιομηχανία προσδιορίζεται από τη διαθεσιμότητα του νερού.

Οι ανάγκες σε νερό επηρεάζουν τη διάρθρωση της οικονομίας και για το λόγο αυτό σχετικά προβλήματα δεν πρέπει να παραμελούνται γιατί έχουν μεγάλη προτεραιότητα.

3.1 Προσδιορισμός προβλημάτων στην διαχείριση των δικτύων ύδρευσης

Στην Ελλάδα, η χρήση των υδατικών πόρων κατανέμεται ως εξής:

Γεωργία 85%, Ύδρευση και Οικιακή χρήση 10%, Βιομηχανία-Ενέργεια 5%. Οι αρδευόμενες εκτάσεις στην χώρα μας ανέρχονται σε 16,5 εκατ. στρέμματα περίπου, ενώ το 90% των αυτών των εκτάσεων αρδεύεται με τεχνικές που δεν εξασφαλίζουν την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων.

Λέγοντας ύδρευση εννοούμε όλα όσα χρειάζεται για να εξασφαλιστούν επαρκείς ποσότητες πόσιμου νερού καθώς και νερού για οικιακές και άλλες χρήσεις

Η ύδρευση περιλαμβάνει την υδροληψία, τον καθαρισμό, την αποθήκευση, την προσαγωγή και τη διανομή του νερού με σκοπό την συνεχή παροχή καθαρού, υγιεινού νερού, κοντά στα σημεία χρησιμοποίησης του σε οικονομικά προσιτή τιμή χωρίς το νερό να προκαλεί βλάβες.

Από υγειονομικής πλευρά το ασφαλέστερο και πιο εξυπηρετικό σύστημα υδρεύσεως είναι το σωληνωτό υδραγωγείο που είναι κλειστό από την πηγή υδροληψίας ή την εγκατάσταση καθαρισμού μέχρι τον καταναλωτή.

Στην χώρα μας οι συνθήκες ύδρευσης είναι πολύ ικανοποιητικές, παρότι χρειάζονται ακόμη βελτίωση από άποψη πληρέστερης υγειονομικής προστασίας, ποσοτικής αυξήσεως και σωστής οργανώσεως της κανονικής λειτουργίας και συντηρήσεως.

Σύμφωνα με το Urban Water Atlas for Europe για το 2017 που εκδίδεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και στο οποίο παρουσιάζονται οι καλύτερες πρακτικές στις ευρωπαϊκές πόλεις, η αναφορικά με την ποιότητα του νερού που τρέχει στις βρύσες κάθε νοικοκυριού της πόλης της Αθήνας. Η ανωτερότητα του νερού της Αθήνας, όμως, επιβεβαιώνεται και από τις έρευνες και τους ελέγχους που η ίδια η ΕΥΔΑΠ πραγματοποιεί.

Ενδεικτικά αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα 185.000 προσδιορισμών σε περίπου 10.000 δείγματα πόσιμου και 2.000 δείγματα

ανεπεξέργαστου νερού ετησίως, το νερό της Αθήνας είναι άριστης ποιότητας και πράγματι, ένα από τα καλύτερα της Ευρώπης.

Στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου και στην χώρα μας από τα διαθέσιμα υδρολογικά στοιχεία φαίνεται μία μακροχρόνια πτωτική τάση των βροχοπτώσεων και της απορροής, και συνεπώς βρισκόμαστε σε περίοδο κλιματολογικής ξηρασίας. Παρόλα αυτά στη χώρα μας αναλογεί μεγαλύτερη ποσότητα και επάρκεια νερού από τις άλλες χώρες της Μεσογείου.

Η λειψυδρία αποτελεί οξυνόμενο πρόβλημα σε κάποιες περιοχές της Ευρώπης και τείνει να επιδεινωθεί, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, η οποία αποτελεί σημαντική απειλή για τους υδατικούς πόρους.

Παράλληλα, είναι γνωστό ότι το νερό δεν είναι εμπορικό προϊόν, αλλά ούτε και δημόσιο αγαθό στο οποίο καθένας έχει ελεύθερη ή δωρεάν πρόσβαση. Είμαστε λοιπόν υποχρεωμένοι να «διαχειριζόμαστε» το νερό και να μεριμνούμε για την εξισορρόπηση των αναγκών και την εξασφάλιση επαρκών ποσοτήτων του, με την απαιτούμενη ποιότητα για την κάλυψή τους.

Με την έκδοση της απόφασης A/64/L.63/Rev.1 (Ιούλιος 2010) των Ηνωμένων Εθνών η πρόσβαση σε νερό αποτελούν θεμελιώδες ανθρώπινο δικαίωμα.

Συνήθως το υδατικό στοιχείο μίας περιοχής είναι θετικό από τις αρχές φθινοπώρου μέχρι τις αρχές της άνοιξης. Δηλαδή οι ποσότητες νερού που πέφτουν κατά την περίοδο αυτή είναι περισσότερες από αυτές που χάνονται.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εμπλουτίζεται ο υδροφόρος ορίζοντας και να αυξάνεται η στάθμη του. Κατά την θερινή περίοδο, δηλαδή τέλος άνοιξης μέχρι αρχές φθινοπώρου, οπότε οι βροχές είναι περιορισμένες και οι ανάγκες σε νερό μεγάλες, χρησιμοποιούμε τα αποθέματα νερού που δημιουργήθηκαν την χειμερινή περίοδο.

Όταν σε μια περιοχή πριν από ένα θερμό καλοκαίρι προηγείται ένας άνυδρος χειμώνας τότε παρατηρούνται φαινόμενα λειψυδρίας ακόμα και στις αρχές του καλοκαιριού. Τότε τα πηγάδια στερεύουν και οι στάθμες των γεωτρήσεων πέφτουν, γεγονός που μας αναγκάζει να αντλούμε από βαθύτερα στρώματα.

Εάν το φαινόμενο αυτό συνεχίζεται και μέσα στα χρόνια που ακολουθούν τότε αναγκάζομαστε να ανοίξουμε νέες βαθύτερες γεωτρήσεις για να εξασφαλίσουμε τις αναγκαίες ποσότητες νερού.

Επιπλέον οι παράνομες γεωτρήσεις είναι πολλαπλάσιες των νόμιμων ενώ εκείνες που έγιναν με άδειες παραβιάζουν τους όρους λειτουργίας τους και για τους λόγους αυτούς παρατηρείται ένας πρωτοφανής κανιβαλισμός των υπόγειων υδροφόρων.

Σε περιοχές που βρέχονται από θάλασσα η υπεράντληση των υπογείων αποθεμάτων νερού προκαλεί το φαινόμενο της υφαλμύρωσης.

Σοβαρή συνέπεια του προβλήματος της υφαλμύρωσης είναι να εισέρχεται το θαλασσινό νερό μέσα στον υδροφόρο ορίζοντα και να καθιστά το νερό του ακατάλληλο για ανθρώπινη χρήση.

Κατά τη διάρκεια των ετών που παρουσιάζονται φαινόμενα λειψυδρίας και δεν υπάρχει δυνατότητα εκβάθυνσης των υπαρχουσών γεωτρήσεων ή μόνη λύση είναι η διάνοιξη νέων γεωτρήσεων.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος είναι η σημαντική μείωση της κατανάλωσης νερού ώστε να επαρκέσουν τα υδάτινα αποθέματα νερού της περιοχής

Στην περιοχή μας τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί φαινόμενα υφαλμύρωσης καθώς επίσης και φαινόμενα μείωσης του υδάτινου δυναμικού διότι κάθε χρόνο αναγκάζομαστε να αντλούμε από βαθύτερα υδροφόρα στρώματα.

Το νερό δε μας χρειάζεται μόνο για τις οικιακές μας ανάγκες, αλλά και για το πλύσιμο, για το λουτρό, για τη θέρμανση, για τον κλιματισμό, για την περιποίηση των κήπων και πολλά άλλα. Χρειάζεται επίσης για τη βιομηχανία, τη βιοτεχνία και για την παραγωγή όλων των αγαθών.

Το νερό που παρέχουν στην κατανάλωση τα έργα υδρεύσεως, πρέπει να είναι διαθέσιμο όχι μόνο σε επαρκή ποσότητα και σε κατάλληλη ποιότητα αλλά επιπροσθέτως θα πρέπει κάθε στιγμή να ικανοποιεί τους κανονισμούς τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις του πόσιμου νερού.

Τα κριτήρια ποιότητας του νερού πρέπει να είναι αυστηρά διότι από τη μια πλευρά αυξάνουν συνεχώς οι ανάγκες νερού καλής ποιότητας, και από την άλλη, οι πηγές νερού που βρίσκονται στη φύση ρυπαίνονται όλο και περισσότερο από παράγοντες μόλυνσης όπως λύματα ή άλλα απόβλητα.

Όσο κι αν αυτό φαίνεται παράλογο, σπάνια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σήμερα οποιοδήποτε νερό στη φυσική του κατάσταση.

Προτού δοθεί στην κατανάλωση ,πρέπει να υποστεί έλεγχο των βιολογικών, των βακτηριολογικών, των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του.

Μόνο μετά από μια λεπτομερή εξέταση μπορούμε να διαπιστώσουμε αν περιέχει βλαπτικές ουσίες και μικρόβια ή αν χρειάζεται οποιαδήποτε τεχνική επεξεργασία για να γίνει πόσιμο.

Όταν το νερό βρίσκεται στην απαιτούμενη ποιοτική στάθμη ή όταν έχει ιδιότητες αντιαισθητικές, τότε λέμε συνήθως ότι έχει υποστεί ρύπανση.

Αν όμως περιέχει νοσογόνα σώματα ή ουσίες που μπορεί να είναι δηλητηριώδεις, λέμε ότι έχει υποστεί μόλυνση.

Το νερό βεβαίως μπορεί να παρουσιάζει συγχρόνως και ρύπανση και μόλυνση.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το νερό μας χρειάζεται για πόση, για την καθαριότητα, για τη βιομηχανία και τη βιοτεχνία κλπ.

Η κατανάλωση νερού εξαρτάται από τον τρόπο διαβίωσης του πληθυσμού και από το είδος της περιοχής η οποία πρόκειται να τροφοδοτηθεί, δηλ. αν πρόκειται για βιομηχανικούς ή αγροτικούς οικισμούς.

Οι αγροτικοί οικισμοί έχουν γενικά μικρότερες ανάγκες ενώ οι βιομηχανικές περιοχές, τα προάστια και οι λουτροπόλεις εμφανίζουν σημαντικές ανάγκες.

Προάστια με επαύλεις και ανοιχτό οικοδομικό σύστημα εμφανίζουν συχνά μεγαλύτερες καταναλώσεις από ορισμένες διάφορες μεγάλες πόλεις.

Η τιμή και η ευχέρεια διαθέσεως νερού επηρεάζουν επίσης την κατανάλωση. Για τον προσδιορισμό των πραγματικών αναγκών πρέπει να γίνουν λεπτομερείς έρευνες. Οι ανάγκες άλλωστε αυξάνουν συνεχώς. Αυτό οφείλεται στην ανάπτυξη της βιομηχανίας, στη συνεχή αύξηση του πληθυσμού καθώς και στην τάση να καταναλώνουμε διαρκώς περισσότερο νερό.

Μόνο αν ο προσδιορισμός των μελλοντικών αναγκών γίνει με την απαιτούμενη φροντίδα, μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι μια μελέτη που γίνεται για την αντιμετώπιση μιας μελλοντικής καταστάσεως θα οδηγήσει σε έργα ικανοποιητικά και από άποψη εκμεταλλεύσεως και από άποψη οικονομικότητας.

Για τις υδρεύσεις διαλέγουμε συνήθως μια περίοδο προβλέψεως των 20 ως 30 ετών. Είναι εξίσου εσφαλμένο να υποεκτιμήσουμε τις αναγκαίες διαστάσεις του έργου όσο είναι και να τις υπερεκτιμήσουμε.

Αν χρειαστεί σε σύντομο χρονικό διάστημα να γίνει επέκταση του έργου, τότε ενδέχεται τα οικονομικά αποτελέσματα να γίνουν δυσμενέστερα και μάλιστα πολλές φορές κατά πολύ.

Συνεπώς πρέπει η μελέτη να γίνεται με πνεύμα ευρύτητας υπό τον όρο πάντως ότι τα προτεινόμενα έργα θα δικαιολογούνται και από τεχνική και από οικονομική άποψη.

Στη χώρα μας βάσει του Σύνταγμα της Ελλάδας κατοχυρώνεται το δικαίωμα των πολιτών σε καθαρό περιβάλλον, καθαρούς και επαρκείς φυσικούς πόρους και καθαρό, άφθονο νερό.

Στο άρθρο 18 παρ. 1 του Συντάγματος προβλέπεται ότι «Ειδικοί νόμοι ρυθμίζουν τα σχετικά με την ιδιοκτησία και τη διάθεση ρεόντων και υπόγειων υδάτων και γενικά του υπόγειου πλούτου».

Το κράτος σε εκτέλεση της συνταγματικής επιταγής θέσπισε το ν. 1739/87, ως ειδικό νόμο για τη «διαχείριση των υδατικών πόρων».

Στη συνέχεια, και μετά την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23-10-2000, θέσπισε το ν. 3199/2003 «για την προστασία και διαχείριση των υδάτων».

Στην Οδηγία 2000/60/του ΕΚ και του Συμβουλίου της Ε.Ε τονίζεται ότι «Το ύδωρ δεν είναι εμπορικό προϊόν όπως όλα τα άλλα, αλλά αποτελεί κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να τυγχάνει της κατάλληλης μεταχείρισης».

Στο ν. 3199/2003, για την προστασία και διαχείριση των υδάτων, προβλέπονται μεταξύ άλλων και τα ακόλουθα:

- Σύσταση Εθνικής Επιτροπής Υδάτων [συμμετέχουν 6 υπουργοί],
- Σύσταση Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων (προεδρεύει ο υπουργός ΠΕΧΩΔΕ και συμμετέχουν εκπρόσωποι κομμάτων, του ΤΕΕ, της ΓΣΕΕ, κλπ.),
- Σύσταση ειδικής Γραμματείας στο ΥΠΕΧΩΔΕ, και,

- Σύσταση Διεύθυνσης Υδάτων σε κάθε περιφέρεια της χώρας, με σκοπό την έκδοση αδειών χρήσης νερού και εκτέλεσης έργων (π.χ. γεωτρήσεων) και τον έλεγχο εφαρμογής των όρων λειτουργίας τους.

Στο άρθρο 10 παρ. 1 του νόμου προβλέπεται ότι «Οι χρήσεις υδάτων διακρίνονται σε ύδρευση, άρδευση, βιομηχανική χρήση, ενεργειακή χρήση και χρήση για αναψυχή Η χρήση για ύδρευση έχει προτεραιότητα, ως προς την ποσότητα και την ποιότητα, έναντι κάθε άλλης χρήσης».

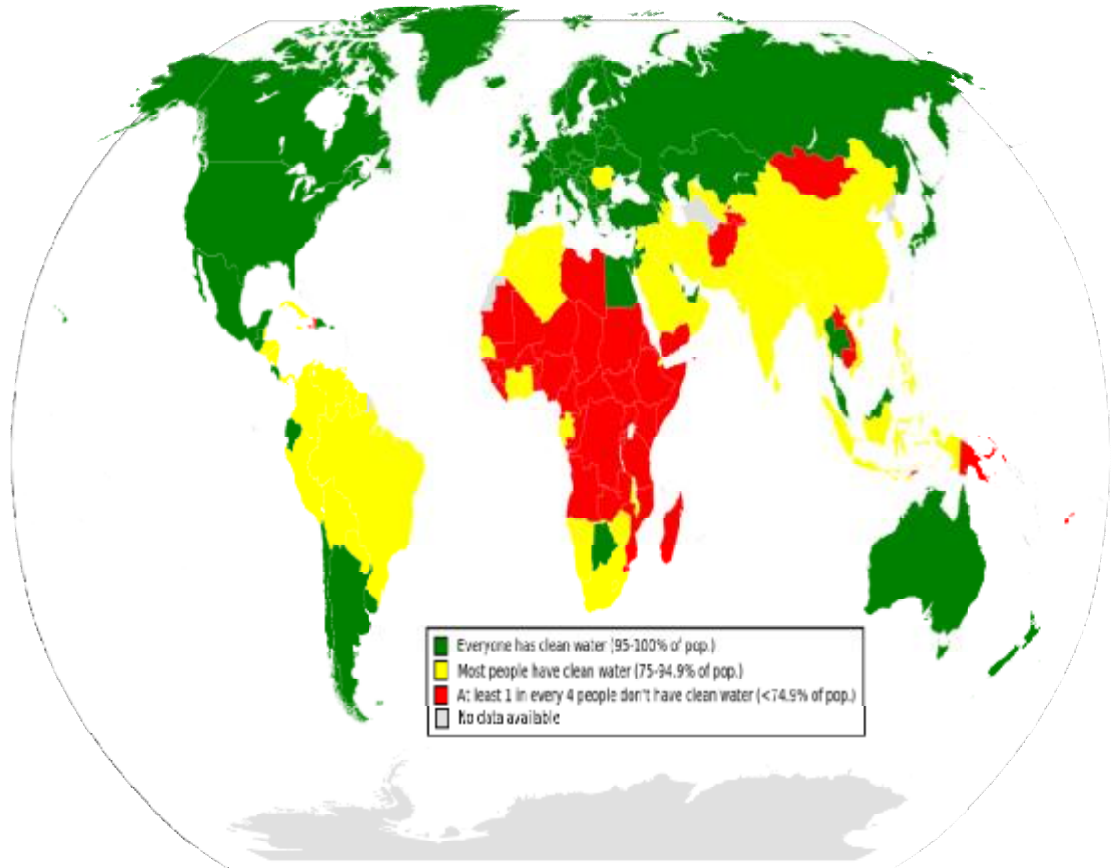
Για τους παραβάτες των όρων λειτουργίας των αδειών χρήσης νερού (δηλ. κατόχους γεωτρήσεων) προβλέπονται οι ποινικές κυρώσεις του άρθρου 28 του ν. 1650/86 (δηλ. ποινή φυλάκισης τριών μηνών έως δύο έτη και χρηματική ποινή).

Επίσης για τους παραπάνω παραβάτες προβλέπονται διοικητικές κυρώσεις, με την επιβολή προστίμου από 200 μέχρι 600 Ευρώ και σε περίπτωση μεγάλης υποβάθμισης των υδάτων και κινδύνου θανάτου ή Βαριάς σωματικής βλάβης ή ευρείας οικολογικής διατάραξης, την επιβολή προστίμου μέχρι 1.500 Ευρώ Τέλος, ως διοικητικό μέτρο προβλέπεται και η οριστική διακοπή της άδειας άντλησής ύδατος (άρθρο 13).

Τέλος, και επειδή το νερό δεν είναι εμπορικό προϊόν, η διάθεσή του με αντάλλαγμα σε τρίτους, για αρδευτική χρήση, απαγορεύεται. Μάλιστα, αν το αντάλλαγμα δεν δηλώνεται στην αρμόδια Δ.Ο.Υ, συνιστά και φορολογικό αδίκημα.

3.2 Προστασία των υδατικών πόρων

Όπως φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 3.1) ενώ οι υδατικοί πόροι είναι ανανεώσιμοι υπάρχουν μεγάλες διαφορές στα διαθέσιμα αποθέματα νερού σε περιοχές του πλανήτη με την Ασία να υφίσταται το μεγαλύτερο πρόβλημα. Σύμφωνα με το World Water Assessment Program πάνω από το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού βρίσκεται εκεί διαθέτει μόνο το 36% των παγκόσμιων υδατικών πόρων.



Εικόνα 3.1: Κατανομή υδατικών πόρων

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την Οδηγία-Πλαίσιο για τα Ύδατα (Water Framework Directive 2000/60/EK), για την ολιστική προσέγγιση της Διαχείρισης των Υδάτων της Ευρώπης, για την προστασία των υδατικών πόρων, την αποδοτική τους χρήση και ορθολογική τους διαχείριση, προώθησε σε ευρωπαϊκό επίπεδο τη διαμόρφωση μιας μακροπρόθεσμης και ενοποιημένης πολιτικής διαχείρισης υδατικών πόρων.

Με το άρθρο 9 της Οδηγίας 2000/60/EK προβλέπεται η ανάκτηση του κόστους των υπηρεσιών ύδατος. Με τον όρο κόστος εννοείται το άμεσο κόστος, το περιβαλλοντικό κόστος και το κόστος φυσικού πόρου. Οι τρεις αυτές συνιστώσες αποτελούν δυναμικά μεγέθη και έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ανά εποχή, γεωγραφική περιοχή, πυκνότητα πληθυσμού, οικονομική δραστηριότητα κλπ.

Με τον νόμο 3199/2003 (ΦΕΚ 280 Α/09.12.2003) και το ΠΔ 51/2007 (ΦΕΚ 54 Α/08.03.2007) έγινε η εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την κοινοτική Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/EK. Εκτός από την ενσωμάτωση των βασικών εννοιών της Οδηγίας για τους υδατικούς πόρους καθορίζεται, παράλληλα, η συγκρότηση της νέας διοικητικής δομής σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο και οι αρμοδιότητες των επιμέρους φορέων. Σε εθνικό επίπεδο, η Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ) έχει την ευθύνη εφαρμογής της Οδηγίας-Πλαίσιο. Η χώρα χωρίζεται σε 14 Υδατικά

Διαμερίσματα, εκ των οποίων τα 5 είναι διακρατικά (με τις γείτονες χώρες Αλβανία, Βουλγαρία, Π.Γ.Δ.Μ. και Τουρκία) (Εικόνα 3.2).

Στην Ελλάδα υπάρχουν επαρκείς επιφανειακοί και υπόγειοι υδατικοί πόροι, οι οποίοι όμως για διάφορους λόγους έχουν σημαντική μείωση της πραγματικά διαθέσιμης ποσότητάς τους και έτσι δυσκολεύεται η αξιοποίησή τους (Sofios, Arabatzis, & Baltas, 2008).

Οι κυριότεροι φυσικοί λόγοι που προκαλούν προβλήματα στην αξιοποίηση των υδατικών πόρων της χώρας είναι:

- η ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στον χώρο και στον χρόνο
- η ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης στον χώρο και τον χρόνο, σε αναντιστοιχία με την κατανομή της προσφοράς
- η γεωμορφολογία της χώρας
- η εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από τις επιφανειακές απορροές ποταμών που έρχονται από γειτονικά κράτη
- το μεγάλο ανάπτυγμα ακτών
- τα πολλά άνυδρα, ή με ελάχιστους υδατικούς πόρους, νησιά της χώρας



Εικόνα

3.2: Τα 14 Υδατικά Διαμερίσματα της Ελλάδας (<http://wfd.ypeka.gr>) .

Στην Ελλάδα η διαχείριση των υδατικών πόρων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης ιδιαίτερα σε περιοχές που αντιμετωπίζουν προβλήματα λειψυδρίας.

Η ύδρευση είναι από τις σημαντικές χρήσεις του νερού παρόλο που η αναλογία χρήσης νερού άρδευσης ως προς την ύδρευση υπερέχει κατά πολύ (η άρδευση αποτελεί το 86% της χρήσης νερού, ενώ μόλις το 10% η ύδρευση). Η ύδρευση όσον αφορά τις ανθρώπινες ανάγκες είναι εξαιρετικά σημαντική.

Είναι γνωστό ότι κάθε δίκτυο ύδρευσης έχει δύο κύριους χρήστες:

1. Τους καταναλωτές διαφόρων ειδών οικιακούς, εμπορικούς και βιομηχανικούς
2. Το ίδιο το δίκτυο ύδρευσης, του οποίου οι απώλειες αποτελούν μεγάλο μέρος του εισερχόμενου νερού.

Για τον λόγο αυτό, στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης και προστασίας των υδατικών πόρων, είναι επιβεβλημένη η ορθολογική- βέλτιστη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης με την εφαρμογή όλων των τεχνικών προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης πόσιμου νερού.

3.3 Διαχείριση και προβλήματα των δικτύων ύδρευσης

Για την κάλυψη των απαιτήσεων κατανάλωσης νερού με το μικρότερο δυνατό λειτουργικό κόστος είναι απαραίτητη η καλή διαχείριση της λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης. Στα δίκτυα διανομής νερού εμφανίζονται προβλήματα όπως:

∅ Απώλειες Νερού

Οι απώλειες νερού σε ένα δίκτυο ύδρευσης οφείλονται στις ποσότητες νερού που χάνονται λόγω διαρροών, θραύσεων και της μη εξουσιοδοτημένης χρήσης νερού. Ο προσδιορισμός των απωλειών αυτών είναι δύσκολο να εκτιμηθεί καθώς οι ποσότητες που οφείλονται σε υπομέτρηση, δημόσια ή κοινωφελή χρήση όπως και για πυρόσβεση δε μπορούν να μετρηθούν.

∅ Φυσική Ακεραιότητα Δικτύου

Η φυσική ακεραιότητα του δικτύου έχει άμεση σχέση με την ικανότητα των αγωγών να αντέχουν σε συνθήκες αυξημένων εσωτερικών πιέσεων και εξωτερικών φορτίσεων. Η μείωση της φυσικής ακεραιότητας του δικτύου απεικονίζεται στον αριθμό και τον τύπο των θραύσεων του (περιμετρική, αξονική ή διαμήκης, σημειακή, σκασίματα στις ενώσεις, ανομοιόμορφη, κλπ.). Οι εξωτερικές συνθήκες επηρεάζουν εξίσου τη φυσική ακεραιότητα του δικτύου, όπως οι καιρικές

συνθήκες, το είδος του εδάφους, το βάθος τοποθέτησης του αγωγού και η απόσταση των αγωγών από παρακείμενες κατασκευές ή δίκτυα.

∅ Παροχευτική Ικανότητα Δικτύου

Η μειωμένη παροχευτική ικανότητα του δικτύου ύδρευσης έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία του δικτύου να εκπληρώσει την κάλυψη των απαιτήσεων της κατανάλωσης, τόσο σε ποσότητα, όσο και σε πίεση του παροχευόμενου νερού, η οποία οφείλεται στην υποδιαστασιολόγηση των αγωγών και στη δημιουργία θρόμβων ή κρούστας στα τοιχώματά τους.

∅ Ποιότητα Νερού

Η ποιότητα του νερού επηρεάζεται από την κατάσταση του δικτύου ύδρευσης φαινόμενο που λειτουργεί και αντίστροφα. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 98/83/ΕΚ για την προστασία της ποιότητας του νερού καθορίζει τις ανώτατες παραμετρικές τιμές των χαρακτηριστικών του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση. Στο πλαίσιο της Οδηγίας, εντάσσονται το νερό του δικτύου ύδρευσης και το επιτραπέζιο νερό. Η εναρμόνιση της Οδηγίας στην Ελλάδα έγινε με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892Β/11-7-2001).

Για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των αιτιών που προκαλούν τα προβλήματα στα δίκτυα ύδρευσης, πρέπει να προτείνονται εξυγιαντικές ενέργειες που να αποσκοπούν στη βελτίωση των χαρακτηριστικών του δικτύου, να συνιστούν αλλαγή των πρακτικών λειτουργίας και συντήρησης και να επιδιώκουν τη βελτίωση του τρόπου συλλογής πληροφοριών σχετικών με τη λειτουργία του.

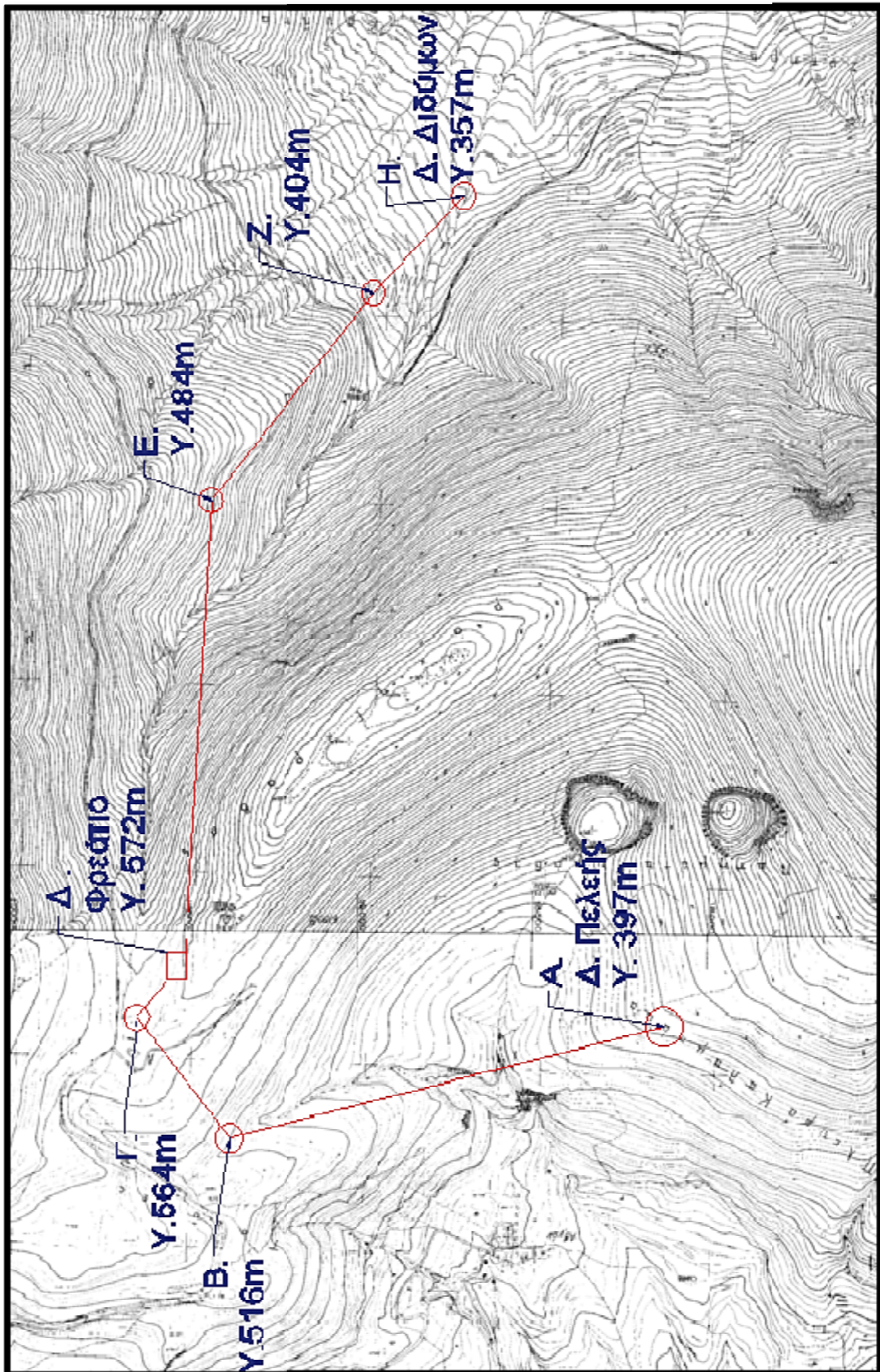
4 Αναφορά στην μελέτη

Η τοπική κοινότητα των Διδύμων είναι ένα μικρό τοπικό διαμέρισμα του Δήμου Ερμιονίδος.

Η ύδρευση αυτού του οικισμού γίνεται από γεωτρήσεις που εκτείνονται στην ευρύτερη περιοχή της Πελεής και του Ράδου. Αυτό απεικονίζεται στο τοπογραφικό.

Είναι χαρακτηριστικό φαινόμενο, όπως αυτό αναφέρεται παραπάνω ότι ο Δήμος τροφοδοτείται με νερό ύδρευσης από γεωτρήσεις. Δεν υπάρχουν επιφανειακές πηγές και αυτό οφείλεται στη δομή των πετρωμάτων του υπεδάφους. Το υπέδαφος αποτελείται από σχιστολιθικά πετρώματα τα όποια επιτρέπουν την άμεση επαφή του υδροφόρου οριζώντια με την θάλασσα, αυτό έχει σαν συνέπεια να υπάρχουν λιγοστές πηγές και χείμαρροι. Την άμεση επαφή του υδροφόρου οριζώντια με την θάλασσα, τεκμηριώνει η υψηλή αγωγιμότητα των υδάτων, η οποία βρίσκεται μεταξύ των ορίων 2.500 – 6.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Επίσης η υπεράντληση των γεωτρήσεων, σε επίπεδο αλόγιστης χρήσης, επιβαρύνει την κατάσταση μέσω της υποπίεσης που δημιουργείται αλλά μας βάζει να σκεφτούμε και το παγκόσμιο πρόβλημα υπεράντλησης.

Έτσι θα πρέπει να κάνουμε πιο συντηρητική χρήση του νερού και να μην το σκορπάμε χωρίς λόγο. Η δεξαμενή ύδρευσης των Διδύμων, η οποία τροφοδοτείται μέσω της δεξαμενής Πελεής, είναι εγκατεστημένη χαμηλότερα κατά 80,00 m. Αυτομάτως όταν έχουμε αυτά τα δεδομένα εξάγεται το ερώτημα αν θα είναι εφικτή η τροφοδοσία της δεξαμενής Διδύμων μέσω του υφιστάμενου δικτύου από την δεξαμενή Πελεής χωρίς την παρουσία αντλιών και πως αυτό θα επιτευχθεί και τι αντίκτυπο θα έχει αυτό στην κατανάλωση ενέργειας που θα έχουμε .



Εικόνα 4: Απεικόνιση Σωληνογραμμής σε τοπογραφικό σχέδιο

4.1 Σκοπός της μελέτης

Λαμβάνοντας υπόψιν τις συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες την ιδιομορφία του τόπου και τις ανάγκες του οικισμού, ο σκοπός της μελέτης είναι να επιλυθεί το βασικότερο πρόβλημα για την υδροδότηση του οικισμού με τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας μέσω τεχνικών λύσεων και η βέλτιστη λειτουργία του δικτύου δηλαδή η δυνατότητα τροφοδοσίας της δεξαμενής ύδρευσης των Διδύμων μέσω του υφιστάμενου αγωγού με φυσική ροή ύδατος χωρίς την χρήση αντλιών. Συγκεκριμένα σκοπός μου είναι να εξετάσω εν είναι δυνατή η τροφοδοσία της δεξαμενής των Διδύμων με φυσική ροή διότι η υψομετρική διαφορά που υπάρχει μεταξύ του μέγιστου σημείου οπου έχει το δίκτυο μας και της δεξαμενής των Διδύμων είναι αρκετά μεγάλη έτσι θεωρώ ανούσια και πολυέξοδη την ύπαρξη αντλίας στο ανώτερο σημείο ώστε να ωθεί το νερό στην τελική δεξαμενή. Έτσι εφόσον το υπάρχον δίκτυο χρήζει αναβάθμισης θα εξετάσω τα ενεργειακά ωφελεί που θα έχουμε εάν αναβαθμίσουμε απλά τα αντλιοστάσια που υπάρχουν με σύγχρονα εξαρτήματα και μηχανισμούς αλλά και τι όφελος θα έχουμε από την κατάργηση των αντλιών και της μεταφοράς του νερού με φυσική ροή. Όλα αυτά έχουν σκοπό να μπορούμε να ελέγχουμε το δίκτυο και να μπορούμε να ρυθμίσουμε όλες τις παραμέτρους με σκοπό να μην έχουμε προβλήματα άσκοπης υπερκατανάλωσης νερού αλλά και ηλεκτρικής ενέργειας.

Για να επιτευχθούν τα παραπάνω θα πρέπει να αναλύσουμε τα στοιχεία που έχουμε από τον Δήμο, να εξετάσουμε το υπάρχον δίκτυο και το τι βελτιώσεις μπορούν να γίνουν σε αυτό. Θα χρειαστεί να δούμε τις ενεργειακές απαιτήσεις που θα έχει το νέο, ουσιαστικά, δίκτυο δηλαδή αν η πίεση που θα έχει το νερό θα επαρκεί για να κινηθεί με φυσική ροή προς την δεξαμενή των Διδύμων και τέλος ανάλυση των προτάσεων που παρουσιάσαμε παραπάνω.

5 Ανάλυση των τοπικών στοιχείων

Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε την δυνατότητα τροφοδοσίας της δεξαμενής ύδρευσης των Διδύμων με φυσική ροή από την δεξαμενή Πελεής, και ταυτόχρονα να έχουμε σαφή εικόνα της καταναλισκόμενης ενέργειας για την ύδρευση του Δήμου θα πρέπει να αναλύσουμε όλα τα στοιχεία της ύδρευσης και του τρόπου λειτουργίας αυτής τα οποία είναι :

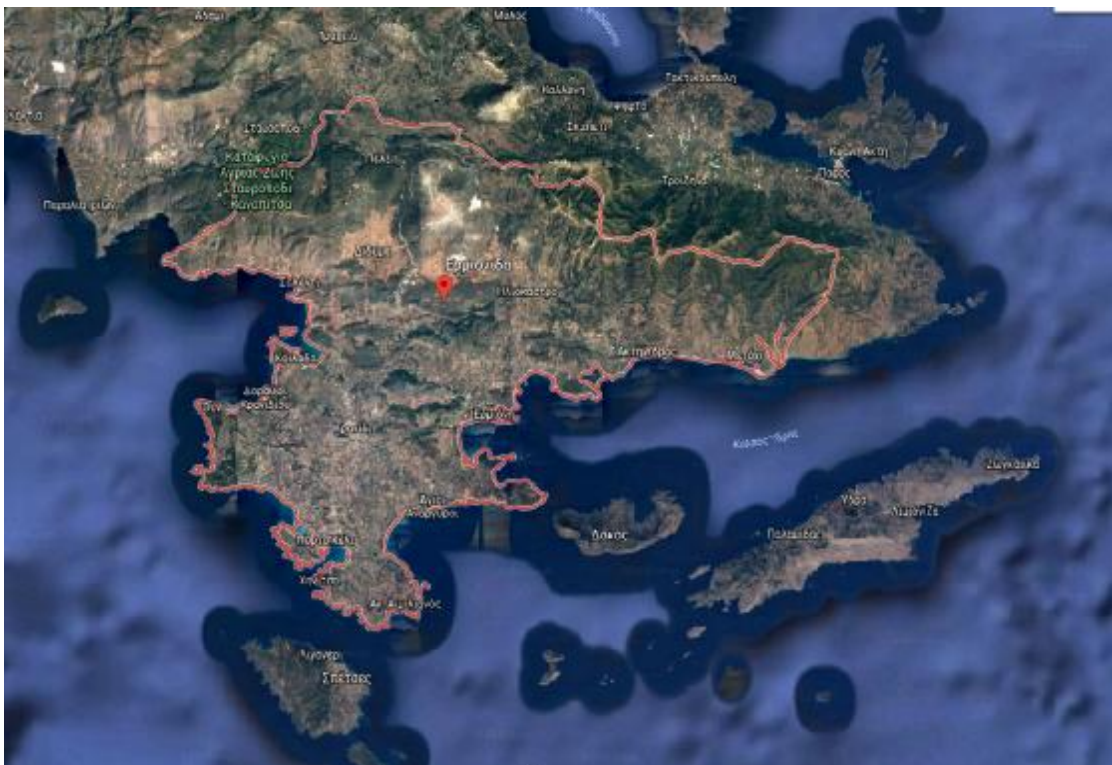
- Τοπική γεωγραφία του Δήμου Ερμιονιδάς
- Υδροληψίες
- Ενδιάμεσα αντλιοστάσια

5.1 Δήμος Ερμιονίδος

Ο Δήμος Ερμιονίδας βρίσκεται στην Πελοπόννησο τον Νομό Αργολίδας. Εκτίνεται στο Νοτιοανατολικό τμήμα του νομού, συνορεύει με τον Δήμο Τριζηνίας και τον Δήμο Επιδαύρου. Η έδρα του δήμου είναι η πόλη του Κρανιδίου.

Παρουσιάζει έντονη επισκεψιμότητα και οικιστική ανάπτυξη. Το ενδιαφέρον λόγω ποιότητας φυσικού περιβάλλοντος είναι έντονο και αυτό τεκμηριώνεται από τις επενδύσεις οι οποίες υλοποιούνται κατά το τελευταίο διάστημα.

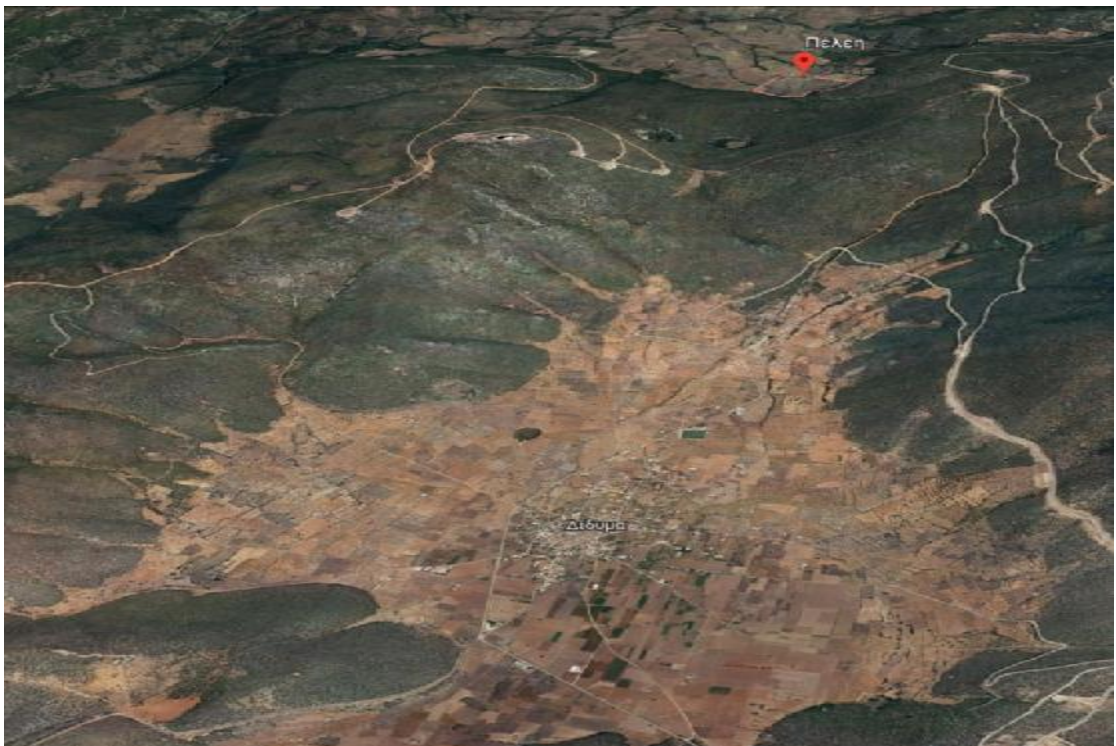
Τα Δίδυμα είναι ένας οικισμός στο κέντρο μιας μικρής και εύφορης πεδιάδας, χτισμένος σε υψόμετρο 125μ. στους πρόποδες του Δίδυμου Όρους. Στις βόρειες πλαγιές του όρους Δίδυμο, βρίσκεται η Πελεή ένα αγροτοκτηνοτροφικό χωριό που χαρακτηρίζεται από την ομοιομορφία των σπιτιών του. Πρόκειται για μικρά χωριατόσπιτα με ορθογώνια βάση και χαμηλό ύψος, διαταγμένο το ένα παράλληλα στο άλλο, θυμίζοντας την ρυμοτομία των σύγχρονων πόλεων, που σήμερα είναι σχεδόν εγκαταλειμμένος.



Εικόνα 5.1.1: Χάρτης νομού Ερμιονίδας



Εικόνα 5.1.2: Χάρτης περιοχής Διδύμων



Εικόνα 5.1.3: Απεικόνιση περιοχής Διδύμων Πελεής

Ο Δήμος Ερμιονίδας αποτελείται από δώδεκα διαμερίσματα - οικισμούς, με βασικότερα του Κρανιδίου, Ερμιόνης και Πόρτο Χελίου. Τα όρια του δήμου

αντιστοιχούν στα όρια της ιστορικής Επαρχίας Ερμιονίδας. Στα δυτικά βρέχεται από τον Αργολικό κόλπο και από το Μυρτώο πέλαγος στα νότια. Δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα έντονο ανάγλυφο, με εξαίρεση τον ορεινό όγκο του Διδύμου στα βόρεια της επαρχίας. Από ξηράς συνορεύει με την Επίδαυρο και τις Επαρχίες Άργους και Ναυπλίου που προσφέρονται για αποδράσεις εκτός της Ερμιονίδας.

Κοντά στην Ερμιονίδα βρίσκονται τα νησιά Πόρος, Ύδρα και Σπέτσες με τα οποία συνδέεται ακτοπλοϊκά με πλοία που ξεκινούν από το λιμάνι του Πειραιά και φτάνουν στην Ερμιόνη και στο Πόρτο Χέλι. Υπάρχει πρόσβαση από την επαρχία προς τις Σπέτσες, μέσω ακτοπλοϊκής σύνδεσης από το λιμάνι της Κόστας και του Πορτοχελίου, στην Ύδρα από το λιμάνι της Ερμιόνης και από το λιμάνι του Μετοχίου καθώς επίσης και για το νησί του Πόρου οδικώς έως τον Γαλατά Τροιζηνίας και ακτοπλοϊκός από Πορτοχέλι και Ερμιόνη.

Η Ερμιονίδα, είναι χερσόνησος που απέχει οδικώς 2 ½ ώρες από την Αθήνα, 1 ½ ώρα από τον Ισθμό της Κορίνθου και 1 ώρα περίπου από το Ναύπλιο.

Ο μόνιμος πληθυσμός συνολικά του Δήμου σύμφωνα με την απογραφή του 2011 από την ΕΛΣΤΑΤ διαμορφώθηκε στους 13.551 κατοίκους και αυξάνεται τους θερινούς μήνες κατά 20%. Παρουσιάζεται έντονη αγροτική δραστηριότητα, κτηνοτροφία με αρκετές μεταποιητικές μονάδες παραγωγής των τοπικών προϊόντων.

Η τοπική παραγωγή αφορά :

- Ελαιόλαδο
- Εσπεριδοειδή
- Ρόδια
- Γαλακτοκομικά προϊόντα

Για τους παραπάνω λόγους είναι σαφές ότι ο Δήμος έχει δυνατότητες ανάπτυξης και παρουσιάζει έντονο επενδυτικό και τουριστικό ενδιαφέρον. Επίσης χαρακτηριστικό είναι το ενδιαφέρον επενδυτών από το εξωτερικό για κατοικίες υψηλών προδιαγραφών. Αυτό τεκμηριώνει και την ανάγκη για την βέλτιστη λειτουργία της ύδρευσης και των παρεχόμενων υπηρεσιών του Δήμου.

Τα διαμερίσματα και οι οικισμοί του Δήμου απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ (Διαμέρισμα / Οικισμός)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΤΟΙΚΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ
ΕΡΜΙΟΝΗ	Δ	3.062	1.791
ΗΛΙΟΚΑΣΤΡΟ	Ο	558	454
ΘΕΡΜΗΣΙΑ	Ο	479	523
ΚΡΑΝΙΔΙ	Δ	4.400	2.704
ΚΑΜΠΟΣ ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ	Ο	41	107
ΠΟΡΤΟΧΕΛΙ	Ο	2.133	2.481
ΔΙΔΥΜΑ	Ο	1.058	600
ΛΟΥΚΑΪΤΗ	Ο	196	112
ΡΑΔΟ	Ο	57	34
ΠΕΛΕΗ	Ο	9	20
ΚΟΙΛΑΔΑ	Ο	1.249	772
ΦΟΥΡΝΟΙ	Ο	309	270
ΣΥΝΟΛΑ		13.551	9.868

Πίνακας 5.1: Πίνακας διαμερισμάτων παροχών και πληθυσμού

5.2 Δ.Ε.Υ.Α.ΕΡ.

Η Δ.Ε.Υ.Α.ΕΡ. είναι η υπηρεσία η οποία εποπτεύει την ύδρευση και αποχέτευση του Δήμου Ερμιονίδας και σε αυτήν ανήκουν οι όλες οι εγκαταστάσεις ύδρευσης του Δήμου με σκοπό την εξυπηρέτηση των καταναλωτών και η κατά το δυνατό συντομότερη επίλυση των προβλημάτων τους.

Στις Εγκαταστάσεις Ύδρευσης ανήκουν οι υδροληψίες (γεωτρήσεις, φρέατα, πηγές), τα αντλιοστάσια μεταφοράς νερού, οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού και τα δίκτυα παροχής νερού. Παρακάτω εμφανίζεται πίνακας όλων των εγκαταστάσεων ύδρευσης της Δ.Ε.Υ.Α. Ερμιονίδας σε όλη την έκταση του Δήμου Ερμιονίδας (ενημέρωση Σεπτεμβρίου 2016).

ΔΚ/ΤΚ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ	ΤΟΠΟΝΥΜΙΟ	ΧΡΗΣΗ	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ	ΔΕΣΜΕΝΗ	ΔΙΚΤΥΟ
ΚΡΑΝΙΔΙ	Κ.Γ.1	Ενεργή	Γεώτρηση	Αυλώνα – Ασπροβούνι	Υδρευση	-	Αγία Άννα	Κρανιδίου - Κουλάδας - Πορτοχελίου
	Κ.Γ.3	Ενεργή	Γεώτρηση	Πλατύ Πηγάδι	Υδρευση	-		
	Κ.Γ.12	Ενεργή	Γεώτρηση	Μυλίνδρα – Καράμπελας	Υδρευση	Γκούρι Βιτόρεζα		
	Κ.Γ.4	Ενεργή	Γεώτρηση	Κοκκινόβραχος	Υδρευση	-	Κοκκινόβραχος	Κάμπου Κρανιδίου
		Ενεργή						
	Κ.Γ.9	Ενεργή	Γεώτρηση	Βαθειά Λάκκα – Νο.1	Υδρευση	(ΑΚΣ)	Βαθειά Λάκκα	Πορτοχελίου
Κ.Γ.11	Ενεργή	Γεώτρηση	Βαθειά Λάκκα – Νο.2	Υδρευση				
ΔΙΔΥΜΑ	Δ.Γ.3	Ενεργή	Γεώτρηση	Πελεή – Παρωϊτή	Υδρευση	Α Πελεής	Πελεή → Δίδυμα	Πελεής & Διδύμων
	Δ.Γ.9	Ενεργή	Γεώτρηση	Ράδο – Ράχη Μάγιου	Υδρευση			
	Δ.Γ.11	Ενεργή	Γεώτρηση	Πελεή – Ράχη Αγγελή – Θηβαίος	Υδρευση			
	Δ.Γ.12	Ενεργή	Γεώτρηση	Πελεή – Πλατεία	Υδρευση	-		
	Δ.Γ.4	Ενεργή	Γεώτρηση	Πελεή – Μοριάρη	Υδρευση	Μοριάρη		
	Δ.Γ.6	Ενεργή	Γεώτρηση	Πελεή – Κάτω Αλώνια	Υδρευση	-		
	Δ.Γ.2	Ενεργή	Γεώτρηση	Ράδο – Δεξαμενή	Υδρευση	-	Ράδο	Ράδου
	Δ.Γ.1	Ενεργή	Γεώτρηση	Βγέθι	Υδρευση	Βγέθι	Λουκαίτι	Λουκαϊτίου
	Δ.Π.3	Ενεργή	Πηγή (υδρομάστευση)	Βγέθι	Υδρευση			
ΦΟΥΡΝΟΙ	Φ.Γ.1	Εφεδρική	Γεώτρηση	Γέφυρα	Υδρευση	Γέφυρα	Φούρνοι	Φούρνων
	Φ.Φ.1	Εφεδρική	Φρέαρ	Γέφυρα	Υδρευση			
	Φ.Γ.2	Ενεργή	Γεώτρηση	Ράχη – Μύλος	Υδρευση	-		
ΕΡΜΙΟΝΗ	Ε.Γ.1	Ενεργή	Γεώτρηση	Καταφύκι	Υδρευση	Ιπποκράτη	Αγία Ερμιόνη	Ερμιόνης
	Ε.Γ.2	Ενεργή	Γεώτρηση	Αυλώνα – Τσέλλου	Υδρευση			
	Ε.Γ.3	Ενεργή	Γεώτρηση	Αυλώνα – Κόκκινου	Υδρευση			
ΗΛΙΟΚΑΣΤΡΟ	Η.Γ.2	Ενεργή	Γεώτρηση	Βρύση Μπισοάκι	Υδρευση	-	Ηλιοκάστρου	Ηλιοκάστρου
	Η.Γ.3	Ενεργή	Γεώτρηση	Ρίζες	Υδρευση	-		
	Η.Γ.4	Εφεδρική	Γεώτρηση	Καμάριζα	Υδρευση	-		
ΘΕΡΜΗΣΙΑ	Θ.Γ.1	Ενεργή	Γεώτρηση	Αδέρες – Πουρναράκι	Υδρευση	-	Μυλοράση	Θερμήςιας
	Θ.Γ.2	Ενεργή	Γεώτρηση	Αδέρες – Βρωμοσουλιά	Υδρευση	-		
	Θ.Π.1	Ενεργή	Πηγή (υδρομάστευση)	Άγιος Βλάσης	Υδρευση	-	Γελοράση	
	Θ.Γ.4	Ενεργή	Γεώτρηση	Μετόχι – Άγιος Βλάσης	Υδρευση	-		
	Θ.Γ.3	Ενεργή	Γεώτρηση	Μετόχι – Περιβολάκι	Υδρευση	-		
	Θ.Γ.6	Εφεδρική	Γεώτρηση	Πλέπι – Καντούνα	Υδρευση	-	Πλέπι – Πισοράκι	
	Θ.Γ.7	Ενεργή	Γεώτρηση	Πλέπι – Καντούνα – Μύλος	Υδρευση	-		
	Θ.Γ.8	Εφεδρική	Γεώτρηση	Πλέπι – Πραχαλιέικα	Υδρευση	-		

Πίνακας 5.2: Πίνακας Εγκαταστάσεων ύδρευσης

Το νερό της ευρύτερης περιοχής του Δήμου λόγω της υψής του υπεδάφους, παρουσιάζει μεγάλη αλατότητα και έχει αρκετά μεγάλο μικροβιακό φορτίο. Οι τιμές των αποτελεσμάτων δειγματοληψίας νερού είναι εκτός των ορίων που καθορίζονται από την Υπουργική Απόφαση Γ1 (δ)/ΓΠ οικ.67322/ΦΕΚ 3282B/19-9-2017 όπως αναλυτικά παρατίθενται στις αναλύσεις νερού των δικτύων ύδρευσης του Δήμου Ερμιονίδας, μετά από δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν σύμφωνα με το «Πρόγραμμα παρακολούθησης ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης της Δ.Ε.Υ.Α. Ερμιονίδας».

Το νερό αντλείται και οδηγείται μέσω αγωγών στην δεξαμενή κάθε διαμερίσματος και κατ' επέκταση εισέρχεται στο δίκτυο ύδρευσης χωρίς καμία επεξεργασία. Οι αντλίες των γεωτρήσεων χωρίς καμία διάταξη ελέγχου λειτουργούν και καταθλίβουν τις ποσότητες που αντλούν προς τις δεξαμενές. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αντλίες είναι συνδεδεμένες με κοινό καταθλιπτικό αγωγό ο οποίος καταλήγει στην δεξαμενή ύδρευσης του διαμερίσματος. Αυτή η διαδικασία δεν έχει καμία διάταξη ασφάλειας και ελέγχου ώστε να μπορούν πραγματικά οι αντλίες να παρέχουν την ποσότητα που απαιτείται κάθε φορά για την κατανάλωση του νερού στο δίκτυο. Ως αποτέλεσμα όλες οι αντλίες βρίσκονται σε συνεχή και αδιάλειπτη λειτουργία με συνέπεια να έχουμε την μέγιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Η άμεση τροφοδοσία του νερού των γεωτρήσεων στην δεξαμενή συνεπάγεται την μεταφορά και συγκέντρωση όλων των φερτών υλικών και του ιζημάτων τα οποία διοχετεύονται στο δίκτυο. Αυτό ως γεγονός καθιστά το νερό ποιοτικά ακατάλληλο στην χρήση του.

Οι δεξαμενές ύδρευσης είχαν κατασκευαστεί χωρίς να πληρούν τις σημερινές προδιαγραφές έτσι δεν υπάρχει καμία ασφάλεια και εποπτεία με έντονο τον κίνδυνο για εξωτερική επέμβαση. Ο δε καθαρισμός τους δεν είναι εφικτός με δεδομένη την κακή ποιότητα του νερού. Όλες οι γεωτρήσεις και ο εξοπλισμός είναι εκτεθειμένοι και δεν έχουν καμία προστασία με αποτέλεσμα την δυνατότητα επέμβασης τρίτων με σκοπό την πρόκληση φθορών.

Τα δίκτυα τα οποία σε ένα μεγάλο μέρος έχουν αντικατασταθεί τα τελευταία χρόνια και ειδικά στα Δίδυμα τα οποία έχει σκοπό εν λόγω μελέτη να βελτιώσει, παρουσιάζουν κάποιες χρόνιες αφανείς διαρροές, με αποτέλεσμα να σπαταλούνται ποσότητες νερού άσκοπα. Επίσης οι δικλίδες απομόνωσης είναι αμφιβόλου ποιότητας, με αποτέλεσμα την μη απόλυτη στεγανοποίηση.

Άλλο ένα πρόβλημα που παρουσιάζεται στο υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης είναι η υποκλοπή νερού μέσω των παράνομων συνδέσεων. Αυτό σαν γεγονός δεν υπερβαίνει το 3% των καταναλώσεων αλλά είναι ένα μειονέκτημα στην όλη λειτουργία του δικτύου ύδρευσης. Τέλος οι μετρητές που είναι εκτός λειτουργίας σε ποσοστό 2% και χρίζουν αντικατάστασης είναι ένα επιπλέον θέμα.

6 Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης ύδρευσης

6.1 Ανάλυση των απαιτήσεων ύδρευσης της κοινότητας Διδύμων

Παράλληλα με την γενικότερη επενδυτική και τουριστική αύξηση του Δήμου παρουσιάζεται και η αντίστοιχη αύξηση ενδιαφέροντος για την αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής αλλά και των απαιτήσεων των κατοίκων της κοινότητας των Διδύμων. Για τους λόγους αυτούς είναι επιβεβλημένη η ανάγκη της βελτιστοποίησης της ποιότητας των δικτύων ύδρευσης. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να εξετάσουμε λεπτομερώς τις ανάγκες και τις ευρύτερες δραστηριότητες των κατοίκων των Διδύμων λαμβάνοντας υπόψη και τα στοιχεία που έχουμε από την Δ.Ε.Υ.Α.ΕΡ και την ΕΛ.ΣΤΑΤ.

Οι παράμετροι που ελήφθησαν υπόψη είναι:

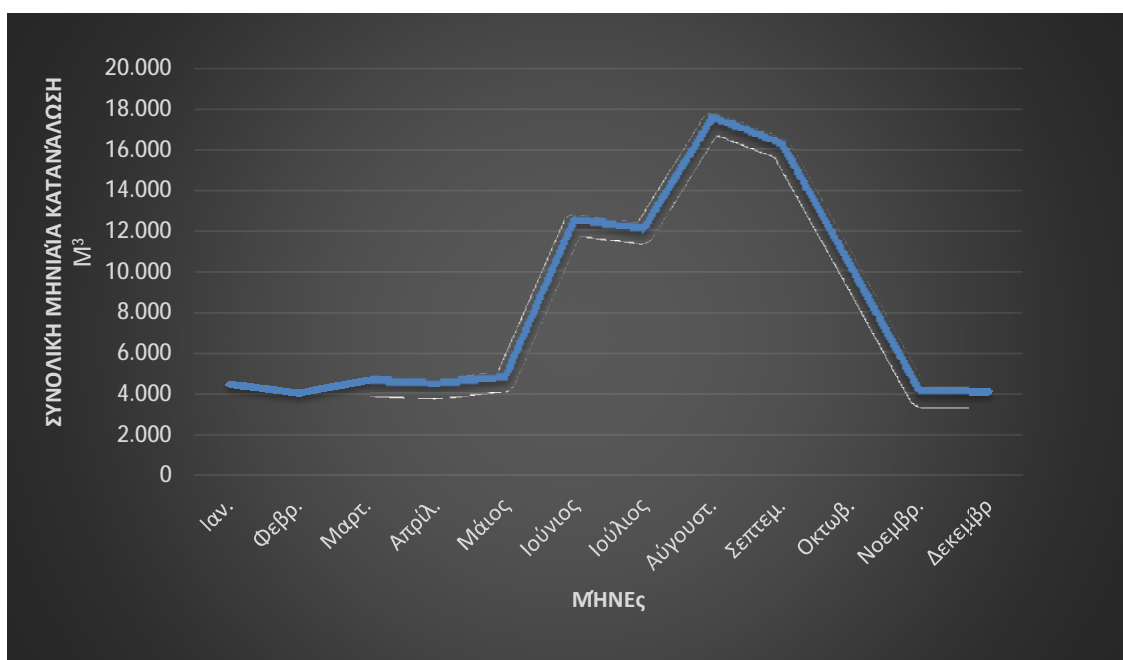
- Ο πληθυσμός της Δ.Κ. Διδύμων, ήτοι **1.058** κάτοικοι
- Ο αριθμός των καταναλώσεων των Διδύμων, ήτοι **600**
- Η προέλευση του νερού ύδρευσης
- Η ετήσια διακύμανση της κατανάλωσης του νερού
- Η ημερήσια κατανάλωση του νερού

Από τα τρία τελευταία απογραφικά δελτία της στατιστικής υπηρεσίας ο σημερινός πληθυσμός της Δ.Κ. Διδύμων ανέρχεται σε 1.100 άτομα καθ' όλη την διάρκεια του έτους με μία αύξηση τις περιόδους αιχμής. Ως περιόδους αιχμής λάβαμε τις βασικές εορτές και αργίες, τα Σαββατοκύριακα και τους καλοκαιρινούς μήνες από Ιούλιο μέχρι και τα μέσα Σεπτεμβρίου. Η αύξηση αυτή κυμαίνεται από 5% - 10% του μόνιμου πληθυσμού. Κατά συνέπεια ο πληθυσμός εμφανίζει την μεγίστη αύξηση τους καλοκαιρινούς μήνες και διαμορφώνεται σε 1.150 έως 1.200 κατοίκους. Αυτό σημαίνει ότι η ύδρευση συνολικά θα πρέπει να καλύπτει την ημερήσια μέση κατανάλωση νερού για τον αριθμό αυτού του πληθυσμού.

Η κατανάλωση του νερού ανά άτομο σε ημερήσια βάση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Μήνες του έτους	Ημερήσια κατανάλωση σε m ³ /άτομ.	Συντελεστής προσαύξησης	Συνολ. ημερήσια κατανάλωση σε m ³	Συνολική μηνιαία κατανάλωση σε m ³
Ιανουάριος	0.10	1.20	144.0	4,464.0
Φεβρουάριος	0.10	1.20	144.0	4,032.0
Μάρτιος	0.10	1.25	150.0	4,650.0
Απρίλιος	0.10	1.25	150.0	4,500.0
Μάιος	0.10	1.30	156.0	4,836.0
Ιούνιος	0.25	1.35	405.0	12,555.0
Ιούλιος	0.25	1.30	390.0	12,090.0
Αύγουστος	0.35	1.35	567.0	17,577.0
Σεπτέμβριος	0.35	1.25	525.0	16,275.0
Οκτώβριος	0.25	1.10	330.0	10,230.0
Νοέμβριος	0.10	1.10	132.0	4,092.0
Δεκέμβριος	0.10	1.10	132.0	4,092.0
Συνολική ετήσια κατανάλωση:				99,393.0

Πίνακας 6.1: Διακύμανση κατανάλωσης νερού

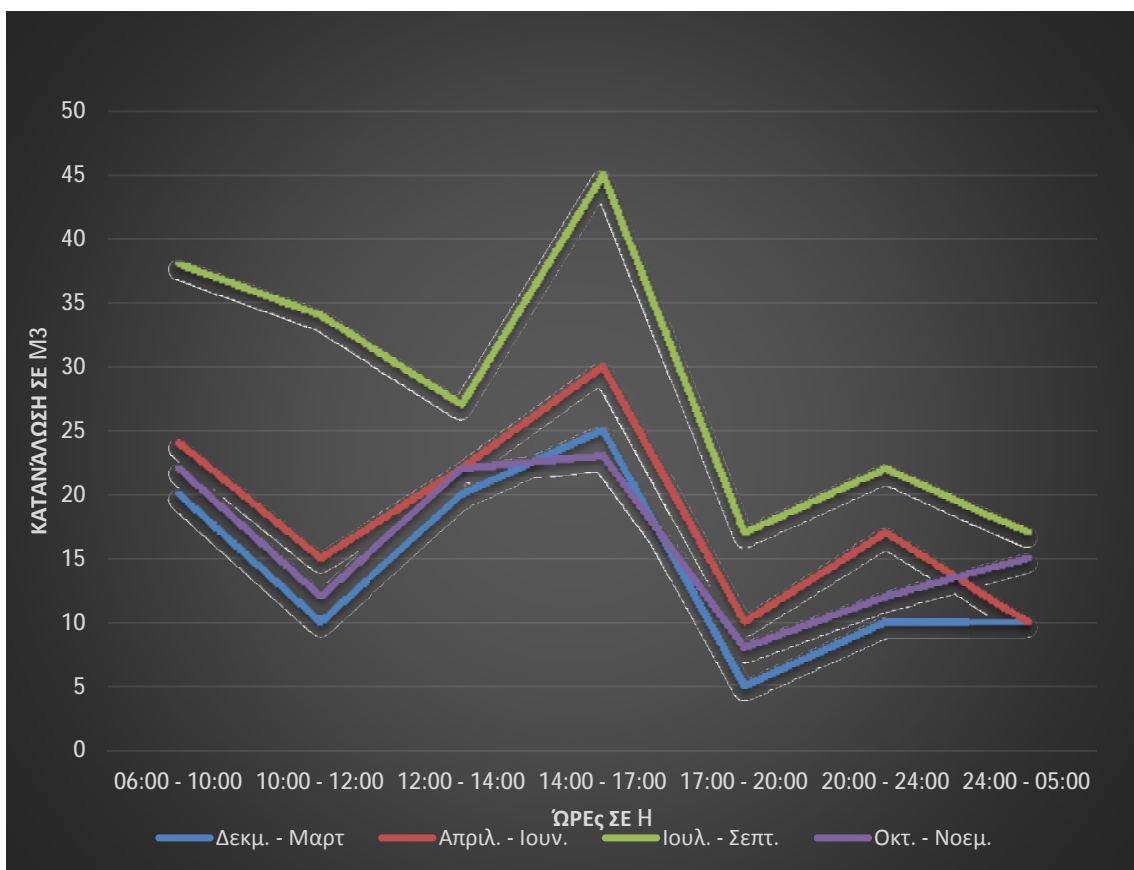


Διάγραμμα 6.1.1: Μεταβολή μηνιαίας κατανάλωσης νερού

Στον Πίνακα 6.1 (Διακύμανση Κατανάλωσης Νερού) λαμβάνουμε υπόψη έναν συντελεστή προσαύξησης για την κατανάλωση νερού ο οποίος προέκυψε από την δραστηριότητα των ατόμων που είναι κάτοικοι και ταυτόχρονα το γεγονός ότι οι καταναλώσεις προέρχονται μονοκατοικίες (πότισμα κήπων, κ.λπ.). Επίσης στα Δίδυμα παρουσιάζεται έντονη δραστηριότητα από τον Μάιο μήνα μέχρι και το τέλος Σεπτεμβρίου λόγω αύξησης των κατοίκων και της αυξημένης αγροτικής ενασχόλησης. Σ' αυτή την περίοδο έχουμε και την μεγαλύτερη κατανάλωση. Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η αύξηση αυτή μεταξύ Ιουλίου και Σεπτεμβρίου.

Βλέπουμε ότι η διακύμανση της κατανάλωσης νερού όλο τον χρόνο κυμαίνεται μεσοσταθμικά στα 150 m³/24h και φτάνει στην περίοδο αιχμής στα 550 m³/24h έτσι μπορούμε να θέσουμε ως σημείο αναφοράς την περίοδο αιχμής Αυγούστου και Σεπτεμβρίου. Αν μπορούσαμε να καλύψουμε αυτή την περίοδο τότε μπορούμε να καλύψουμε κάθε άλλη περίοδο.

Η ημερήσια μεταβολή της κατανάλωσης του νερού παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα



Διάγραμμα 6.1.2: Μεταβολή ημερήσιας κατανάλωσης νερού

6.2 Αναφορά στην ύδρευση των Διδύμων

Η ύδρευση των Διδύμων όπως έχουμε αναφέρει γίνεται από την δεξαμενή της Πελεής. Τρεις γεωτρήσεις τροφοδοτούν την δεξαμενή της Πελεής και από την δεξαμενή αυτή, μέσω συστοιχίας αντλιών τροφοδοτείτε η δεξαμενή των Διδύμων.

6.2.1 Υδροληψίες

Οι υδροληψίες που τροφοδοτείται η Πελεή και κατ' επέκταση η τοπική κοινότητα των Διδύμων είναι από τρεις γεωτρήσεις όπως αυτές αναφέρονται στο πίνακα.

a/a	Περιγραφή θέσης	Βάθος (m)	Ύψος από γεώτρηση στην δεξαμενή(m)	Μήκος αγωγού (m)	Παροχή γεώτρησης Q : m ³ /h	Ονομ. ισχύς αντλίας KW
1.	Καταράχι	65	60	1.670	6	6
2.	Πελεή ρέμα	87	120	1.780	7	9
3.	Ράδου	120	78	2.640	9,5	11

Πίνακας 6.2.1: Πίνακας υδροληψιών

6.2.2 Δεξαμενές

Για την τροφοδοσία του δικτύου ύδρευσης των Διδύμων μεσολαβούν δύο δεξαμενές. Η δεξαμενή Πελεής ως ενδιάμεση μεταξύ γεωτρήσεων και δεξαμενής Διδύμων με σκοπό εκεί να γίνεται η συγκέντρωση των υδάτων από όλες τις γεωτρήσεις πριν καταλήξουν στην την τελική δεξαμενή Διδύμων. Εκεί συγκεντρώνεται το νερό πριν διοχετευθεί στον τροφοδοτικό αγωγό του δικτύου που καταλήγει στον οικισμό. Η χρήση αυτών των δεξαμενών γίνεται για τον εύκολο έλεγχο της ποιότητας του νερού, την μείωση της πίεσης στο δίκτυο, την εξισορρόπηση της κυμαινόμενης ζήτησης έναντι της σταθερής παροχής, αποθήκευση νερού για άλλες χρήσεις όπως πυρόσβεση και τέλος έτσι μειώνουμε της απαίτηση για άντληση διότι μόνιμα θα υπάρχει αποθηκευμένο νερό και δεν θα χρειάζεται οι αντλίες των γεωτρήσεων να αντλούν συνέχεια και να καταναλώνουν άσκοπα ενέργεια.

Τα χαρακτηριστικά των δεξαμενών είναι:

- Δεξαμενή Πελεής κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα συνολικής χωρητικότητας 250 m³.
- Δεξαμενή Διδύμων κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα συνολικής χωρητικότητας 450 m³.



Εικόνα 6.2.2. Απεικόνιση δεξαμενών Διδύμων Πελεής

6.2.3 Δίκτυα τροφοδοσίας δεξαμενών

Όλα τα δίκτυα τροφοδοσίας είναι κατασκευασμένα από σωλήνες πολυαιθυλενίου πίεσης 16 ατμοσφαιρών.

Η κάθε γεώτρηση τροφοδοτεί την δεξαμενή Πελεής με ανεξάρτητο δίκτυο σωλήνων Φ110, τα τρία αυτά δίκτυα καταλήγουν στην δεξαμενή. Από την δεξαμενή της Πελεής μέσω αγωγού Φ125 και δύο πολυβάθμιων υποβρύχιων αντλιών τροφοδοτείτε η δεξαμενή των Διδύμων. Στο ανώτατο σημείο της διαδρομής υπάρχει φρεάτιο το οποίο, επιτρέπει την όδευση του νερού με φυσική ροή στην δεξαμενή. Στην είσοδο της δεξαμενής γίνεται συστολή από Φ125/75 και στο σημείο αυτό είναι τοποθετημένες βάνες απομόνωσης.

6.3 Ενεργειακή απαίτηση

Όπως αναφέρουμε παραπάνω η τροφοδοσία της δεξαμενής της Πελεής η οποία μεσολαβεί για την τελική δεξαμενή Διδύμων τροφοδοτείται από τις αντλίες των γεωτρήσεων όπως αυτές αναφέρονται. Δεν υπάρχει άλλος βέλτιστος τρόπος τροφοδοσίας. Οπότε στην παρούσα φάση δεν μπορεί να γίνει έλεγχος της ενεργειακής απαίτησης της τροφοδοσίας της δεξαμενής Πελεής από τις υδροληψίες.

Θα εξετάσουμε την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας στο αντλιοστάσιο που τροφοδοτεί την δεξαμενή ύδρευσης Διδύμων από την δεξαμενή της Πελεής. Όπως απεικονίζεται στο τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1:5.000 της Γ.Υ.Σ. ο αγωγός που συνδέει την δεξαμενή Πελεής με των Διδύμων ξεκίνα με τοπογραφικό υψόμετρο 397m φτάνει στην κορυφή του βουνού στο φρεάτιο σε υψόμετρο 572 m και καταλήγει στην δεξαμενή των Διδύμων σε υψόμετρο 357 m.

Σήμερα όπως αυτό αναφέρεται και αναλυτικά, από την δεξαμενή της Πελεής μια πολυβάθμια φυγοκεντρική αντλία εντός της δεξαμενής αναρροφά το νερό και μέσω του αγωγού Φ 125 PN 16 το ανεβάζει στο φρεάτιο σε υψόμετρο 564 m. Από το φρεάτιο, το νερό με φυσική ροή μέσω του αγωγού Φ125 οδηγείται στην δεξαμενή Διδύμων.

Η καταναλισκόμενη ενέργεια για την διακίνηση του ύδατος έχει ως εξής:

$$E = P * t \text{ (kWh)}$$

Η σχέση που προσδιορίζει την ισχύ της αντλίας άντλησης του νερού είναι:

$$P = \rho * g * H * \frac{Q}{n}$$

- ρ : πυκνότητα του νερού 1.000 kg/m³
- g : Επιτάχυνση της βαρύτητας 9,81 m/sec²
- H : ($h + h_f + h_2$) m
- h : Υψομετρική διαφορά μεταξύ της δεξαμενής Πελεής και του φρεατίου m.
- h_f : Γραμμικές απώλειες στον αγωγό από την ροή του νερού m.
- h_2 : Απώλειες των εξαρτημάτων m.
- Q : Παροχή νερού σε m³/h.
- n : Βαθμός απόδοσης της αντλίας λαμβάνεται 0,75. Ο βαθμός απόδοσης των αντλιών είναι 0,7 – 0,8 από τους κατασκευαστές λαμβάνω μέση τιμή 0,75.

Προσδιορισμός των γραμμικών απωλειών ροής στον αγωγό h_f σε m.

Για τον προσδιορισμό των γραμμικών απωλειών στον αγωγό χρησιμοποιούμε την εξίσωση των Darcy- Weisbach όπου με βάση την ισορροπία δυνάμεων και τις διατμητικές τάσεις σε έναν αγωγό καταλήγουμε στην παρακάτω σχέση.

Η σχέση που προσδιορίζει τις γραμμικές απώλειες ροής σε αγωγό είναι:

$$h_f = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{u^2}{2g}$$

- h_f : γραμμικές απώλειες ροής σε αγωγό (m)
- u : Μέση ταχύτητα του νερού στον αγωγό (m/s)
- D : Διάμετρος του αγωγού, εδώ Φ 125 mm /1.000 = 0,125 m
- L_{A-A} : Πραγματικό μήκος αγωγού από την δεξαμενή της Πελεής ως το φρεάτιο. Αυτό προσδιορίζεται στον παρακάτω πίνακα της μηκοτομής.
- f : Συντελεστής απωλειών ροής προσδιορίζεται από το διάγραμμα Moody

Η ταχύτητα στον αγωγό δεν είναι σταθερή σε όλη την επιφάνεια της διατομής του. Αντιθέτως ποικίλει ανάλογα με την θέση και τον χρόνο. Αναλυτικότερα εκεί που το υγρό είναι σε επαφή με το τοίχωμα του αγωγού η ταχύτητα είναι μηδενική. Αυτό έχει μια δυσκολία στο κομμάτι των υπολογισμών και έτσι υπολογίζουμε την μέση ταχύτητα της ροής στον αγωγό. Η μέση ταχύτητα είναι ανάλογη της συνολικής παροχής προς την διατομή του αγωγού όπως φαίνεται παρακάτω:

$$u = \frac{Q}{A}$$

- u : Μέση ταχύτητα του νερού στον αγωγό (m/s)
- Q : Παροχή νερού (m^3/h) $550/24 = 22.9 m^3/h$ στην πραγματικότητα η αντλία έχει παροχή $50 m^3/h$ την οποία θα λάβουμε στον υπολογισμό μας.
- A : Η επιφάνεια της διατομής του αγωγού (m^2)

$$u = \frac{Q}{A} \Rightarrow u = \frac{Q}{\frac{\pi * D^2}{4}} \Rightarrow u = \frac{50}{\frac{3.14 * 0.125^2 * 3600}{4}} \Rightarrow u = 1.13 m/s$$

Λαμβάνοντας υπόψη τις υψομετρικές διαφορές του αγωγού από σημείο σε σημείο και το απόλυτο οριζόντιο μήκος το οποίο μετράμε στον τοπογραφικό χάρτη κλίμακας 1:5.000, προσδιορίζουμε το ακριβές μήκος του αγωγού χρησιμοποιώντας το Πυθαγόρειο θεώρημα, δηλαδή αθροίζοντας τις υποτείνουσες των τριγώνων που προκύπτουν μεταξύ των σημείων. Τα αποτελέσματα έχουν επαληθευτεί και με μετρήσεις επιτόπου.

Έτσι προκύπτει ότι το πραγματικό μήκος του αγωγού μεταξύ των σημείων Α-Δ είναι $L = 1.246,40 \text{ m}$ όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.



Διάγραμμα 6.3: Μηκοτομή (υπολογισμού μήκους αγωγού)

A/A	Συμβολ.	H(m) υψόμετρο	ΔH (m)	Lh(mm) μέτρηση επί χάρτου	Lh (m) = $L \cdot 5.000/1.000$ οριζόντια απόσταση σημείων	L(m) μήκος αγωγού	ΣL(m) συνολικό μήκος αγωγού
1	A	397				-	
2	B	516	-119	141,5	707,5	717,44	717.44
3	Γ	564	-48	60	300	303,82	1.021,25
4	Δ	572	-8	45	225	225,14	1.246,40
5	E	484	88	205	1025	1.028,77	2.275,17
6	Z	404	80	125	625	630,10	2.905,27
7	H	357	47	65	325	328,38	3.233,65

Πίνακας 6.3.1 Πίνακας υπολογισμού μήκους αγωγού

Προσδιορισμός Συντελεστής απωλειών ροής f

Ο συντελεστής απωλειών f εξαρτάται από τον αριθμό Reynolds και από τη σχετική τραχύτητα κ/D . Επομένως θα πρέπει να υπολογίσουμε τον αριθμό Reynolds και τον λόγο της σχετικής τραχύτητας κ/D ώστε να μπορέσουμε μέσω του διαγράμματος Moody να βρούμε τον συντελεστή απωλειών f .

$$Re = u \cdot D / \nu$$

- u : Μέση ταχύτητα του νερού στον αγωγό (m/s)
- D : Διάμετρος του αγωγού Φ 125 mm /1.000 = 0,125 m
- ν : Κινηματική συνεκτικότητα του νερού σε θερμοκρασία 10 °C
 $\nu = 1,306 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$Re = u \cdot D / \nu = 1,13 \cdot 0,125 / 1,306 \cdot 10^{-6} = 0,108 \cdot 10^6$$

$$Re = 0,108 \cdot 10^6 = 1,08 \cdot 10^5$$

κ : Απόλυτη τραχύτητα του αγωγού σε mm

Από πίνακα των κατασκευαστών σωλήνων για αγωγό από PVC η απόλυτη τραχύτητα για μεταχειρισμένο αγωγό είναι $\kappa = 0,03 \text{ mm}$.

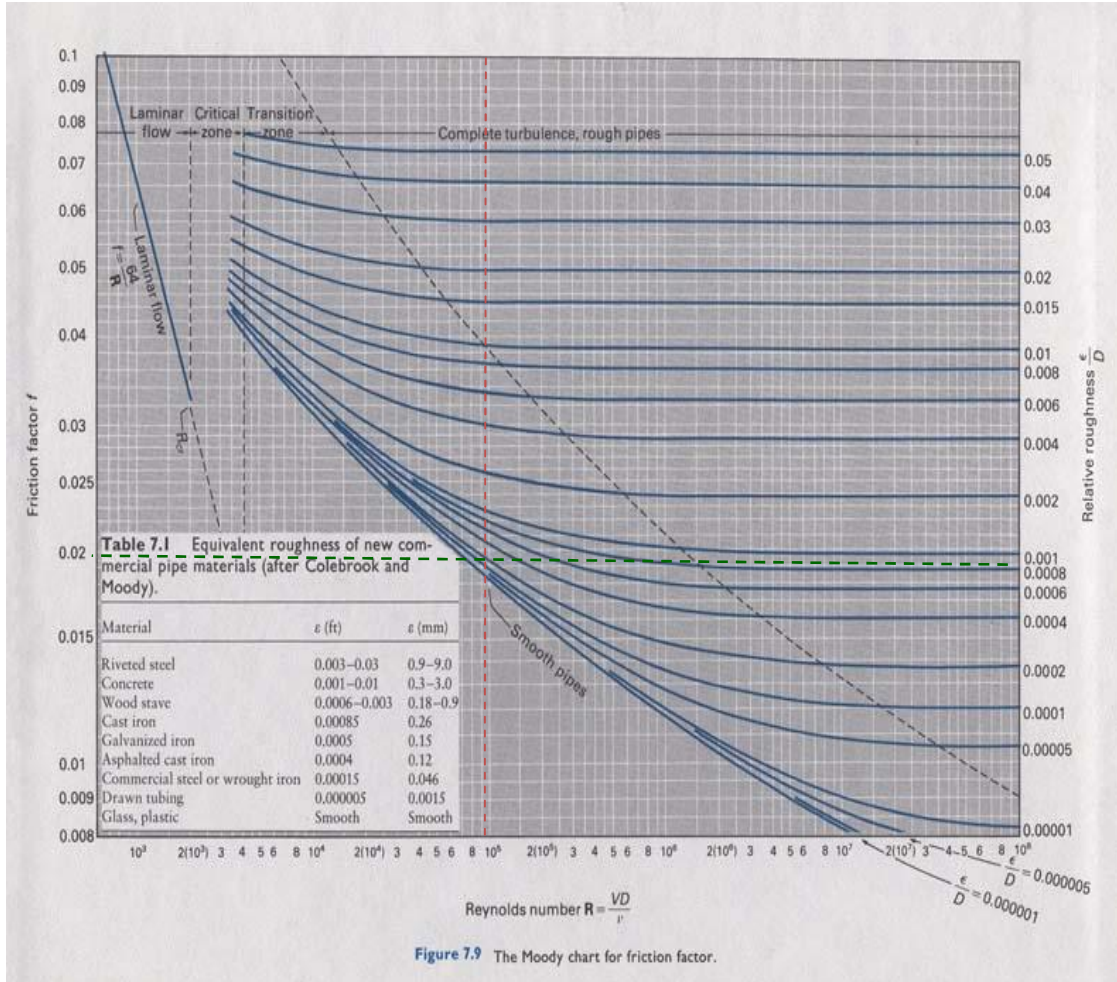
ΠΙΝΑΚΑΣ XII

Τιμές της απόλυτης τραχύτητας K

Είδος ύλικου σωλήνων	Τραχύτητα K (mm)
Όρειχάλκινοι	0.025
Χάλυβας έλατός, καινούργιος	0.05
» » μεταχειρισμένος	0.15 έως 0.25
» » με έσωτερική ασφάλτωση	0.015
Χάλυβας με ραφή, καινούργιος	0.03 έως 0.1
» » μεταχειρισμένος	0.4
Χυτοσίδηρος συνηθισμένος, καινούργιος	0.25
» » μεταχειρισμένος	1 έως 1.5
» ασφαλτωμένος	0.1
Σκυρόδεμα λείο	0.3 ~ 0.8
» τραχύ	3
Πλαστικός, PVC καινούργιος	0.007
» » μεταχειρισμένος	0.03
Άμιαντοσιμέντο	0.02 ~ 0.025

Πίνακας 6.3.2: Πίνακας τιμών απόλυτης τραχύτητας κ

κ/D : Η σχετική τραχύτητα προσδιορίζεται από τον λόγο της απόλυτης προς την διάμετρο του αγωγού. Έτσι έχουμε $\frac{\kappa}{D} = \frac{0.03}{125} \Rightarrow \frac{\kappa}{D} = 0.00024$



Διάγραμμα 6.3.3: Διάγραμμα Moody

Από το διάγραμμα Moody προκύπτει ότι ο συντελεστής απωλειών ροής f έχει τιμή 0,02

Κατά συνέπεια το σύνολο των γραμμικών απωλειών του αγωγού h_f έχει ως εξής:

$$h_f = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{u^2}{2g} \Rightarrow h_f = 0.021 * \left(\frac{1.246}{0.125}\right) * \frac{1.13^2}{2 * 9.81} \Rightarrow h_f = 13,6 \text{ m}$$

Προσδιορισμός των τοπικών απωλειών λόγω εξαρτημάτων h₂ σε m

Μεταξύ της αντλίας από την δεξαμενή Πελεής και του φρεατίου σημεία Α-Δ δεν υπάρχουν εξαρτήματα. Η κάθε αλλαγή πορείας του αγωγού στα σημεία Β και Γ είναι με μεγάλη καμπυλότητα όποτε η πτώση πίεσης τοπικά είναι αμελητέα και δεν έχει νόημα στον υπολογισμό μας. Άρα το h₂ θεωρείται ότι είναι μηδενικό.

Προσδιορισμός απαιτούμενης ισχύς της αντλίας

Επομένως αφού έχουμε επιλύσει το θέμα των γραμμικών και τοπικών απωλειών, θα πρέπει να προσθέσουμε στις συνολικές απώλειες (H) και τις απώλειες λόγω υψομετρικής διαφοράς. Έχοντας λοιπόν δεδομένη την υψομετρική διαφορά Α-Δ μεταξύ δεξαμενής και φρεατίου από τα 572 m στα 397 m δηλαδή η υψομετρική διαφορά είναι **h=175m**.

Έχοντας συγκεντρώσει λοιπόν όλα τα απαραίτητα στοιχεία προχωράμε στον υπολογισμό της απαιτούμενης ισχύς που θα χρειαστεί η αντλία για την τροφοδοσία των Διδύμων οπύ:

$$P = \rho * g * H * \frac{Q}{n} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow P = 1000 \frac{kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2} * (175 + 13.6 + 0)^{[m]} * \frac{50 \frac{m^3}{s}}{0.70 * 3600} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow P = 36.8 KW$$

- ρ : πυκνότητα του νερού 1.000 kg/m³
- g : Επιτάχυνση της βαρύτητας 9,81 m/sec²
- H : (h + h_f + h₂) m= (175m+13,6m+0m)
- h : Υψομετρική διαφορά μεταξύ της δεξαμενής Πελεής και του φρεατίου 175m.
- h_f : Γραμμικές απώλειες στον αγωγό από την ροή του νερού 13.6m.
- h₂: Απώλειες των εξαρτημάτων 0 m.
- Q : Παροχή νερού σε 50 m³/h.
- n : Βαθμός απόδοσης της αντλίας λαμβάνεται 0,70. Ο βαθμός απόδοσης των αντλιών είναι 0,7 – 0,8 από τους κατασκευαστές λαμβάνω μέση τιμή 0,70

Από τους υπολογισμούς που κάναμε προκύπτει ότι η ισχύς που πρέπει να παραχθεί είναι 36,8KW για την τροφοδοσία της δεξαμενής των Διδύμων με 50 m³/h.

Μήνες του έτους	Ημερήσια κατανάλωση σε m ³ /άτομ.	Συντελεστής προσαύξησης	Συνολ. ημερήσια κατανάλωση σε m ³	Συνολ. μηνιαία κατανάλωση σε m ³	Ημερησια καταναλισκόμενη ενέργεια KWh	Μηνιαία καταναλισκόμενη ενέργεια KWh
Ιανουάριος	0.10	1.20	144.0	4,464.0	105.7	3,277.44
Φεβρουάριος	0.10	1.20	144.0	4,032.0	105.7	2,960.27
Μάρτιος	0.10	1.25	150.0	4,650.0	110.1	3,414.00
Απρίλιος	0.10	1.25	150.0	4,500.0	110.1	3,303.87
Μάιος	0.10	1.30	156.0	4,836.0	114.5	3,550.56
Ιούνιος	0.25	1.35	405.0	12,555.0	297.3	9,217.79
Ιούλιος	0.25	1.30	390.0	12,090.0	286.3	8,876.39
Αύγουστος	0.35	1.35	567.0	17,577.0	416.3	12,904.91
Σεπτέμβριος	0.35	1.25	525.0	16,275.0	385.5	11,948.99
Οκτώβριος	0.25	1.10	330.0	10,230.0	242.3	7,510.79
Νοέμβριος	0.10	1.10	132.0	4,092.0	96.9	3,004.32
Δεκέμβριος	0.10	1.10	132.0	4,092.0	96.9	3,004.32
Συνολική ετήσια κατανάλωση:				99,393.0		72,973.63

Πίνακας 6.3.4: Πίνακας ημερήσιας και μηνιαίας κατανάλωσης ενέργειας

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι σε ετήσια βάση καταναλώνονται 72.974 KWh για την διακίνηση 100.000 m³ νερού. Αν συνυπολογίσουμε τις απώλειες η κατανάλωση πλησιάζει τις 86.000 KWh.

7 Προτάσεις βελτιστοποίησης

Βασικός λόγος ανάπτυξης της μελέτης μας είναι να προσδιορίσουμε τον βέλτιστο ασφαλή τρόπο τροφοδοσίας με νερό ύδρευσης η τοπική κοινότητα των Διδύμων. Ειδικά η τροφοδοσία της δεξαμενής Διδύμων από την δεξαμενή Πελεής εκμεταλλευόμενοι την γεωμορφολογία και την θέση αυτών.

Θα κάνουμε μία αναφορά στους τρόπους και τις τεχνικές που μπορούμε να εφαρμόσουμε, ώστε να μειωθεί η κατανάλωση της ενέργειας, για την διακίνηση του νερού από τις γεωτρήσεις προς την ενδιάμεση δεξαμενή Πελεής και στην συνέχεια προς την κεντρική δεξαμενή όπως αυτό απεικονίζεται στο τοπογραφικό.

Το όλο εγχείρημα είναι να προσαρμόσουμε τα αντλιοστάσια που μεσολαβούν στην υδροδότηση, με την πραγματική ωριαία παροχή του νερού που καταναλώνεται στα Δίδυμα με μία προσαύξηση η οποία να είναι ικανή σε συνδυασμό με την χωρητικότητα της δεξαμενής να αντιμετωπίζει τις παροχές αιχμής. Με αυτό τον τρόπο οι αντλίες θα καταναλώνουν την πραγματική ενέργεια που απαιτείται για την υδροδότηση.

7.1 Αντικατάσταση και αναβάθμιση αντλιοστασίων

Η μία πρόταση για την βελτιστοποίηση της ύδρευσης των Διδύμων αφορά τον έλεγχο των υφιστάμενων αντλιοστασίων και επέμβαση για ενεργειακή αναβάθμιση. Οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν είναι:

- Έλεγχος του μέγεθος των υφιστάμενων αντλιών, γεωτρήσεων και δεξαμενής.

Για να επιλέξουμε την καταλληλότερη αντλία θα πρέπει να εξετάσουμε κάποιες παραμέτρους που μας βοηθούν να επιλύσουμε το πρόβλημα μας. Αρχικά θα πρέπει να επιλέξουμε την αντλία μας βάση του υγρού που θα αντλήσουμε που στην περίπτωση μας είναι το νερό. Στην συνέχεια θα πρέπει να ελέγξουμε αν η αντλία μας θέλουμε να έχει την δυνατότητα αυτόματης αναρρόφησης ώστε να επιλέξουμε αντλία θετικής μετατόπισης ή αν θα την ρυθμίζουμε μέσω στραγγαλιστικών βαλβίδων έτσι ώστε να μεταβούμε σε φυγοκεντρική αντλία. Άλλος ένας παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή μας είναι η δυνατότητα ρυθμίσεις δηλαδή η ευελιξία που θα έχει μια αντλία ώστε να μας βοηθήσει να την προσαρμόσουμε στην εκάστοτε κατάσταση. Βασικό ακόμα είναι το βάθος άντλησης, η θέση που θα τοποθετήσουμε την αντλία μας αλλά και η επιλογή του κινητήρα που θα έχουμε στην αντλία. Στην περίπτωση μας επιλέγουμε ηλεκτροκινητήρα λόγο του χαμηλού κόστους, λόγο της δυνατότητα που μας δίνει για την εύκολη ρύθμιση του από αυτόματα συστήματα ελέγχου και ένα από τα βασικότερα η αντοχή του σε σκόνη ,ατμούς και γενικά σε κλειστούς χώρους.

- Καθορισμός της πραγματικής ισχύος των αντλιών σε σχέση με την παροχή με σκοπό να επιλέξουμε τη σωστή αντλία για την κάθε περίπτωση ώστε να μην έχουμε κανένα φαινόμενο υπερδιαστασιολόγησης και άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας.
- Στοιχεία της ποιότητας της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο ώστε να τοποθετηθούν συστήματα βελτίωσης του cosφ.
- Τοποθέτηση αντιπληγματικών βαλβίδων, διατήρησης πίεσης, διπλού θαλάμου στην κατάθλιψη των αντλιών.

α/α	Περιγραφή θέσης	Βάθος (m)	Ύψος από γεώτρηση στην δεξαμενή(m)	Μήκος αγωγού (m)	Παροχή γεώτρησης (m ³ /h)	Ονομ. ισχύς αντλίας (kW)	Μανομετρικό αντλίας H (m)	Πραγματική απαιτούμενη ισχύς άντλησης (kW)
1.	Καταράχι	65	60	1,670	6	6	160	3.5
2.	Πελεή ρέμα	87	120	1,780	7	9	230	6.8
3.	Ράδου	120	78	2,640	9.5	11	230	8.8

Πίνακας 7.1: Πίνακας υπολογισμού πραγματικής ισχύος αντλιών

Σχέση υπολογισμού της πραγματικής ισχύος αντλίας

$$P = \rho * g * H * 1,2 * \frac{Q}{n}$$

- ρ : πυκνότητα του νερού 1.000 kg/m³
- g : Επιτάχυνση της βαρύτητας 9,81 m/sec²
- H : (h + h2) m
- h : Βάθος γεώτρησης m.
- $h2$: Απώλειες των εξαρτημάτων m.
- Q : Παροχή m³/h
- 1,2 συντελεστής προσαύξησης για τις απώλειες του δικτύου.

Από τον πίνακα υπολογισμού προκύπτει ότι θα πρέπει να τοποθετηθούν συνδυαστικά:

- Βαλβίδα διατήρησης πίεσης η οποία να ρυθμιστεί στην πίεση $H = (h+h2)*1,2$.
- Αντικατάσταση των αντλιών όπου αυτό είναι αναγκαίο για την επίλυση του φαινομένου της υπερδιαστασιολόγησης, δηλαδή επιλογή αντλίας με βάση την πραγματικά απαιτούμενη ισχύς άντλησης, το μανομετρικό και τον μέγιστο βαθμό απόδοσης που μπορούμε να έχουμε ώστε να μειώσουμε την κατανάλωση ενέργειας.

- Ταυτόχρονα θα εγκατασταθεί μετατροπέας στροφών του ηλεκτροκινητήρα (inverter) ώστε οι στροφές της αντλίας σε συνδυασμό με την βαλβίδα διατήρησης πίεσης να διατηρούν το σημείο τομής της καμπύλης αντλίας δικτύου για την ονομαστική παροχή της γεώτρησης.

7.2 Τροφοδοσία της δεξαμενής ύδρευσης Διδύμων με φυσική ροή

Το θέμα μας είναι να εξετάσουμε εάν με τον υφιστάμενο αγωγό Φ 125 μέσω φυσικής ροής ποια είναι η ποσότητα νερού που μπορούμε να μεταφέρουμε με την διαφορά ύψους των 40 μέτρων. Αυτό βέβαια με απόλυτη ασφάλεια, λαμβάνοντας υπόψη τα υδραυλικά πλήγματα κατά την λειτουργία του αγωγού, τα οποία θα υπολογισθούν παρακάτω.

Ο υπολογισμός του ελέγχου της μέγιστης παροχής με φυσική ροή από την δεξαμενή Πελεής προς δεξαμενή Διδύμων θα γίνει εφαρμόζοντας την εξίσωση του Bernoulli.

$$P_1 + \frac{1}{2} * \rho * u_1^2 + g * Z_1 = P_2 + \frac{1}{2} * \rho * u_2^2 + g * Z_2$$

Ως σημείο (1) θεωρούμε την δεξαμενή των Διδύμων οπού εκεί θεωρούμε

- $P_1 = 1 \text{ atm} = 10.000 \text{ kp/m}^2$ δηλαδή ατμοσφαιρική πίεση
- ρ : πυκνότητα του νερού 1.000 kg/m^3
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $u_1 = 0$ λόγω στασιμότητας του νερού
- $Z_1 = 0$ θεωρώντας ως αρχή μέτρησης το υψόμετρο που βρίσκεται η δεξαμενή

Ως σημείο (2) θεωρούμε την δεξαμενή της Πελεής οπού εκεί εξετάζουμε για πίεση $P_2 = 0$ τι παροχή χρειαζόμαστε.

- $P_2 = 0$
- $Z_2 = (Z + H_f) = (-40 + 13,6) \Rightarrow Z_2 = -26,4 \text{ m}$
- $u_2 = Q/A \text{ (m/s)}$
- $A = \pi * D^2 / 4 \Rightarrow A = \pi * 0.125^2 / 4 \Rightarrow A = 0.0122 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned}
P_1 + \frac{1}{2} * \rho * u_1^2 + g * Z_1 &= P_2 + \frac{1}{2} * \rho * u_2^2 + g * Z_2 \Rightarrow \\
\Rightarrow 10.000 \left[\frac{Kp}{m^2} \right] &= \frac{1}{2} * 1000 \left[\frac{Kgr}{m^3} \right] * \frac{Q_2^2}{A^2} + g * Z_2 \Rightarrow \\
\Rightarrow 10.000 \left[\frac{Kp}{m^2} \right] &= \frac{1}{2} * 1000 \left[\frac{Kgr}{m^3} \right] * \frac{Q_2^2}{A^2} + 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right] * (-26,4[m]) \Rightarrow \\
\Rightarrow Q_2^2 &= \frac{2 * A^2}{1000 \left[\frac{Kgr}{m^3} \right]} * \left[10.000 \left[\frac{Kp}{m^2} \right] + (9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right] * (-26,4[m])) \right] \Rightarrow \\
\Rightarrow Q_2^2 &= \frac{2 * 0.0122^2}{1000 \left[\frac{Kgr}{m^3} \right]} * \left[10.000 \left[\frac{Kp}{m^2} \right] + (9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right] * (-26,4[m])) \right] \Rightarrow \\
\Rightarrow Q &= 0.055 \left[\frac{m^3}{s} \right] \text{ ή } Q = 198 \left[\frac{m^3}{h} \right]
\end{aligned}$$

Έτσι έχουμε ότι στην έξοδο του σωλήνα στην δεξαμενή των Διδύμων με φυσική ροή και χωρίς την βοήθεια άλλων αντλιών πέραν αυτής στην πρώτη δεξαμενή με πίεση $P_2 = 0$ μπορούμε να έχουμε παροχή $198 \text{ m}^3/\text{h}$ από σωλήνα $\Phi 125$ και με ταχύτητα $u_2 = 4,5 \text{ [m/s]}$

$$u_2 = \frac{Q_2}{A} \Rightarrow u_2 = \frac{0.055 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{0.0122[m^2]} \Rightarrow u_2 = 4,5 \left[\frac{m}{s} \right]$$

7.3 Υπολογισμός υδραυλικού πλήγματος

Με τον όρο υδραυλικό πλήγμα εννοούμε, τις υποπίεσεις και υπερπίεσεις που δημιουργούνται στα υδραυλικά δίκτυα, σε τυχόν μεταβολές στην παροχή τους. Το φαινόμενο του πλήγματος παρατηρείται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- § Ξεκίνημά και σταμάτημά των αντλιών
- § Μεταβολή ροής από το κλείσιμο μιας βάνας
- § Με την εκκένωση του αέρα από το δίκτυο
- § Με το σταμάτημα συσκευών κατά την άρδευση
- § Κατά την πλήρωση ή το άδειασμα τμήματος υδραυλικού δικτύου
- § Κατά τη μεταφορά υδραυλικών μαζών, ειδικότερα σε μμεγάλα δίκτυα
- § Όταν έχουμε απότομη μεταβολή της ροής ή απότομη διακοπή, κοντά στο σημείο εκείνο, η ταχύτητα του νερού μηδενίζεται, η κινητική ενέργεια μετασχηματίζεται σε δυναμική και εκτοξεύεται σε υψηλές τιμές αυξάνοντας συγχρόνως την πίεση. Η αύξηση και η ελάττωση των τιμών αυτών μεταφέρεται με την μορφή κυμάτων δηλαδή υποπίεσης αρχικά και υπερπίεσης στην συνέχεια. Οι αναπτυσσόμενες αυτές δυνάμεις, είναι αρκετά ισχυρές και επικίνδυνες για όλο το σύστημα αφού μπορεί να προκαλέσουν σπάσιμο του αγωγού. Ο χρόνος που διαρκεί κατά την μεταφορά των κυμάτων υποπίεσης και υπερπίεσης ονομάζεται κρίσιμος χρόνος. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν τον κρίσιμο χρόνο είναι:
 - § το μήκος του δικτύου
 - § η διατομή και το υλικό του αγωγού
 - § η παροχή
 - § οι κλίσεις του εδάφους

Για την αποτελεσματική προστασία του δικτύου από το φαινόμενο του πλήγματος, θα πρέπει η βαλβίδα να είναι σε θέση να ανιχνεύει τόσο την υποπίεση όσο και την υπερπίεση και αναλόγως του κρίσιμου χρόνου να διαχειρίζεται το άνοιγμα ή το κλείσιμο της.

Το στοιχείο λοιπόν που πρέπει να υπολογισθεί για την ομαλή λειτουργία του αγωγού, είναι το αναπτυσσόμενο υδραυλικό πλήγμα που δημιουργείται σε κάθε μεταβολή της παροχής.

Στην περίπτωση μας έχουμε να αντιμετωπίσουμε :

- Την ομαλή πλήρωση του αγωγού μέσω των αντλιών και
- Την ομαλή λειτουργία του αγωγού κατά την τροφοδοσία

7.3.1 Ταχύτητα διάδοσης του κύματος

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στον αγωγό προκύπτει από την σχέση:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\frac{g}{\gamma}}{\left[\frac{1}{\varepsilon} + \frac{Di}{S \cdot E}\right]}}$$

Όπου:

- α = ταχύτητα διαδόσεως του κύματος σε m/s
- ε = μέτρο ελαστικότητας του νερού
- Di = εσωτερική διατομή αγωγού σε m
- S = πάχος τοιχώματος αγωγού σε m
- E = μέτρο ελαστικότητας αγωγού σε kN/m²
- γ = ειδικό βάρος του νερού
- g = επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 m/s², 45ο γεωγρ. πλάτος)

Ειδικότερα στην παρούσα μελέτη έχουμε τα εξής δεδομένα:

- α = ταχύτητα διαδόσεως του κύματος σε m/s
- ε = 2,08*10⁸ kg/m²
- Di = 0.1064 m (από το φυλλάδιο του κατασκευαστή **technoroi**)
- S = 0,0093 m (από το φυλλάδιο του κατασκευαστή **technoroi**)
- E = 3*10⁶ kN/m² (από βιβλιογραφία)
- γ = 9,879 kg/m²

Έτσι ο η ταχύτητα διαδόσεως του κύματος υπολογίζεται ως εξής :

$$\alpha = \sqrt{\frac{\frac{g}{\gamma}}{\left[\frac{1}{\varepsilon} + \frac{Di}{S \cdot E}\right]}}$$

$$\Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{\frac{9.81}{9.879}}{\left[\frac{1}{2.08 \cdot 10^8} + \frac{0.1064}{0.0093 \cdot 3 \cdot 10^6}\right]}} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{1}{3.8 \cdot 10^{-6}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \sqrt{262825} \Rightarrow \alpha = 512 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

7.3.2 Κρίσιμος χρόνος

Ο κρίσιμος χρόνος, δηλαδή, ο χρόνος που διαρκεί κατά την μεταφορά κυμάτων υποπίεσης και υπερπίεσης δίνεται από την σχέση $T = \frac{2L}{a}$

Όπου στην περίπτωση αυτής της μελέτης έχουμε :

$T =$ χρόνος ανοίγματος ή κλεισίματος της ροής σε (s)

$L = 3.233,6$ m (από τον πίνακα στην παράγραφο 6.3)

$a = 512$ m/s

$$T = \frac{2L}{a} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot 3.233,6}{512} \Rightarrow T = 12.6[s]$$

Στην πράξη υπάρχουν τρεις περιπτώσεις πλήγματος :

1. Όταν ο χρόνος διακοπής της ροής είναι μικρότερος του κρίσιμου χρόνου

$$T_k < \frac{2L}{a}$$

2. Όταν ο χρόνος διακοπής της ροής είναι μεγαλύτερος του κρίσιμου χρόνου

$$T_k > \frac{2L}{a}$$

3. Όταν ο χρόνος διακοπής της ροής είναι ίσος του κρίσιμου χρόνου $T_k = \frac{2L}{a}$

Όπου :

$T =$ χρόνος ανοίγματος ή κλεισίματος της ροής σε (s)

$L =$ μήκος του αγωγού σε (m)

$a =$ ταχύτητα μετάδοσης του κύματος σε (m/s)

Έτσι, ανάλογα με το χρόνο διακοπής της ροής, υπολογίζεται η υπερπίεση:

1. Στην περίπτωση $T < \frac{2L}{a}$ το Δp (υπερπίεση) δίνεται από την σχέση :

$$\Delta p = \frac{\alpha \cdot V_0}{g}$$

Όπου:

Δp = υπερπίεση σε m

α = ταχύτητα διαδόσεως του κύματος σε (m/s)

V_0 = ταχύτητα ροής του νερού υπό κανονικές συνθήκες σε (m/s)

g = επιτάχυνση της βαρύτητας ($9,81 \text{ m/s}^2$, 45° γεωγρ. πλάτος)

2. Στην περίπτωση $T > \frac{2L}{a}$ το Δp (υπερπίεση) δίνεται από την σχέση :

$$\Delta p = \gamma \cdot \left[\frac{m}{2} + \sqrt{\left(\frac{m}{2}\right)^2 + m} \right] \cdot H$$

Όπου:

Δp = υπερπίεση σε ύψος ανά m

γ = ειδικό βάρος νερού σε kg/m^3

m = συντελεστής $\left(\frac{L \cdot V_0}{g \cdot T \cdot H}\right)^2$

H = αρχικό στατικό φορτίο σε (m)

T = χρόνος ανοίγματος ή κλεισίματος της ροής σε (s)

L = μήκος του αγωγού σε (m)

V_0 = ταχύτητα ροής του νερού υπό κανονικές συνθήκες σε (m/s)

g = επιτάχυνση της βαρύτητας ($9,81 \text{ m/s}^2$, 45° γεωγρ. πλάτος)

3. Στην περίπτωση $T = \frac{2L}{a}$ το Δp δίνεται από την σχέση :

$$\Delta p = \frac{2L \cdot V_0}{g \cdot T}$$

Όπου:

Δp = υπερπίεση σε ύψος ανά m

T = χρόνος ανοίγματος ή κλεισίματος της ροής σε (s)

L = μήκος του αγωγού σε (m)

V_0 = ταχύτητα ροής του νερού υπό κανονικές συνθήκες σε (m/s)

g = επιτάχυνση της βαρύτητας ($9,81 \text{ m/s}^2$, 45° γεωγρ. πλάτος)

Επειδή το ζητούμενο είναι ο κρίσιμος χρόνος να είναι και ο χρόνος διακοπής της ροής εφαρμόζουμε την τρίτη περίπτωση δηλαδή :

$$\Delta p = \frac{2L \cdot V_0}{g \cdot T} \Rightarrow \Delta p = \frac{2 \cdot 3233 \cdot 1,13}{9,81 \cdot 12,6} \Rightarrow \Delta p = 59 \text{ m}$$

Δηλαδή $\Delta p = 6 \text{ bar}$

Κατά συνέπεια η συνολική πίεση που δημιουργείται στον αγωγό κατά την διακοπή της ροής σε χρόνο $T_K = 12,6 \text{ s}$ ανέρχεται σε:

$$H_{\text{ΠΛ}} = h + \Delta p = 47\text{m} + 59\text{m} = 106\text{m}$$

- Αναπτυσσόμενη μέγιστη διαφορική πίεση Δp
- Συνολική στιγμιαία υπερπίεση στον αγωγό $H_{\text{ΠΛ}}$.

Επειδή ο υπάρχων αγωγός είναι πίεσης 16bar συμπεραίνουμε ότι ο αγωγός μας, αντέχει στην υπέρπίεση που δημιουργείται από το πλήγμα αφού $H_{\text{πλ}}=10,6 \text{ bar}$.

Την περίοδο αιχμής η ημερήσια κατανάλωση νερού στην τοπική κοινότητα Διδύμων ανέρχεται στα $550 \text{ m}^3 / 24\text{h}$. Άρα θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τον χρόνο διακοπής ροής, για την πραγματική παροχή αιχμής η οποία είναι $550\text{m}^3/24\text{h}$ με ταχύτητα στον αγωγό $V_0 = 0,55\text{m/s}$

Η ωριαία παροχή είναι $Q=550/24 \Rightarrow Q=23 \text{ m}^3/\text{h} < 198 \text{ m}^3/\text{h}$.

Κατά συνέπεια η διαφορική πίεση που θα δημιουργηθεί κατά την διακοπή της ροής των $23 \text{ m}^3/\text{h}$ με χρόνο 60 s (1 min) που είναι και το ζητούμενο θα είναι:

$$\Delta p = \frac{2L \cdot V_0}{g \cdot T} \Rightarrow \Delta p = \frac{2 \cdot 3233 \cdot 0,55}{9,81 \cdot 60} \Rightarrow \Delta p = 6,0 \text{ m}$$

Τελικά καταλήγουμε σε:

- Παροχή λειτουργίας $Q_{\text{λειτουργ.}} = 24 \text{ έως } 30 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Μέγιστη ταχύτητα ροής $V_0 = 0,55 \text{ m/s}$
- Χρόνος διακοπής ροής $T_{\text{πραγμ.}} = 60 \text{ s}$
- Αναπτυσσόμενη μέγιστη διαφορική πίεση $\Delta p = 6 \text{ m}$
- Συνολική στιγμιαία υπερπίεση στον αγωγό $H_{\text{ΠΛ}} = h + \Delta p = 47\text{m} + 6\text{m} = 53\text{m}$.

Στην πράξη, πριν την σύνδεση του αγωγού με την δεξαμενή, θα τοποθετηθούν τα εξής:

1. Αγωγός με συστολή $\Phi 125/75$. Η τοποθέτηση της συστολής θα γίνει σε απόσταση 2m από την φλάντζα εισόδου στην δεξαμενή και αυτό θα γίνει για να υπάρχει στρωτή ροή πριν τις βάνες διακοπής.



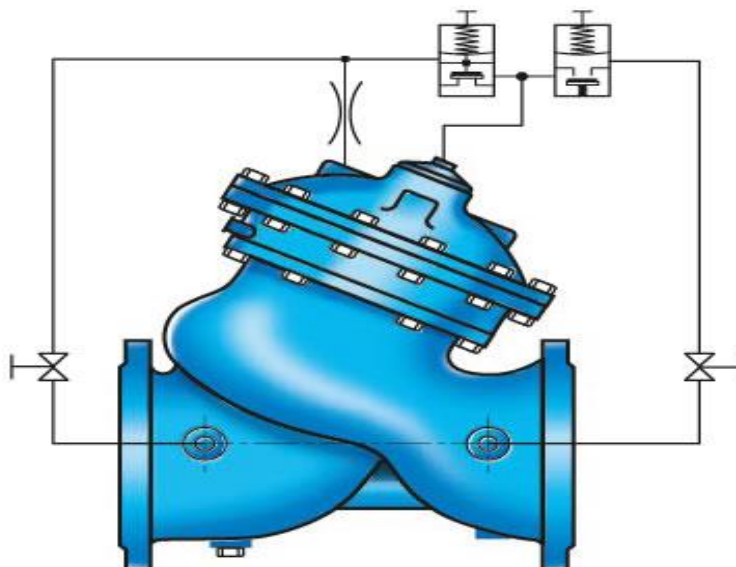
2. Φίλτρο καλαθιού με ανοξείδωτη σήτα 0,2mm (basket strainer) για τον καθαρισμό και φιλτράρισμα πριν την είσοδο του νερού.



3. Βάνα σύρτου ελαστικής έμφραξης DN 75 PN 25, η οποία θα έχει άνοιγμα ώστε η ροή να είναι 25 – 30 m³/h.



4. Μετά την βάνα στην κατεύθυνση της ροής, θα τοποθετηθεί αυτόματη διαφραγματική βαλβίδα διπλού θαλάμου, η οποία αναλαμβάνει την απορρόφηση του πλήγματος, την διατήρηση σταθερής πίεσης μέσα στον αγωγό και την διακοπή της ροής, μέσω υδραυλικού πλωτήρα, τοποθετημένου εντός της δεξαμενής ώστε να μην έχουμε υπερχειλίση. Ταυτόχρονα ο χρόνος ανοίγματος και κλεισίματος ρυθμίζεται μέσω βελονοειδών μικροβαλβίδων στο βοηθητικό κύκλωμα λειτουργίας της βαλβίδας, όπως αυτό απεικονίζεται στο σχέδιο



5. Μεταξύ βάνας και βαλβίδας θα τοποθετήσει ασφαλιστική βαλβίδα ελεύθερης ροής διπλού θαλάμου η οποία θα ανακουφίζει τον αγωγό σε περίπτωση υπερπίεσης .

6. Σε όλο το μήκος του αγωγού θα τοποθετηθούν ειδικοί αεροεξαγωγοί κατ' εκτίμηση ανά 300 m Φ3'' . Χρησιμοποιούμε αεροεξαγωγούς Φ 3'' διότι κατά το γέμισμα του αγωγού με νερό μπορούν να εξαγάγουν τον αέρα με χαμηλή ταχύτητα δεδομένου ότι η παροχή της αντλίας δεν θα ξεπερνάει τα 25 m³/h. Ο ρόλος των αεροεξαγωγών είναι η απομάκρυνση του αέρα από τον αγωγό κατά την πλήρωση του και κατά την λειτουργία του.



Με αυτή την διάταξη έχουμε το επιθυμητό και ασφαλές αποτέλεσμα για τον απόλυτο έλεγχο της ροής που αφορά την πλήρωση της δεξαμενής των Διδύμων με την χρήση φυσικής ροής .

8 Ανάλυση των αποτελεσμάτων

8.1 Γενικά αποτελέσματα των προτάσεων

Μετά από την υπολογιστική ανάλυση των δεδομένων, μπορούμε να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα με σκοπό την βέλτιστη εφαρμογή.

Όπως έχουμε αναφέρει και αρχικά, σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αναδείξει την παντελή έλλειψη ουσιαστικών εμπειριστατωμένων, τεχνικών λύσεων σε όλες τις εφαρμογές λειτουργίας της χώρας με στόχο:

- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Προστασία του περιβάλλοντος
- Οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη
- Ορθολογική διαχείριση των πόρων

Για την αναγκαιότητα και την σημασία της εφαρμογής τέτοιων λύσεων και πολλών ακόμα όπως:

- Εγκατάσταση ανεμογεννητριών όπου μπορούν για κοινή ωφέλεια
- Δημιουργία φραγμάτων για εξοικονόμηση υδάτων
- Εγκατάσταση υδροηλεκτρικών σταθμών για κοινή ωφέλεια
- Κεντρική διαχείριση ύδρευσης άρδευσης των δήμων

Όλες οι παραπάνω εφαρμογές θα μπορούσαν να επιφέρουν οριζόντια οικονομική ανάπτυξη η οποία θα ξεπερνούσε το 0,7 – 0,8 % του ΑΕΠ. ήτοι 2 δις € περίπου.

- Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της Ελλάδος το έτος 2016, 198 δις €
- Ο αριθμός των Δήμων στην χώρα είναι 325 εκ των οποίων μόνο 95 έχουν εταιρείες Ύδρευσης ΔΕΥΑ.
- Το σύνολο της ενέργειας που καταναλίσκεται για άντληση, επεξεργασία και διακίνηση από τις ΔΕΥΑ ανέρχεται στο ποσό των 694.000 GWh, ήτοι 104.000.000 €
- Για τους υπόλοιπους Δήμους η κατανάλωση ανέρχεται στο 1.650.000 GWh 240.000.000 €
- Τα δυο πόσα αντιπροσωπεύουν το 0,2% του ΑΕΠ ποσοστό πολύ μεγάλο.

Και ας αναφερθούμε στην περίπτωση της μελέτης μας, το ποσό της εξοικονόμησης από μια κουκίδα στο χάρτη στο Δ.Δ. Διδύμων ανέρχεται στο ποσό των 18.000 € ανά έτος. Οι ΔΕΥΑ της χώρας χωρίς ΕΥΔΑΠ και ΔΕΥΑΘ έχουν ενεργειακό κόστος ετήσιο 48.000.000 € Το ποσό των 18.000€ αντιπροσωπεύει το 0,04% του συνόλου των ΔΕΥΑ.

Από αυτό και μόνο το γεγονός είναι επιτακτική ανάγκη άμεσων τέτοιων εφαρμογών και λύσεων.

Εάν συνυπολογίσουμε και την βελτίωση των αντλιοστασίων λόγω υπέρ διαστασιολόγησης αντλιών και χαμηλής ποιότητας τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας τότε τα αποτελέσματα θα είναι θεαματικά.



Φυγοκεντρικές αντλίες εφαρμόζονται ως υδροδυναμικά ηλεκτροκινούμενα συστήματα σε εφαρμογές όπως:

- HVAC & R
- Παροχή νερού (ύδρευση & άρδευση)
- Διαχείριση υγρών αποβλήτων

Με κύριους τομείς εφαρμογών:

- Επαγγελματικά κτίρια και κατοικίες
- Δημοτική διαχείριση υδάτων
- Βιομηχανία

Η ενεργειακή κατανάλωση των φυγοκεντρικών αντλιών μπορεί να μειωθεί παγκοσμίως κατά 40% αυτό μπορεί να επιτευχθεί :

- 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

Οι εγκατεστημένες αντλίες ξεπερνούν κατά 20 φορές τον αριθμό των νέων αντλιών που τοποθετούνται κάθε χρόνο. Παρουσιάζεται έτσι μεγάλο δυναμικό βελτιστοποίησης των εν λειτουργία αντλητικών συστημάτων. Βάσι εκτιμήσεων της Wilo και του Ελληνικού παραρτήματος ASHRAE το 75% των αντλιών είναι υπερδιαστασιολογημένες τουλάχιστον κατά 20% και οι κύριες αιτίες υπερδιαστασιολόγησης είναι οι εξής:

- Επιλογή μεγάλης αντλίας για κάλυψη μελλοντικών αναγκών
- Υπερβολική προσαύξηση συντελεστών ασφαλείας στον υπολογισμό του απαιτούμενου μανομετρικού
- Επιλογή αντλίας για κάλυψη μέγιστου φορτίου και 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 νερού, κλπ.)

Η ενεργειακή κατανάλωση των φυγοκεντρικών αντλιών μπορεί να μειωθεί και με την μείωση της παροχής αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τους παρακάτω τρόπους:

- Στραγγαλισμό
- By-pass
- Μείωση διαμέτρου πτερωτής
- Μείωση στροφών

8.2 Προτάσεις βελτίωσης

Συνοψίζοντας και λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραπάνω παραμέτρους, έχουμε να προτείνουμε τα εξής :

1. Η πρώτη πρόταση αφορά μία απλή διαδικασία που είναι ο ακριβής υπολογισμός και διαστασιολόγηση των αντλιών όλων των σημείων άντλησης, με ταυτόχρονη βελτίωση των παραμέτρων τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας, προσθέτοντας ομαλούς εκκινητές inverter, όπως αναπτύξαμε παραπάνω.

2. Η δεύτερη πρόταση αφορά σε μια συνδυαστική λύση δηλαδή έλεγχο όλων των αντλιών στις γεωτρήσεις και ακριβής διαστασιολόγηση, διότι δεν μπορεί να γίνει με άλλο τρόπο η διακίνηση του νερού. Κατά συνέπεια προτείνεται :

- Τοποθέτηση αυτόματων υδραυλικών βαλβίδων διπλού θαλάμου στην κατάθλιψη της κάθε αντλίας ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση και η παροχή.
- Τοποθέτηση στον ηλεκτρικό πίνακα μετατροπέα στροφών(inverter) του ηλεκτροκινητήρα ώστε να μεταβάλλεται η παροχή ανάλογα την απαίτηση.
- Έλεγχο της ποιότητας τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας με εγκατάσταση συστημάτων για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος (cosφ) το οποίο σύμφωνα με τον τύπο $P = 3 V I \cos\phi$ θα πρέπει να πλησιάζει στο 1.
- Η τροφοδοσία της δεξαμενής Δ.Δ. Διδύμων με φυσική ροή χρησιμοποιώντας το υφιστάμενο δίκτυο.

Με αυτή την λύση θα έχουμε την μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας όπως και των υπολοίπων δαπανών όπως αυτές αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

8.3 Ενεργειακά αποτελέσματα των προτάσεων

Για να μπορέσουμε να έχουμε ακριβή και σαφή εικόνα της αναγκαιότητας της εφαρμογής, σε μία από τις προτάσεις μας, θα πρέπει να προσδιορίσουμε συγκριτικά τα ενεργειακά αποτελέσματα καθ' όλη την διάρκεια του έτους για κάθε εφαρμογή δηλαδή:

- Την ενεργειακή κατανάλωση της υφιστάμενης κατάστασης.
- Την ενεργειακή κατανάλωση της πρώτης πρότασης.
- Την ενεργειακή κατανάλωση της δεύτερης πρότασης.

Παραδοχές :

- Η ποιότητα του ηλεκτρικού δικτύου στην περιοχή έχει συντελεστή ισχύος $\cos\phi$ 0,78-0,82.
- Η αντλίες των γεωτρήσεων και της δεξαμενής Πελέης είναι υπερδιαστασιολογημένες με αποτέλεσμα να καταναλώνουν 60% - 80% πάνω από την απαιτούμενη ισχύ.
- Δεν υπάρχουν πουθενά βαλβίδες διατήρησης πίεσης.

Για να έχουμε μια ρεαλιστική εικόνα των αποτελεσμάτων υπολογίζουμε δειγματοληπτικά την ενέργεια μεταφοράς 10m^3 νερού στην δεξαμενή Διδύμων για κάθε εφαρμογή.

α/α	Περιγραφή θέσης	Βάθος (m)	Ύψος από γεώτρηση στην δεξαμενή(m)	Μήκος αγωγού (m)	Παροχή (m ³ /h)	Μανομετρικό αντλίας H (m)	Πραγματική απαιτούμενη ενέργεια άντλησης (KWh)
1.	Καταράχι	65	60	1,670	2	160	1.2
2.	Πελεή ρέμα	87	120	1,780	6	230	5.8
3.	Ράδου	120	78	2,640	3	230	2.8
4.	Τροφοδοσία δεξαμενής Διδύμων		175		10		8.2
	Συνολική απαιτούμενη ενέργεια για την τροφοδοσία της δεξαμενής Διδύμων με 10 m^3 νερό						17.9

Πίνακας 8.1: Πίνακας υπολογισμού ενέργειας μεταφοράς 10m^3 νερού στην δεξαμενή Διδύμων

- Με την πρώτη πρόταση μας η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια για την τροφοδοσία της δεξαμενής Διδύμων με 10m^3 είναι 17,9 KWh.
- Με την δεύτερη πρόταση η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια για την τροφοδοσία της δεξαμενής Διδύμων με 10m^3 μειώνεται αισθητά στις 9,8 KWh διότι από την συνολική απαιτούμενη ενέργεια άντλησης αφαιρούμε την αντλία τροφοδοσίας της δεξαμενής Διδύμων(-8,2 KWh) λόγω της μεταφοράς του νερού με φυσική ροή.

Κατά συνέπεια η κατανάλωση μειώνεται κατά 45% το οποίο είναι σημαντικό ποσοστό για την διαρκή λειτουργία του δικτύου καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

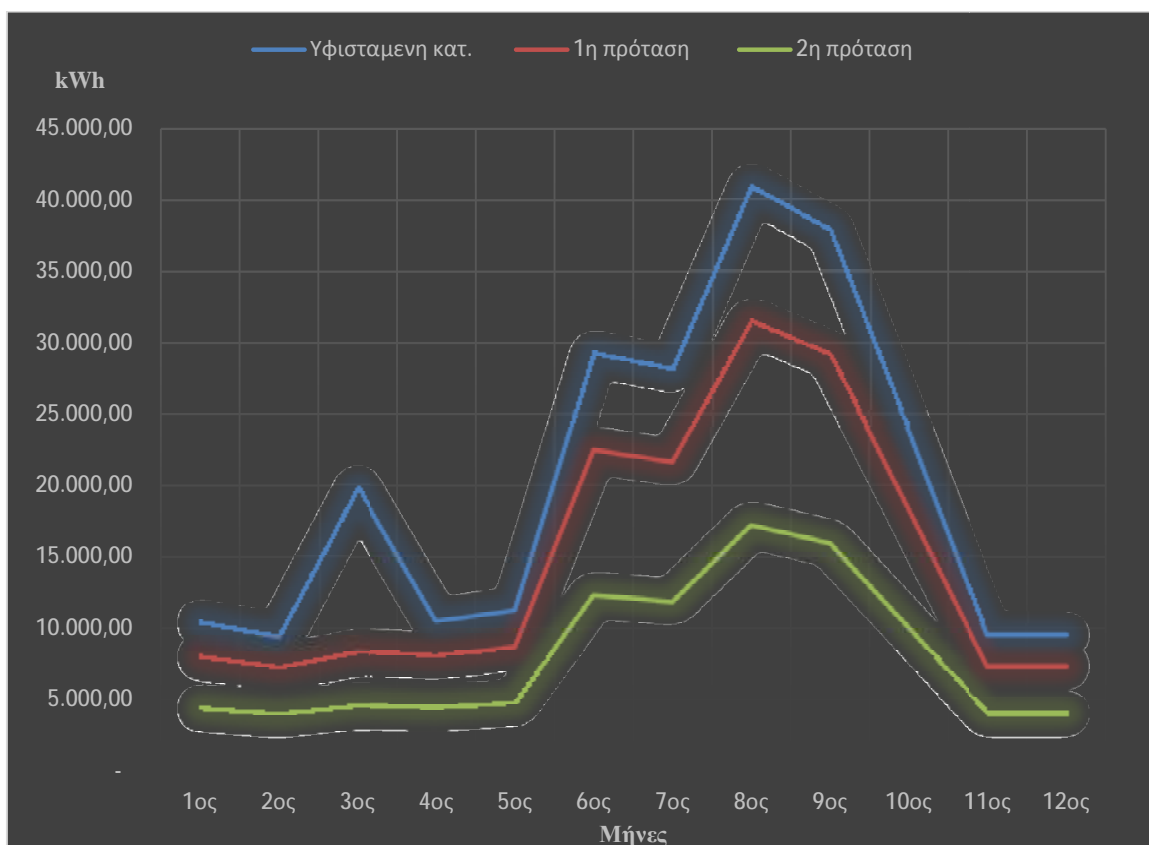
Έχοντας δεδομένες τις μηνιαίες καταναλώσεις για όλο το έτος και έχοντας υπολογίσει την συνολική απαιτούμενη ενέργεια για την τροφοδοσία της δεξαμενής των Διδύμων με 10m^3 νερό για κάθε μια από τις προτάσεις μας παραθέτουμε τον παρακάτω

συγκριτικό πίνακα προκειμένου να δούμε τις διαφορές μεταξύ της υφιστάμενης με των προτεινόμενων λύσεων.

Μήνες του έτους	Ημερήσια κατανάλωση σε m ³ /άτομ.	Συντελεστής προσαύξησης	Συνολ. ημερήσια κατανάλωση σε m ³	Συνολική μηνιαία κατανάλωση σε m ³	Υφιστάμενη κατ. Μηνιαία καταναλισκόμενη ενέργεια KWh	1η πρόταση Μηνιαία καταναλισκόμενη ενέργεια KWh	2η πρόταση Μηνιαία καταναλισκόμενη ενέργεια KWh
Ιανουάριος	0.10	1.20	144.0	4,464.0	10,387.73	7,990.56	4,374.72
Φεβρουάριος	0.10	1.20	144.0	4,032.0	9,382.46	7,217.28	3,951.36
Μάρτιος	0.10	1.25	150.0	4,650.0	10,820.55	8,323.50	4,557.00
Απρίλιος	0.10	1.25	150.0	4,500.0	10,471.50	8,055.00	4,410.00
Μάιος	0.10	1.30	156.0	4,836.0	11,253.37	8,656.44	4,739.28
Ιούνιος	0.25	1.35	405.0	12,555.0	29,215.49	22,473.45	12,303.90
Ιούλιος	0.25	1.30	390.0	12,090.0	28,133.43	21,641.10	11,848.20
Αύγουστος	0.35	1.35	567.0	17,577.0	40,901.68	31,462.83	17,225.46
Σεπτέμβριος	0.35	1.25	525.0	16,275.0	37,871.93	29,132.25	15,949.50
Οκτώβριος	0.25	1.10	330.0	10,230.0	23,805.21	18,311.70	10,025.40
Νοέμβριος	0.10	1.10	132.0	4,092.0	9,522.08	7,324.68	4,010.16
Δεκέμβριος	0.10	1.10	132.0	4,092.0	9,522.08	7,324.68	4,010.16
Συνολική ετήσια κατανάλωση :				99,393.0	231,287.51	177,913.47	97,405.14

Πίνακας 8.1.1: Συγκριτικός πίνακας καταναλισκόμενης ενέργειας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του πίνακα γίνεται σαφές ότι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, μεταξύ της υφιστάμενης κατάστασης και της πρώτης πρότασης είναι σε ποσοστό 23% ενώ μεταξύ της υφιστάμενης κατάστασης και της η δεύτερης πρότασης ξεπερνά το ποσοστό 58%.



Διάγραμμα 8.1.2: Γραφική συγκριτική απεικόνιση της ετήσιας μεταβολής της καταναλισκόμενης ενέργειας

8.4 Σχέση κόστους, εξοικονόμησης

Βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή των προτάσεων μας είναι να υπολογιστεί το κόστος της καθεμίας από αυτές σε συνάρτηση με την απόσβεση της από το αποτέλεσμα που θα έχει.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ(kWh)	ΚΟΣΤΟΣ kWh Δ.Ε.Η	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ(€)
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	231,287.53	0.15	34,693.13
1η ΠΡΟΤΑΣΗ	177,913.47	0.15	26,687.02
2η ΠΡΟΤΑΣΗ	97,405.14	0.15	14,610.77

Πίνακας 8.2: Συγκριτικός πίνακας κατανάλωσης κόστους

Τα στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας λήφθηκαν από τον Πίνακα 8.1.1

Για τον υπολογισμό των οικονομικών αποτελεσμάτων λαμβάνω τις εξής παραδοχές:

- Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας 0,15€/KWh.
- Μέσω ετήσιο κόστος συντήρησης αντλιών 3.000 €/έτος.
- Μέσω ετήσιο κόστος βλαβών δικτύων 8.000€- 15.000€(στοιχεία από την ΔΕΥΑ ΕΡΜΙΟΝΙΔΟΣ)

Όπως βλέπουμε από Πίνακα 8.2 το ετήσιο κόστος της κατανάλωσης ενέργειας μειώνεται κατά 23% με την πρώτη πρόταση αλλά είναι σαφώς προτιμότερη η δεύτερη πρόταση όπου έχουμε εξοικονόμηση χρημάτων της τάξεως του 58%.

9 Τεκμηρίωση της πρότασης για εφαρμογή

Από τα παραπάνω κεφάλαια συμπεραίνουμε ότι τα βασικά πλεονεκτήματα των δύο προτάσεων που μελετήθηκαν είναι η αναβάθμιση και βελτιστοποίηση που θα εφαρμοστεί στο υπάρχον δίκτυο μεταφοράς νερού με αποτέλεσμα την καλύτερη τροφοδοσία, την μείωση των φθορών και βλαβών του δικτύου και στον συστηματικό έλεγχο του. Ακόμα πιο σημαντικό πλεονέκτημα των δύο αυτών προτάσεων είναι η μεγάλη μείωση του κόστους για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας η οποία μπορεί να φτάσει έως και πάνω από 50% σε σχέση με την σημερινή δαπάνη.

Ως μοναδικό μειονέκτημα θα μπορούσαμε να θέσουμε το κόστος των εξαρτημάτων για την βελτιστοποίηση του δικτύου το οποίο όμως θα αποσβεστεί μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα μέσω της εξοικονόμησης χρημάτων από την σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Έτσι από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι είναι χρήσιμο και αναγκαίο να αναβαθμίσουμε το σύστημα ύδρευσης του Δ.Κ Διδύμων με τα κατάλληλα εξαρτήματα αλλά ακόμα μπορούμε να προβούμε ευκολά στην δεύτερη πρόταση που προτείναμε. Αυτό γιατί το κόστος δεν θα είναι αρκετά μεγαλύτερο από την πρώτη πρόταση αλλά το αποτέλεσμα θα είναι να μειώσουμε την κατανάλωση ενέργειας του δικτιού κατά 50% από την σημερινή κατάσταση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Sofios, S., Arabatzis, G., & Baltas, E. (2008). Policy for management of water resources in Greece. *The Environmentalist*, 28(3), 185–194. doi:10.1007/s10669-007-9126-4.
- Kanakoudis, V. (2004). A troubleshooting manual for handling operational problems in water pipe networks. *Water Supply: Research & Technology-AQUA*, 53(2), 109-124.
- Νανούσης Δ. Νανούσης & Χρήστος Β. Σταμούτσος (2009). Βασικές Αρχές Στροβιλομηχανών. Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
- Νανούσης Δ. Νανούσης (2003). Ρευστομηχανική(Β τόμος). Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
- Κανακούδης, Β. (1998). Ο Ρόλος των Έκτακτων Περιστατικών στη Διαμόρφωση Κριτηρίων Προληπτικής Συντήρησης και Αντικατάστασης των Αγωγών στα Δίκτυα Ύδρευσης. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Κανακούδης, Β. (2010). Κοστολόγηση και Τιμολόγηση Νερού Ύδρευσης. Στο Γ. Τσακίρης (Εκδ.), Ύδραυλικά Έργα – Σχεδιασμός και Διαχείριση. Τόμος Ι: Αστικά Ύδραυλικά Έργα. (σελ.483-527). Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
- Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου τις 23/10/2000 για την θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων. L237:0001/22-12-2000
- ΦΕΚ Α/201-19-20/11/1987, «Διαχείριση των υδατικών πόρων»
- ΦΕΚ Β/892-11/7/2001, «ΚΥΑ Υ2/2600/2001:Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998»
- ΦΕΚ Α/280-9/1/2003, «Νόμος υπ’ αριθμ. 3199: Εναρμόνιση Οδηγίας 2000/60/ΕΚ με το ελληνικό δίκαιο»
- Μαρκαντωνάτος Π. Γρηγόριος : “Στοιχεία υγιεινής περιβάλλοντος και υγειονομικής μηχανικής”
- Martz George : “Ύδραυλική των οικισμών” 21 Προσδιορισμοί καταναλωτικών αναγκών
- περιοδικό «ΔΙΚΑΙΟΡΑΜΑ», Ιούλιος-Σεπτέμβριος 2009, σ. 6-7.

ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- United Nations General Assembly. (2010). A/64/L.63/Rev.1*. Ανακτήθηκε από <http://daccessddsny.un.org/doc/UNDOC/LTD/N10/464/64/PDF/N1046464.pdf?OpenElement>
- Water and Energy Nexus: A Literature Review. (2013). Water in the West, Stanford University. Ανακτήθηκε από : http://waterinthewest.stanford.edu/sites/default/files/Water-Energy_Lit_Review.pdf.
- <https://water.org/our-impact/water-crisis>
- Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα E-Learning ΕΚΠΑ «Ποιότητα, Ασφάλεια και Υγιεινή Υδάτινου Περιβάλλοντος (Health-Related Water Microbiology)» https://elearn.elke.uoa.gr/show_programs.php?catID=all&prID=299
- <http://www.geo.auth.gr>
- https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3414/1/02_chapter_1.pdf
- <http://www.unwater.org/>
- <http://www.parliament.gr>
- (World Water Assessment Program, 2009· <http://www.unwater.org/>)
- https://en.m.wikipedia.org/wiki/Water#Liquid_water
- (<http://wfd.ypeka.gr>)
- <http://www.dimosermionidas.gr/>
- Αναλύσεις νερού Δ.Ε.Υ.Α.ΕΡ <https://deyaer.wordpress.com/category/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BB%CF%85%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%85-%CF%85%CE%B4%CF%81%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%83/>
- <https://www.gemak.gr/products/resilient-seat-gate-valves> (βάνα σύρτου)
- <https://www.gemak.gr/products/diaphragmatic-double-chamber-control-valves/as-ay-50-60> (αυτόματη διαφραγματική βαλβίδα διπλού θαλάμου)